

Feb 15/3 1

5.1.6. BAND 1

SUMMARY

Since the beginning of the seventies Swedish companies have been trying to get rid of the assembly line. The reason is the need for better working conditions and higher productivity. The solutions are parallell flow, buffers, magazine loading, robots and changed work organisation. The success has mainly been in the bodyshop for cars and for the assembly of components. In the final assembly the main problem is to find practical solutions for the materials supply. This research shows it is possible to find solutions by using a new analysis method based on the design.

The research work started in January 1978 and has been carried out by Tomas Engström and Ulf Karlsson at Chalmers University of technology.

The project has been possible by funds from the National Swedish Board for Technical Development. The main objects which have been studied are cars, buses and trucks from Saab-Scania and Volvo. But other products have been analysed forklift trucks, stoves, refrigerators, vacuumcleaners, sailingboats, motorsaws, and lawnmowers. The analysis has been focused on four topics:

- 1 Product design
- 2 Layout
- 3 Material supply
- 4 Work organization

The following results have been gained:

- 1 A method for analyzing the design in order to get a view of the restrictions and possible types for other systems (preassembly, marriage points, sequence, flow pattern etc).

- 2 A method for classifying components as a base for design of the material supply (material markets, autocarriers, manually operated wagons etc).
- 3 Maximum cycle time for different systems, recognizing that the cycle time depends both on the design of the object and the material supply system. For example it is possible to reach 115 MTM in 2 hours truck assembly with 4-8 weeks learning. But 20 minutes of car assembly requires 3-6 weeks learning.
- 4 A method for calculating costs for labour and capital in assembly system. This makes it possible to refer a system to a "zero-system" without losses and make comparison between systems.
- 5 New assembly systems with high productivity for cars and buses.
- 6 Material supply systems for parallel assembly stations.

FÖRORD

Detta arbete är en direkt fortsättning av Ulf Karlssons doktorsavhandling "Alternativa produktionssystem till lineproduktion". Det initierades våren 1978 av Sven Olof Tuvlind vid SAAB-SCANIA i Linköping, Bert Jönsson vid Volvo i Göteborg och Bengt Tidhult vid Styrelsen för teknisk utveckling.

Projektledare under förstudien var Thore Brynielsson vid Institutionen för Transportteknik, Chalmers Tekniska Högskola. För huvudstudien har Börje Stark vid STU varit handläggare.

Vi riktar ett varmt tack till ovanstående personer för deras medverkan till att denna studie kommit till stånd.

Vi vill framföra ett stort tack till de personer vid svenska och utländska företag som medverkat i projektet.

Håkan Aldén, Jonsereds Motorsågar
Roger Andersson, Stiga, Tranås
Peter Anderzon, Volvo PV, Göteborg
L-O Antonsson, Saab-Scania, Trollhättan
Bernt Arvidsson, Najadvarvet, Henån
Paul Berggren, Saab-Scania, Södertälje
Ove Berggren, Volvo Buss, Borås
S-O Bernadsson, Volvo PV, Göteborg
Ralf Eriksson, Volvo Buss, Borås
Stig Hallander, Hugin Hemmaskiner
Hans Hallberg, Saab-Scania, Göteborg
Hans Hintze, Daimler-Benz, Västtyskland
Thomas Hjelm, Albin Marin, Kristinehamn
Bertil Johansson, Volvo LV, Göteborg
Rolf Jävert, Volvo LV, Göteborg
Jimmy Klang, Saab-Scania, Trollhättan
Knut Lund, Saab-Scania, Södertälje

forts.

Gert Markström, Saab-Scania, Södertälje
Mr Billi, Mr Renzetti, Mr Savoia, Zanussi, Italien
Hugo Stefensson, Hugin Hemmaskiner
Hans Sääf, Saab-Scania, Trollhättan
Sven-Olof Törner, Saab-Scania, Trollhättan
Örjan ^{ay}Wetterstam, Volvo LV, Göteborg
Lennart Wikström, Comfortbåtar, Arvika

Ett stort tack skall också framföras till de operatörer vid företagen som med stor noggrannhet deltagit i datainsamlingen, samt till samtliga fackorganisationer.

Vi vill också tacka de teknologer som inom projektets ram utfört seminarie- och examensarbeten.

Stig-Olof Andersson
Bengt Amlöv
Gunnar Axelsson
Bengt Bengtsson
Kenneth Bengtsson
John Bolt-Christmas
Peter Calås
Mats Christensson
Anders Cottman
Peter Danielsson
Bertil Enberg
Kristian Hertz
Robert Höglind
Mats Johansson
Stefan Johansson
Hans Kjellberg
Jonas Larsson
Olof Liljeström
Örjan Ljungberg

forts.

Anders Lundberg

Kurt Lundgren

Lars Medbo

Jan-Olof Moberg

Anders Ohlsson

Kjell Sjösten

Peter Wallin

John Wedel

Mats Wessberg

Klas Vikgren

Bengt Zetterqvist

Birgitta Ehrning, Rose-Marie Olivebring, Monica Sjöstrand, Christina Sörensen och Gun Törndal, vilka skrivit ut över 1 000 sidor text från våra kråkfötter, får vårt varma tack för sin enorma insats.

Vi vill också tacka följande forskarkollegor:

Holger Bohlin, Industriell organisation, CTH

Robert Cole, Institute for Japanese studies, Michigan

Edmund Dahlström, Sociologiska institutionen, GU

S-O Gustavsson, Industriell organisation, CTH

Christer Karlsson, Industriell organisation, CTH

Lennart Nilsson, Pedagogiska institutionen, GU

Hans-Åke Pettersson, Institutionen för Transportteknik, CTH

Jörgen Schilde, IPA, Stuttgart

Ulbo de Sitter, Tekniska Hogskolan Eindhoven, Holland

Lars Sjöstedt, Institutionen för Transportteknik, CTH

Haijame Yamashima, Kyoto University

Yrkesmedicinskt centrum, Sahlgrenska sjukhuset

Denna delrapport utgör ett första utkast till den "monterings-handbok" som skall utgöra slutrapporten. Handboken kommer i sin slutliga utformning att vara uppdelad i flera avgränsade böcker behandlande delområden. Varje bok kommer att innehålla repetitionsfrågor på varje kapitel. Varje bok kommer att åtföljas av ett AV-material (tex 20 st overhead) för ca 1 timmes presentation. Materialet skall kunna användas såväl för undervisning, i fackliga studiecirklar som i formen konventionell utbildning av produktionstekniker och övriga tjänstemän.

- Denna delrapport visar på de restriktioner konstruktionen ger vad gäller produktionssystemet. Vi kan konstatera att nu existerar lösningar för att montera produkter i storlek från en dammsugare till lastvagn utan konventionell line. Lösningarna medger högre produktivitet, lätt omställbar produktionsvolym, hög variantkapacitet, meningsfulla arbetsuppgifter, förbättrad ergonomi samt grupparbete med profitcenter.
- Studien visar vidare att genom konstruktion av "produktionsvänliga" produkter kan produkt och produktionssystem matchas ihop så systemen ytterligare kan förbättras, speciellt vad gäller produktivitet.
- Det systemsangreppssätt som används i studien har hög generalitet och vi har funnit det användbart även i andra branscher såsom storkök, konfektion, elektronikmontage, smide och gjutning.

PROBLEM VID UTVECKLING AV NYA PRODUKTIONSSYSTEM.

Vi vill ta upp några problem kring själva utvecklingsprocessen. Vanligen är fack och företagsledning överens om att ett nytt system behövs pga ekonomiska och sociala skäl.

Dock finns ibland tanken att operatörerna skall utveckla systemet själva. Denna tanke är naturligtvis demokratisk, men kräver otroliga kunskaper hos operatörerna. Att operatören skulle kunna utveckla sitt eget system är lika horribelt som att en bilköpare skall kunna konstruera sin egen bil. Bilköparen kan dock ställa krav på hur bilen skall vara samt utvärdera i vilken grad kravet tillgodoses.

Fack och företagsledning skall i samråd med operatörerna uppställa krav. Exempel på detta är de krav som Verkstadsklubben och företagsledningen ställt upp vid SAAB-SCANIA i Trollhättan.

Buffertstorlek

Buffert mellan olika produktionsavsnitt och ansvarighetsområden 4-8 timmar.

Buffert mellan grupperna (6 man) inom produktionsavsnitt 0,5-4 timmar.

Styrning

Högst 2-3 operatörer får vara styrda av varandra. Frihetsgrad 0,5 timmar.

Mekaniska arbetsförloppet får ej styra operatörerna. Cykeltiden skall innehålla 20% överkapacitet för upparbetning (exkl störningsprocent).

Magasinsladdning skall användas där det är tekniskt möjligt.

Geografiska aspekter

Operatörerna skall inom gruppen vara så placerade att man finns inom syn- och rophåll.

Arbetsstyngd

Arbetsuppgifterna får inte vara tyngre än kvinnor skall kunna användas. Högsta hanteringsvikt 5-6 kg. Frekvens 10-15%.

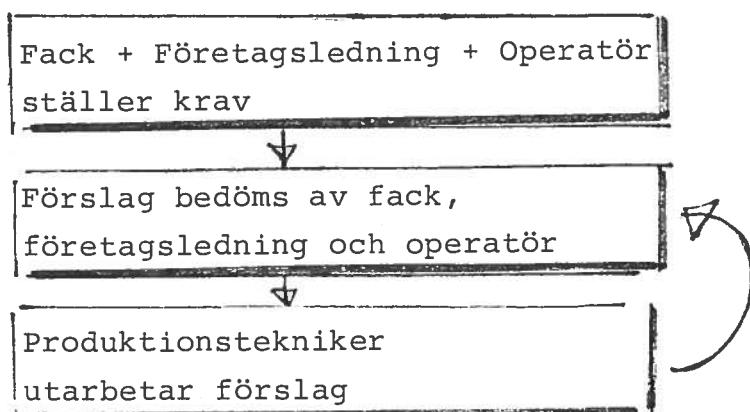
Personalutrymme

Närplats för social samvaro. Typ öppna pausplatser med möbler och skärmar. Inarbetad tid skall kunna utnyttjas, men man skall vara så NÄRA arbetsplatsen att man är direktinformerad om produktionsläget.

Kraven överlämnas till den eller de produktionstekniker som skall utforma systemet. Produktionsteknikerna utvecklar flera förslag till produktionsorganisationen. Dessa förslag skall i stort uppfylla kraven (ekonomiska och sociala). Förslagen bedöms av fack, företagsledning och berörda operatörer.

Problemet är att kunna visualisera både hårdvara och organisationsform. Modellbyggnad i skala 1:50 med både maskiner och människor i kombination med symbolbeskrivning på overhead är en lösning som vi funnit lämplig. Diafoton av modellen är lätt att diskutera kring för personal som ej är produktionstekniska specialister (arbetsledare, operatörer, personalfunktionärer, ekonomer samt högsta företagsledningen).

Efter bedömning förbättras förslagen eller nya alternativ utvecklas. Dessa bedöms, nya förslag utarbetas etc. tills man enas om ett förslag.



Vi vill påstå att tron på att operatörerna själva kan utforma sitt system i praktiken innebär antingen att produktionstekniker är okunniga eller att operatörerna är utbildade produktionstekniker.

Produktionssystemet måste utformas utgående från den aktuella produktens konstruktion. Företagsledningen måste i detta fall informera de fackliga representanterna om den situation som företaget befinner sig i och vilka alternativ som står till buds.

Våra erfarenheter är att företagsledningen ofta glömmer att visa på ovanstående och de fackliga representanterna därför ofta missuppfattar problemställningen och ej förstår att flera alternativa systemlösningar på olika nivåer står till buds.

Lösningssmängden är flerdimensionell och innehåller organisatoriska lösningar. Fackliga representanter förkastar därför ofta goda dellosningar i existerande system, feltolkar orsak och verkan samt söker nå vissa mål, men glömmer bort andra. Utbildning av fackliga representanter som deltagare i utveckling av produktionssystem är enligt våra erfarenheter ett måste. Vi har inom projektets ram genomfört denna typ av utbildning vid några av de deltagande företagen.

INTRODUKTION - LÄSANVISNINGAR

Föreliggande rapport omfattar fyra nivåer, den första nivån (kapitel 1-3) är av inledande och sammanfattande karaktär, den andra nivån (kapitel 4) visar utveckling som skett inom projektets ram. Denna utveckling har skett inom tre delområden:

1. Modellteknik
2. Produktionssystem
3. Konstruktionsanalys
4. Nollsystemskalkyl

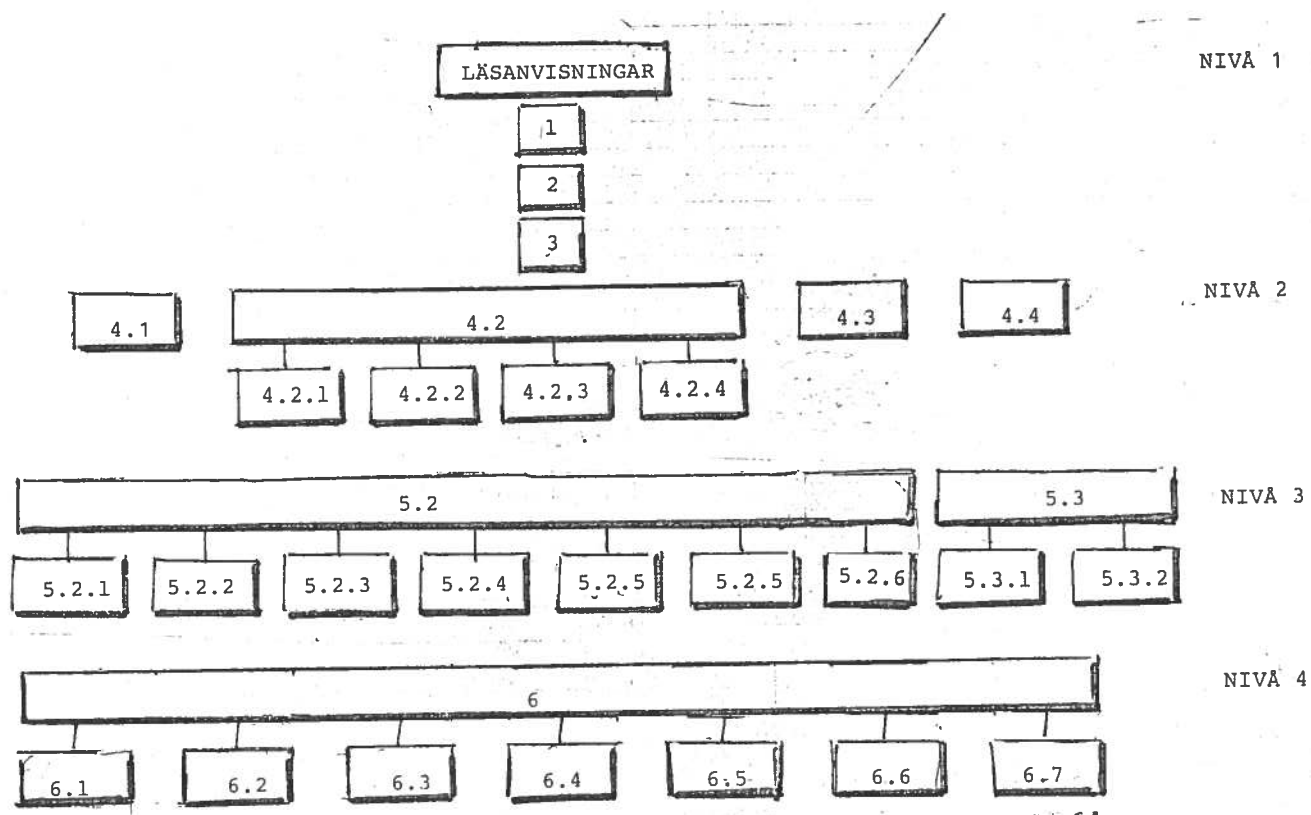
Den tredje nivån omfattar empiriska studier av objekt och produktionssystem och består av tre delområden:

1. Varianter och produktionskapacitet (5.1)
2. Deskriptiva studier av större objekt (5.2)
3. Deskriptiva studier av mindre objekt (5.3)

Den fjärde och sista nivån omfattar vidareutveckling av existerande teori inom områdena:

1. Arbetsorganisation
2. Löneformer
3. Upplärning, inläring
4. Ergonomi
5. Kvalitetsstyrning
6. Layouter
7. Japans produktionsstyrning

Rapportens struktur framgår av figur nedan:



RAPPORTSTRUKTUR

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SID
NR

INLEDNING

15

.1	Syfte	15
.2	Avgränsning	15
.3	Metod	17
.4	Bakgrund	18

ALTERNATIVE PRODUCTION SYSTEMS TO ASSEMBLY LINES,
A PROBLEM CONCERNING MATERIAL SUPPLY

26

PRODUKTIONSSYSTEMSTEORI

30

.1	Why change line production systems to alternative production systems?	30
.1.1	Examples for changes made in line production systems	38
.2	Design analysis	43
.3	Flow theory and fundamental lay-outs	52
.3.1	Vidareutveckling av flödesteori	68
.4	Assembly systems and material handling	87
.5	Work organization	95
.6	Production system design and zero system calculations	98
.7	Conclusions	109

UTVECKLING INOM PROJEKTET

110

.1	Utveckling av modellteknik	110
.2	Utveckling av system	115
.2.1	Utveckling av materialförsörjningssystem i seriekopplade parallella kollektivsystem	115
.2.2	Produktionssystemutveckling för montage av vitvaror	149
.2.3	Presentation av alternativa monteringsystem för personvagnar, lastvagnar och bussar	157
.2.4	Operatörsstyrda miniliner med integrerat förmonterat	166
.3	Utveckling av konstruktionsanalys	180
.3.1	Konstruktionsanalyser av kylskåp, spis, diskmaskin, SAAB 900, Datsun Bluebird och lastvagn 7070	180
.4	Utveckling av nollsystemskalkyl	239
.4.1	Nollsystemskalkyl och konstruktionsanalys exemplifierat på havskryssarmontage	239

SID
NR

DESKRIPTIVA STUDIER	301
.1 Variantstudier	301
.1.1 Variantstruktur, produktionskapacitet och kapitalbindning - Volvo Personvagnar	301
.2 Studier på stora objekt	326
.2.1 Deskriptiv studie Volvo lastvagn 7070	326
.2.2 Deskriptiv studie SAAB 900 GL och Volvo 244:a	353
.2.3 Materialförsörjningsanalys av SAAB 900 och Volvo lastvagn 7070	379
.2.4 Analys av silomaterial - SAAB 900	421
.2.5 Studie av förmontage - Volvo lastvagn 7070	429
.2.6 Studie av förmontage - SAAB 900	464
.3 Studier på små objekt	470
.3.1 Produktion av dammsugare	470
.3.2 Produktion av motorsågar	485
PRODUKTIONSORGANISATION	490
.1.1 Meningsfullhet hos arbetsuppgifter och organisationsutformning	490
.1.2 Autonoma arbetsgrupper som organisationsform	503
.1.3 Reglering av arbetsgruppens ansvar	509
.1.4 Gruppens relation till omgivningen	537
.1.5 Ledarskap vid grupporganisation	542
.1.6 Gruppmedlemmars medinflytande	568
.1.7 Ömsesidigt beroende och grupputveckling	579
.1.8 Gruppen som profit center och planeringspunkt	585
.1.9 Problematik vid införande av produktionssystem med autonoma arbetsgrupper	587
.1.10 Avslutande kommentarer	595
.2 Lönerformer	602
.2.1 Problem med rakt ackord	602
.2.2 Löneformer vid autonoma arbetsgrupper	606
.2.3 Betalning i produktionsgrupper	607
.3 Upplärning, inläring och inkörning	617
.4 Ergonomi	631
.4.1 Ergonomiska aspekter på monteringsarbetet	631
.4.2 Specifika ergonomiproblem vid montagearbete	659
.4.3 Manuell materialhantering och ergonomi	701

.5	Kvalitetsstyrning	721
.5.1	Konstruktionslösningar på kvalitetsproblem	721
.5.2	Operatörsberoende kvalitet	726
.5.3	Underleverantörsberoende kvalitet	732
.5.4	Justerproblem	740
.5.5	En jämförelse mellan västerländsk och japansk kvalitetsstyrning	759
.5.6	Kvalitetssystem enligt P Crosby	780
.6	Exempel på alternativa monteringsystem till konventionell linemontering	794
.7	Japansk produktionsstyrning - "pullsystem" och Kanban-system	843

REFERENSER

850

APPORTEN ÄR INBUNDEN I 4 DELAR!

1. INLEDNING

1.1 Syfte

Projektet avser att utveckla och prova metoder för montering så att man med dessa metoder uppnår ökat självbestämmande, större arbetstillfredsställelse och förbättrad totalekonomi.

Projektet syftar till att bygga upp generell kunskap inom ämnesområdet monteringsteknik samt att vidareutveckla system för montering. Arbetet skall fokuseras på produktutformning, monteringsutrustning, materialhanteringsteknik samt arbetsorganisation. Målet är att ersätta konventionell linemontering med alternativ, vilka innebär meningsfulla arbetsuppgifter, förbättrad ergonomi, lägre produktionskostnad, grupparbete, lätt omställbar produktionsvolym och kundorderstyrd produktion.

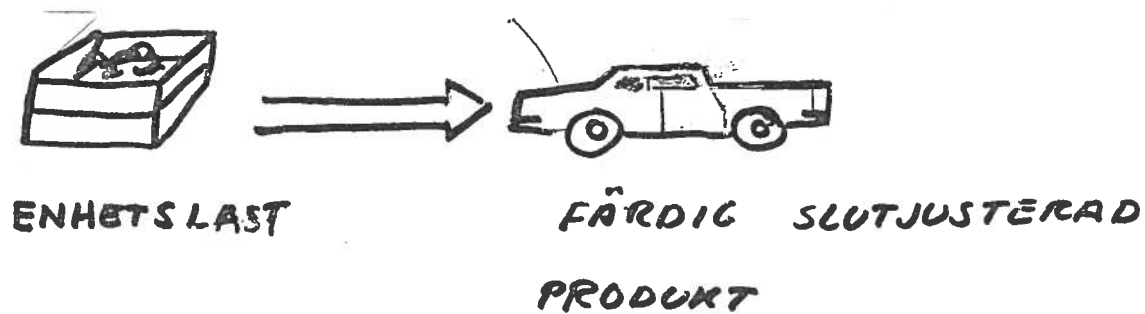
Resultatet sammanfattas i en handbok för utveckling av alternativa monteringssystem till linemontering där materialhanteringsteknik (lay-out, flödesteori, hanteringsdon, kapitalbindning, rutiner), produktanalys, möjlig arbetscykel, ergonomi, meningsfullt arbete och arbetsorganisation ingår.

1.2 Avgränsning

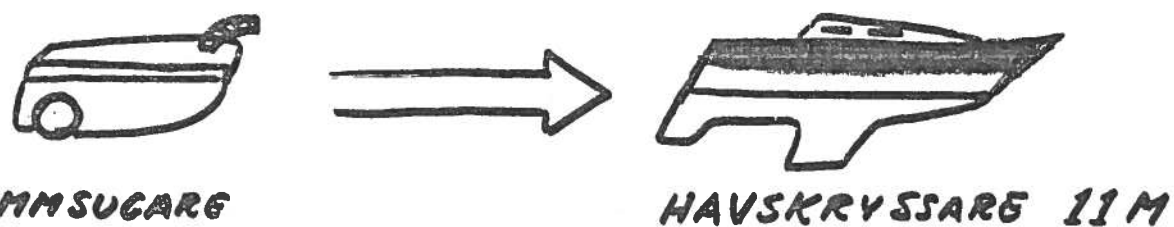
Studien skall i första hand studera de aktiviteter som förekommer mellan plockning av artikel från enhetslast till monterad slutjusterad produkt. Monteringsobjektets storlek varierar från objekt i dammsugarstorlek till lastvagnar och havskryssare i 8-10 m klassen.



✓



OBJEKTSTORLEK



Figur 1.1 Studiens avgränsning.

Metod

.3

Vi har vid de medverkande företagen haft speciella kontaktmän. Eftersom studien syftar till att beskriva produktionssystem på makronivå, har vi varit tvungna att genomföra en stor mängd mikrostudier (ca 50 stycken). Mikrostudierna har till stor del byggts på hypoteser som utvecklats i dialog med kontaktmännen. Vi har sedan kunnat verifiera eller förkasta hypoteserna. Nya hypoteser har därefter genererats ihop med kontaktmännen och specialister på respektive företag. Denna metod som bygger på dialog mellan forskare och praktiker går ut på att forskarna överför internationella forskningserfarenheter till praktikern. Praktikern drar paralleller med egna erfarenheter och kommenterar forskningsresultaten. På detta sätt behöver forskaren ej i detalj sätta sig in i företagets specifika problematik. Metoden tar tillvara företagets specifika kunnande och vid mikrostudier kan specialister inom företaget utföra vissa delstudier. Forskningsresultatets praktiska värde och förståelsen av dessa testas kontinuerligt. Finansieringsformen att företagen deltar med personalresurser och material ger frihet åt forskargruppen. Företagen har ofta kortsiktiga intressen men forskargruppen behöver tid på sig och utföra speciella studier för att bygga generell kunskap.

Metodologisk angreppssätt kan sammanfattas:

- Kontinuerlig dialog forskare - praktiker.
- Förenklad, men omfattande datainsamling via teknologer (exjobb, seminariejobb)
- Layoutbyggnad i skala 1:50
- Enklare prototypbyggen
- Utvärdering av förändringar

- Evaluering av konstruktionsanalysmodell (med avseende på generaliserbarhet) vid olika produkter.
- Utvärdering av utbildningsmaterial inom området vid de deltagande företagen och CTH.
- Praktiska genomförande av förändrade system.

1.4

Bakgrund

Föreliggande studie är en direkt fortsättning på två forskningsinsatser "Alternativa produktionssystem till lineproduktion" x) och "Alternativ montering" xx). Den senare studien avslutades i juni 1979. Efter denna tidpunkt har forskningsarbetet vidareutvecklats och flera resultat har framkommit, se bilagor.

Line-montering utgör den vanligaste produktionsuppläggningsen vid montering inom industrin. Vid ett första påseende verkar också en sådan uppläggning vara mycket rationell; materialflödena är väldefinierade, känd transportteknik finns etc. Under senare år har dock en del problem uppmärksamats i samband med line-montering, bl a:

- Betydande förluster finns inbyggda i systemet. Detta beror bl a på störningskänslighet, svårighet att avväga de ingående arbetsoperationerna och att ett omfattande kontroll- och justeringsarbete krävs.
- Det bundna och monotona arbetet där den egna arbetstakten styrs av linens rörelse leder till hög omsättning av personal, hög sjukfrånvaro, ringa kvalitetsansvar m m.

x) Doktorsavhandling, Ulf Karlsson, Sociologiska Institutionen, Göteborgs Universitet 1979

xx) Förstudie, Ulf Karlsson, Tomas Engström, Institutionen för transportteknik, Chalmers tekniska högskola 1979

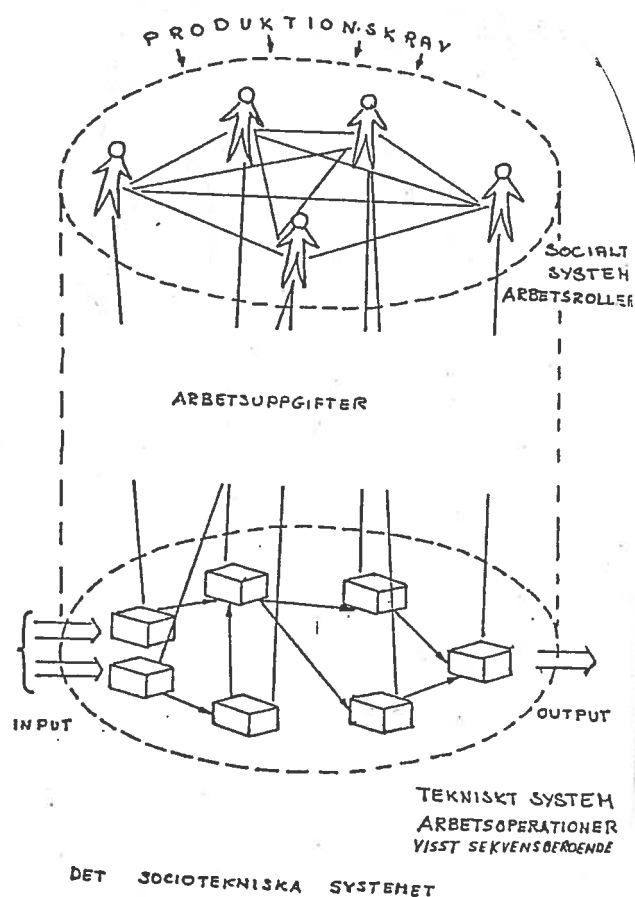
Konventionell linemontering kräver extra personal genom dels korta cykeltider, vilka medför svårighet att fördela arbetsuppgifter (balanseringsförluster) samt att stor andel av arbetscykeln åtgår till att hantera material (hanteringsförlust). Dels genom att montörer ej kan variera arbetstakt (systemförlust). Montörer vilka arbetar på fri station har en skev fördelning av arbetstiden, fler korta än långa arbetscykler, vid seriekoppling av operatörer uppstår därför väntetider (systemförlust) på driven line behov av kontrollanter och justerare. Kräver objekten, vilka monteras olika lång tid, kommer det objekt med längst tid att fakta linen (variantförlust).

För att komma tillrätta med bl a dessa problem har nya produktionsuppläggningar diskuterats som innebär större påverkan från individen på det egna arbetet. Man försöker "parallellisera" linen så att autonoma arbetsgrupper parallellt får montera hela eller större delar av objekten. Arbetet vid respektive grupp omfattar flera moment och därigenom blir cykeltiden längre. Arbetsgrupperna ges ett kvantitets- och kvalitetsansvar och även nya moment som kontroll, transport, underhåll och städning faller på gruppen.

En förutsättning för att system med autonoma parallella grupper skall fungera är att det finns möjlighet att buffertera material. Därigenom kan individer eller hela grupper frikopplas så att de själva kan påverka sin arbetstakt och arbetsuppgift.

En rad försök med autonoma grupper har utförts under senare år. I en del fall har de varit mindre lyckade av olika orsaker, men i några fall har man lyckats desto bättre. Införandet av autonoma grupper vid karossmonteringen vid SAAB i Trollhättan utgör exempel på en lyckad förändring av produktionsuppläggningsen.

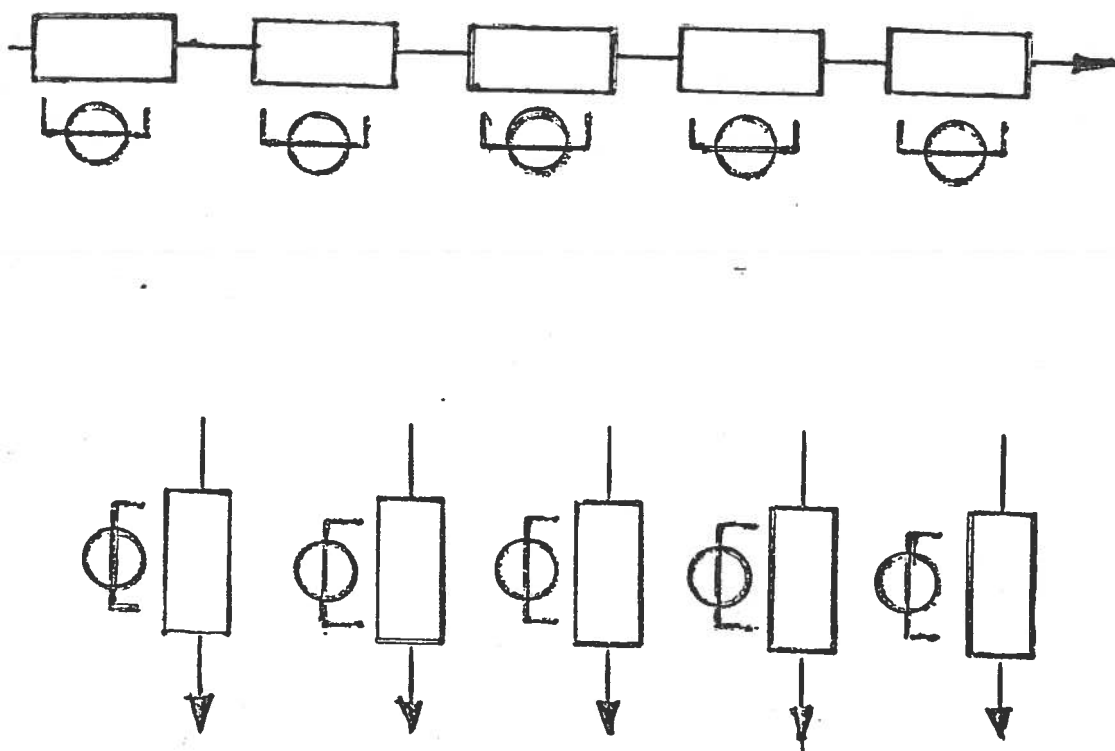
Svårigheter som man stött på vid genomförande av autonoma arbetsgrupper har bl a varit att ansvariga personer inte helt förstått samspelet mellan de tekniska, organisatoriska och sociala kraven. Dessutom har det varit svårt att klara en sådan produktionsuppläggning när monteringsobjekten varit stora, produktionshastigheten hög och/eller materialflödet stort. I påfallande många fall tycks man anse att en lämplig transportsystemteknik saknas.



Figur 1.2 Studien använder det sociotekniska synsättet som teoretiskt angreppsmetod. Det sociotekniska synsättet uppfattar arbetsorganisationen som ett sammansatt sociotekniskt öppet system och inte som tidigare organisationsskolor begränsa sig till antingen det sociala (Human Relations) eller det tekniska (Scientific Management). Den sociotekniska synen kan användas på vilken typ av arbetsorganisation som helst.

Med ett sociotekniskt system avses ett sammansatt system bestående av två delsystem, det tekniska och det sociala systemet. Alla tekniska system i vilka människor deltar är att beteckna som sociotekniska system. Så snart man har konstruerat ett tekniskt system så har man samtidigt också skapat ett socialt system.

En förutsättning för att nå de tidigare beskrivna målen är parallella flöden, linjeflöden med automation och magasinladdning, buffertar, förändrad arbetsorganisation och lång cykeltid. Vid personbils-, lastvagns- och bussmontering, d v s högt flöde och mycket material, är svårigheten att finna praktiska lösningar på materialhanteringen. Lagrings-, förrådshållning och administration av materialflöden kräver annorlunda teknik än den idag tillämpade. Våra studier har visat att materialhanteringsteknik vid parallella flöden kommer att bestå av högmekaniserade hanteringsdon, såsom slingstyrda vagnar och luftkuddeslädar i kombination med manuella skräddarsydda don, exempelvis vagnar.



Figur 1.3 Serieellt och parallellt flöde, vid parallellisering längs cykeltiden för montören. Hitintills olöst är kombinationen parallellt system med högt flöde, mycket tillsatsmaterial, många varianter och stora objekt.

Den längre cykeltiden innebär att inläarning av personal blir betydelsefull. Våra erfarenheter har visat att vid cykeltider längre än 15 minuter, kan inläarning ske upp till 10 gånger snabbare, på grund av så kallad funktionsinläarning, varför inskolningskostnaden blir rimlig. Grupparbete medför att operatören kan byta bort svåra arbetsmoment mot enklare under inskolningsperioden. Operatören kan utföra full arbetsinsats utan att behärska hela arbetet d v s belastar ej inskolningskontot.

Exempel på framgång med lång cykeltid är Volvo Buss i Borås, där delar av materialförsörjningen sköts av montörer med manuell vagn.

Vid förändring i arbetsorganisationen är kunskap i organisations-teori grundläggande. Reglering av relationer dels inom grupper av individer och dels mellan grupper måste ske. Klara ansvarsgränser och uttalade regler är en förutsättning för att kunna hantera vanliga situationer. Relationer mellan grupper och övriga avdelningar måste även regleras. Ansvar för kvalitet, underhåll, materialförsörjning, städning etc måste bestämmas.

Exempel på framgångsrik förändring av arbetsorganisation är Saab-Scantias karossverkstad i Trollhättan, där inläarning och materialhantering inte utgjorde svåra restriktioner.

IPA (Institut für Produktionstechnik und Automatisierung) i Stuttgart, Västtyskland är det enda forskningsinstitut i Europa som i större skala framgångsrikt arbetar med monteringsteknik. De har visat på svårigheten att lämpligt utforma ansvarsgränser samt utbildningsprogram för längre cykeltider. Vidare har uttalade regler för arbetsgruppens ansvar saknats. IPA har noggrant analyserat montering och materialhanteringsteknik för objekt upp till ett kylskåps storlek. Institutet har utvecklat s k kassettsystem för tändfördelarmontage, vilket betydligt nedkortat inläarningstiden. Man har även funnit att manuell utrustning och effektivitet går att kombinera.

När parallellisering förekommer ges möjlighet till flexitid samt möjlighet för personal med nedsatt arbetsförmåga att delta produktivt.

Den längre cykeltiden gör att ensidiga arbetsställningar minskar, liksom högfrekventa belastningar i armbågar, axelleder och underarmar.

Den längre cykeltiden i kombination med buffert^{ar} ger operatören möjlighet att variera arbetstakt samt lämna arbetsplatsen. Operatören kan ges arbetsuppgifter av icke producerande slag exempelvis underhåll, kontroll och administration.

Det måste understrykas att internationella jämförelser visar på att Sverige och Japan är unika beroende på små lönedifferenser mellan yrkeskategorier och sin höga grundutbildning. Därför existerar förutsättningar att genomföra lösningar med hög grad av arbetsintegration, produktionservice (transport, underhåll, kontroll etc), vilket ger en väsentligt lägre kostnad i det personalintensiva monteringsarbetet. Arbetsintegration ger ca 20% lägre personalbehov samtidigt som meningsfullheten i arbetsuppgiften ökar.

Monteringsuppgifter utgör 40% av svensk verkstadsindustri, vilket motsvarar 200.000 arbetstillfällen. Den ökade automatiseringen under 80-talet kommer att innebära att arbetstillfällen där tillformning, fränskiljning och hopfogning sker minskar. En konsekvens härav blir att en allt större andel av de i verkstadsindustrin verksamma sysselsätts med montering. Vid tillverkning i svensk verkstadsindustri är vanligen 20-40% montering av en produkts tillverkningskostnad.

Montering via löpande band förutsätter att inga eller få varianter existerar, samt att operatören har låga anspråk på meningsfullt arbete. Även om dessa två kriterier uppfylls så uppstår förlusten i form av stort behov av kontroll och justeringspersonal. Linen är speciellt känslig för frånvaro, vilket får konsekvensen att en betydande ersättningspool krävs (alla

(+ system, balansering och hanterings-
förluster)

måste vara närvarande vid produktion). Vid personbilstillverkning upplevs det ökande antalet marknadsdiktade variantartiklar besvärande. Ytbrist i anslutning till slutmonteringslinen har tvingat fram en ökad förmontering. Då det i förmontagen ofta ingår variantartiklar, d v s de är avsedda för en förutbestämd bil, uppstår ändå ytbrist eller krav på en materialstyrning som för in förmontaget synkront.

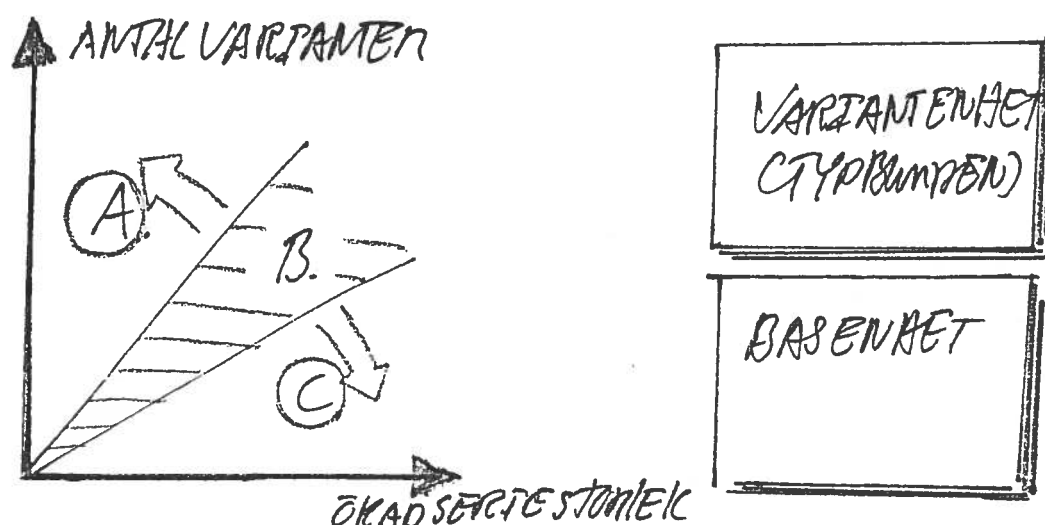
Av konkurrensskäl förväntas det att antalet varianter ytterligare ökar. En sådan utveckling innebär att ett alternativ till line måste skapas (IPA).

Utveckling och användning av nya konstruktionsmaterial innebär att konstruktionen får ändras. Skruvförband ersätts med andra typer av fästelement. Vid denna pågående förändring är det viktigt att konstruktionen ej lägger hinder för ett socialt acceptabelt och ekonomiskt försvarbart monteringssystem.

Analyser av automation vid montering visar att produkterna måste anpassas för tillförsel av artiklar ovanifrån. Automatmonteringsmaskinen kommer i huvudsak att bestå av delar som sorterar, hanterar, positionerar och orienterar artiklar innan själva hopfogningen sker.

Det är inte i stor skala aktuellt med en sådan högautomatiserad teknik i Sverige, där vi internationellt sett har korta serier och många varianter.

Delphistudier (Bullinger 1981) visar att mekaniserat montage kommer att utvecklas långsamt och att det främst gäller förmontage. Kvarstår som svårlöst in på 1990-talet är slutmontage. I framtidens fabriker kommer således slutmontage att vara den personalintensivaste sektionen.



Figur 1.4 Figuren till vänster ovan visar en indelning av produkter efter hur många varianter och i vilken seriestorlek de förekommer.

När seriestorleken ökar och antal varianter minskar (c) är hög-automatisering aktuellt, komponenttillverkning eller t ex automatiserad montering av kulspetspennor. Inom området A där antalet varianter är stort och seriestorleken liten är sådan automatisering inte motiverad, exempelvis båtmontage. Linetillverkningen har legat i fältet B, vilket idag är en orimlighet p g a marknads- och automationskrav. Figuren till höger åskådliggör principen för framtida automatisering. Den maskinella utrustningen kommer att bestå av en tekniskt avancerad basenhet, exempelvis en industrirobot, vilken kompletteras med en utbyttbar variantenhet specifik för produkten som framställs.

2. Alternative production systems to assembly line, a problem concerning material supply.

VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION RESEARCH
Novi Sad, Yugoslavia, August 24-29, 1981

ALTERNATIVE PRODUCTION SYSTEM TO ASSEMBLY
LINE A PROBLEM CONCERNING MATERIAL SUPPLY

by

Tomas Engström

Head of Material Handling Research Group, Department of
Transportation and Logistics,
Chalmers University of Technology, 412 96 GÖTEBORG, Sweden

Ulf Karlsson,

Associate Prof.,
Department of Industrial Management, Chalmers University of
Technology,
412 96 GÖTEBORG, Sweden

1 INTRODUCTION

Main goals for a good assembly system are:

- Lower production costs
- Flexibility in production volume
- Custom build products
- Good ergonomics
- Meaningful work content
- Group work with profit-center for every group

Earlier research in Sweden (Karlsson 1979) has showed that the combination of high production flow, a lot of material supply and medium to large products has been impossible to solve without line assembly. With high flow and large products it has been possible to solve (i.e. Saab-Scania car body shop and Daimler-Benz - Truck cabin body shop). The problem with parallel material supply is space for the material container at the work station, which gives extra cost for transport, building and capital bound in material. This research started in January 1978. The project is sponsored by the National Swedish Board for Technical Development. The main objects that have been studied are cars, buses and trucks from Saab-Scania and Volvo. But other products have been analysed, forklift trucks, vacuum cleaners, stoves, refrigerators, dishwashers, sailing-boats, motorsaws and lawnmowers. The analysis has been focused on four topics:

- 1 Product design
- 2 Layout
- 3 Materials supply
- 4 Work organization

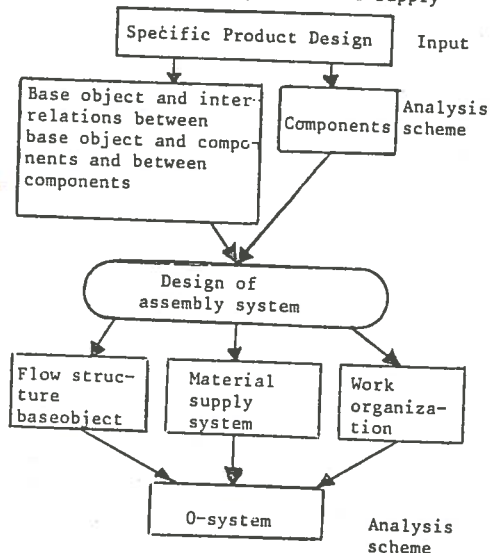
Because of the complexity of the system there is no possibility to optimize the assembly system. We must instead by knowledge of the four dimensions and its implications in every case, design the system and then check it against an evaluation model.

In our research we found that the design of the product was a very important dimension that in some cases dominated the material supply and work operations totally. We then started to analyse which relations there were between the product and the material supply system. We can say that a classification of this type will lead to trying to change the product design in specific ways to get a "better" material supply and baseobject flow system. Will this "better" system also give a "better" work organization and a "better" system of work ergonomics? To answer these questions we found that we needed a model for social and economic evaluations. The social evaluation model was already developed by Karlsson (1979) and the first step to an economic evaluation model was taken by the same author. But what we needed was an economic model that would compare different assembly systems as well as compare the systems to a theoretical zerosystem. Karlsson had developed a zero-system for working time at assembly lines based on research from Wild (1975) and the evaluation of a parallel system for car bodys at Saab-Scania in Trollhättan. To establish a model for system design of a specific product we made up the following chart below. The classification scheme for the product design is the following list for each component. We call it component analysis (Engström 1981).

- Form-volume (cylinder box or specific)
- Stiffness
- Need of specific care (glass or painted surface)
- Preamsembled or not
- Number/baseobject

- 268 -

- Variant (replace or extra)
- Type of fittings/number of fittings
- Need for specific tools
- Palett, box or synchronized supply



For the analysis of the baseobject and its relation to components and between components we made a specific scheme. We call this analysis design analysis (Engström 1981). It consists of:

- 1 Assembly time and adjustment time
- 2 Degree of possible preassembly
- 3 Degree of sequence bound assembly
- 4 Assembly direction in relation to sequence bound
- 5 Variant places in the assembly system

FLOW PATTERN FOR BASEOBJECT

Practical alternative mass production systems which has been developed are manual lines with buffer stocks, parallel systems, collective systems and combinations of these (Wild 1975).

MATERIAL SUPPLY

There are three different types of material supply (besides the conventional supply systems) (Engström 1981).

- 1 Components loaded together with base object
 - 2 Material market or islands. This means that the worker has a decentralized store where he can fetch the material in a supermarket wagon, but sometimes it is possible to go directly to the store.
 - 3 Marriage point.
- 1 and 2 are suitable for parallel stations. 3 for short lines (one station). There is a great freedom to design the material supply system. We have found that in a lot of cases a longer cycle time makes it possible to use manual wagons (can get

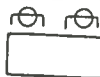
material to more than one object and to more than one worker as well as specific wagons for specific material) in combination with other equipment (autocarriers or forklifts).

THE ECONOMICAL ZERO-SYSTEM CALCULATION

We have started with two restrictions:

- 1 Possible cycletime with 115 MTM within max 8 weeks training. (We will get back to this later.)
- 2 Number of workers working on one product at the same time.

Example: In trucks learning time is 4-8 weeks for a work cycle of 120 minutes at 115 MTM. Possible number of workers is 3. The maximum stations than is:



Cycle time C = 120 minutes

This restriction is from the type of product and the cost for training of workers. By empiric data the following is known:

Number of workers/ baseobject	Cycle- time	Work speed	Learning time
8 m sailing yacht 2 persons	12,5 h	95 MTM	1-3 weeks
Truck or bus chassi 3 persons	2 h	115 MTM	4-8 weeks
Passenger car 2,5 persons	20 min	112 MTM	3-6 weeks
Stove, engine, gearbox 1 person	10 min	112 MTM	1-3 weeks

The pedagogical research is insignificant in this area but there are some factors that influence the learning time. (Karlsson 1981).

For a specific baseobject there is "maximum station" restricted by cycle time and number of workers. This station is the base for the calculation of the zerosystem. We have an assembly unbalanced time for the base-object. This time is the chosen MTM-time (for example 115 MTM). The time in minutes are the zero-unit for work cost. This maximum work time is 100% (or salary money). From this level we can compare assembly systems. Upon this 100% we get (A) losses in manpower.

- 1 Balance loss +?%
- 2 Variant loss +?%
- 3 System loss +?%
 - inspection people
 - adjustment people
 - instructors
- 4 Handling loss +?%
 - (higher by shorter cycle time)
- 5 Replacement pool losses +?%
 - (when replacement is not in work)
- 6 Material supply loss +?%
- 7 Maintenance loss +?%

- 269 -

Losses in manpower (need for extra people) is high in line production. For example; only balance loss, system loss and handling loss = 67% (Karlsson 1979) at welding and grinding cars body lines. Inefficient material supply and sophisticated mechanical equipment gives extra need for manpower in material supply and maintenance. The zero-unit for capital loss is the cost for the base-object and the cost for the supply material x 0,67 (no material in the beginning of the assembly and all in the end of the assembly) during the unbalanced assembly time/number of workers/objects. This cost is of course depending of the internal percent interest and is 100% (or money). Upon this 100% we get (B) capital losses.

- I Capital loss in equipment
 - 1 Building space
 - 2 Assembly equipment
 - tools, jigs
 - supply material equipment (lifters)
 - baseobject handling equipment
 - maintenance equipment (spare parts, tools)
 - 3 Transportation and store equipment
 - transport (cars, forklifts)
 - store (paletts, boxes, lifters)
 - maintenance equipment
- II Capital loss in material
 - 1 At the work stations
 - 2 In buffer stocks of baseobject in different stages
 - 3 In the store
- III Other capital losses
 - 1 Production stability and flexibility
 - lost production
 - cost for change in production volume;
 - learning time
 - balance work
 - overtime work
 - absenteeism
 - quality level
 - variant capacity
 - 2 Work organization - conflict frequency
 - quality between departments
 - waiting time of material, transport, maintenance, rigging
 - 3 Learning cost
 - primary work
 - secondary work (job integration - quality inspection, maintenance etc)
 - 4 Cost for labour turn over

Now we have the calculation model.

Unbalanced assembly time
in minutes (work speed
in MTM)
Number of workers per
object
Possible cycle time
in minutes
Production rate objects/hour variable data
in.

Constant data in

Losses manpower and capital data out.
By changing the production rate we also get an instrument to measure the scale economy and where mechanization is profitable. We also get indicators for changes in the product design, the work organization, the material supply system and the flow structure.

As we can see the product design is the base for possible system design and the production costs.

SOCIAL ASPECTS

We now get to the social evaluations. There are a few examples from the literature how to operationalize a meaningful work task. Turner & Lawrence (1966) Emery & Thorsrud (1969) Huse (1975) tried to establish evaluation models. Karlsson (1979) has developed these models into the following four dimensions:

- 1 Variety
- 2 Autonomy
- 3 Responsibility
- 4 Feedback

Variety are of two different kinds. Object variety which means the total varieties; different jobs, different functions and different places. This is the satisfaction variety. Motor varieties, which means different movements during a work cycle or job rotation on similar jobs but with different movements (for example load a machine with the right hand in the morning and another machine with the left hand in the afternoon). Autonomy are also of two different kinds. Technical autonomy which means that the worker can work unpaced and leave the work station whenever he wants. Technical autonomy is necessary for administrative autonomy. At a machinepaced job there is nothing to administrate because the machine administers the worker.

Administrative autonomy means the possibility to administrate the work by the worker himself or by the work group. This autonomy contains one "vertical" and one horizontal aspect. The vertical concerns the relationship between workers and their superiors, especially for foreman. The horizontal aspect concerns the relationship of the worker's tasks to other functions in the company such as transport, maintenance, inspection and adjustment. If the worker or the work group takes over a lot of horizontal and vertical work (administrative autonomy) they must take responsibility for both quantity and quality. Responsibility gives work load, a work stimu-

- 270 -

lation and freedom. Responsibility is the cost for freedom. To have responsibility you need feed-back. In work shops this should be within a day. This means that the worker should know his quantity and this quality in specific terms not bad or good.

When meaningful jobs are discussed people often think that cycletime is of great importance. This is wrong because it is the total variation that is important and that autonomy is more important than variation, see Karlsson (1979).

ERGONOMIC ASPECTS

We have found out that ergonomic problems in assembly work are of three different sorts, shoulder load, elbow load and back load by bad working position. All these workloads are connected to short cycle time. Longer cycle time solves the problem of bad working positions. The worker gets exercise by changing positions during the cycle. Women who have on the average 50% of men power in the upper body have today large problems in assembly work. A change to longer work cycles will mean a solution to this problem.

CONCLUSION

By using a method for analyzing the product design (Engström 1981) we have a method for design of the material supply system and the base object flow pattern for different products. By using the zero-calculation system we have a possibility to compare different systems with the zero-system. By using the evaluation model for meaningful work we can create better work conditions. It is hoped that the models developed here will aid the production systems designer. In the future we hope to go deeper into concepts about products for lower production costs.

REFERENCES

- T Engström. Assembly system 1981 (doctoral thesis), Chalmers University of Technology/ in press.
- E Huse. Organizational development and change, St Paul 1975, West corp.
- J R de Jong. Fertigkeit, Stuck und benötigte Zeit, Darmstadt 1960, REFA.
- U Karlsson. Alternativa produktionssystem till linjeproduktion, Department of Sociology, Gothenburg University, 1979 (doctoral thesis).
- U Karlsson. Production system evaluation, 1981, Chalmers University of Technology.
- K F H Murrell. Operator variability and its industrial consequences, Int J of Prod Research: 1, 39, 1962.
- E Thorsrud och F E Emery. Medinflytande och engagemang i arbetet, Stockholm 1969, SAF.

R Wild. Mass production in engineering, Int J Prod Res, 5, 533, 1974. On selection of Mass production systems, Int. J Prod Res, 5, 443, 1975.

R Wild and N D Slack. The operating characteristics of single and double nonmechanical flow line systems, Int J Prod Res 2, 139, 1971. Production flow line and "collective" working a comparison, Int J Prod Res 4, 411, 1975.

A N Turner and P R Lawrence. The Industrial Jobs and the Worker, Boston 1965, Harvard University Press.

3 PRODUKTIONSSYSTEMSTEORI

3.1 Why change line production systems to alternative production systems

Line assembly is the most common production form for assembly work in an industry. At first this type of production appears to be very rational; the material flow is well defined, known methods for material handling are applied etc. During the last years, however, problems have been noticed in connection with assembly lines.

Social aspects

The restricted and monotonous work, in which the working pace is determined by the line's movement, leads to a high rate of labour turnover, a large amount of sick leave, little feeling for quality etc. The high repetitiveness in this type of work causes injuries on mainly shoulder joints and elbow joints.

Production economy aspects

Manpower requirement is high in a line production system because of the difficulties to distribute the working tasks equally on the amount of workers. This means that many workers do not work the entire cycle time. This type of losses in the production system is called balance losses.

If you are producing more than one variant of the product in the system, the difficulties of distributing the working tasks increase even more. You have got variant losses in the system too.

When working with short cycle times (up to 4 minutes) an unproportional large amount of time is used for handling material on the working station.(Handling losses.)

A worker do never work in a constant speed (even a trained worker do sometimes need more time). If there are several workers, working after each other on a line this gives waiting times. If the line is driven, the working object leaves the worker unfinished. Extra control and adjustment workers are needed. (System losses.)

If you summarize the total amount of losses in a line production system, the line system requires about 50 per cent extra workers. Examples from Saab-Scania have shown that their line system required 61-65 per cent extra workers compared to 21 per cent in a system with parallell stations. (Karlsson, 1979)

The design of the working object affects the production system. If the object has an unsuitable design and demands a long assembly time, the line is made longer and the losses increase accordingly.

The assembly line has successfully been replaced by alternative systems like:

1. Small buffers of objects between the working stations to balance waiting time and make it possible for the workers to vary their working speed. This also gives the workers possibilities to take short breaks undependingly.
2. Parallel flows (longer cycle time and a possibility for working objects to pass each other.
3. Marriage points (short lines for connecting big pre-assembled details to each other).

In some cases the change has also included the working organization. So called autonomous working groups have been formed. These would give the worker more influence over his own work. Autonomous working groups are able to parallelly assemble the whole or parts of the object in question. The work in each group includes more phases and the cycle time is therefore longer. The working groups are responsible for the quantity and the quality and even for other things such as control, transport, maintenance and cleaning. The establishing of autonomous working groups implies that the technical lay out of the production system allows the worker or the group to work freely without causing stops in the production system.

Several attempts have been made with autonomous groups during the last years. In a few cases they have not been so successful for different reasons, but in other cases the results have been very good. The introduction of autonomous groups in the body assembly shop at Saab-Scania in Trollhättan is one example of a successful change of a production lay out.

One of the great advantages with alternative production system is the flexibility when it comes to producing variants. It is also possible to work overtime in the system rather easily as only one or a few groups are needed in case of overtime.

If the system has a parallel structure it is very easy to take up lost production by working overtime. N.B.! This can easily be made by using a few workers instead of the complete working staff. The consequence of this is that this system works well even during periods of high absenteeism though there will be a decrease in production volume.

As the production speed is not dependent on the speed of slow workers, it is rather easy to train new workers in the system. This training should be brought about in an extra working station. This station could also be used for for example studies of method.

To summarize the main goals for a good assembly system are:

- Lower production costs
- Flexibility in production volume
- Custom build products
- Good ergonomics
- Meaningful work content
- Group work with profit-center for every group

Earlier research in Sweden (Karlsson 1979) has showed that the combination of high production flow, a lot of material supply and medium to large products has been impossible to solve without line assembly. With high flow and large products it has been possible to solve (i.e. Saab-Scania car body shop and Daimler-Benz - Truck cabin body shop). The problem with parallel material supply and space for the material container at the work station gives extra cost for transport, building and capital bound in material.

This research started in January 1978. The project is sponsored by the National Swedish Board for Technical Development. The main objects that have been studied are cars, buses and trucks from Saab-Scania and Volvo. But other products have been analysed forklift trucks, vacuum-cleaners, sailingboats, motorsaws and lawnmowers. The analysis has been focused on four topics:

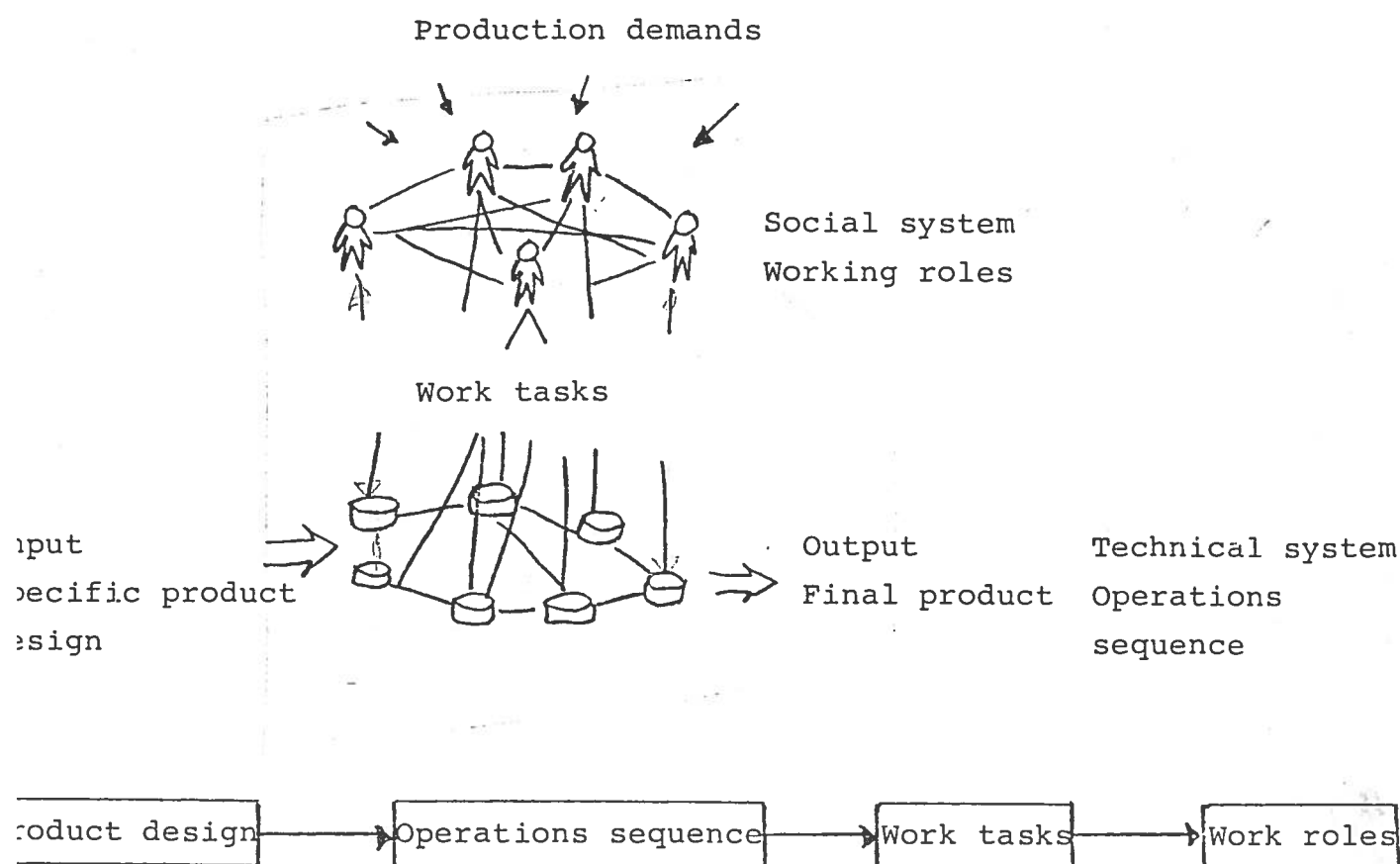
- 1 Product design
- 2 Layout
- 3 Materials supply
- 4 Work organization

After a pilot study at Saab-Scania and Volvo we found out that two research topics were of highest interest.

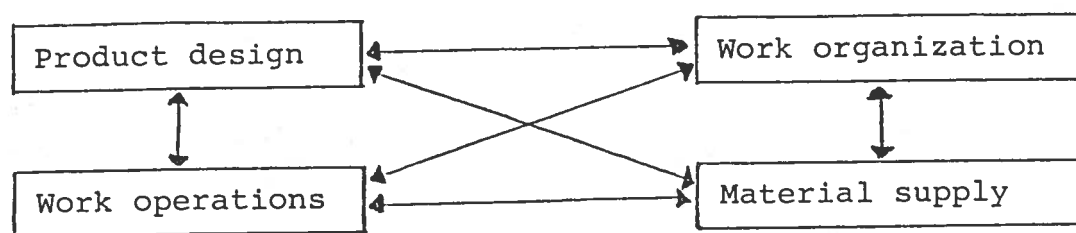
- 1 By which manner influence the design of the product the possibility to alternative assembly system to line assembly and the assembly and adjustment time?

- 2 How should the material supply be designed to fit a system of parallel stations without an increased cost?

To get a reference frame we started with the model developed by Karlsson (1979). This model sees the production system as a combination of a social and a technical system. The input in the system is the product design, the output is the final product.



If we try to establish a more aggregate model of an assembly system we have the following dimensions to take in consideration; work organization, product design, work operations, material supply. We can see this model from a point of view where we have the freedom to choose different systems for each dimension. But there are interrelations between the dimensions that make some combinations impossible by social, technical and economic criteria.

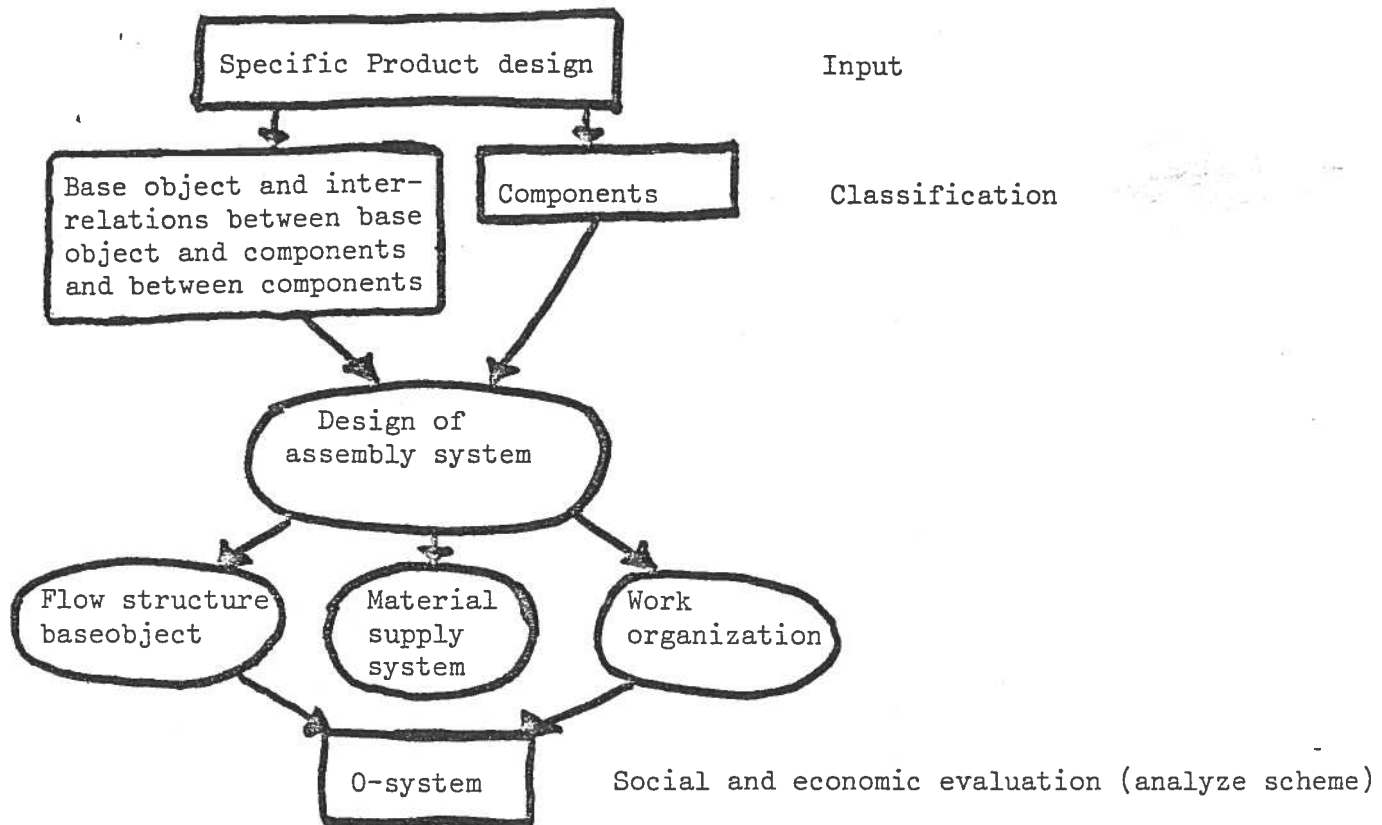


The answers of the following fundamental questions result in restrictions in the design of the production system:

- o How long should maximum work cycle time be (economically justifiable time of training)?
- o To what extent can the product be made production oriented?
- o Where is automation to be initiated (economically justifiable)?

Because of the complexity of the system there is no possibility to optimize the assembly system. We must instead by knowledge of the four dimensions and its intensions in every case, design the system and then check it against an evaluation model. In our research we find out that the design of the product was a very important dimension that in some cases dominated the material supply and work operations totally. We then started to analyse which relations there were between the product and the material supply system. We called this "a need for classification of the product design as a base for the baseobject (body) flow structure and the material supply system". We can say that a classification of this type will lead to trying to change the product design in specific ways to get a "better" material supply and baseobject flow system. Will this "better" system also give a "better" work organization and a "better" system of work operations? To answer these questions we find out that we need a model for social and economic evaluations. We find that the social evaluation model was already developed by Karlsson (1979) and that the first step to a economic evaluation model was taken by the same author.

But what we needed was an economic model that would compare different assembly systems as well as compare the systems to a theoretical zerosystem. To establish a model for the work at a specific case we made up the following chart:



Knowledge of number of components, weight, volume and sequence is a condition for being able to design the material supply. Therefore, design analysis, e.g. component classification is of vital importance. Alternatives with maintained or improved total economy call for possibilities of making priorities in the material flow so that the capital tied up is kept low. Costs per component and the specific qualities of the component have to be made clear.

The classification scheme for the product design was following list for each component (not fittings such as screws, nuts or rivets). We called it component analysis.

- 1 Name
- 2 Component number
- 3 Work station number (in existing assembly line system)
- 4 Place on the base object
- 5 Assembly direction
- 6 Sequencebound
- 7 Form-volume (cylinder, box or specific)
- 8 Stiffness
- 9 Material type
- 10 Need of specific care (glass or painted surface)
- 11 Preassembled or not
- 12 Economic value
- 13 Weight
- 14 Assembly time
- 15 Number/baseobject
- 16 Number/palett
- 17 Variant (replace or extra)
- 18 Type of fittings/number of fittings
- 19 Need for specific tools
- 20 Palett, box or synchronized

For the analysis of the baseobject and its relations to components and between components we made a specific scheme.

We call this analysis design analysis. It consists of:

- 1 Assembly time and adjustment time.
- 2 Degree of possible preassembly.
- 3 Degree of sequence bound assembly.
- 4 Assembly direction in relation to sequence bound.
- 5 Variant places in the assembly system.

.1.1 Examples for changes made in line production systems

1. Husquvarna stove production

The Husquvarna stove is an example of a modulized design. Final assembly is made with large moduls as stove body, cooking plate, base, etc. The final assembly is short; one person is responsible for all the operations, except function testing. The stove body (top oven, bottom oven and cover) acts as a base object on which all other components are assembled.

In this production system stoves of different variants are assembled. The final assembly is made in parallel production systems as shown in the figure beneath.

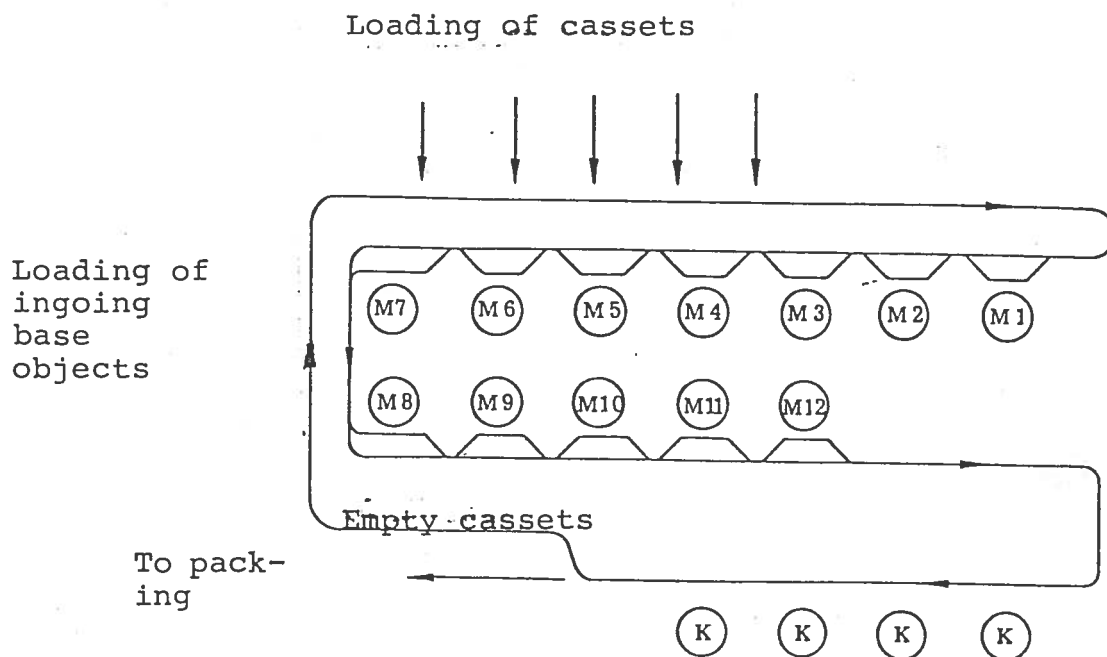


Figure 3.1 Assembly system for stoves

Doors and panels are pre-assembled. The production system consists of twelve parallel assembly stations with one worker per station. Every station produces a complete stove. The cycle time is 8-16 minutes. A conveyor transports cassetts containing material and stoves to the worker and to the test area. At the test station roller ways move the finished stove to the store area. As the testing is made near the final assembly, the quality feed-back to assembly workers is good.

Empty material cassetts are recycled to loading stations for base objects and material.

The conveyor is of "power and free type". From the main rail a loop is extended to each station. The conveyor carries 40-50 cassetts (including the base object), the upper part is divided into compartments where all material is placed, except small components which are positioned at the station. The stove body hangs beneath each material casset.

An electric telfer is installed at every station for moving the stove body from/to the casset to the rotatable assembly fixture. When the worker has finished one stove and placed it into the casset, he moves the stove manually to the conveyor's main rail, which moves the stove away. He then moves the cassetts in queue to his station. Afterwards an automatic signal is sent to the ready loaded cassetts at the loading stations to go to queue position.

2. Alternative production system at the body shop of Saab-Scania in Trollhättan, Sweden

In the past the bodies were welded and ground along a conventional driven line with a cycle time of 3-6 minutes. The work is now carried out while the body is stationary and the work cycle is about 45 minutes. In the old line, the workers were directly controlled with an extensive inspection system and without their own responsibility for quality or other parts of the work. Target control is now employed on groups which have their own quantity and quality responsibility.

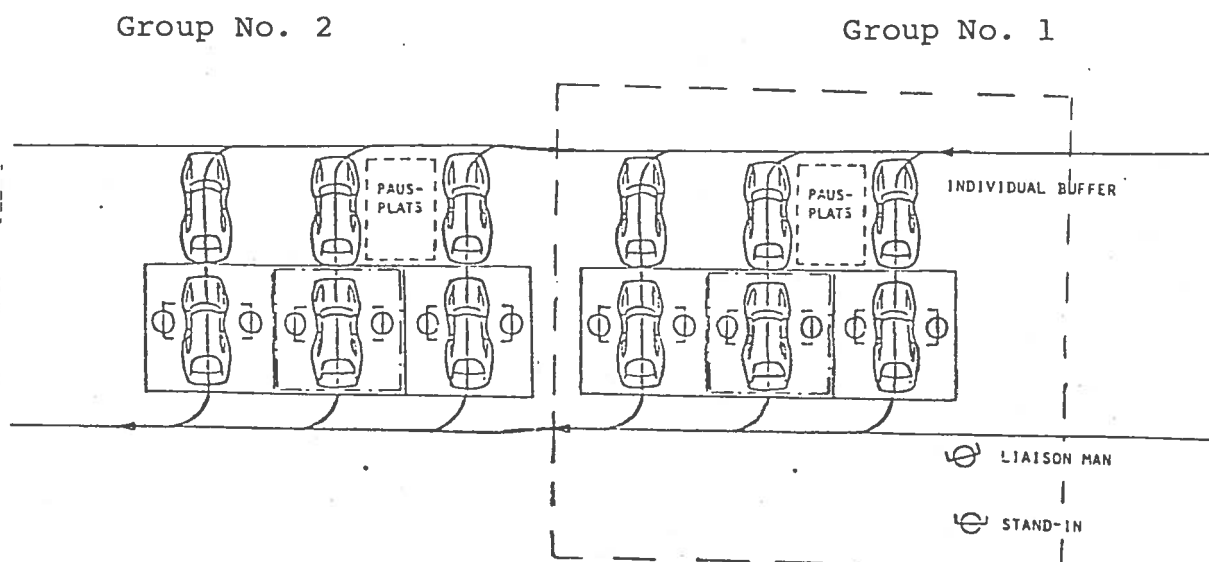
The system consists of 18 parallel stations - workplaces for final processing of the bodies in the form of welding, grinding, adjustment and inspection. The 18 workplaces in the system are divided up into six groups of three workplaces in every group. Every group has eight members, of whom one is the liaison man, one a stand-in (in event of illness) and the other six work in pairs at the tables. The duty of the liaison man rotates within the group. The duties of the liaison man include inspection, maintenance of the equipment and liaison with other functions within the company. The liaison man does productive work for 50 per cent of his working time and then manages other activities for the remainder of the time.

Two persons normally work at the workplace, although it can also be manned by one person. The two workers can divide the work in several different ways to suit their knowledge and personal requirements. They can work relatively independently of each other. Both can normally carry out all operations, although inexperienced workers can do their full share by suitable distribution of the work.

New group members are predominantly trained within the group following basic training in welding and grinding. A new member starts by being assigned simpler duties and, under the leadership of experienced group members, is instructed in an increasing number of working operations.

The bodies are conveyed whilst suspended from a "tractor" running along a system of overhead beams. Each body is automatically manoeuvred into an empty workplace. Acknowledgement of a finished body takes place by means of a push-button. The "tractors" are programmable, so that they will find their way to a given workplace. A body which has not been approved in the random sampling inspection can thus be returned to the group which has carried out the work on that particular body rather than to the workplace, so that no competition will arise between the sections, and collaboration is instead promoted within the group.

Every workplace has a duplicated set of short-arc welding equipment and pneumatically driven grinders. The transport system allows for a buffer of two bodies before the table and one body after the table. The workplaces are screened off from each other by transparent screens.



The advantages in relation to a driven line are direct productivity increases in the form of lower system losses and balancing losses, less disturbance-prone production and lower personnel turnover. Higher costs are involved in maintenance, buffers and personnel training.

The well-trained personnel represent valuable resources for future use. This enables an even more flexible and less disturbance-prone production system to be established.

3.2 Design analysis

One speaks about high or low degree of design with reference to the object to be assembled. Design degree influences the needed time for assembly and adjustment of a specific object. Low level of design degree means increased assembly and adjustment time. A high degree of design through product design can be achieved by changing the design organization in the following ways:

- o Increase design time, allow a certain slack in the end of the design time, i.e. the designer is allowed to reconsider his work. Avoid time pressure during the final phase.
- o Transform design department from single sequence evaluation to parallel evaluation to avoid giving the first designer total freedom and the last designer no freedom at all.

An alternative way is to prescribe design policy, like:

- o Rivets and clips are to be used instead of screws where it is possible
- o Few components with few fitting elements.

Analysis of the degree of design

Components, connection points and type of fitting

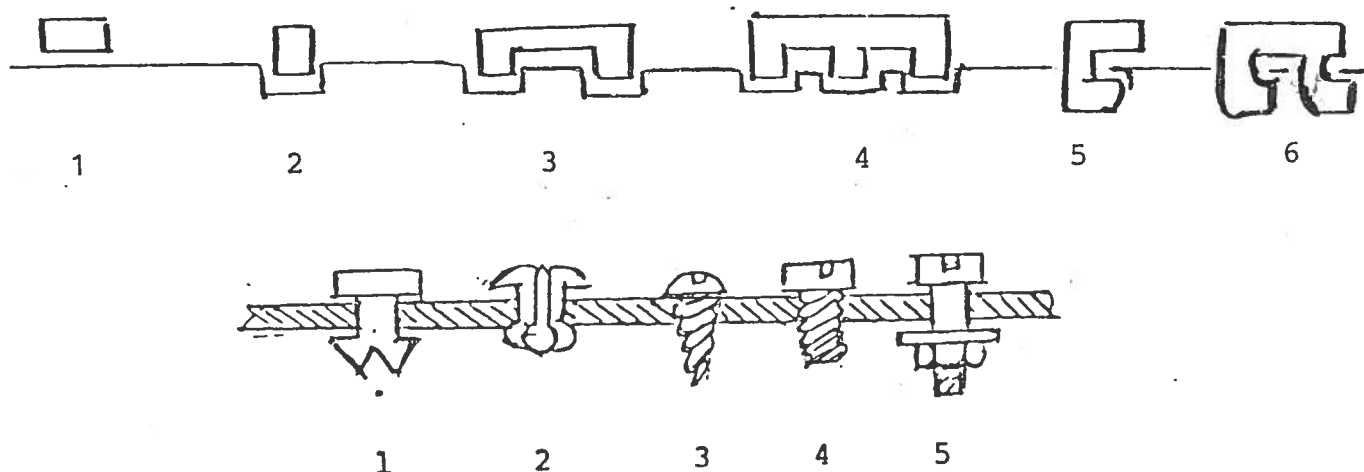
It is desirable to have few components. This is due to the fact that there is co-variance between:

1. number of components and assembly time;
2. number of components and number of connection points;
3. number of connection points and assembly time;
4. type of connection points and assembly time;
5. number of fittings and assembly time;
6. type of fittings and assembly time;

When analysing design it is important to distinguish between:

1. number of components;
2. type and number of connection points;
3. number of fittings per connection point.

Beneath one sees the different type of fitting points which one article could have. The type that requires the most assembly time is type 6.



Different types of fitting. The best one (requires least assembly time) being nr 1 and worst one nr 5.

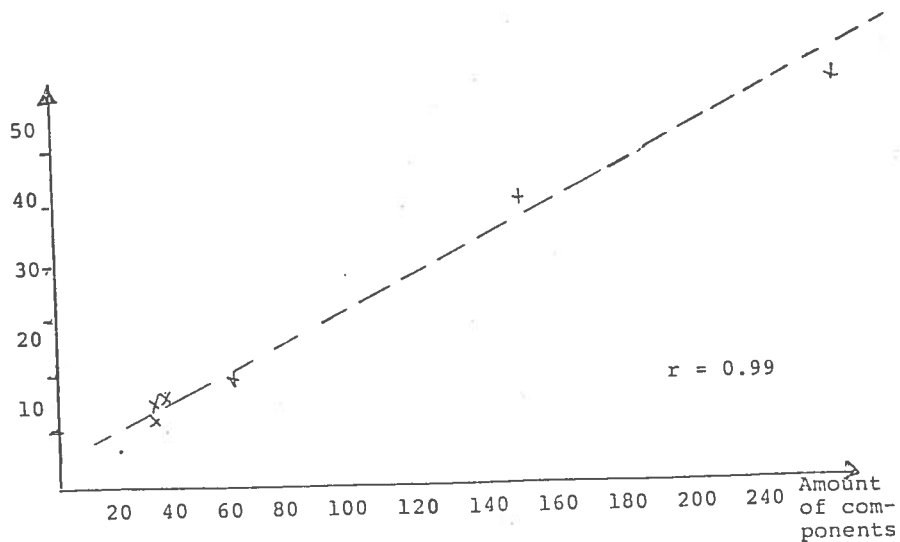
Exampel

Below we have counted the amount of components for different parts in one European and one Japanese car. We can see that there is a direct connection between number of components and assembly time.

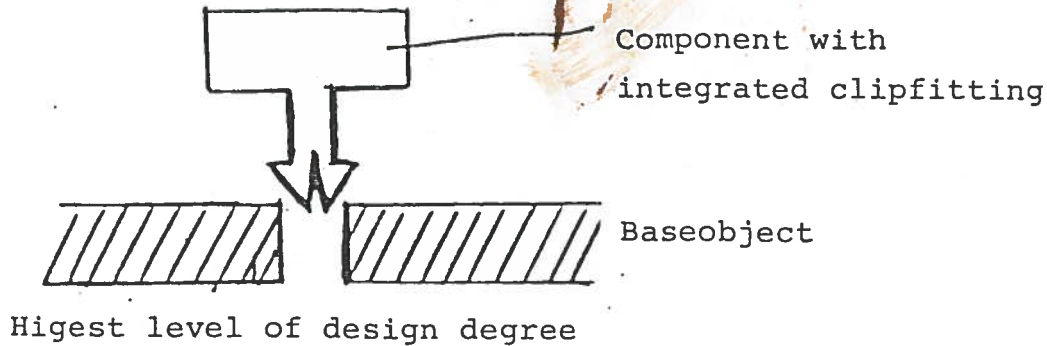
	European car	Japanese car
	Amount of components	Assembly time
Front door	50 pieces	37 min
Back door	61 pieces	44 min
Dashboard and climate system	164 pieces	52 min
		274 pieces 72 min

This connection can be shown in a diagram.

Time
minutes



These co-variances show that the shortest possible assembly time can be achieved if the fitting element and component consists of one integrated part and if the fitting point is of an "easy" type.



Tolerance problems

When several components are connected size deviations of components are accumulated and the final product may have considerable deviations. It is very important to identify the critical measures of the baseobject and preassembly parts to avoid tolerance problems. The usage of assembly jigs will minimize the risks of size deviations and will lead to faster assembly. One must balance the benefit of short assembly against ~~that~~ what. One must also balance the benefit of short assembly time against the cost of a risen adjustment time. ✓

Assembly direction analysis

Sometimes, the base object has to be turned several times during the final assembly. This has to be taken into consideration when designing a parallel system (turnable jigs are needed).

Sequence analysis

Sequence analysis in combination with preassembly, component and fitting analysis gives the base for the design of:

1. the flow system for the base; *object*
2. the material supply system;
3. possible cycle time;
4. number of workers per base object.

The sequence analysis consists of analysis of test points, blocks of operations and components.

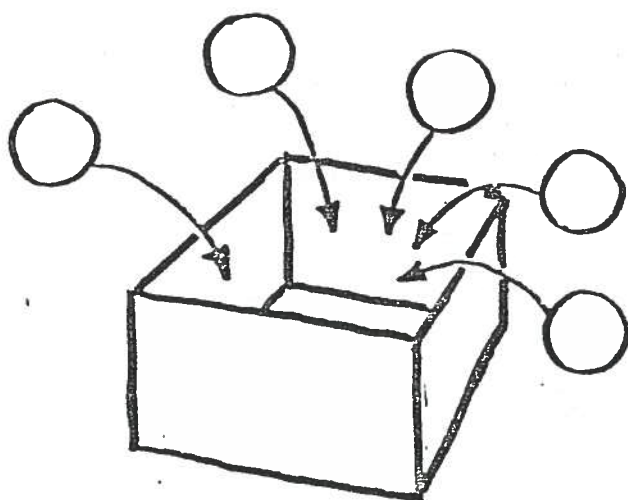
Test_point

N.B. the importance of moving intermediate test points to the end of either the final assembly or preassembly since intermediate test points cause rigidity in the lay out design. Furthermore, some tests can not be made until the object is fully or partially completed.

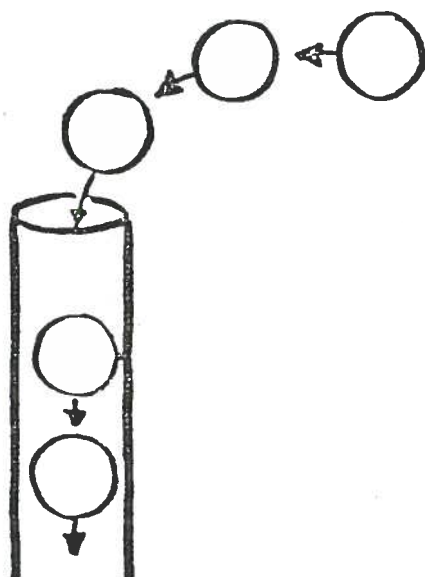
Blocks_of_operations

It is important to analyze free blocks of operations, i.e. exchangeable work sequences. These blocks exist on different "levels", i.e. from single components to integrated units.

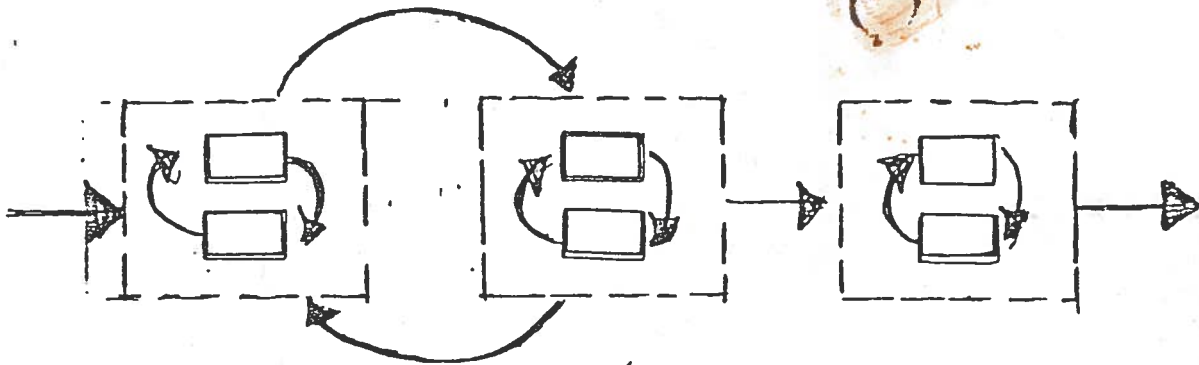
N.B. the importance of having free blocks at different levels because these blocks can be rotated.



Total free sequence



Total sequence bound

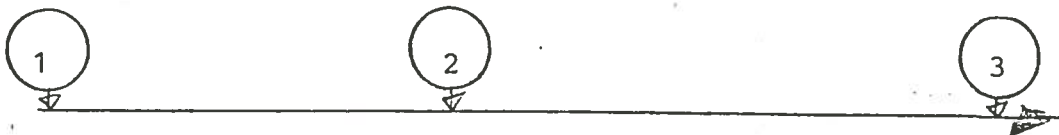


Example of sequence bound blocks of operations.

Components

Components are either sequence bound or free. The interpretation of a free component is that it is removable after the completion of the assembly without interfering with any other component. There are free components of three different kinds:

1. possible to assemble any time during the assembly;
2. possible to assembly after a specific component;
3. possible to assembly after the assembly.



High bound in sequence gives problems for parallel flow in final assembly. However, one must observe that:

1. Expensive test-equipment must be in one station.
2. Expensive tools must be in one station.
3. Marriage point for preassembly must be in one station.

This means that for final assembly expensive tools, expensive test-equipment and marriage points should be on a line and for preassembly with expensive tools and test-equipment on undriven line with small bufferstocks between.

Preassembly possibilities

The following points are vital for a discussion about the possibilities of preassembly:

- Preassembly at existing design
- Dividing the assembly process in natural groups
(of activities, articles and subsystems)
- Guidelines for the future

Preassembly can be done in parallel ^stations or undriven lines with small buffers between stations. The final assembly could be done on a short line (marriage point) with final tests (the final test could be centralized for several lines). Functional test of preassembly components is possible on pre-assembly stations (shorter systems loss). Variances are possible to introduce in preassembly. Tolerance problems could be avoided by using assembly jigs in preassembly. By using jigs it is possible to shorten assembly time, due to both hands being used and an increase in measurement accuracy can be achieved. Material supply is easier (few addresses) and gives possibilities to assembly in the store (material market).

Modularization is meaningless unless based on "natural groups" and can cause tolerance problems. The preassembly object must be able to be tested and adjusted before the final assembly. It must also be designed to fit a marriage point otherwise it just means assembling in two steps causing increased assembly times.

Variant Analysis

Definitions:

Type= Specific base-objects

Variant= Specific combination of several types
of components

General components= A part in all objects

Variant components= 1. Replace A) Functional

B) Cosmetic

2. Extra A) Functional

B) Cosmetics

Principally, there are three possible policies for variants:

1. Variants in preassembly
2. Variants in end station in final assembly line
3. Some variants functions not used (like electronic calculator).

Note that variant components exists on different levels (for one object - whole series of objects).

Component and sequence analysis provide the basis for the choise of variant policy. Very often the assembly time differences are greater between one variant and another of the same type than between one variant of one type and another variant of another type.

The definitions of type and variant used on the market are very seldom consistent with the impact on utilization of production resources. Therefore the variant loss will not decrease of the assembly of one type is made on one line instead of all types on one line.

The best variant policy is often to build for customs because of the competition in the market. Customs-built products often give extra money and increased market. Fast delivery of the specific custom-built object is positive for marketing. Tendency today is more variants of one object.

If none of the three possible variant policies are suitable, the system must be flexible enough to accept variants.

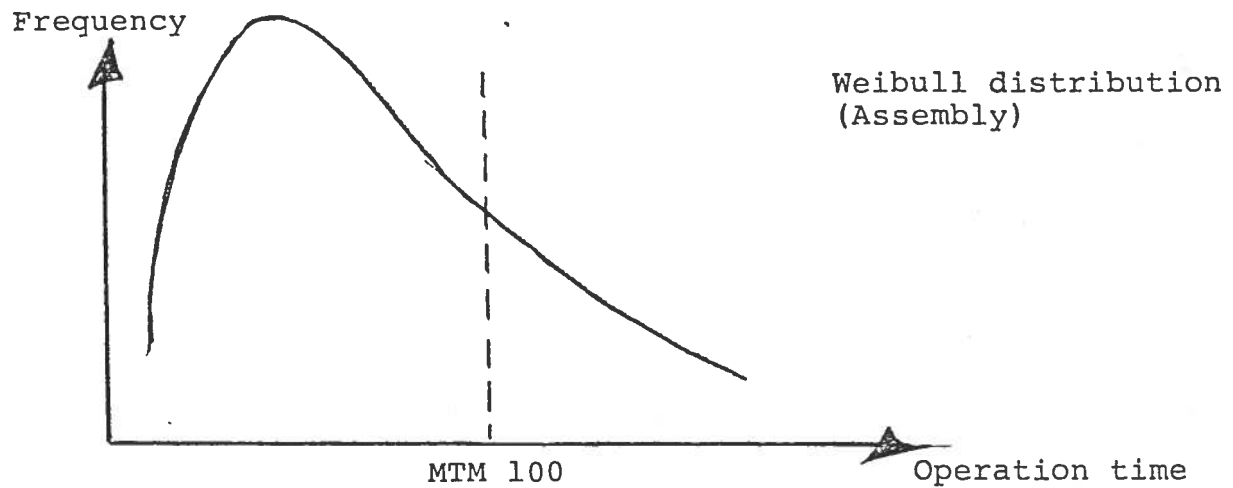
In the future the components, high series - few variants, are being produced in automatic production system. Final assembly small series many variants, will be produced in flexible manual systems.

Generally said there is two ways in product design. Either one changes the design towards automation, or changes towards efficient manual assembly. If one has expensive production equipment one is forced to change the design to suit.

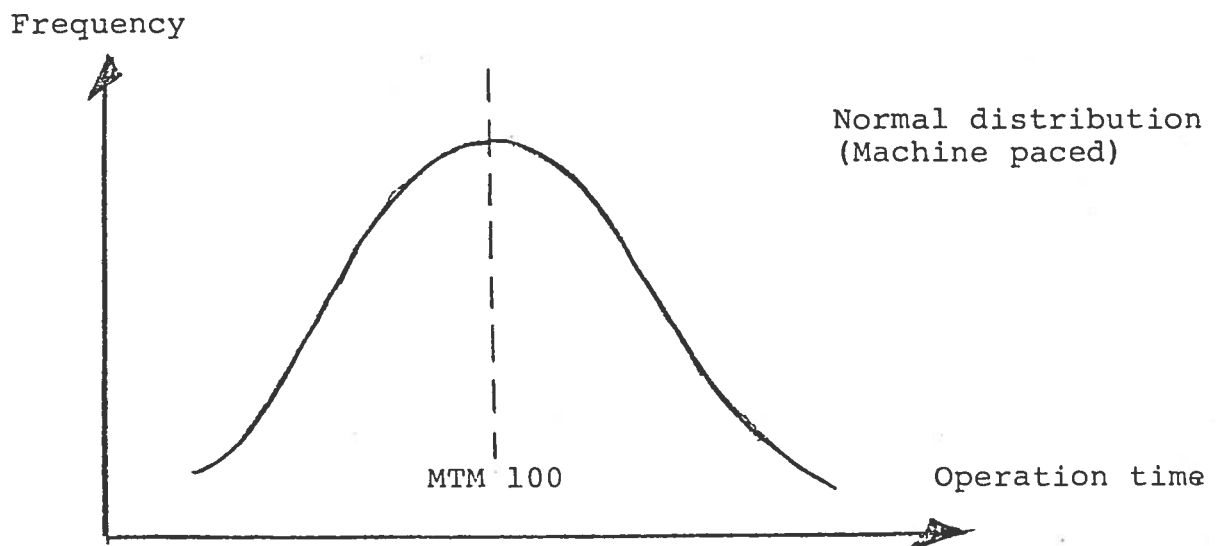
The methods for classification of the product design has been tested on products in size from motorsaws, vacuumcleaners, stoves, refrigerators, dishwashers, lawnmowers, cars, bus chassis, trucks. We intend to test gearboxes and sailing yachts (32-37 feets). Today the method have a correlation at 0,98 compared by MTM 2' and the measurement factor is about 5-7 (1 hour assembly takes 5-7 hours to analyse). In practise this means that the designer can analyse the "assemblissity" of his design and that the production engineers have possibility to establish production demands on a design.

3. Flow theory and fundamental lay-outs

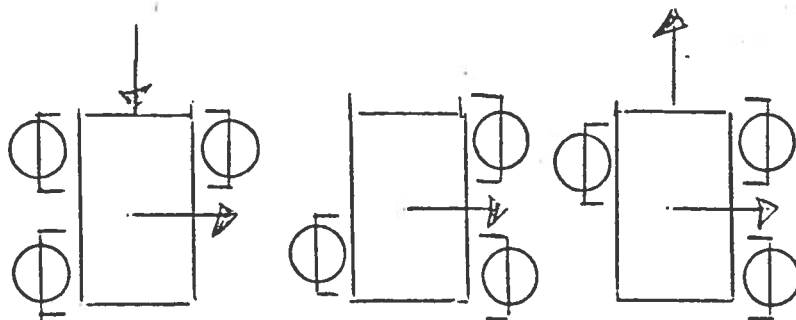
Operation time at different rate of machine pace



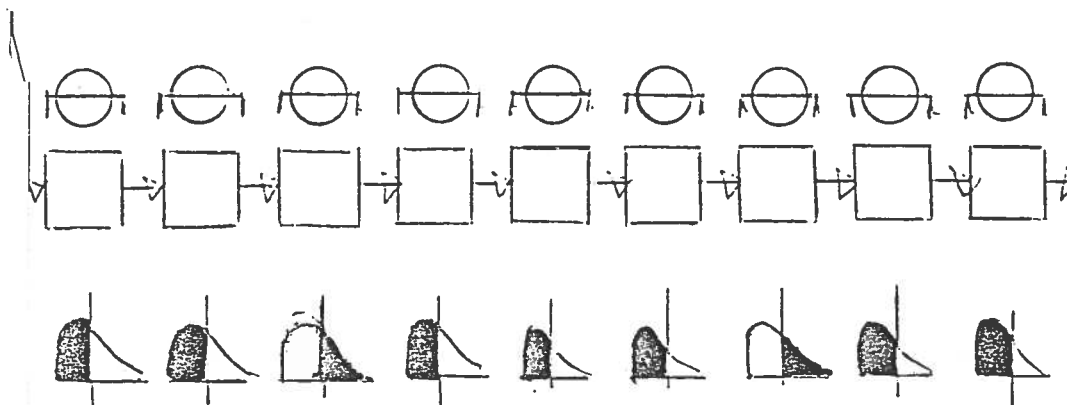
1. Trained worker and low rate of machine pace



2. High rate of machine pace or untrained worker



These are the same systems but with different layout



Total sequence bound assembly depends on the design

Solutions

1. Eliminate sequence bound
2. Balance loss
3. Buffer

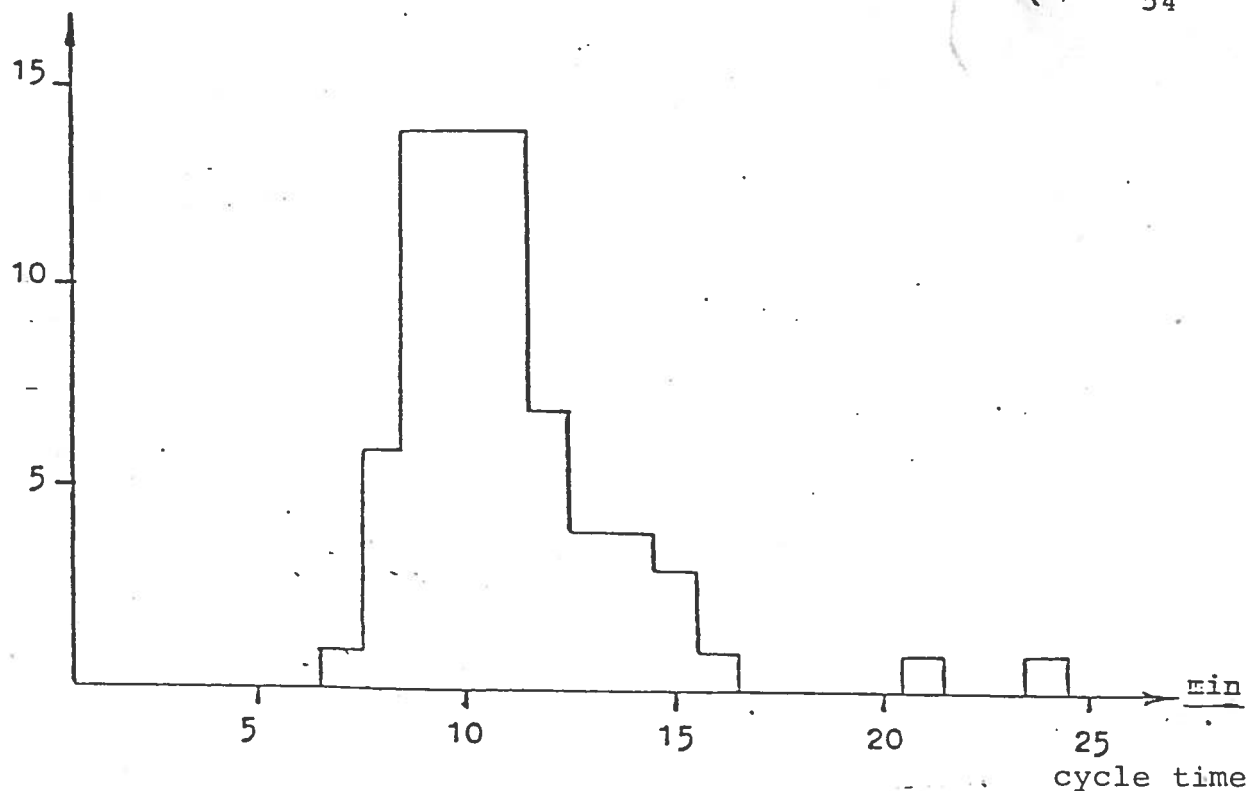
worker?

Weibull density function describes the woman on a unpaced station.

$$\frac{\text{standard deviation}}{\text{average}} = 0,27 \quad (\text{Slack 1972})$$

asymmethic coefficient (Pearson's first asymmethic coefficient) = 0,62

Below an example is shown of Weibull distribution concerning grinding of car door



Average: 11.531 min/back door
Standard deviation: 2.848

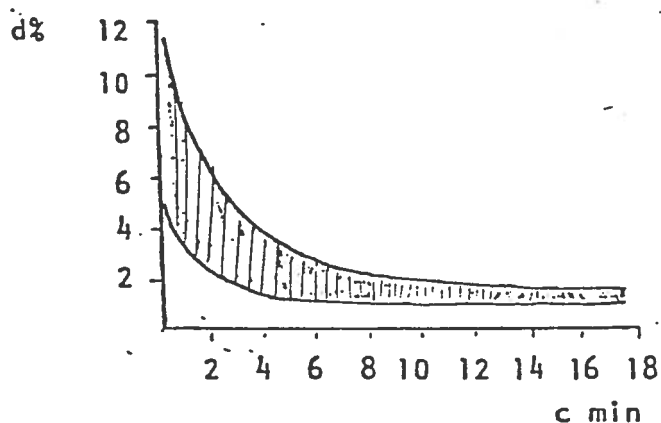
$$\frac{\text{Standard deviation}}{\text{Average}} = 0.25 \text{ (0,27 according to Slack)}$$

The conventional assembly line - manual or driven - has losses (need for extra manpower). The losses can be described by three different categories.

- Balance losses
- System losses (waiting time)
- Handling losses (material landing in percent of cycletime)

These losses give a need for about 50% extra manpower, Wild (1975).

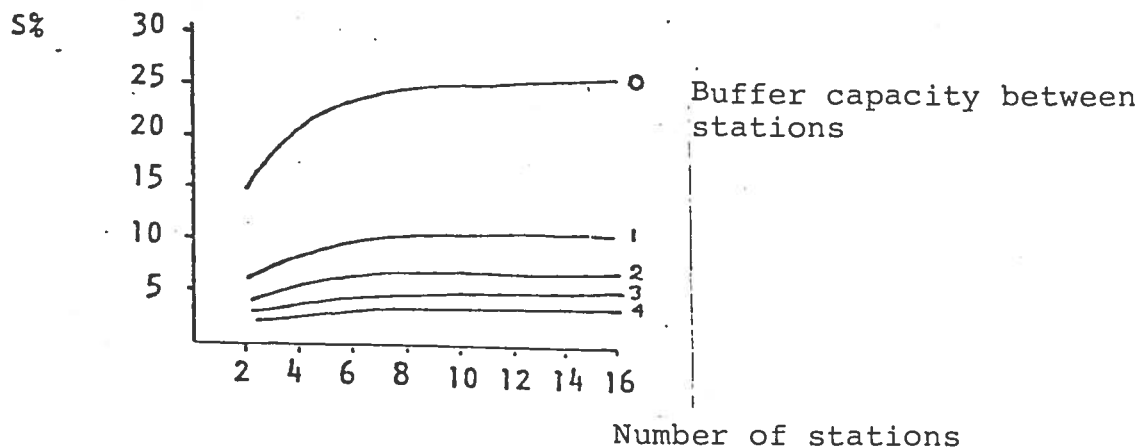
Balance losses



Balance losses in relation to cycle time

System losses

Balance losses are not the only losses on the lines. Even if the line is balanced to 100 %, there are waiting times because the workers do not work with a constant speed. These are the system losses.

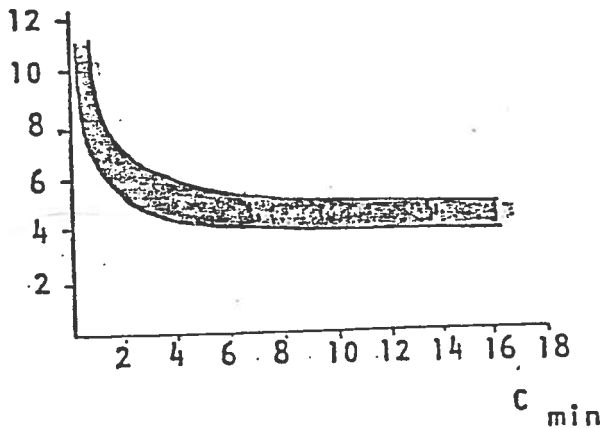


System losses on manual line

For driven line it is possible to use the curve with 0 buffer between stations.

Except for balance losses and system losses there are an increased handling time (U) at short cycle time. A short cycle time needs an increased total time because of frequent material handling.

Extra handling
time U (%)



Extra handling time in relation to cycle time

From the examples above we have seen that there are three different kinds of losses in line flow systems, which can be expressed in per cent of the necessary work time (Z). The three kinds of losses are: balance losses =d, system losses =s, and extra handling time =u. The number of workers needed (n) will exceed the amount of workers demanded by the necessary work time (Z) because of the losses in the system (d+s+u).

Z (Z)	= Necessary work (assembly work plus certain handling of the material)	(100%)
U (U)	= Extra handling time (e.g. walking time)	(12%)
d (B)	= Balance losses (incl distribution time and time for technical disturbances)	(12%)
s (D)	= System losses (supervisors, adjustment workers)	(25%)
TOTALLY		(149%)

Measures in minutes or TMU are suitable.

Theoretically the need for extra manpower is about 50%, however, in practical situations the need is higher.

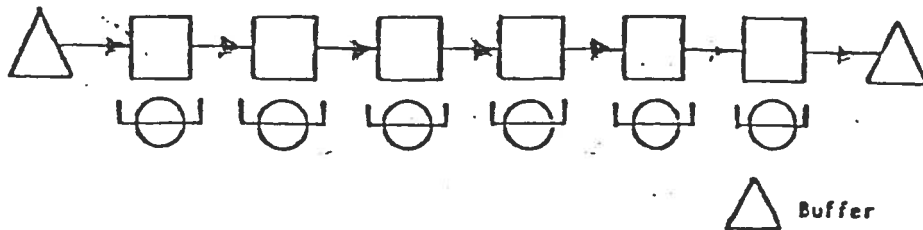
The main solutions to cut the losses are buffer stocks, increased cycle time and parallel flow. A more aggregate analysis of solutions and losses is illustrated by the following scheme:

Connections between losses and solutions

LOSSES	SOLUTIONS FOR ALTERNATIVE TO A DRIVEN LINE				
	Manual line	Buffer	Longer cycle time	Parallel flow	Sequence balance
System loss	←	•	←	•	
Handling loss			•	→	
Balance loss			•	→	
Variance loss		•		•	•
Machine disturbances		•		•	
Absenteeism		•		•	
Learning		•		•	

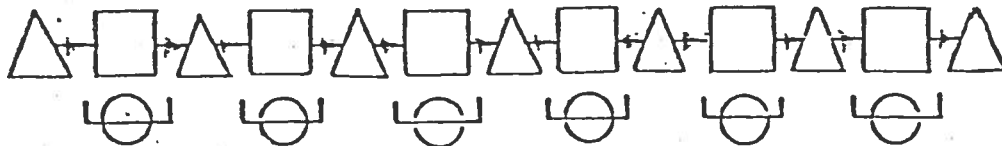
The practical mass production systems which has been developed are manual lines with buffer stocks, parallel systems, collective systems and a combination of these.

Example No 1



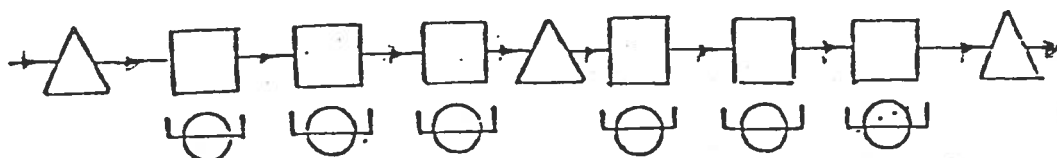
Manual line with 6 workers.

Example No 2

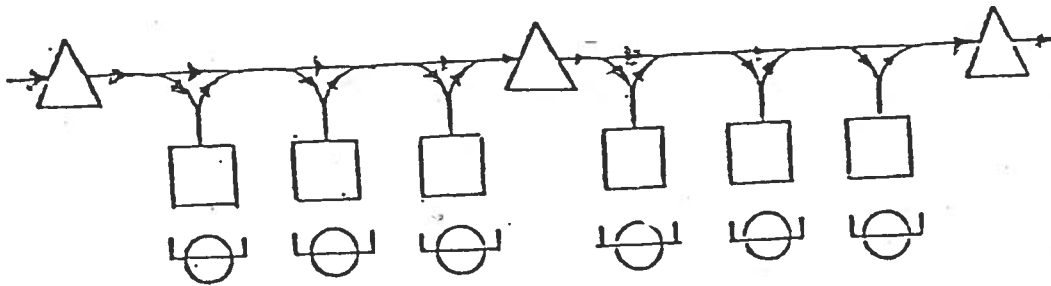


Manual line with 6 workers with buffers between them.

Example No 3

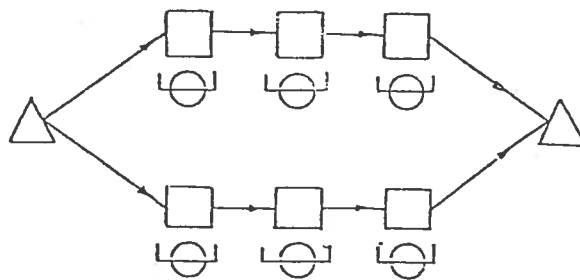


Seriesgroups with 2 groups of 3 workers each.



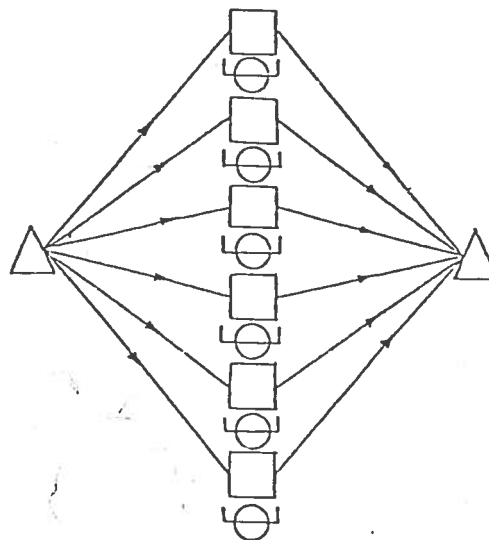
Seriesgroups with 2 groups in series and 3 parallel workers for each group.

Example No 5

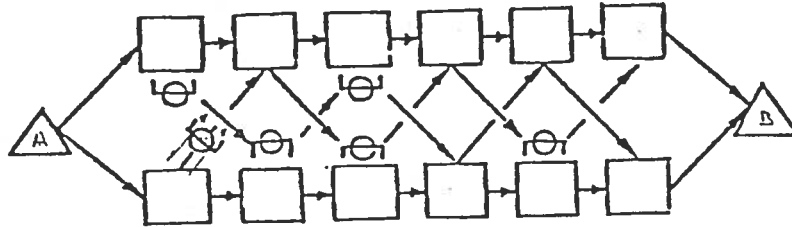


Parallel group system with 6 workers.

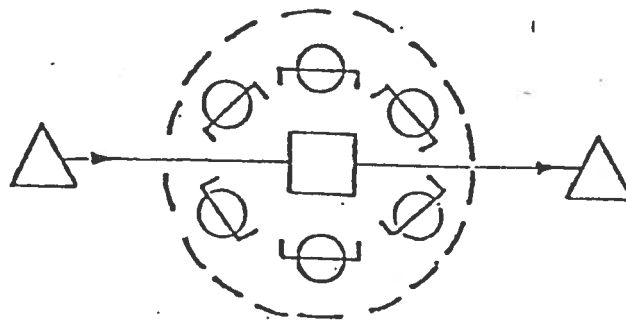
Example No 6



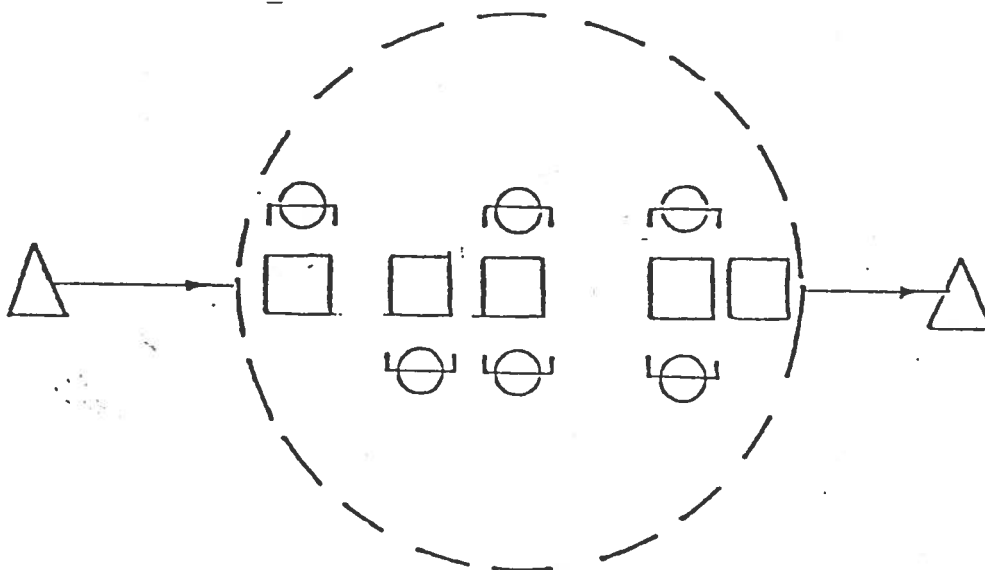
Parallel system with 6 workers in 6 stations.

Example No 7

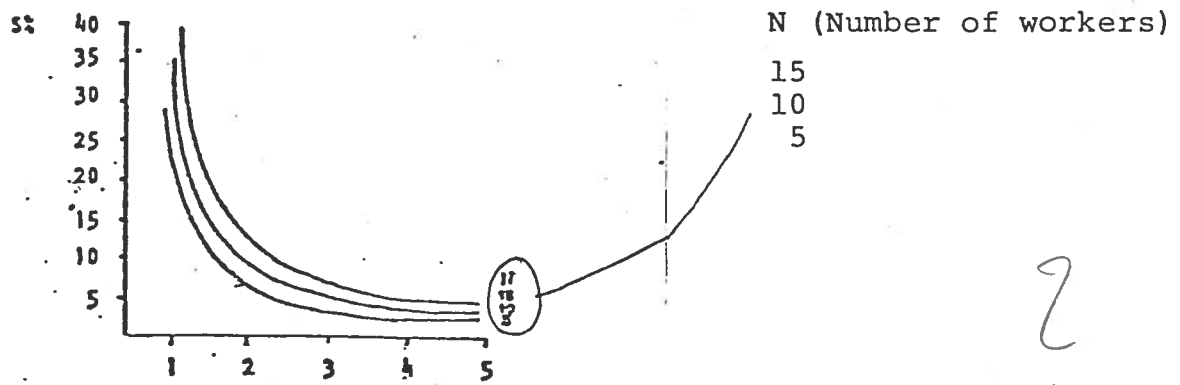
Two way serial system with 6 workers in 6 stations.

Example No 8

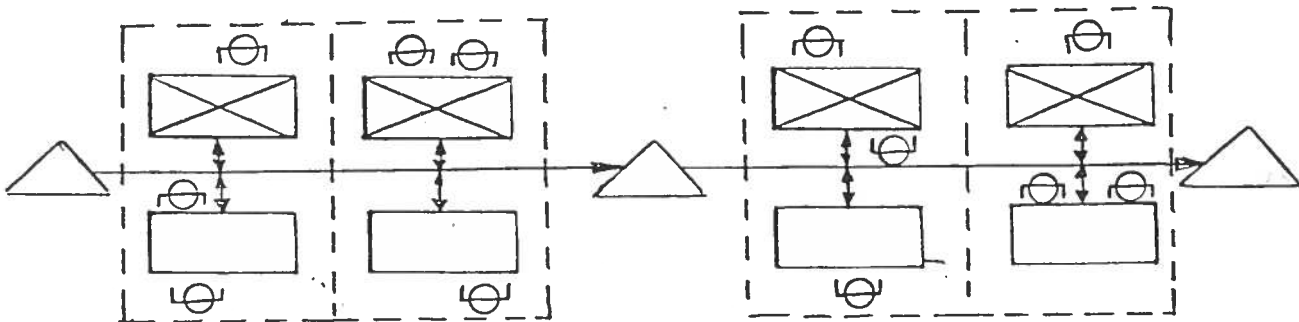
Collective system with 6 workers and system capacity = 1.

Example No 9

Collective system with 6 workers and system capacity = 5.
(To avoid waiting times.)

Example No 10

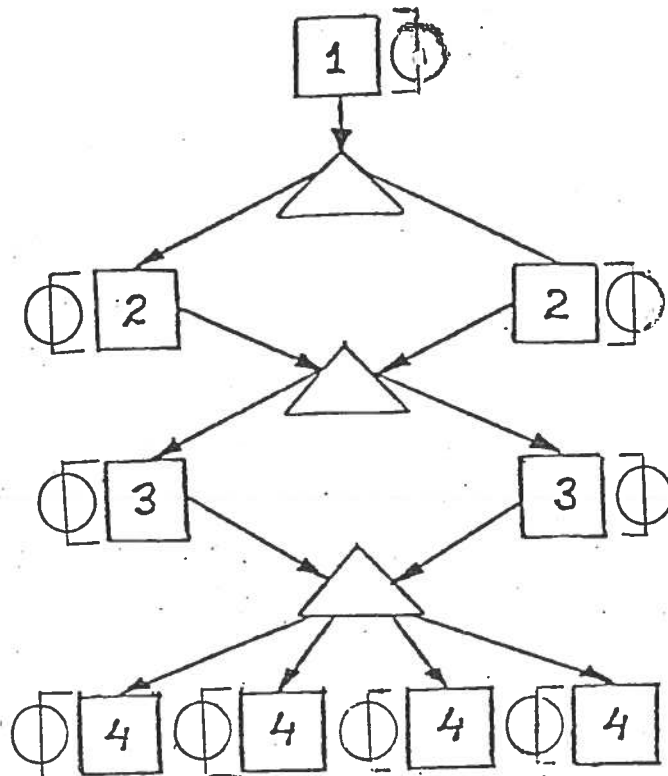
Sequence bound design of the object

Example No 11

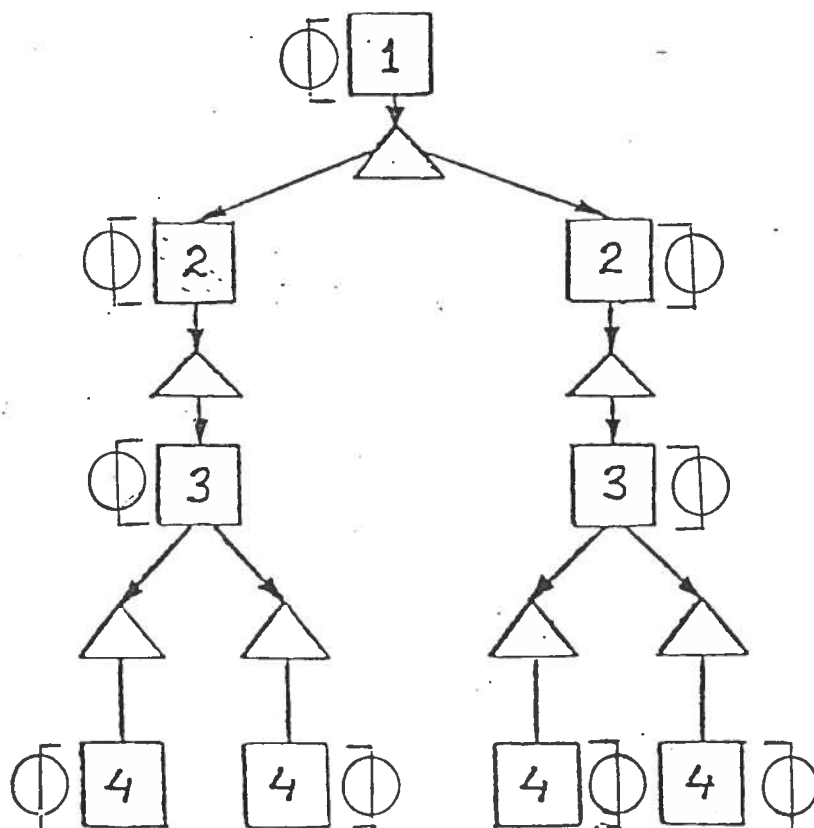
Combination of series, parallel and collective system.

Example No 12

DIFFERENT QUEUE SYSTEMS FOR THE SAME LAY OUT



Common queue - low system loss



Separate queues - high system loss

In order to estimate the size of buffers located between groups in the seriesgroup system the following formula can be used. This formula expresses the allowed disturbance time as a function of number of objects in buffers and number of stations or groups.

$$D(N,B) = \frac{d_1}{B + d_2}$$

D = disturbance time

N = number of groups in series (seriesgroup system)

B = Number of objects in buffer between groups

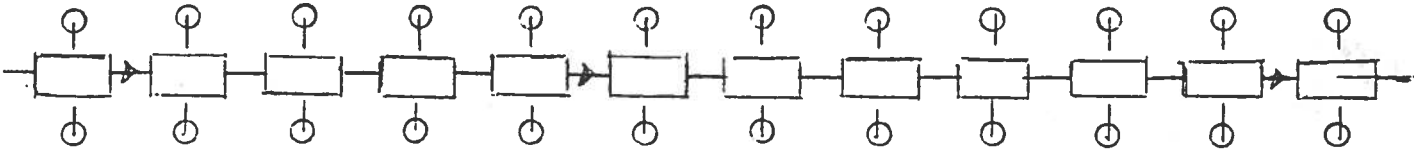
$$d_1 = 0,22 - 0,22 (N)^{-0,76}$$

$$d_2 = 0,81 - 0,28 (N)^{-0,51}$$

Values on D for some chosen values on B and N.

D	B	N
3.4%	2	2
2.0%	4	2
1.4%	6	2
1.0%	8	2
0.4%	20	2
14.8%	0	2
6.6%	2	10
3.8%	4	10
2.7%	6	10
2.1%	8	10
0.9%	20	10
25.0%	0	10
7.3%	2	20
5.3%	3	20
4.2%	4	20
26.7%	0	20

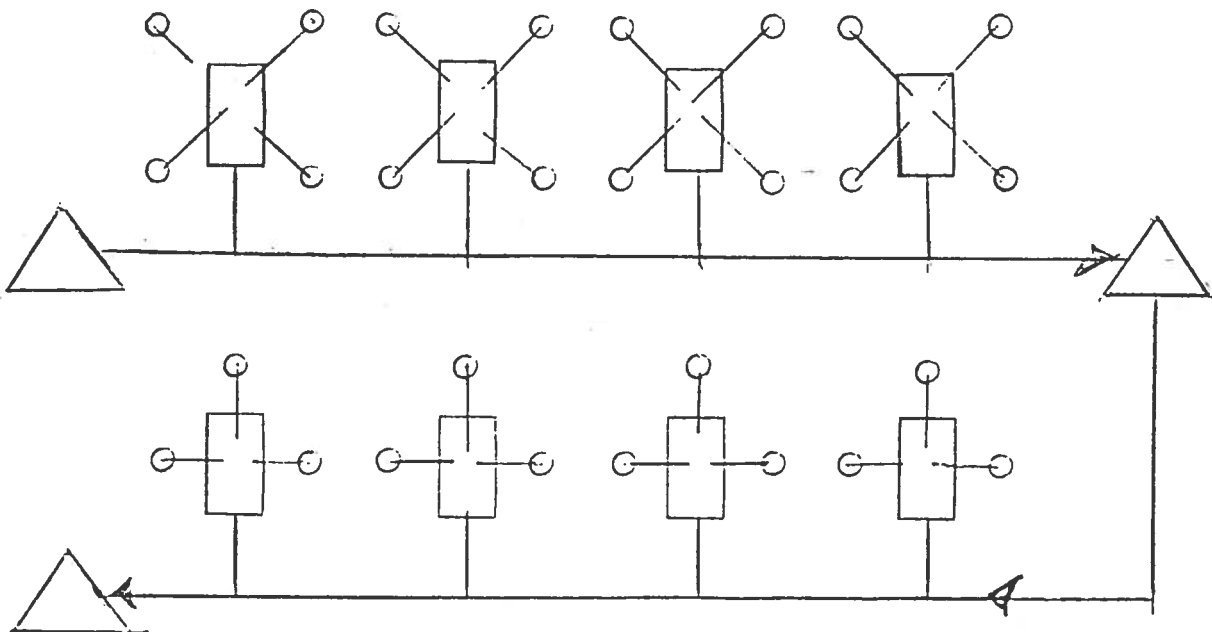
Automated production system



Robot line with 26 robots

Efficiency per robot 0.95

Efficiency for the system $0.95^{26} = ?$
Make a calculation!



Robot stations in parallel systems

Efficiency of the systems 0.95^4 and 0.95^3 respectively.
Because of parallelism and buffer between the systems
the total efficiency is improved.
Make a calculation on the efficiency of the total system!

Assembly work on driven lines is based upon that there are no or few variants and that the worker has low demands on meaningful work tasks. Even if these two criteria are met there are losses because of the need for extra control and adjustment workers. Line based production is easily affected by absenteeism, this means that there is a need for replacement workers in a pool. There is an increasing demand for variants of products and to be competitive on the market this demand must be met. This tendency means that an alternative to line production must be created.

Generally speaking there are two ways of product design. Either changes are made towards automation or changes are made towards efficient manual assembly. If the production equipment is expensive, the design has to be changed accordingly.

In Sweden the high wages have increased the call for automation, products with short assembly time and production systems with few losses. In Japan, on the other hand, the wish to be able to compete with the lowest sales prices has stressed this development.

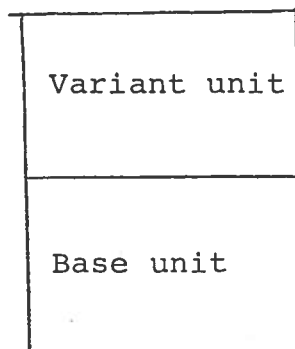
	Wages		Social costs		Totally
Sweden	30	SwCrS	20	SwCrS	50 SwCrS
Japan	23	"	5	"	28 "
Italy	17	"	19	"	36 "

(Westgerman Institute of Economy, 1979)

To high automation on the wrong place in the production causes monotonous working tasks and unprofitable production. There are many examples to be found in Germany,

e.g. ~~e.g.~~ VW-Werk, where automation are decreasing again. The savings are higher on decreasing indirect employees. Production systems with combinations of highly automated line systems with magazine loading and manual parallel systems have proved to be profitable.

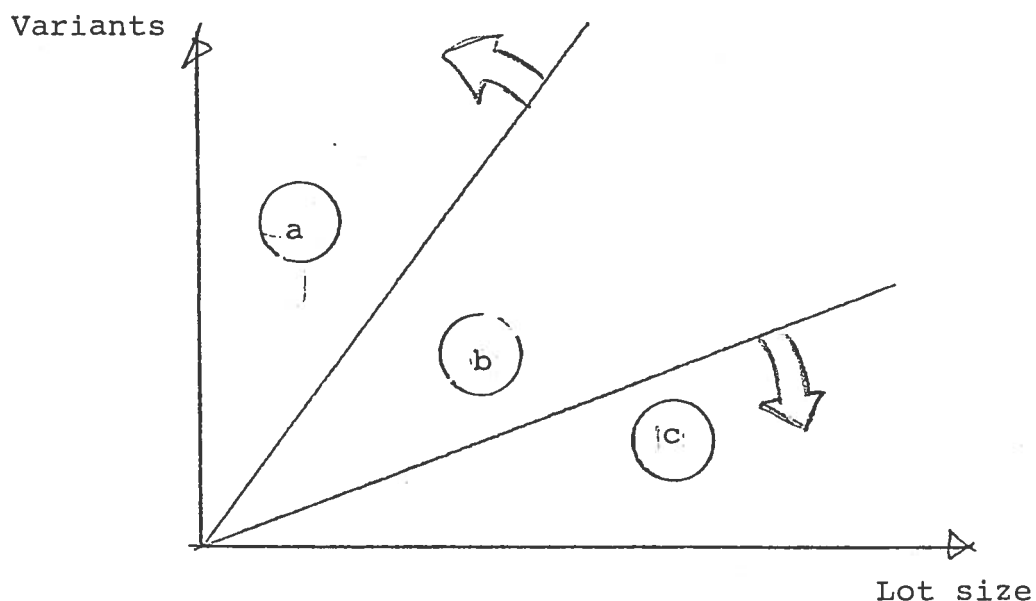
The figure below shows the principle for future automation. The machine equipment will consist of two units, one technically advanced base unit (industrial robot) the other an exchangable unit specific for the product.



Analysis of automation shows that the design must be suitable for assembly from above. An automatic assembly machine consists mainly of parts which sorts, handles, and direct components before the assembly activity.

When short series and many variants automatic assembly is not profitable. Delphi-studies (Bullinger 1981) shows that automatic assembly is possible in preassembly but very difficult to solve within the 80:es and 90:es.

Some manufactureres uses automatic system for the assembly of components but final assembly is manual. The main part of automation systems are used in press plants or in welding of base objects.



The figure above shows a classification of products after how many variants and in which lot size they occur.

When the lot size increases and the number of variants decreases (c) high amount of automation is advantageous, manufacturing of components or automation of assembly of ball-point pens. Within the field (a) the number of variants is large and the lot size is little, automation is not motivated, i.g. assembly of yachts. Line based production has been in field (b) which is unsatisfactory today because of the market demands and the call for automation.

3.3.1 Vidareutveckling av flödesteori

Den sociotekniska analysen beskrivs av Karlsson (1979).

"Det sociotekniska synsättet uppfattar arbetsorganisationen som ett sammansatt sociotekniskt öppet system och inte som tidigare organisationsskolor begränsa sig till antingen det sociala (Human Relations) eller det tekniska (Scientific Management). Den sociotekniska synen kan användas på vilken typ av arbetsorganisation som helst.

Med ett sociotekniskt system avses ett sammansatt system bestående av två delsystem, det tekniska och det sociala systemet. Alla tekniska system i vilka människor deltagar är att beteckna som sociotekniska system. Så snart man har konstruerat ett tekniskt system så har man också samtidigt skapat ett socialt system."

Karlsson avslutar beskrivningen av sociotekniken med frågan:

- "Hur får organisationen en sådan flexibilitet att förändringar i materialflöde och frånvaro ej påverkar denna speciellt? Svaret finns ej i den sociotekniska teorin utan måste utvecklas."

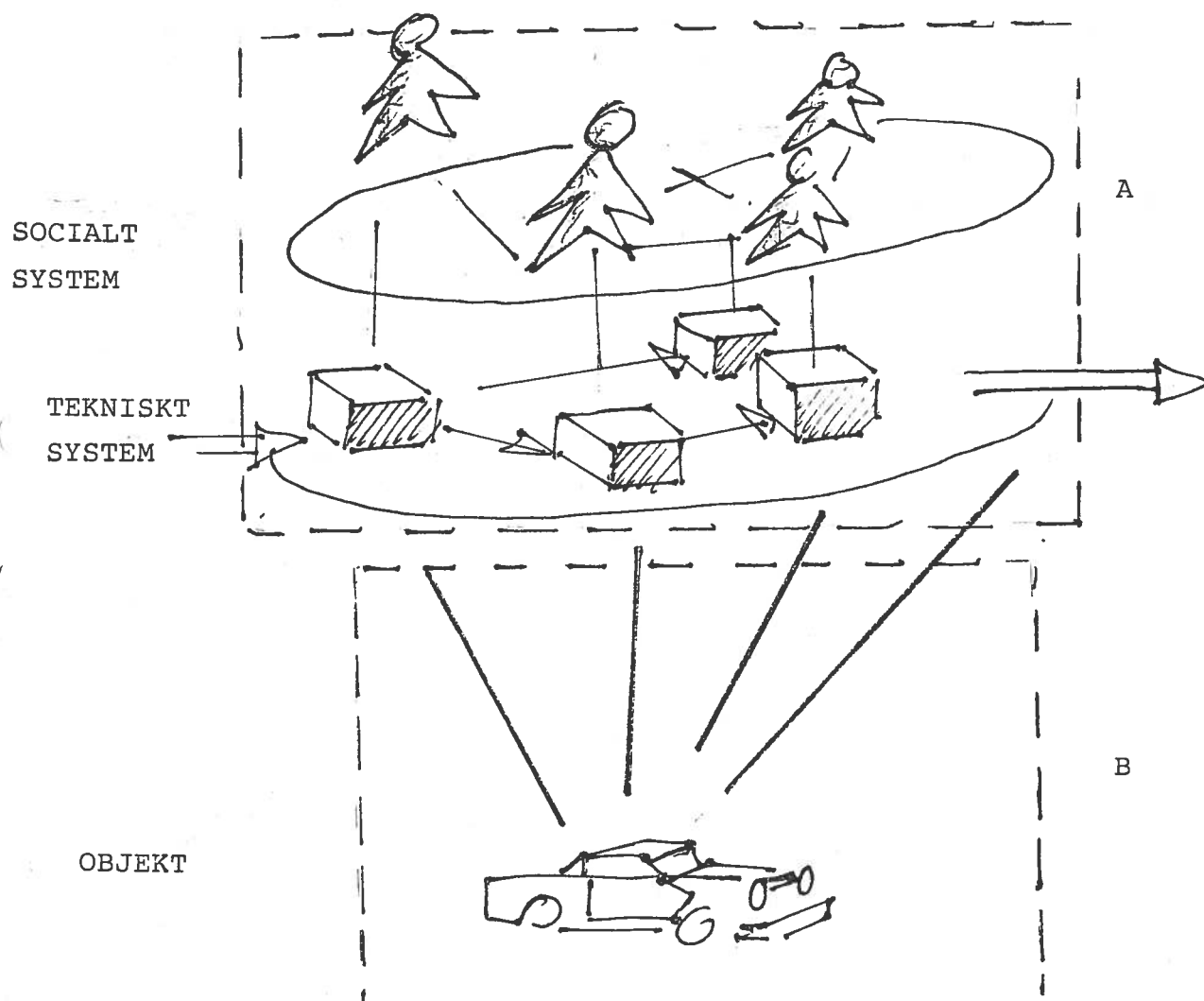
Sammanfattningsvis kan sägas att den sociotekniska teorin och praktiken måste utvecklas vad gäller:

- 1 Teknisk autonomi
- 2 Genomförande av administrativ autonomi
- 3 Utformande av en flexibel organisation".

Denna studie syftar i första hand till att studera möjligheten att utforma det tekniska systemet för ökad autonomi och flexibilitet.

Grundhypotesen är att konstruktionen påverkar det tekniska systemet.

Det tekniska systemet ger sedan restriktioner på utförandet av det sociala systemet.



Figur 3.2 Det sociotekniska systemet (ruta A) samt påverkan mellan konstruktion (ruta B) och tekniskt system.

Om vi antager att ett produktionssystem kan beskrivas i de förenklade termerna av komponenterna socialt, tekniskt system samt objekt, kan systemutformning åskådliggöras genom storlek på frihet i utformning (spann) enligt figuren nedan.

	Produkt	Tekniskt system	Socialt system
FRIHET I UTFORMNING	Hög	Hög	Hög
	Hög	Hög	Låg
	Hög	Låg	Låg
	Låg ¹	Låg ¹	Låg ¹
	Låg ²	Låg ²	Hög ²
	Låg	Hög	Hög

1 = konventionell line

2 = multipurposeworkers vid konventionell line

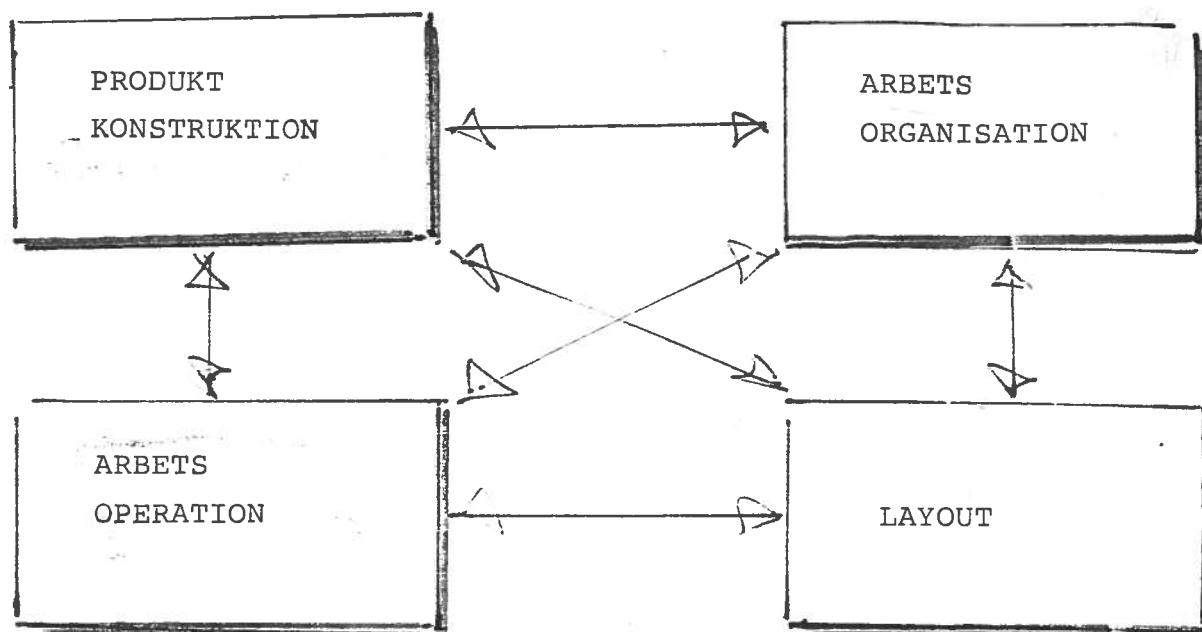
Figur 3.3 Visar möjliga kombinationer av varierande grad av frihet i utformning hos produkt, tekniskt- och socialt system.

Av figuren ovan framgår:

- Det existerar flera alternativa vägar.
- Låg frihetsgrad hos en komponent kan kompenseras av hög frihetsgrad hos en eller av de båda komponenterna.

Observera att ett stelt tekniskt system (line) och en produkt med låg frihetsgrad inte självklart innebär låg autonomi, utan att möjligheten till sådan minskar.

Förändring och dimensionering av monteringsystem kan enkelt beskrivas som att väga möjliga konsekvenser av ändringar hos produkt, arbetsorganisation, layout och arbetsoperationer mot varandra.



Figur 3.4 Dimensionering av monteringsystem.

Förändringens syfte

Systemförändring har givit en vinst. Denna kan tillgodogöras i skilda former:

- 1 Högre totalekonomi genom;
 - . minskat personalbehov
 - . lägre fluktuation i personalbehov
 - . högre och jämnare kvalitet
 - . högre produktivitet

- 2 Meningsfullare arbete;
 - . teknisk autonomi
 - . administrativ autonomi
 - . variation och ansvar

- 3 Höjd flexibilitet, förmåga att;
 - . variera produktionsvolym
 - . variera kvalitet
 - . variera varianter antal och utförande
 - . variera typantal och utförande

3 forts

- . kompensera för personalfrånvaro
- . kompensera för tekniska och administrativa störningar
- . producera halvfabrikat
- . kompensera för personalkategorier (kvinnor-handikappade)

Systemförändringens vinst kan fördelas på:

- a Företagsledningsnivå
- b Tjänstemannanivå
- c Operatörsnivå

Företaget får betala för att genomföra förändringen. Stegvis införande där ansvar bytes mot ökad frihet är en lämplig in-körningsstrategi. Vinsten måste delas mellan företag och operatörer för att förändringen skall upplevas meningsfull från operatörernas sida.

Exempel (Karlsson 1979)

- "När operatörerna övertog ansvaret för viss kontroll, visst underhåll och transport, kände sig de avdelningar som var specialister på dessa områden hotade av omorganisationen. Att operatörerna kunde arbeta in viss tid retade många och de ansåg att tidsstudierna nog var felaktiga (trots att dessa tagits direkt från de tidigare linerna). Att dessa inställningar uppstod kan till stor del förklaras av att informationen till serviceavdelningarna om vad autonoma arbetsgrupper innebär var bristfällig".

Vinsten med förändringen kan för operatörer tillgodogöras på:

- a avsnittsnivå
- b gruppnivå
- c individnivå
- d arbetscykelnivå

Observera att förlusterna i ett produktionssystem, se har en multiplikativ karaktär, d v s ändras obalanserad monterings-
tid (Z) så har detta större inverkan än en minskning av exempelvis balanseringsförlusten.

Exempel (Volvo slutmontage personvagnar, Peter Wallin (1980))

- $Z = 100\%$

$d = 12\%$

Balansering p g a varianter 10 % (20 % utan sekvensbalansering)

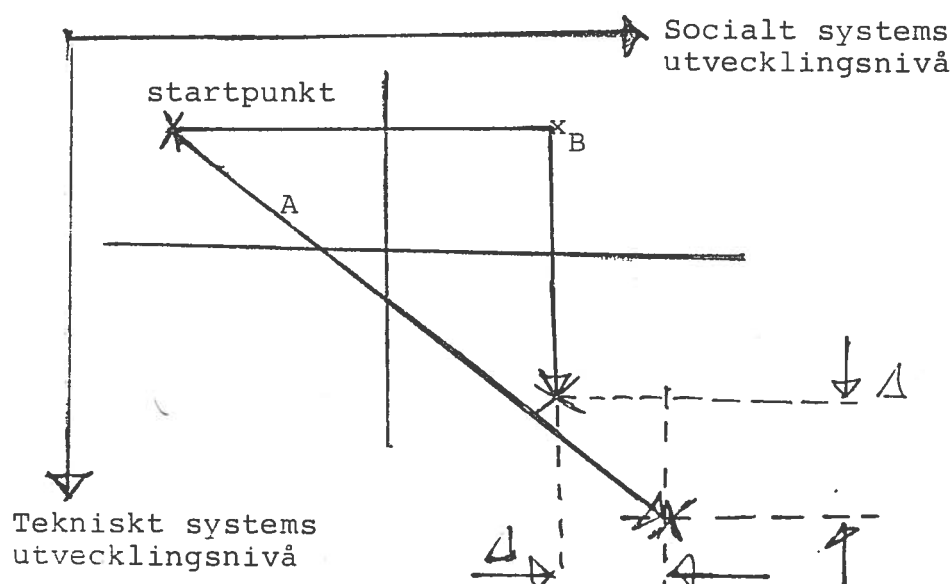
$u = 8\%$ (hanteringsförlust)

Systemförlust = 27% (inkl ersättarkonto)

Slutjustering = 73%
230%

Teoretisk rationaliseringspotential 130%, en minskning av Z med 10% ger en förlustminskning med 13%.

Andel vinst att fördela dikteras bland annat av startpunkt och slutpunkt. Stannar systemförändringen "på vägen" minskar andel vinst att fördela i varje förändringssteg. Slutligen existerar inget att dela. En omfattande förändring i ett steg ger möjlighet till högre totalekonomi. Stegvis utveckling medför att slutstadiet inte når samma utvecklingsgrad som en direkt radikal förändring. Vinstandelarna minskar successivt och därmed incitament till förändring.



Figur 3.5 Skilda förändringsstrategier; A direkt omfattande förändring, B stegvis förändring.

Buffertar och upparbetning

Vid diskussion kring autonoma arbetsgrupper uppkommer frågeställningen om buffertars storlek och placering. Vi ser här det viktiga med att påpeka andra skillnader mellan buffertar. Av figuren nedan framgår att bufferts kan vara tekniskt eller socialt betingade, synliga eller osynliga (d v s synes på ritning), samt att de kan nås individuellt eller kollektivt. Sociala bufferts ger tekniska effekter och tekniska bufferts ger sociala effekter.

Typ av Buffert (exempel)

		Social (upparbetning)	
Teknisk (störning)			
Gruppenivå	Individnivå	Gruppenivå	Enskild nivå
Synliga Ex.vis mellan odrivna liner SAAB instr. panel (även drivna med varianter)	Mellan stationer. Ex. vis Hugin dammsugare	Mellan odrivna liner	Mellan stationer
Osynliga Höjd systemskapacitet	"Löpande operatör"	Variera hastighet på driven line	"Löpande operatör"

Figur 3.6 Typer av bufferts med exemplifieringar.

Vidare kan bufferten vara gemensam eller delad mellan arbetsgrupper eller operatörer.

Två typer



delad

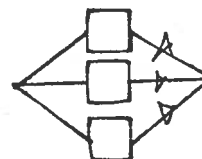


gemensam

Två typer



oförändrad ordning

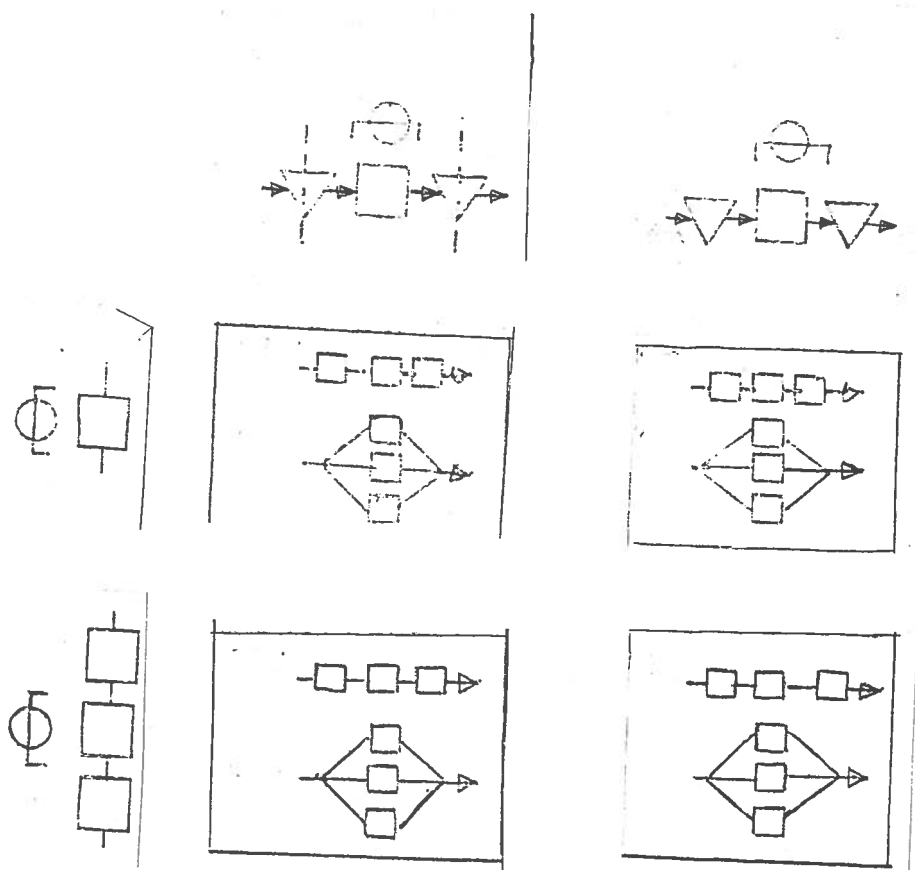


sorterande

Figur 3.7

Delad och gemensam buffert. Buffert med sorterande eller icke sorterande funktion.

Sorterande buffert har högre möjlighet att frikoppla eller absorbera störningar. Är sedan samtliga objekt åtkomliga för operatören, så ökar denna möjlighet. Vi kan rangordna efter frikopplingsmöjlighet.



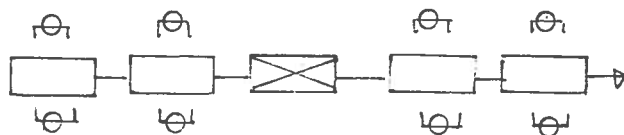
Figur 3.8 Buffertklassificering

Observera att buffert och arbetsplats i vissa fall är gemensamma. Har vi sedan en grupp av operatörer, vilka gemensamt arbetar på ett eller flera objekt erhålls ett kollektivt-system. Systemet förutsätter bl a litet sekvensiellt beroende mellan arbetsmomenten. Systemförlusten beror på hur stor systemkapaciteten är hos systemet. Med systemkapacitet avses det antal objekt som kan monteras samtidigt i systemet. En operatör som har avslutat sin operation på en enhet måste omedelbart kunna börja på en ny enhet. Spilltid (systemförlust) uppstår när

systemkapaciteten inte kan kompensera för skillnader i rörelsehastighet hos operatörerna eller för väntetider på grund av utrustningen, dvs när en eller flera av operatörerna har slutfört sitt arbete på varje enhet i systemet eller av någon anledning inte kan fortsätta, medan en eller flera operatörer inte slutfört sitt arbete på en eller flera enheter.

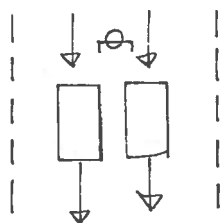
Systemkapacitet kan bestämmas på grupp eller individnivå, se fyra exempel nedan:

1. På line



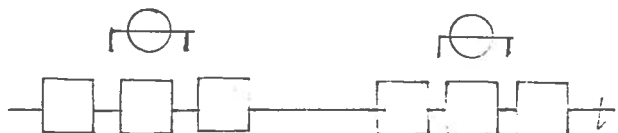
Ex: Talbot Saab Valmet.

2. På station parallell



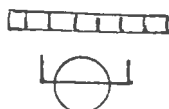
Typ Mercedes utbytesmotorer

3. På station med löpande operatör



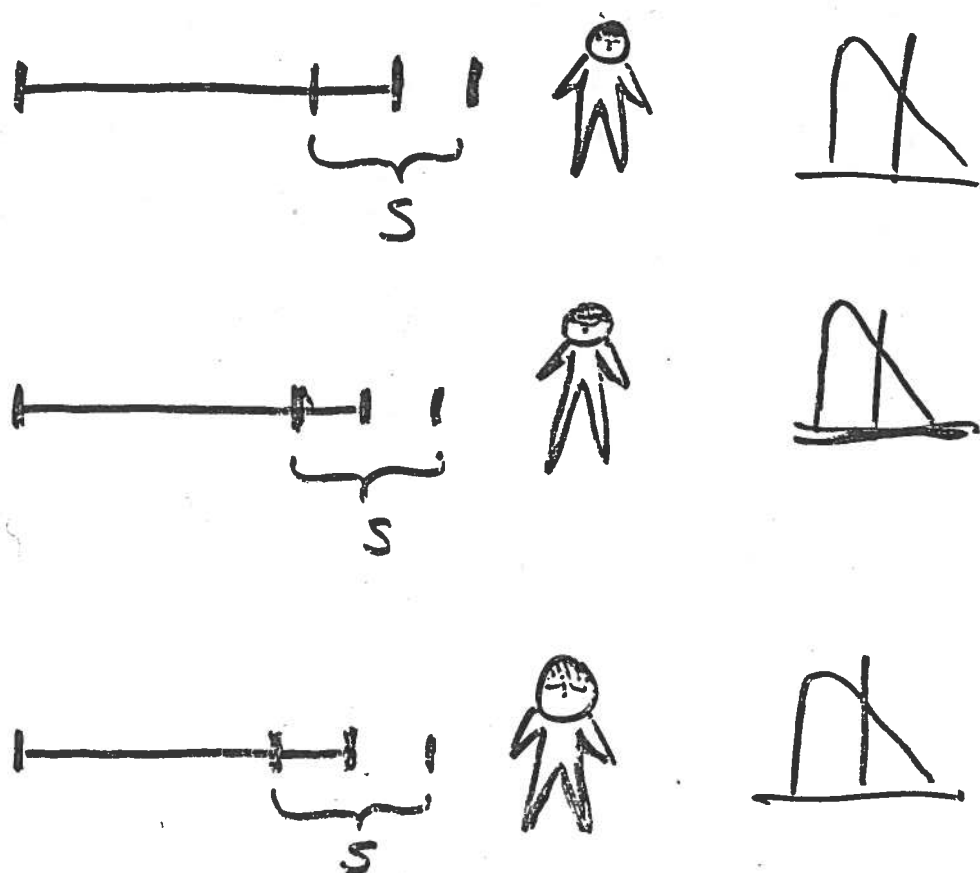
Typ SAAB 5-växlad låda
Vid inläarning 1-2 lådor

4. Monteringsbord



Typ elektronikmontage

Figur 3.9



S påverkas av

- 1 Få verktyg - (vänta)
- 2 Hög skevhet^{x)} - (vänta)
- 3 Hög grad av maskinstyrning (normalfördelad frekvenskurva)

S utjämnas av

- 1 Fler verktyg
- 2 Låg grad av skevhet
- 3 Låg sekvensbundenhet
- 4 Höjd systemkapacitet

Figur 3.10 Kollektivsystem och systemförlust.

x) Avser ojämn geografisk fördelning på basobjektet på att man går ivägen för varandra.

Utvecklade systems möjligheter till att kompensera för störningar eller medge upparbetning påverkas av en rad faktorer. Möjlighet att hantera varianter påverkas av:

1. Variantförlustkompensation genom produktionsstyrning (hög nivå) produktionsplaneringsstyrning (kort eller dator)
 - 1.1 Sekvensbalansering.
 - 1.2 Batchkörning.
 - 1.3 Sekvens- eller batchkörning på föreskrivet avsnitt (behöver inte vara samma).
 - 1.4 Acceptera överdrag av tung variant.
 - 1.4.1 Acceptera överdrag av tung variant på stationer.
 - 1.4.2 Acceptera överdrag av tung variant mellan avsnitt.
 - 1.5 Styrd total omsortering.
 - 1.6 Föreskriva parallellstation till viss variant.
2. Variantförlustkompensation genom produktionssystem utformning (golvnivå) operatörsnivåstyrning (regler för arbetet)
 - 2.1 Varianter på sista station.
 - 2.2 Parallellisering.
 - 2.2.1 Parallelliserat avsnitt.
 - 2.2.2 Parallella avsnitt.
 - 2.3 Höjd systemkapacitet.
 - 2.3.1 Höjd systemkapacitet inom avsnitt.
 - 2.3.2 Höjd systemkapacitet mellan avsnitt
 - 2.3.3 Öka antal operatörer i kollektivsystem.
 - 2.4 Höjd montörstäthet.
 - 2.4.1 Höjd montörstäthet på ett objekt.
 - 2.4.2 Höjd montörstäthet på avsnitt.
 - 2.5 Varianter i förmontage.
 - 2.6 Varianter i slutmontage.
 - 2.7 Acceptera överdrag av tung variant.
 - 2.7.1 Acceptera överdrag av tung variant mellan stationer.
 - 2.7.2 Acceptera överdrag av tung variant mellan avsnitt.
 - 2.8 Möjlighet att sortera.

- 2.8.1 Möjlighet att sortera inom avsnitt.
- 2.8.2 Möjlighet att sortera mellan avsnitt.
- 2.9 Reglerbar hastighet hos basobjekt.
- 2.10 Löpande operatörer.
- 2.11 Synkront giftermål av variantartiklar.
- 2.12 Kollektivsystem fler montörer vid svåra varianter.
- 2.13 Längre cykeltid, objektet går ej ifrån operatören.

3. Variantförlustkompensation genom konstruktionsändring

- 3.1 Variantartikel sekvens obunden.
- 3.2 Varianter på föreskriven plats.
 - 3.2.1 i förmontage.
 - 3.2.2 i slutmontage.
 - 3.2.3 på avsnitt.
- 3.3 Alla objekt variantobjekt (typ miniräknare).
- 3.4 Variantartiklar typ ersätter.
- 3.5 Inga varianter förekommer.
- 3.6 Variantartiklar är små.

4. Variantförlustkompensation genom arbetsorganisation

- 4.1 Löpande operatörer.
- 4.2 Grupporganisation.
 - 4.2.1 Matrisgrupp - byta bort svåra varianter.
 - 4.2.2 Sammansatt grupp, alla kan alla svåra varianter.
 - 4.2.3 Nätverksgrupp, specialist på vissa varianter.
- 4.3 Kollektivsystem fler montörer på besvärliga varianter.
- 4.4 "Multipurpose workers", kommer från annat avsnitt vid svåra varianter.
- 4.5 Juster- och kontrollfunktion.
 - 4.5.1 Juster- och kontrollavdelning med justerfickor.
 - 4.5.2 Juster- och kontrolloperatör inom gruppen.

Fler varianter och fler omsorteringar i produktionssystemet medför höga krav på produktionsstyrning. Genom att matcha produktutformning i produktionssystem och produktionsstyrning kan förluster ~~vinna~~ eller flexibilitet vinnas. ✓

hindras

	Obruten ordningsföljd av basobjekt	Bruten ordningsföljd av basobj.
Varianter i slutmontering	Ger variantförlust	Ger ingen variantförlust men kräver sortering av synkrona förmonteringsobjekt.
Varianter i förmontering	Ger ingen variantförlust.	Behov saknas.
Varianter i för- och slutmontering	Ger variantförlust	Ger ingen variantförlust men kräver sortering av synkrona förmonteringsobjekt.

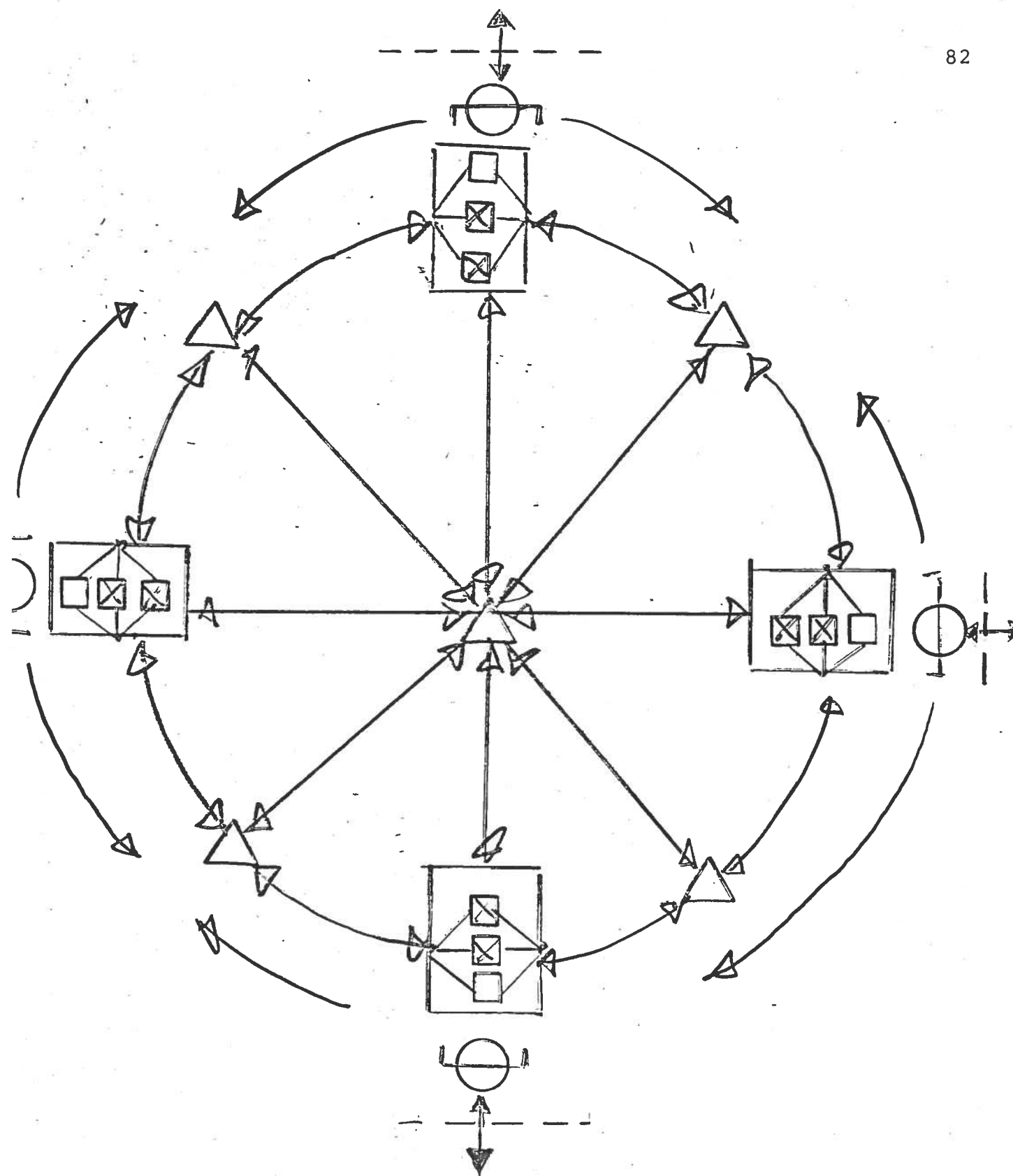
Figur 3.11 Krav på produktionssystemet vid parallellisering för att minska variantförlusten.

Introduktion av alternativa slutmonteringslayouter ställer krav på de avdelningar som levererar material. Flödestekniska störningar och behov av buffertar eller sortering uppstår, då slutmonteringsenheten inte tolererar en jämn leverans av exempelvis basobjekt från måleri. Installeras inga sådana kompenserade enheter uppstår minskad flexibilitet i slutmontaget.

På samma sätt som ovan kan enskilda operatörers eller grupper av operatörers möjlighet till upparbetning beskrivas. Upparbetningsmöjlighet påverkas av:

1. Löpande operatör (byta basobjekt).
2. Reglerbar hastighet hos liner.
3. Längre cykeltid.
4. Möjlighet att sortera bland basobjekt eller förmontage.
5. Möjlighet att omprioritera arbetsuppgifter (verktygsstruktur och sekvensbundenhet).
6. Möjlighet till arbetsförberedelse (låg sekvensbundenhet, artikel antal, som inte är sekvensbundna).
7. Variera montörstäthet.
8. Metodglidning.
9. Öka arbetshastigheten.
10. Försämra ergonomin, t ex lyfta utan hjälplyftare.
11. Ej färdigställda objekt.
12. Låg kvalitet.
13. Stöta ut långsam gruppmedlem (upparbetning på gruppnivå).
14. Ökad arbetsintegration (spara städ tid genom att inte skräpa ned).
15. Ökad feed-back (information om störningar i tidigare eller senare avsnitt).
16. Minskad arbetsintegration (överlåter arbetsuppgifter åt andra avdelningar eller grupper).
17. Omfattning av maskinstyrning i arbetscykeln.
18. Fördelningstidens storlek.
19. Vald tidsstudiemetod (klocka eller MTM).
20. Tillgång på buffertplatser.
21. Kamratberoende (gemensamma arbetsmoment).
22. Obalans.
23. Närliggande stationsbeläggning (blir referenspunkt).
24. Tid på dagen.
25. Tid i arbetscykeln.
26. Tröghet i utrustning, t ex svängjigg.
27. Materialets beskaffenhet.

För samtliga punkter gäller att, genom att "offra" några upparbetningsmöjligheter enligt ovan, så ges möjlighet att kompensera genom att de andra faktorernas bidrag till upparbetningen ökar, så att totala upparbetningsmöjligheten ökar.

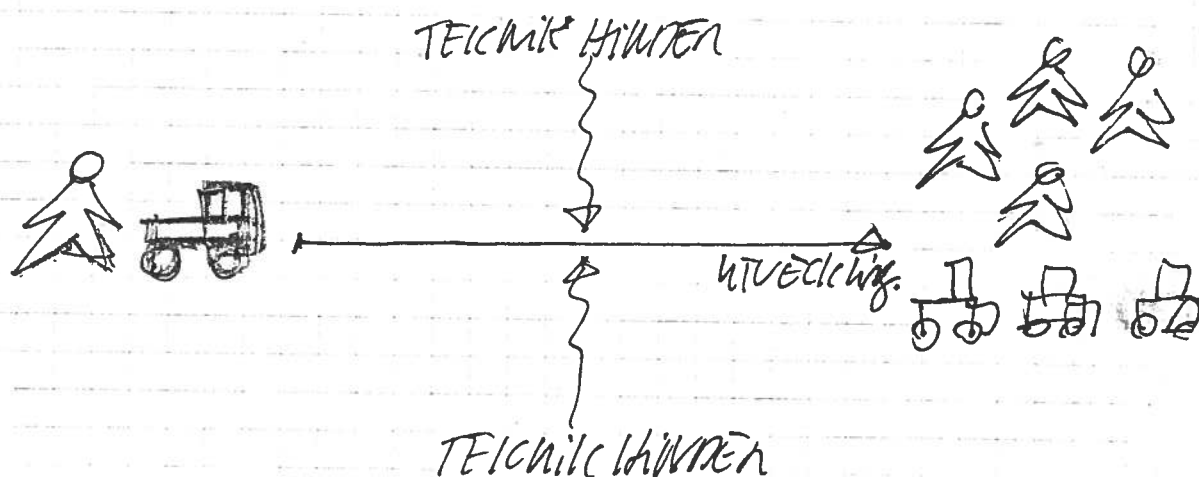


Figur 3.12 Produktionssystem med oändlig anpassning, total-sortering mellan basobjekt, operatörer på egen eller gemensam station. Basobjekt respektive färdiga objekt kan föras in och ut var som helst i systemet.

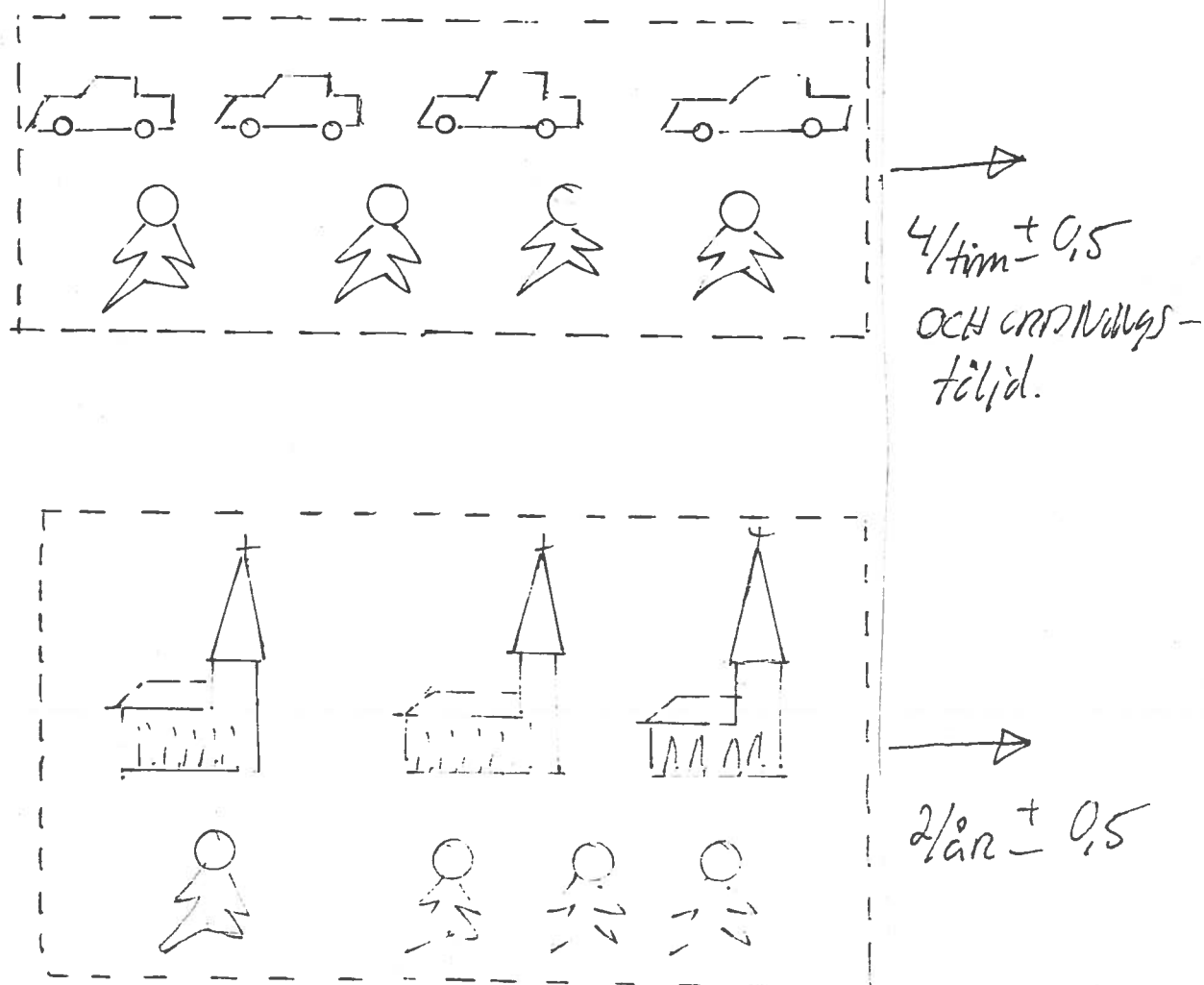
Produktionssystem som sorteringssystem

Om vi betraktar två ytterligheter av produktionssystem. Ett där en man själv bygger sin lastvagn och ett där flera människor bygger flera vagnar. Det första fallet kan jämföras med hobbyverksamhet, operatör monterar själv byggsats. Det senare fallet är en industrianläggning. Samma typer av problem existerar inte i de bägge fallen. Någonstans på utvecklingsvägen mot storskalighet har inom systemet uppstått tekniska och organisatoriska restriktioner. Exempelvis materialflödesrestriktioner, inskolningsproblematiken etc.

Vad skiljer då de bägge systemen åt? Förutom själva anläggningens storlek är det kravet på hög och jämn produktionstakt av en förutsägbar mix av produkten. Vi kan formulera hypotesen att teknik och organisationsrestriktioner tillkommer till minsta möjliga systemkonstruktion när denna strävar mot att tillfredsställa en hög och jämn output.



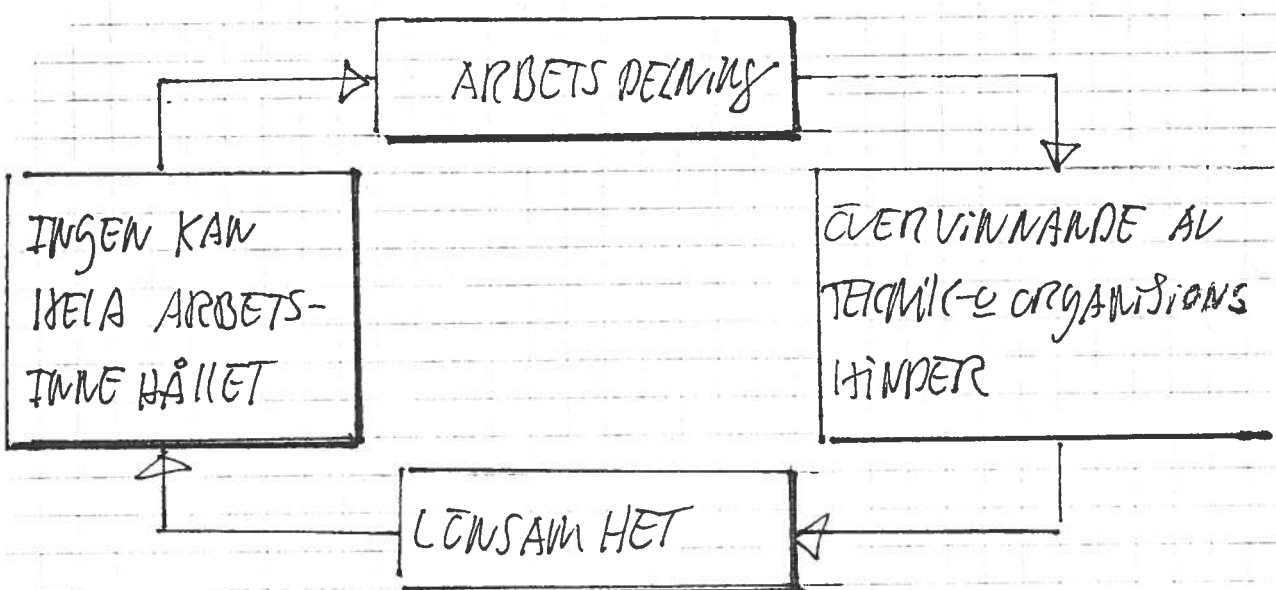
Figur 3.13 Produktionssystemsutveckling och teknikhinder.



Figur 3.14

Jämför möjlighet att kompensera vid skilda objekt. 4 man bygger bilar respektive 4 man bygger kyrkor. I det förra fallet föreligger krav på leveranstid av varianter (hög frekvens, i jämntakt med förutsägbar ordning). För kyrkbygget är det inte så viktigt med några dagars försening på någon kyrka relativt att de andra blir klara tidigare.

Det är intressant att spekulera i om inte dagens industrianläggningars teknologi är ett resultat av hög frekvens. Frekvensen höjs ytterligare av teknikers förkärlek för klara och raka materialflöde, liner och flödesgrupper, materialets väg är mera gripbart än människorna. Vilket förklarar uppkomsten av materialflödes styrande kunskapsdiscipliner såsom logistik, material- och produktionsstyrning. Att ingen kan hela arbetsinnehållet, rekrytering av kompetent arbetskraft, i kombination med lönsamhet i denna teknik - utveckling driver processen ytterligare.



Figur 3.15 Utvecklingens onda cirkel.

Att betrakta lönsamhet som kriterium på ett produktionssystem framgång är oegentligt, då det döljer valt strategi och egentlig resursförbrukning. Låt mig exemplifiera, har vi valt att mekanisera på bekostnad av arbetskraften eller har vi totalt sett hög manuell arbetsinsats, och många varianter av produkten. Produktivitetssjämförelse på hög nivå är intetsägende om inte detaljförklaringar samtidigt ges.

Problemet med utvärdering av produktionssystem diskuteras i samband med "noll-systemskalkylering", men en naturlig nollpunkt för jämförelse av system är en operatör försedd med de absolut nödvändiga verktygen monterande under den cykeltid som kan in-

läras. Skall flödet ökas förses objektet med maximalt antal operatörer möjliga att montera samtidigt.

Produktionssystem för manuellt arbete, kan betraktas som ett antal sammanlänkade sorteringsaktiviteter. Krav på sortering utgör en störning, för vilket produktionssystemet måste kompensera. Vi ser tre möjliga sub-system, vilka medger sortering, teknik, organisation och styrsystem. Exempelvis byggs det idag på liner ett otal varianter, detta är möjligt då information om rätt artikel kan delges operatören (sortering i styrsystem) och då plockning av små artiklar sker (teknisk sortering). En intressant metod att vid layouten med parallella flöden där omprioritering av basobjektet skall kompensera för ett ökat krav på sortering, diskuteras av Axelsson & Moberg (1980), nämligen att använda sekundära "variantmaterialtorg". Operatören plockar där sin byggsats till den bil han skall montera. Metoden finns tillämpad vid Volvos bussfabrik i Borås.

Det är rimligt att misstänka att mindre anläggningar med större överblickbarhet, accepterar en högre oordning, då felaktigheter enklare och snabbare kan åtgärdas. För hög grad av oordning, omsortering yttrar sig exempelvis i form av att operatören eller att materialförsörjningen inte klarar tidsmarginalen för leverans vid en given produktionstakt.

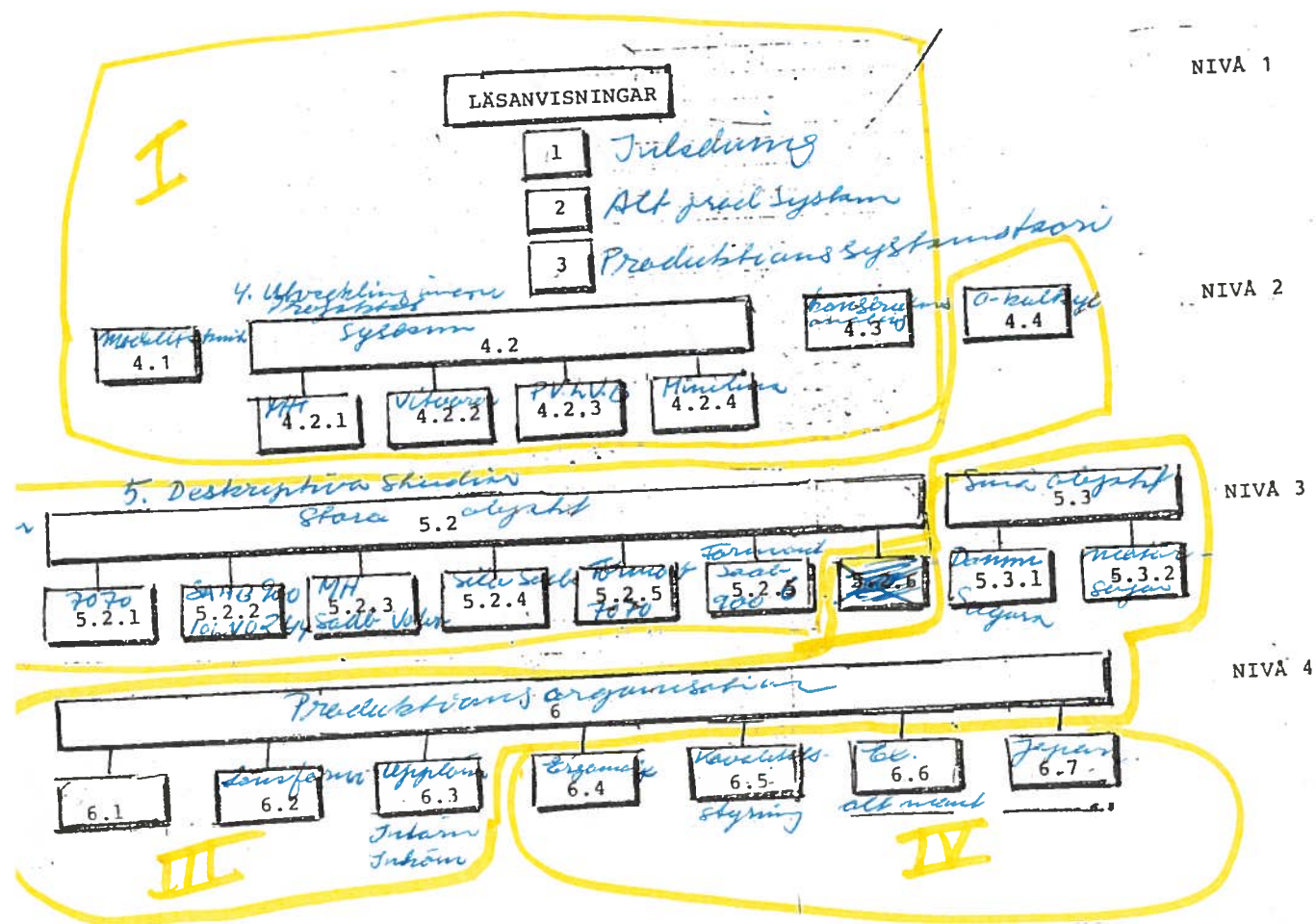
Problematiken kring omsorteringar i produktionssystem är inte tillfredsställande löst. Vi har material-, informations- och kommunikationsströmmar. Sortering uppstår inom de strömmarna och mellan dem. Frånvaro av sorteringsmöjlighet ger låg flexibilitet. Flexibilitet har inget värde i sig. Vid systemutveckling så önskar man ofta onödigt hög flexibilitet trots att man ej kan tillgodogöra sig vinsterna med denna flexibilitet.

s

m

et-
s.

Rapportens struktur framgår av figur nedan:

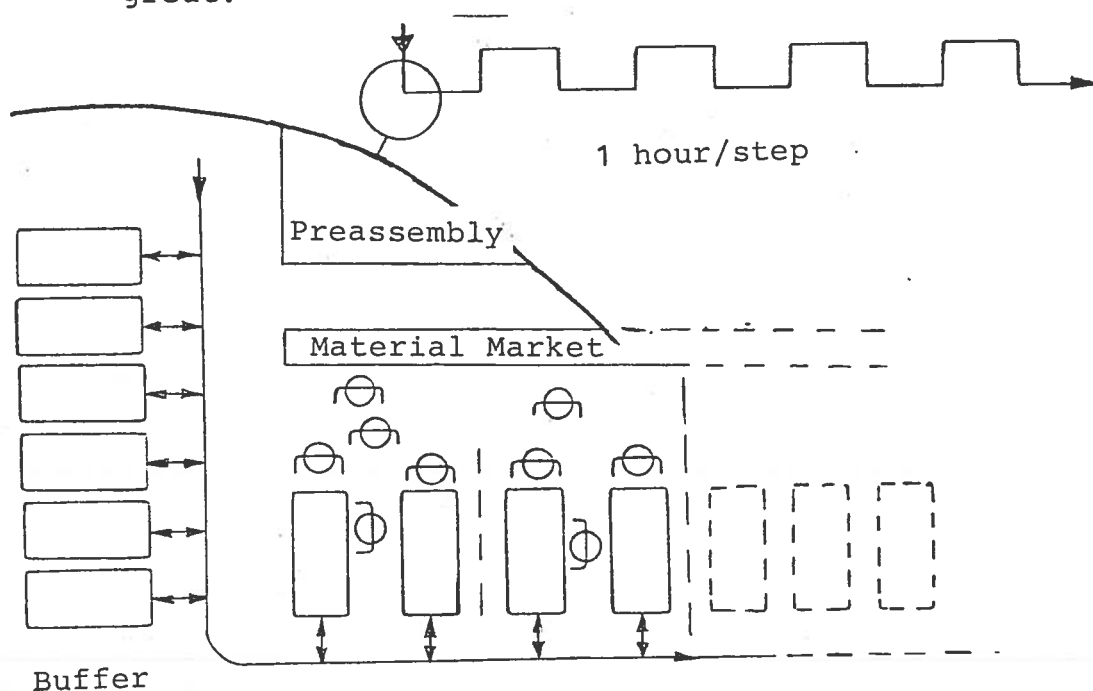


RAPPORTSTRUKTUR

Daddy

Work Market

before buffers and marriage points for engine, seats etc before buffers the base object are transported by automatic carriers, which leave and fetch the objects. We reduced the need for extra manpower from 50 - 65% (at conventional line) to 23 - 31%. If there is a lot of variants and if we take in flexibility profits (absenteeism, change in production volume) the benefits increases. The possibility for meaningful work tasks in the system is great.



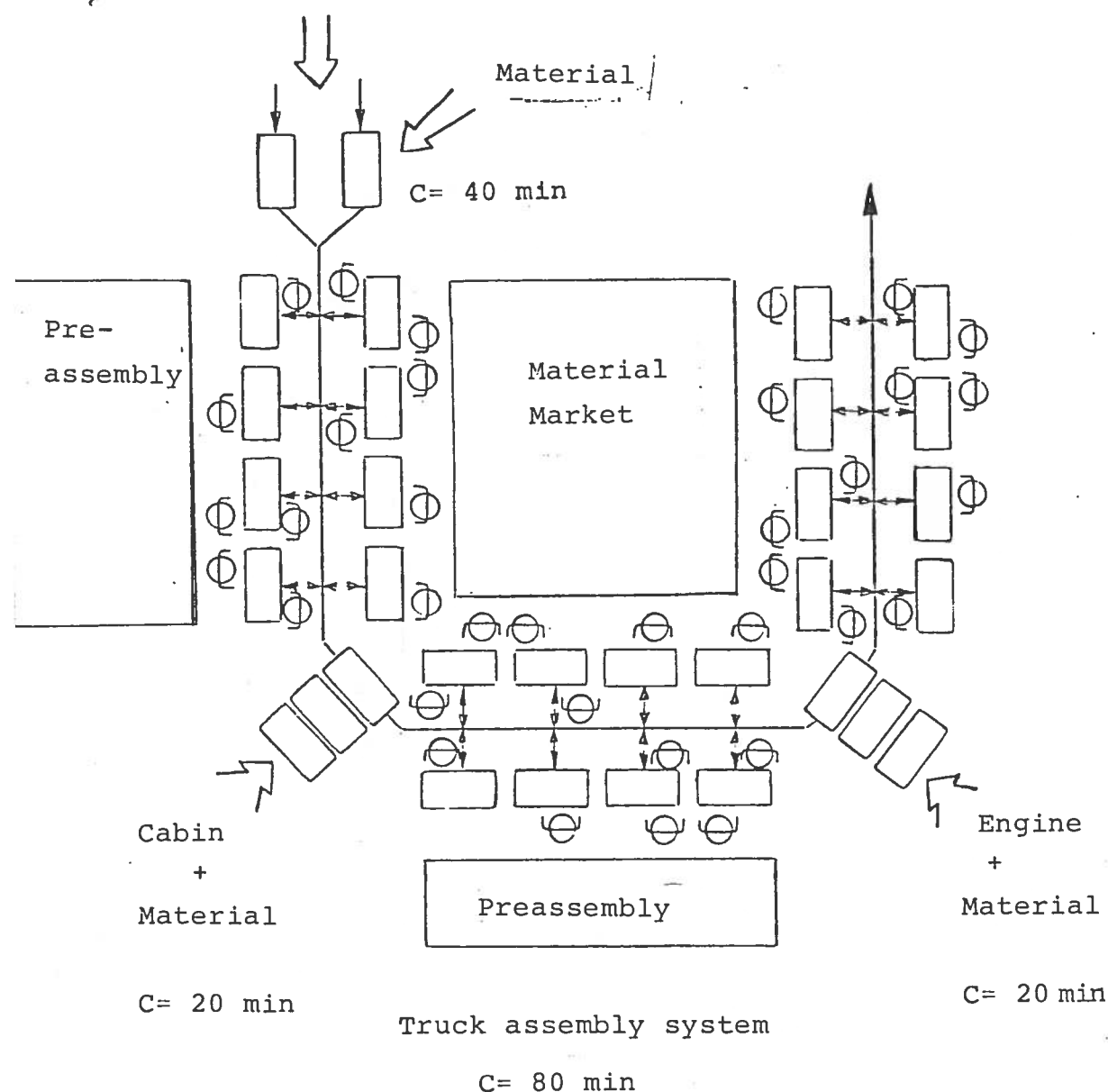
Car assembly system

C= 10-20 min

Truck assembly

In this assembly system the truck is finished in three steps connected in serie with buffers between. Every step consists of parallel groups, 3 men work on two objects. The cycle time was 80 minutes and they built 1/3 of the final assembly. Preassembly is made near the groups. Heavy material is loaded before each step at the autocarrier which transports the object. The engine and the cabin are married in the buffers. Light material is fetched at a material-market by "super market wagons". Losses are reduced to 20% instead of 50 - 100% for the conventional line.

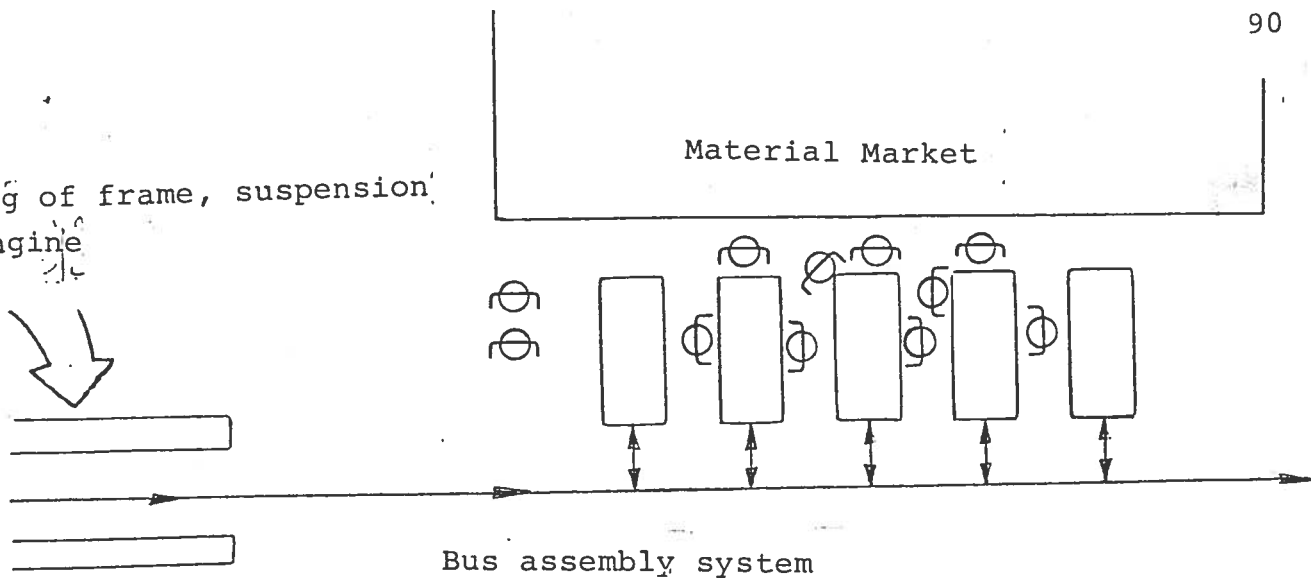
Frame + front and rear suspension



Bus assembly

A true parallel system is used for buses, since the engine could be placed in the frame before final assembly, and since there are no cabin. 5 objects of which 2 are buffers inside the system. The objects are standing still on reside aircushions during the whole assembly. Men are moving and make the same work for a cycle time of 120 minutes on the 5 objects. Heavy and big objects are preloaded on the carrier. Material supply by manual wagon. Losses are 20% compared to 50 - 100%.

loading of frame, suspension,
and engine



$C = 120 \text{ min}$

Material handling

There are five different types of material supply methods:

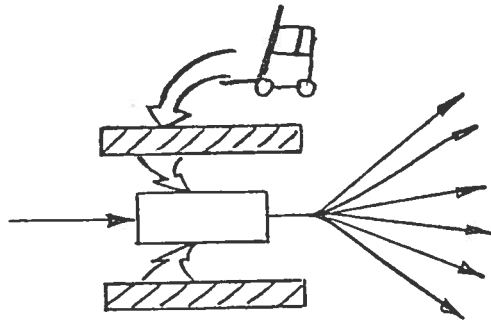
1. Material always available at assembly station in boxes, for example screws and nuts at conventional line.
2. Material transported to assembly station on carriers for example big components at conventional line.
3. Components loaded together with base object. A special variant is loading components on a so called christmas tree or in a cassette. The last mentioned method should be pedagogical designed in order to facilitate learning and to make it clearly visible if a component is missing.
4. Material market on islands. This means that the worker has a decentralized store where he can fetch the material in a wagon. This system is also possible when there is a centralized store.
5. Marriage points, for example fit engine into car chassis at conventional line assembly.

91

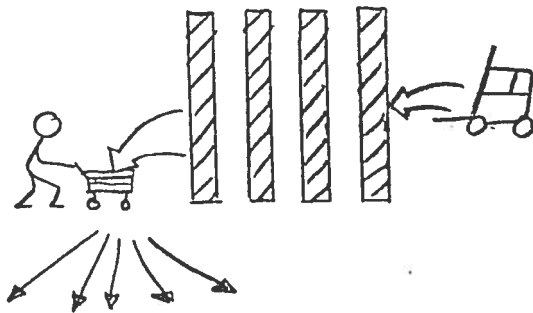
There is a great freedom in designing the material supply system. Combination of different transportation systems for base objects of material supply is in most cases the most profitable (forklifts, normal wagons, conveyor belts, autocarriers, roller ways).

Automatic transport with autocarriers is modern but profitable only in very specific cases.

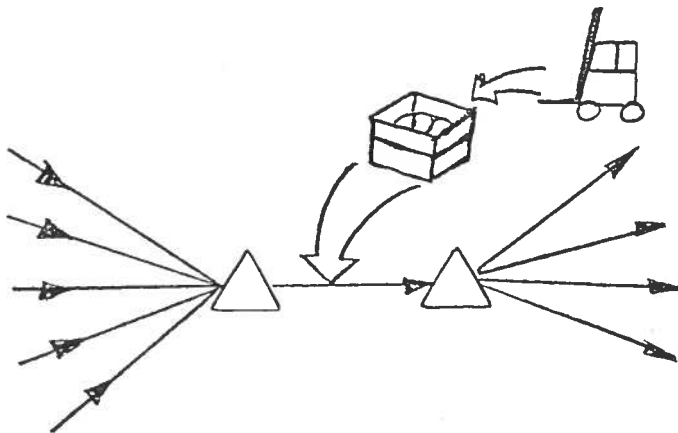
Material supply at parallel system



1. Material together with base object (palett or christmas tree) big components plus large amount of components.



2. Material market



3. Marriage point

When the cycle time increases a longer period of time will be available for material supply.

In working groups one worker is able to fetch material for the entire group. He can walk rather long distances and fetch material on a material market. Waiting time for equipment and material is eliminated.

The flow pattern of the base object and the choice of material supply are based upon:

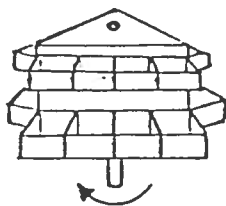
1. Weight
2. Distance
3. Frequency
4. Degree of synchronity, how unique a component is (for one specific base object, for groups of base objects or the same on all objects).

There are six main types of transportation:

1. Air cushion vehicles
2. Autocarriers
3. Independent locomotives
4. Conveyor
5. Roller way
6. Manual wagon

One way to speed up assembly time is to let one worker assemble on more than one object. Assembly table with 5 - 9 objects shortens the time up to 70%.

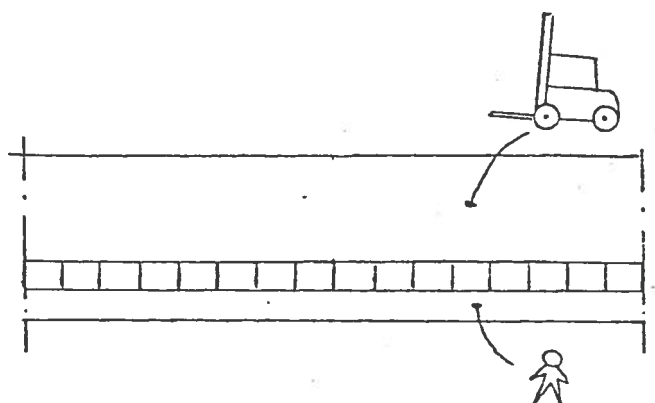
In order to facilitate the learning the material is exposed in rotating material boxes (different colours for standard, variant extra and variant replace).



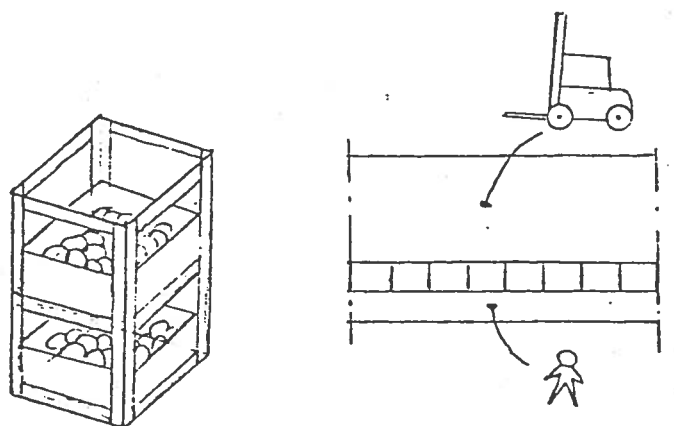
Electrical system and components take too long time to assembly^e compared with the total time of assembly.

✓

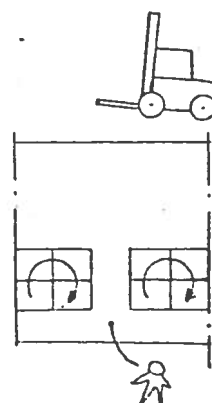
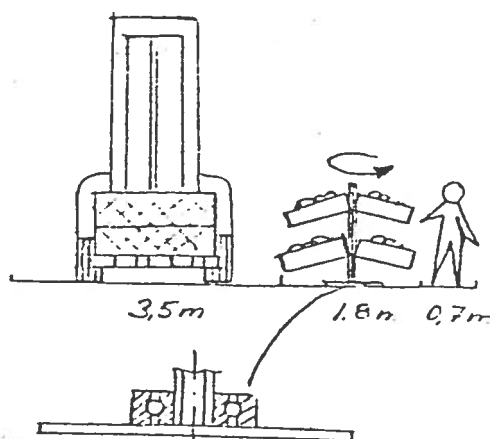
- Methods to decrease material space



Traditional material supply (Space = 100%)



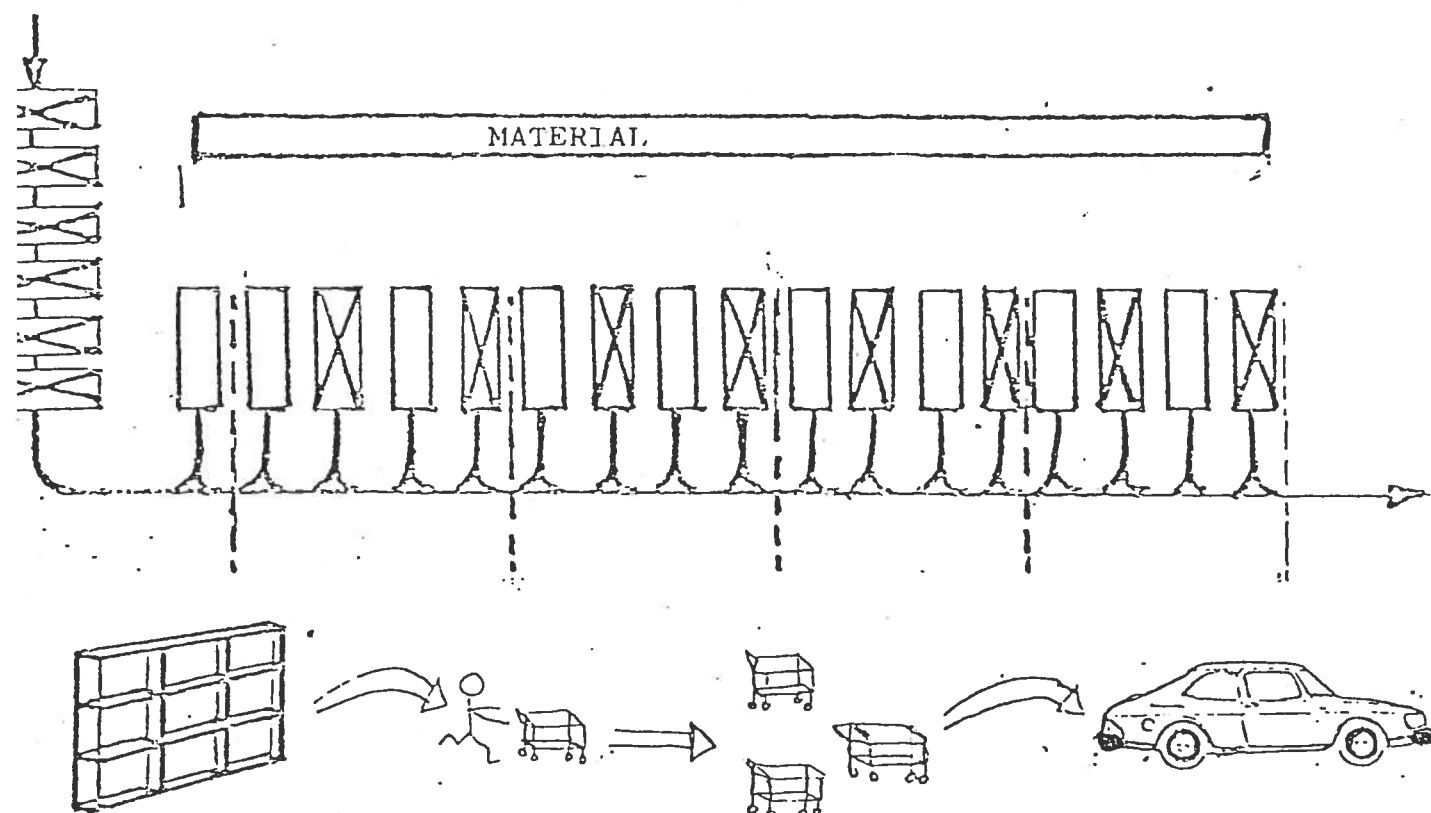
Two level stores (Space = 50%)



Rotating stores loaded by fork lift (Space = 25%)

Example

Material supply system and lay out for projected parallel system for final assembly of cars.



Lay out of material supply with manual material handlers.
The pallet loader is divided in

1. Common material, to be assembled on all objects
2. Variant replacement material, used in some types
(e.g. different colour) on all objects
3. Variant extra material, used only on some objects.

Heavy objects are being loaded in buffers before the assembly.

.5 Work organization

Production rate in working groups in parallel stations or undriven line is maintained by an agreement between union and management. If the amount is lower the salary decreases. This is no problem as the worker always works a little faster to get longer breaks. N.B.! There will always be certain working tasks which are not attractive, for example loading of material on base object in loading station. Job rotation is a solution of this problem.

In Japan and Sweden job integration is popular because it reduces the number of service people. In general the need of workers decreases 20-30 per cent. But this means that everybody must be educated to a higher level (maintenance, inspection, adjustment, transport, cleaning, administration). Job integration needs specific rules for the responsibility of the work group (inside the group and between the group and other departments). These rules must be written in an agreement between union and management.

The following list is of value because it is based on empirical data.

Rules_regulating_relations_inside_the_group

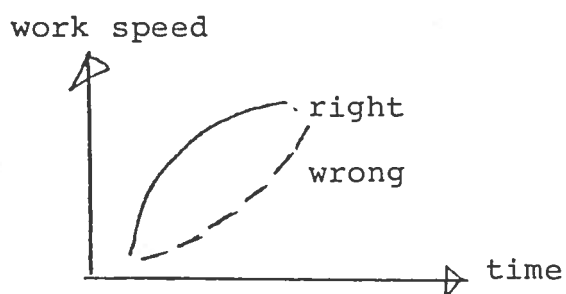
1. Training of new members
2. Job rotation scheme
3. Help
4. Liaison man
5. Recruitment of new members
6. Leaving the group for a short time? Permission
7. Cleaning
8. Production planning
9. Time measurement data
10. Salary

Rules regulating relations between the group and other departments-----

1. Against other groups at shift work
2. Lending workers to other groups
3. Transportation and material supply
4. Quality inspection
5. Adjustment
6. Maintenance
7. Meetings
8. Rationalization work
9. Budget

The main reason for group work is that it is possible to give responsibility and feedback to the group and not to all of its members. The group as a planning point gives simple administration and could be a profit center. There are two types of groups possible - every member of the group can do all jobs or the group has some specialized workers within the group. Experience from groups in Sweden focuses on specific problems and failures. The following five are common ones:

1. A good learning curve is not established.



2. Start up of all groups instead of some groups with full speed with extra manpower. This leads to lack of work speed norms.

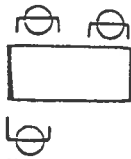
3. Knowledge in the groups is not spread. A-groups and B-groups are established. B-groups take very long time to reach the work speed because of lack of experienced workers.
4. By changing to groups, some people are willing and others resisting because they feel unsecure about the new job. Some people get a worse job (maintenance, replacement, inspectors) if job integration is established. Unwillingness to discuss these problems often lead to failure.
5. Lack of regulations means that the strong individuals in the group take the command and the group will behave like the "wild west".

3.6 Production system design and zero system calculations

We have started with two restrictions:

- 1 Possible cycletime to learn in max 8 weeks for the slow^est workers at 115 MTM. (We will get back to this later). ✓
- 2 Number of workers working on one product at the same time.

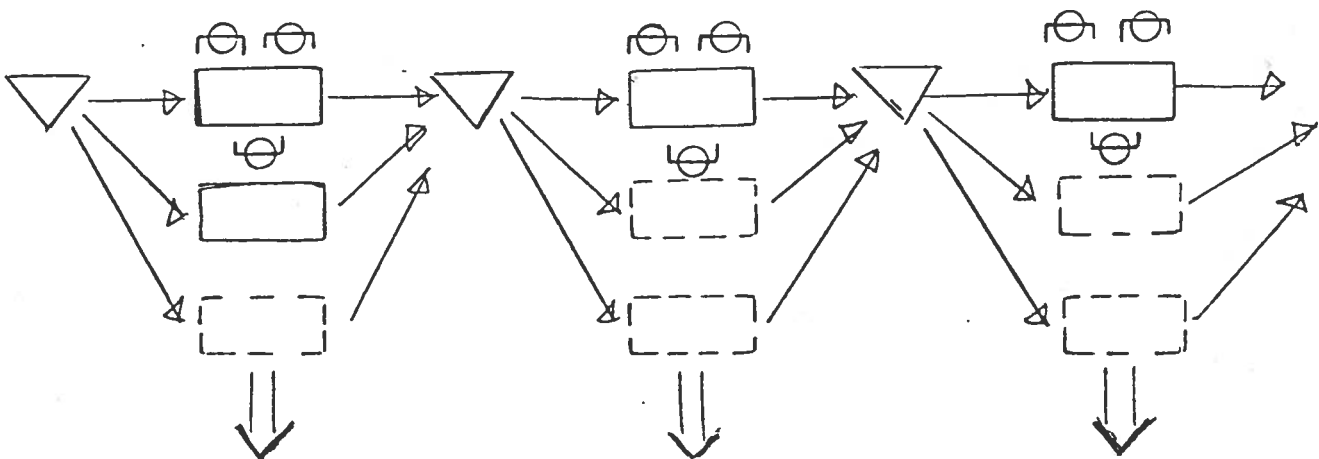
Example: In trucks learning time is 4 - 8 weeks for a work cycle of 120 minutes at 115 MTM. Possible number of workers is 3. The maximum stations than is



Cycle time $C = 120$ minutes

Total working time at this station is $120 \times 3 = 360$ min = 6 hours.

The total assembly time for a truck is about 12 - 15 hours, which means that we need 2 - 3 stations to make a truck.



By increasing the number of parallel stations we can increase the production volume from 0,5 truck/hour to 1 truck/hour to 1,5 truck/hour etc.

This restriction is from the type of product and the cost for training of workers.

Expressed in a comprehensive way one might say that the concentration of assembly workers on the same object, and the possible work cycle time with reference to reasonable training costs decide and limit the number of lay out solutions. Concentration of assembly workers and possible work cycle time chosen are dependent on the design of the actual assembly object (number of components, number of position movements, sequence dependence, etc) and how the assembly work is distributed on different sides of the object.

Example

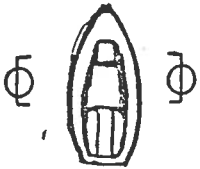
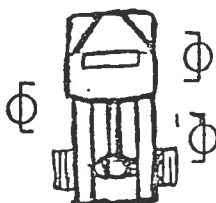
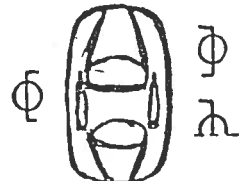
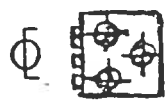
If the number of produced cars per worker per year in the final assembly are converted into working hours, one will find that similar cars from BMW and Daimler Benz totally take about 27 hours to assembly, Opel takes 10,5 hours and Toyota 7 hours. A normal car requires some 20 - 22 hours.

Opel has the shortest time of final assembly. This can be explained by the production oriented design. Opel uses only 1/2 of the number of components and 1/2 of the assembly time compared with a conventional car. The equipment (including dashboard and upholstery) is preassembled, i.e. before the final assembly line. A car has the greater part of components inside the coupé. Some of the components are even assembled by hand. By the use of preassembly, Opel has succeeded in avoiding that variants requiring long assembly time control the speed of the assembly line (variant loss).

Longer cycle time makes the training of workers important. Our experiences have shown that when the cycle time is more than 15 minutes, the learning can be brought about 10 times quicker due to so called functional learning which makes the learning costs reasonable.

Working in groups have the effect that the worker can exchange difficult tasks to easier tasks during the learning period. The worker can produce a full contribution without being able to perform all working tasks, i.e. there are no costs for the learning.

By empirical studies we have found the following data:

<u>Number of workers/baseobject</u>	<u>Cycletime</u>	<u>Work speed</u>	<u>Learning time</u>
	12,5 hour	95 MTM	1-3 weeks
	2 hours	115 MTM	4-8 weeks
	20 min	112 MTM	3-6 weeks
	10 min	112 MTM	1-3 weeks

The pedagogical research in this area has shown that there are some factors that influence the learning time. Firstly, the longer cycle time gives another type of learning because the worker understand the functions. This is called functional learning and is opposite to learning of shorter cycle time where additional learning is used. Think of the analogy of learning the meaning of a sentence (functional) instead of learning a sequence of letters (additional learning) in the same sentence. There are also other factors increasing or decreasing the learning time:

Decreasing factors are:

- o Prototype
- o Assembly instructions
- o Exploded view
- o Assymetrical details
- o Exposition of material
- o Sequence bound

Increasing factors are:

- o Number of components
- o Hidden components
- o Number of position movements

Now back to the economical calculation model.

For a specific baseobject there is "maximum station" restricted by cycle time and number of workers. This station is the basic assumption for the calculation of the zero-system. We have an assembly unbalanced time of the baseobject. This time is the chosen MTM-time (for example 115 MTM). The time in minutes are the zero-system for work cost. The minimum work time is 100% (or real salary money). From this we can compare an assembly system. Upon this 100% we get A losses in manpower.

- 1 Balance loss +?%
- 2 Variant loss +?%
- 3 System loss +?%
 - inspection people
 - adjustment people
 - instructors
- 4 Handling loss +?%
 - (higher by shorter cycle time)
- 5 Replacement pool losses +?%
 - (when replacement is not in work)
- 6 Material supply loss +?%
- 7 Maintenance loss +?%

Losses in manpower (need for extra people) is high in line production, but inefficient material supply

and ?

and sophisticated mechanical equipment gives extra need for manpower in material supply and maintenance.

Losses in manpower A and capital loss B are both of greatest interest when we are designing an assembly system. The zero-system for capital loss B is the cost for the base-object and the cost for the supply material x 0,67 (no material in the beginning of the assembly and all in the end of the assembly) during the unbalanced assembly time/ number of workers/object. This cost is of course depending of the internal percent interest and is 100% or money. Upon this 100% we get B capital losses.

I Capital loss in equipment

1. Building space
2. Assembly equipment
 - tools, jigs
 - supply material equipment (lifters)
 - baseobject handling equipment
 - maintenance equipment (spare parts, tools)
3. Transportation and store equipment
 - transport (cars, forklifts)
 - store (paletts, boxes, lifters)
 - maintenance equipment

II Capital loss in material

1. At the work stations
2. In buffer stocks of baseobject in different stages
3. In the store

III Other capital losses

1. Production stability and flexibility
 - lost production
 - cost for change in production volume;
 - learning time
 - balance work
 - overtime work
 - absenteeism

- quality level
- variant capacity

Work organization conflict frequency

- quality between departments
- waiting time of material, transport, maintenance, rigging.

2. Learning cost

- primary work
- secondary work (job integration - quality inspection, maintenance etc)

3. Cost for labour turn over.

Now we have the calculation model.

Unbalanced assembly time in minutes

(work speed in MTM)

Constant data in

Number of workers per object

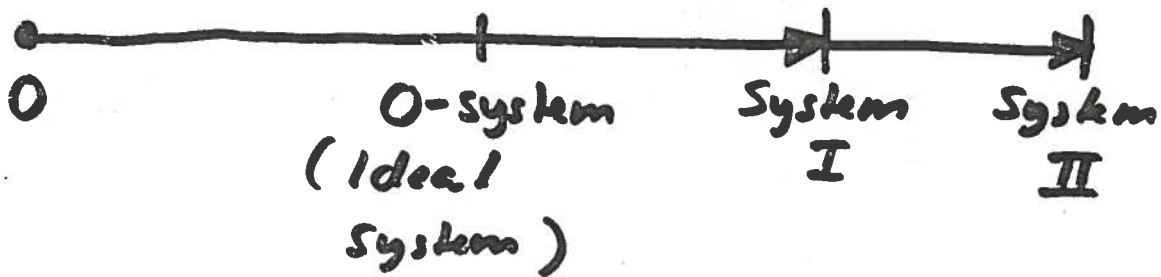
Possible cycletime in minutes

Production rate objects/hour variabel data in.

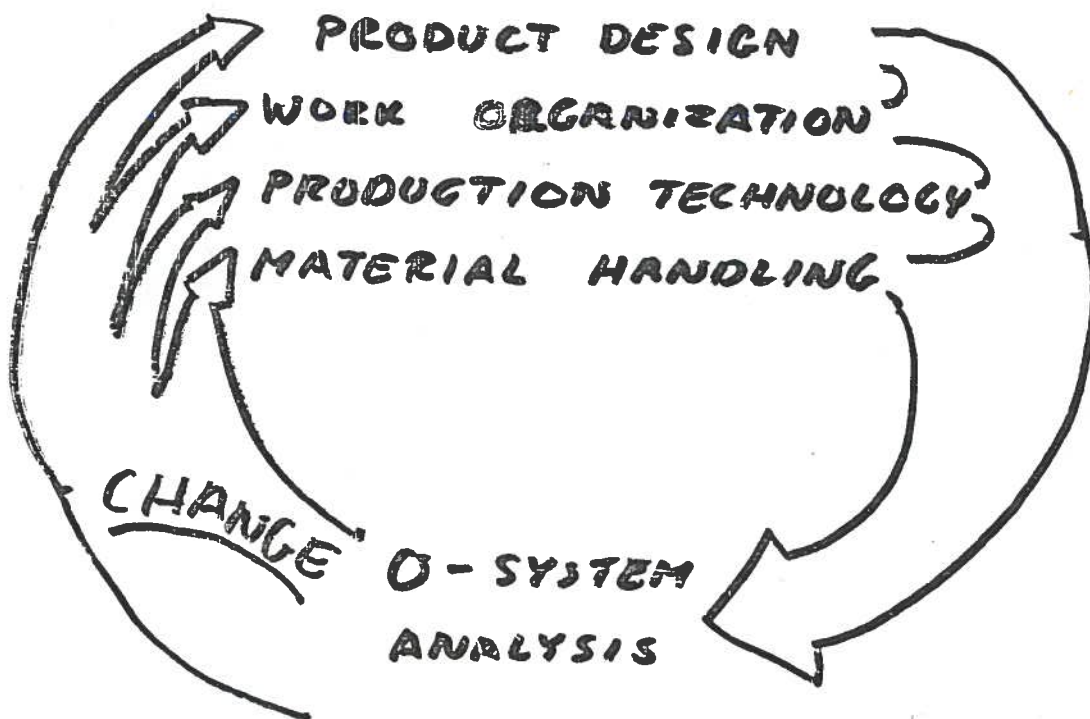
Losses manpower and capital data out.

By changing the production rate we get an instrument to measure the scale economy and where mechanization is profitable. We also get indicators for changes in the product design, the work organization, the material supply system and the flow structure.

As we can see the product design is very important for the production costs. The evaluated system are then checked for restrictions in ergonomics and meaningful work tasks.

COSTS

O- system evaluation for a specific product design



SYSTEM DESIGN PROCESS
AND EVALUATION

O-SYSTEM ANALYSIS GIVES
INDICATION TO CHANGE
PRODUCT DESIGN AND/OR
PRODUCTION SYSTEM

Evaluation of meaningful work tasks

We now get back to the social evaluations. There are a few examples from the literature how to operationalize a meaningful work task. Turner & Lauren (1966) Emery & Thorsred (1969) Huse (1975) tried to establish evaluation models. Karlsson (1979) has developed these models into the following four dimensions:

- 1 Variety
- 2 Autonomy
- 3 Responsibility
- 4 Feedback

Variety are of two different kinds. Object variety which means the total varieties different jobs, different functions and different places. This is the satisfaction variety. Motor varieties, which means different movements during a work cycle or job rotation on similar jobs but which different movements (for example load a machine with the right hand in the morning and another machine with the right hand in the afternoon). Motor variety has nothing to do with job satisfaction but are important for the workers health. Object variety often automatically gives motor variety.

Autonomy are also of two different kinds. Technical autonomy which means that the worker can work unpaced and leave the work station whenever he wants. Technical autonomy is necessary for administrative autonomy. At a machine-paced job there is nothing to administrate because the machine administrates the worker. A worker can have administrative autonomy if he rotates between 5 work stations where one is machinepaced and the other unpaced. Total technical autonomy (as perceived by the worker) has to be at 112 MTM. This means that buffer stocks must be 1,5 hours before and 1,5 hours after the worker. In manual lines, with up to 11 - 12 people buffer stocks should be

114? 115? 9? 

0?

10 min (or if longer cycle time 1 object) between workers and 1,5 hours before and after the work group. If two work groups are serie connected the buffer stocks should be 20 - 30 min between the work groups. Buffer stocks has both a technical part (waiting time) and a social psychological part (group cohesiveness and freedom from group pressure). For this discussion see Karlsson (1979) and Wild (1975).

By administrative autonomy means the possibility to administrate the work by the worker himself or by the work group. This autonomy contains one "vertical" and one horisontal aspect. The vertical concerns the relationship between workers and their superiors, especially for foreman. The horisontal aspect concerns the relationship of the worker's tasks to other functions in the company such as transport, maintenance, inspection and adjustment. If the worker or the work group takes over a lot of horisontal and vertical work (administrative autonomy) they must take responsibility for both quantity and quality. Responsibility gives work load, a work stimulation and freedom. Responsibility is the cost for freedom. To have responsibility you need feed-back. In work shops this should be within a day and evaluated. This means that the worker should know his quantity and this quality in specific terms not bad or good.

When meaningful jobs are discussed people often think that cycletime is of great importance. This is wrong because it is the total variation that is important and that autonomy is more important than variation, see Karlsson (1979). The evaluation of the meaningfulness in the work can easily be done by the above mentioned four dimensions. We also know that possibilities to social contact are of importance, but this is in most cases fullfilled if the form dimensions are fullfilled.

Car

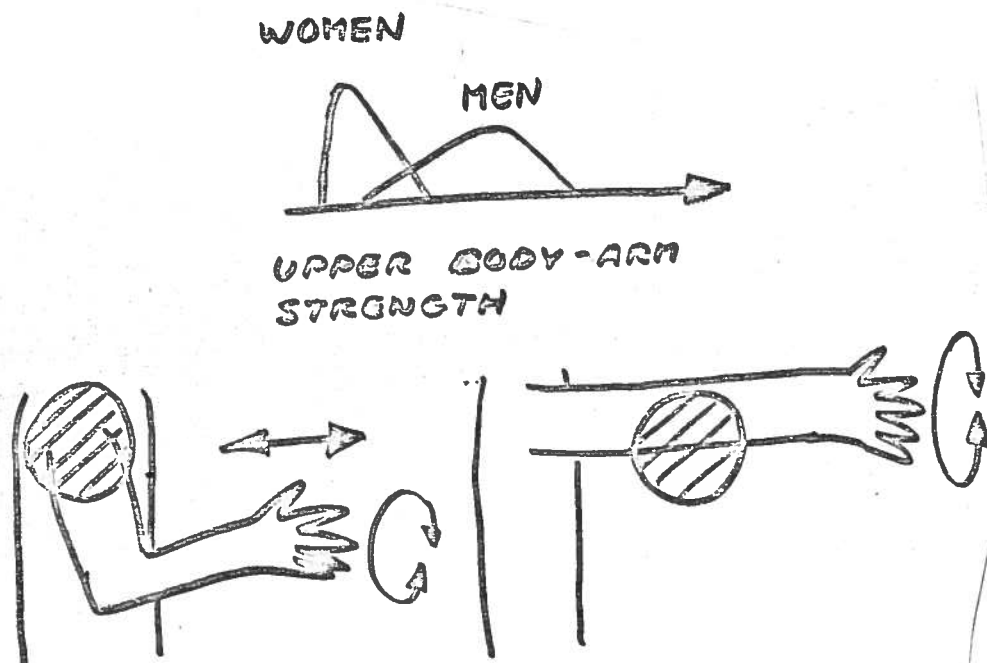
✓

By this research we have found that ergonomic problems in assembly work are of three different kinds; shoulder joints, elbow joint and back. These problems are connected to short cycle time. Longer cycle time solves the problems of bad working positions with high amount of injuries. The worker gets exercise by changing positions during the cycle. Women have about 50 per cent of the men's power in the upper body and consequently women have large problems in assembly work.

For example at a 15 seconds' stress of a muscle the relation between frequency and per cent of maximum power are as the table below shows:

Times per hour	Per cent of maximum power
150	5%
100	10%
30	15%

If the cycle time is 5 times longer the worker gets 3 times stronger.



Easily made changes in design, like replacing slotted screw by rivet can eliminate unsuitable working loads.

One should note that an increased cycle time allows for more difficult work positions and higher work loads.

Conclusions

By using the methods for analyzing the product design we have a method for design of the material supply system and the base object flow pattern for different products. By using the zero-calculation system we have a possibility to compare different systems with the zero-system. By using the evaluation model for meaningful work we can create better work conditions. It is hoped that the models developed here will aid the production system designer. In the future we hope to go deeper into concepts about products for simplified production.

Utveckling av modellteknik

Vi har funnit att en lämplig teknik att utveckla monterings-layouter och arbetsorganisation är att bygga modeller där även personal ingår i skala 1:50. Både Saab-Scania och IPA, Stuttgart har prövat bygga layouter i modlex (lego) och funnit detta byggsystem svåränvändbart, alla layouter ser lika ut.

Funktionen och ytbehov framgår klart och bristfälliga lösningar kan snabbt sorteras bort. Vi har byggt modeller för personvagnar, lastvagnar och busschassier.

Presentation av monteringsystem kan ske mycket enkelt, lätt att föra med diamagasin genom användning av färgdiafoton av modellerna. De i referensgrupperna ingående kontaktmännen kan genom att visa layouten på en overheadprojektor kompletterad med diabilderna enkelt föra diskussioner med beslutsfattare, fackliga funktionärer samt berörd personal. Kontaktpersonerna har uttryckt att denna metod är värdefull för snabb och riktig informationsöverföring. Metoden tillämpas idag av Saab-Scania, Trollhättan och Södertälje vid dialog kring alternativsystem.

Metod

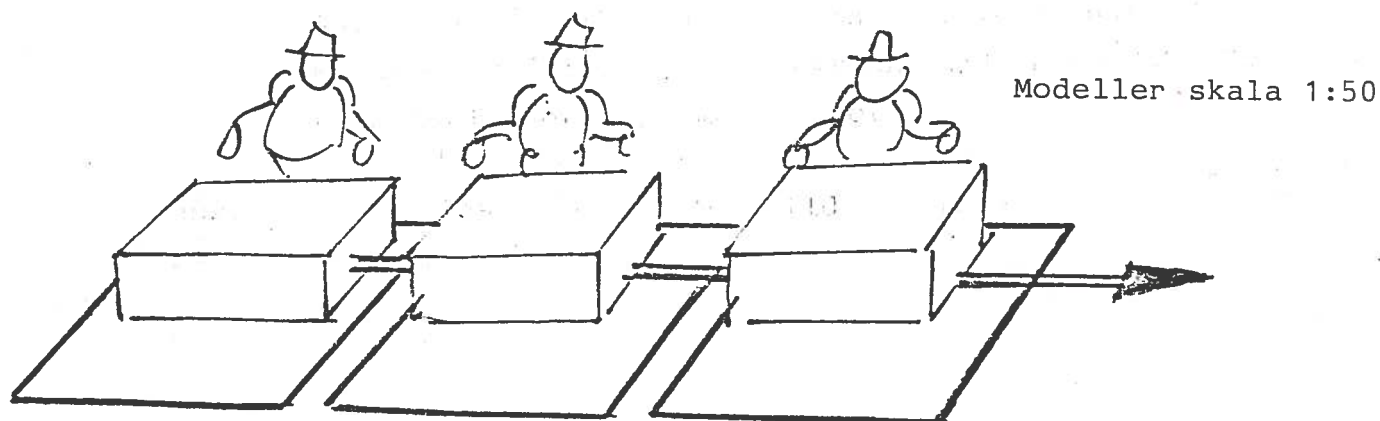
Utvecklingsarbetet har genomförts i tre steg.

- A Vidareutveckling av den modellbyggnadsteknik som används inom forskningsprojektet "Alternativ montering" (CTH 1980).
- B Seminariearbete i 4:e årskursen 1980/1981, "Principiella produktionssystem - layouter".
- C Askådliggörande med hjälp av diabildsramar med "dubbla rutor".

Under arbetet har dialog med Tomas Wahlberg, CTH:s läromedelscentral förts. Utvecklade delresultat har evaluerats vid föreläsningar i M2 godstransporter, CTH och arbetsplatsutformning delkurs II, GU, samt under dialog med industrin.

- B Seminariearbete "Principiella produktionssystemlayouter", har visat främst på praktiska svårigheter att enkelt bygga modeller som inte uppfattas som löjliga. Det är viktigt att välja modellexempel där ingående komponenter direkt vid första ögonkastet kan identifieras. Exempelvis valdes här en mopedmotor som produkt. Men på den framställda bilden finns ringa likhet. Åskådaren förvirras eller fäster uppmärksamheten på den besynnerliga motorn.

Möjligheten att via stordiabilder på modellen komplettera med ritade figurer på overhead, har visat sig vara en väg att gå. Tekniken ger dessutom möjligheter att korrigera misslyckade och obegripliga modeller. En viss spatial och konstnärlig begåvning krävs här, annars kommer perspektiven på stordia och overhead ej att överensstämma. Den resulterande bilden blir förvrängd.



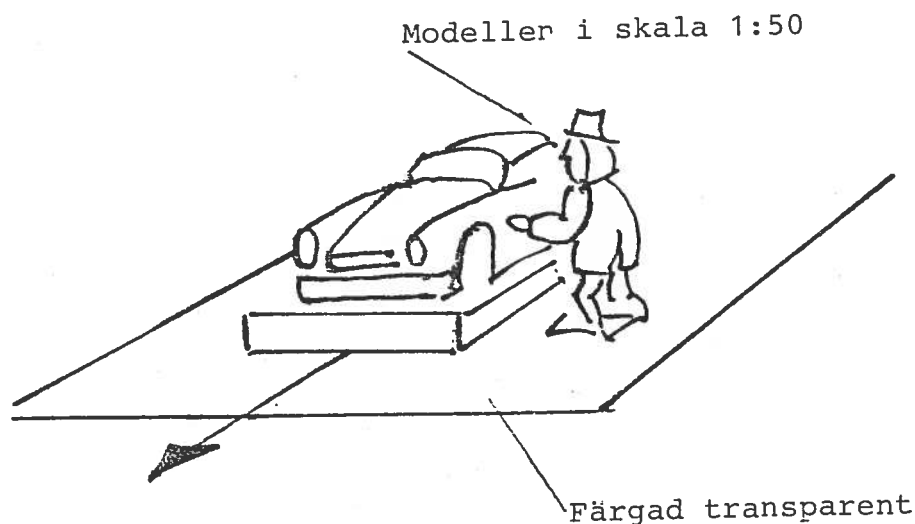
Figur 4.2 Stordiabild på modell med kompletterad skiss. Flödesriktning och stationer markerade med tuschpenna på transparent ovanför.

Resultat

Resultaten av metodsstegen A-C kan beskrivas:

- A Vidareutveckling av modellbyggnadsteknik. Användande av färgade transparenta OH-hinnor för kodning av delsteg i produktionssystem har här ökat tillgängligheten på materialet.

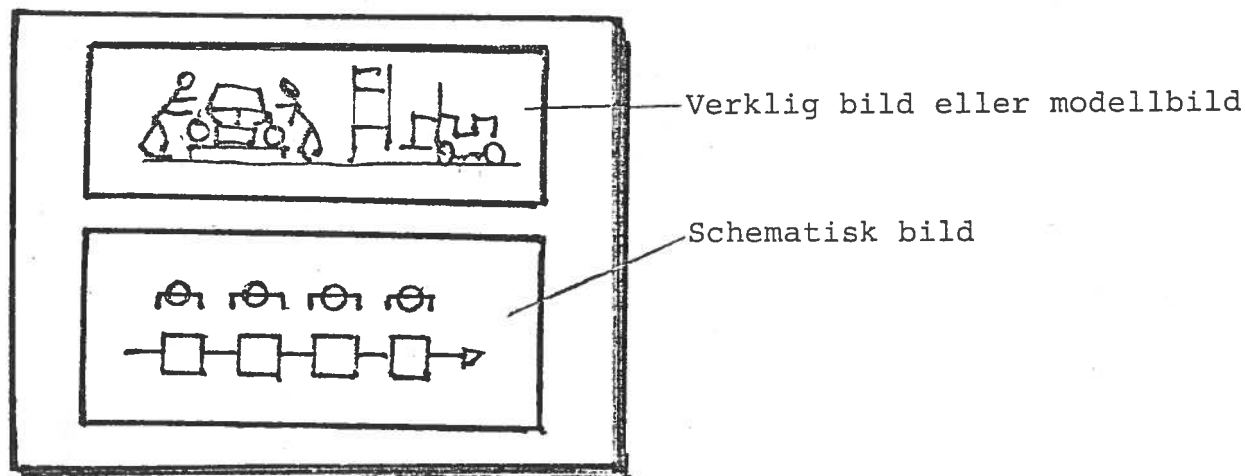
Slutresultat är 15 st diabilder visande ett produktionssystem för dieselmotorer (Saab-Scania, Södertälje).



Figur 4.1 - Genom att färgmarkera med hjälp av färgade transparenter under modellen, ökas åskådligheten hos bilden. Avsnitt särskiljes och speciella funktioner markeras.

Slutresultaten från seminariearbetet är 15 stycken diabilder, 10 stycken OH-bilder i stordiaform och en manual, 5 sidor, för modellbyggnad och avrapportering, 15 sidor, (finns tillgängliga vid institutionen).

- C Diabilder med "Dubbla rutor". Denna teknik har kombinerat schematiska layouter med fotografier från verkligheten. Denna metod är lämpligast för att sammanställa verkliga bilder, modellbilder och schematiska skisser och är enligt vår åsikt den väg som snabbast ger hög förståelse av materialhantering och industrilayouter.



Figur 4.3 Diabild med dubbla rutor, övre rutan visar bild från verklighet eller modell, nedre rutan schematisk bild.

Slutresultat, 35 stycken diabilder (bifogat bildmagasin, bild 2 och 3).

Sammanfattningsvis kan konstateras:

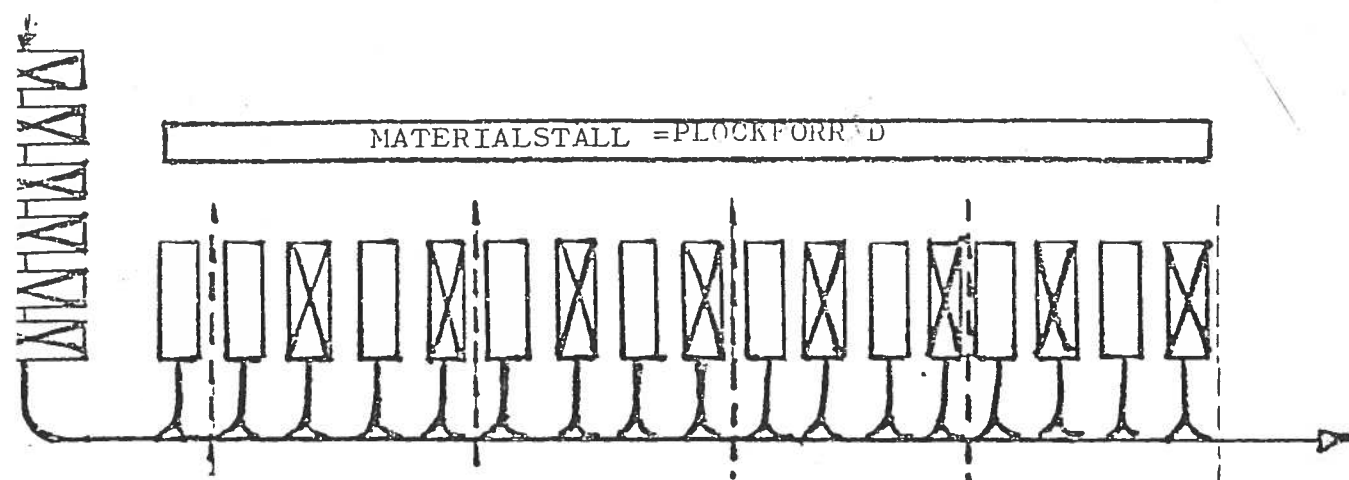
- Modellbyggnad med efterföljande diafotografering istället för principskisser, är inte aktuellt annat än vid komplicerade produktionssystem.
- Vid sådan modellbyggnad underlättas förståelse om avsnitten kodas med hjälp av transparenta OH-hinnor.

- Modellbyggnadstekniken kan, när visst basmaterial i form av modeller väl inköpts, snabbt visa ett oändligt antal system. Detta förutsätter att extrema konstnärliga eller fototekniska krav inte behöver tillfredsställas.
- Modellteknik i kombination med stordia är en intressant men tidskrävande och dyrbar variant.
- Diabilder där man använder ramar med fler än ett fönster, ger snabbt de mest åskådliga bilderna. Nackdelen är att undervisningen måste baseras på diaprojektor. Då måste projektorn medföras och möjlighet att bryta sekvens minimeras. En tänkbar väg vore att överföra dessa diabilder till stordia.

.2.1 Utveckling av materialförsörjningssystem i seriekopplade parallella kollektivsystem

Montörerna indelas i sammansatta självstyrande grupper enligt seriekopplade parallella kollektivsystem. Varje grupp består av 6 montörer, 1 kontaktman (50 % kontaktmannaskap + 50 % justering), 1 materialhämtare samt 1 ersättare. Denna grupp förfogar i vår modell över totalt 4 monteringsplatser. Dessa platser fördelas på så sätt att 3 av montörerna arbetar på 2 platser, av vilka den ena användes som buffertplats i vilken montering kan utföras.

För att undvika att den starke i gruppen tar kommandot skall ett rotationsschema upprättas, så att alla roterar på samtliga uppgifter.



Figur 4.4 Seriekopplat parallellt kollektivsystem för personvagnsmontage.

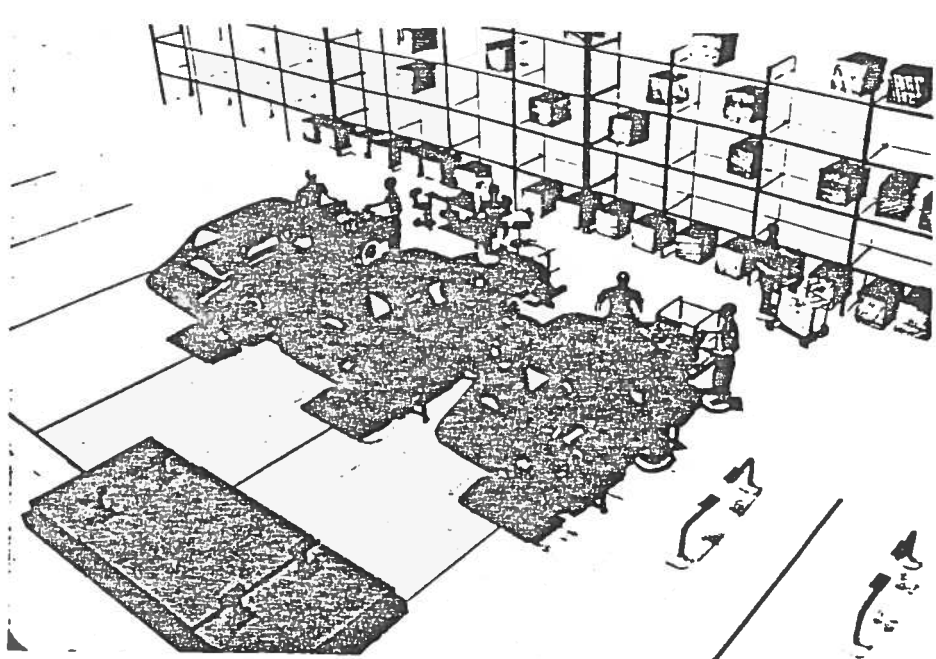
Ovan visas schematisk layout. Systemet består i vårt fall av 21 monteringsplatser, 5 grupper och 1 reservplats. Reservplatsen kan användas för exempelvis upplärning. Systemet föregås av en buffert med 6 platser.

-
- x) Se vidare Axelsson och Moberg "Analys av materialförsörjningssystem vid alternativa monteringslayouter, Institutioner för transportteknik, CTH, 1980.

Cykeltiden är 17-20 minuter och gruppen som har kvalitets- och kvantitetsansvar styr själva flödet av bilar till och från sin station.

Materialhämtdaren hämtar allt material till en bil vid varje hämtning från pallställagen, med hjälp av en s k supermarket wagon.

En av de stora fördelarna med systemet är den stora flexibiliteten vad gäller exempelvis varianter. Dessutom kan man relativt enkelt köra övertid i systemet, eftersom man i sådana fall endast behöver en eller ett fåtal grupper.



Figur 4.5 Personbilsmontering åskådliggjort med modellbygge i skala 1:50. Slingstyrd truck lämnar och hämtar bilkarosser.

Förlusttyp	Line	Seriekopplat parallell- kollektivsystem
Balanseringsförlust	12 %	1-3 %
Hanteringsförlust	6-8 %	4-5 %
Extra hanteringsförlust	-	3 %
Trp arbetarens hante- ringsförlust	-	7 %
Systemförlust (kontroll och justering)	25 %	8 %
Summa	43-45 %	23-31 %

I tabell ovan jämförs förlusterna med ett linesystem.

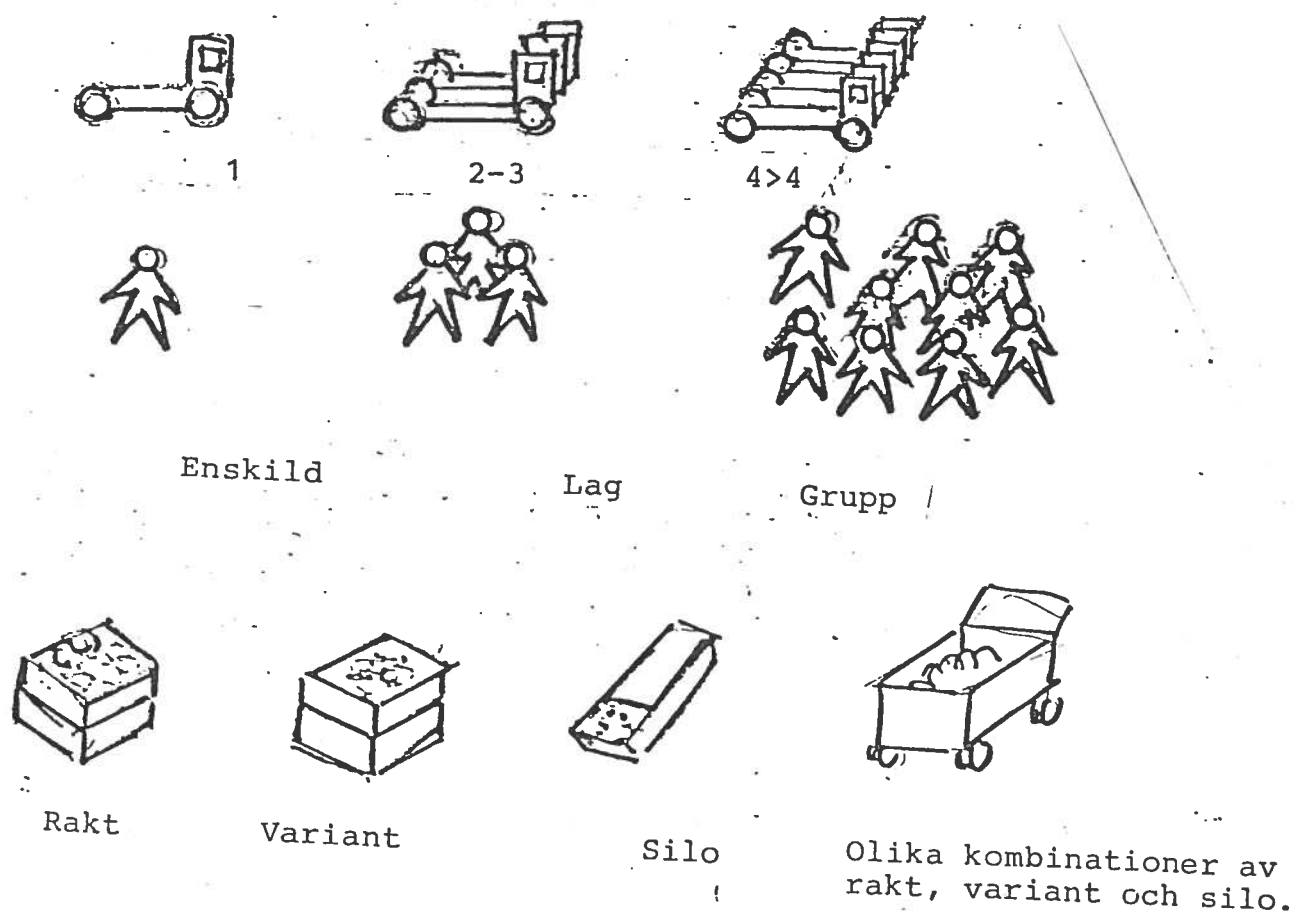
Dessutom tillkommer förluster från ersättarpolen samt variantförluster. Dessa förluster är till nackdel för den konventionella linen.

Förluster som är till nackdel för parallell-kollektiv-systemet är störprocent/fri arbetstakt. Dessa är 6 % för kollektivsystemet och 2,7 % för hela systemet.

När arbetscykeln förlängs kommer en längre tidsperiod att vara disponibel för materialhantering. Då andelen arbetstid avsedd för materialhantering beräknas som ett procentuellt påslag (5-10 %). Vid grupparbete kan en operatör ensam hämta material. Han kan gå långa sträckor och hämta material på materialtorg. Kravet på precision i tidspassning och avancerad teknik bortfaller. Det är fullt rimligt att hämta material i en vagn. En fördel med enkla och många hanteringsdon är att man kan låta flera vagnar vara tillgängliga. Väntetider på utrustning elimineras. Vidare är det fördelaktigt om grupperna själva har ansvar och sköter materialförsörjningen. Möjligheterna att anpassa vagnar för skilda monteringsystem och konstruktioner är stora.

Materialförsörjningen kan utformas genom variation av:

- 1 Antal objekt per vagn. Operatör hämtar till en eller flera lastbilar vid varje tillfälle.
- 2 Antal montörer per vagn. Vagnen disponeras antingen av enskild person, ett lag eller av en hel grupp.
- 3 Typ av material per vagn. Vagnen kan hämta rakt-, variant- och silomaterial eller kombinationer därav.

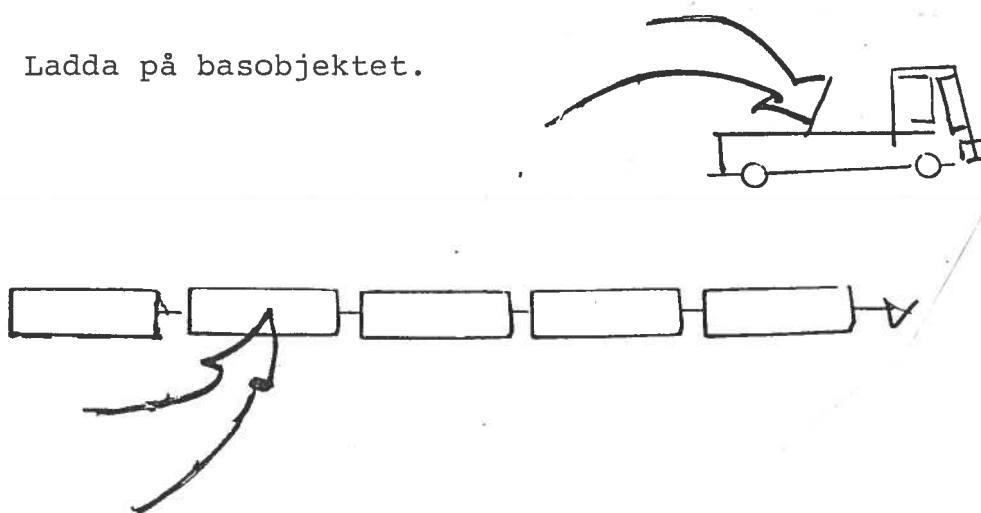


Figur 4.6 Ovan visas olika möjligheter att utforma materialförsörjning med manuell vagn.

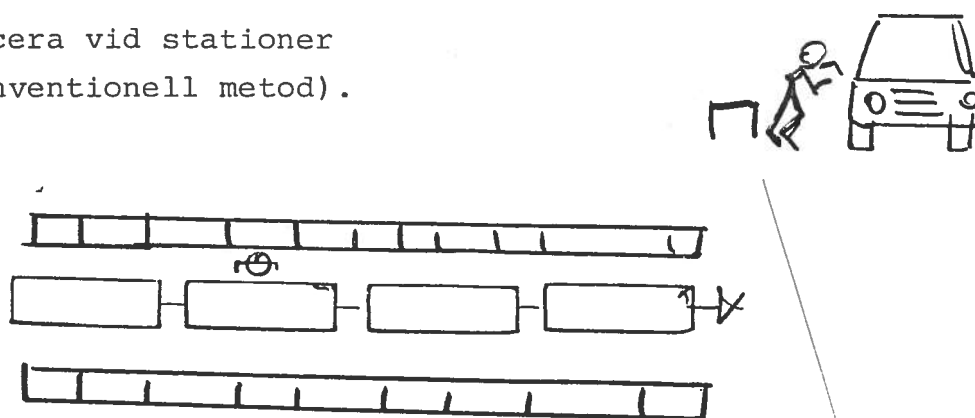
Vi ser ur exemplet i figuren ovan att vi har 7 möjliga kombinationer av material, 3 typer av objekt att hämta till och 3 typer av möjliga arbetsorganisationer. Alltså $7 \times 3 \times 3 = 63$ olika kombinationer är aktuella att välja mellan.

Som framgår existerar det ett otal möjligheter, vid materialförsörjning med manuella hanteringsdon. Noteras bör att sådan utrustning ej är dyrbar, varför det är rimligt att "skräddarsy" utrustning för ett speciellt avsnitt. Vid modellbyte, Saab 1000 istället för 900:a, utgör investeringar i befintlig hanteringsutrustning en inte lika svår restriktion. Det kan vara tillräckligt att byta ut några av vagnarna. Volvo Buss i Borås använder manuella vagnar, i vilka operatörerna plockar material. Fyra principer för materialförsörjningen existerar.

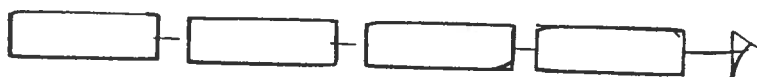
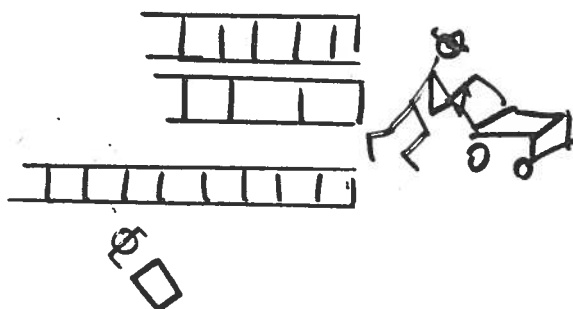
- 1 Ladda på basobjektet.



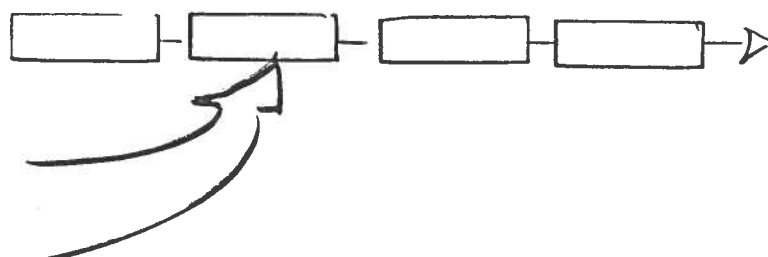
- 2 Placera vid stationer
(Konventionell metod).



3 Materialtorg



4 Giftermål



Val av materialförsörjningsprincip dikteras av tillsatsmaterialiets synkronitet (hur unik artikeln är), tillsatsmaterialiets frekvens (hur ofta artikeln förekommer) samt till vilken grad produktionssystemet sorterar om bland basobjekten.

Syfte - metod - avgränsning

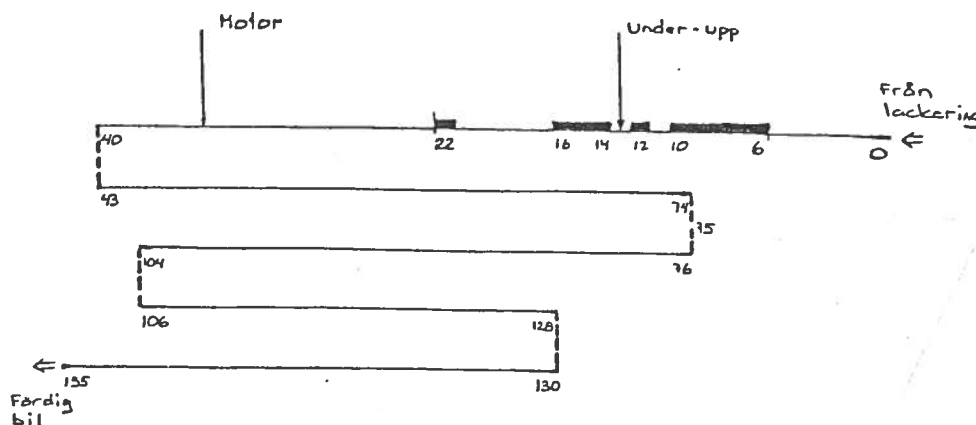
Vårt syfte med detta arbete har varit att undersöka om det är möjligt att med hjälp av vagnar eller annan typ av materialbärare överföra material från plockförråd till arbetsplatsförråd. Om detta visat sig möjligt skulle vi konstruera ett antal materialbäraralternativ. Data hämtas från Saab-Scania, Trollhättan.

För att möjliggöra detta arbete har vissa avgränsningar gjorts. Dessa är i princip av två slag:

- Förutbestämda genom önskemål från Saab.
- Av oss föreslagna begränsningar vilka har för avsikt att underlätta materialhanteringen.

Till den första typen hör:

- Vi har endast studerat stationerna 6-10, 12, 14-16, 22 på nuvarande line enligt nedanstående figur.



Figur 4.7 Nuvarande A-line hos Saab i Trollhättan, med de av oss speciellt studerade avsnitten markerade.

- I det studerade avsnittet utföres 36 minuters total monterings-
ringstid, vilket i vårt fall skall fördelas mellan tre
montörer.
- I det totala materialflödet från godsmottagning till arbets-
platsförråd, har vi studerat avsnittet från plockförråd
till arbetsplatsförråd.

De av oss föreslagna begränsningarna är:

- För att underlätta hanteringen av materialbäraren rekomen-
derar vi att följande artiklar laddas direkt i bilen:
 - . Samtliga bromsrör (8940074, 8940108, 8940157)
 - . Kopplingsslang (8935124)
 - . Bakre stötfångare (8257479 alt 8938359)
 - . Pedalställ (8941593 alt 8938359, 8935165, 8940538)
- Mellanlägg 7071061, 7071079, 7071087 överföres med fördel
till silo.

Förutom dessa avgränsningar kan nämnas att vi ej gjort någon
ekonomisk bedömning av våra förslag. Dessutom har vi i samråd
med Saab-Scantias personal antagit att vi kan konstruera en
materialbärare efter en "tung" variant (Saab 900 Turbo, USA,
manuell växellåda, vänsterstyrd) så att denna blir användbar
för samtliga andra varianter.

För att kunna utföra detta arbete har vi utfört följande aktivi-
teter:

- "Inventering" av backmaterial utefter hela A-linen hos
Saab i Trollhättan. Detta för att ge oss en första kontakt
med materialet. Resultat från denna inventering finns
arkiverad hos Institutionen för transportteknik, CTH.
- Fotografering av utplockat material. Detta för att på ett
enkelt sätt dokumentera utseendet på detta material.

- Konstruktion och bygge av olika materialbärare (enklare prototypbygge).
- Laddning av de olika materialbärarna för att avgöra om de är lämpliga för avsett material, och fungerar i praktiken. Detta dokumenterades genom fotografier.
- Dialog med representanter från Saab-Scania, Trollhättan.

Artiklar inom det valda avsnittet

Detta nya delsystem skall försörja ett antal parallella grupp-, monteringsplatser.

I detta specifika monteringsavsnitt utföres 36 minuters total monterings tid per bil. Med montörstätheten 3 ger detta en cykel-tid på 12 minuter.

Transportsysslan, vilken enligt Karlsson (1979) kan ombesörjas av gruppen, skall rotera mellan gruppmedlemmarna. Denna transportsyssla belägger transportören till 50 %, resten av tiden sysslar han med tilläggsuppgifter.

Skillnaden mellan detta system och traditionell line, är att material skall tillföras flera parallella monteringsplatser mot en i linefallet.

Uppgiften består således av att utveckla ett materialförsörjningssystem anpassat till ovanstående gruppmonteringssystem. Vidare skall materialbärare konstrueras.

I det studerade avsnittet monteras i stora drag följande detaljer:

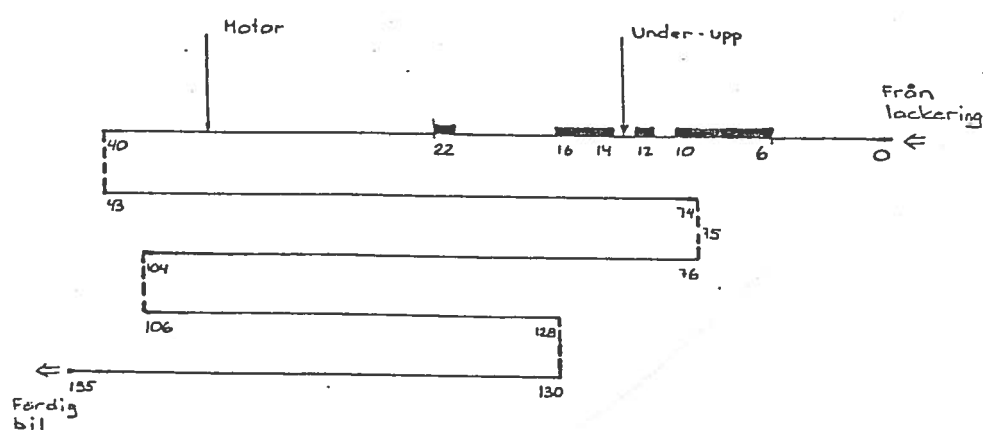
- Station 6: Bromscylander + bromssystem, svängarmar.
- Station 7: Fjädring, dekorlist runt hjulhus.
- Station 8: Huvlås och bromsrör.
- Station 9: Stänkskydd, dekorlist samt fjäderstöd.
- Station 10: Stänkskydd, dekorlist samt fjäderstöd.

Station 12: Motorkudde, diverse fästen, gasvajer samt ledningsnät.

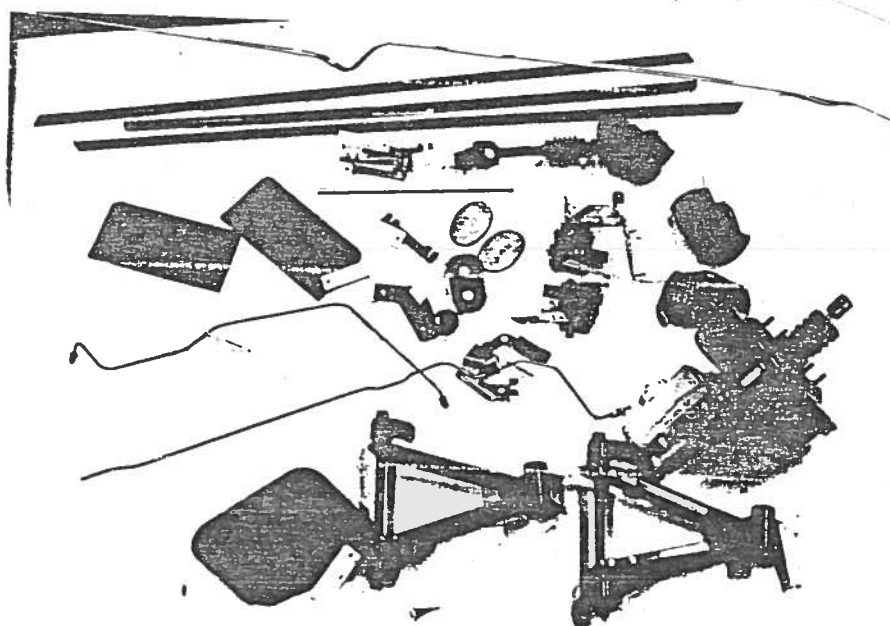
Station 14: Mellanaxel, ledningsnät.

Station 15: Skyddsplåt, pedalställ, gaspedal, koppling, antennkabel samt gummibuffert.

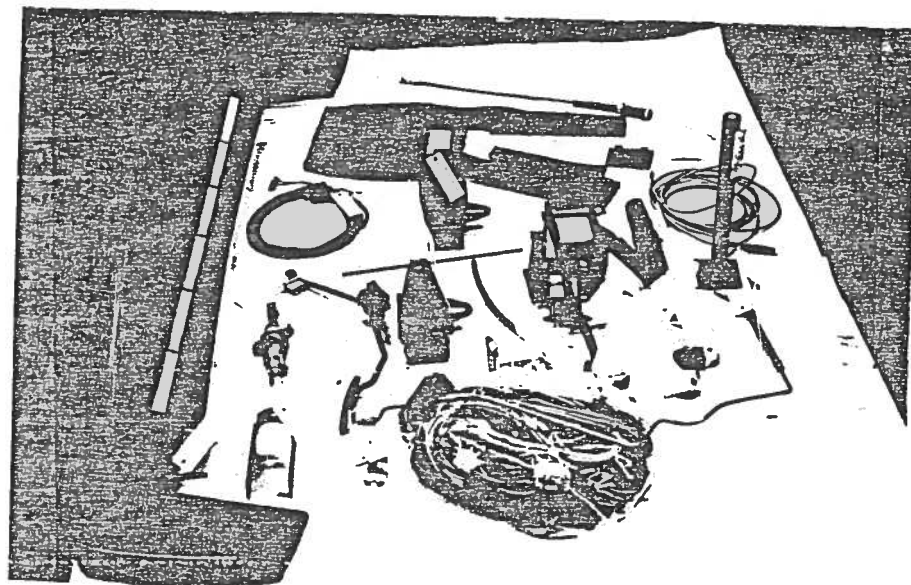
Station 22: Stötfångare.



Figur 4.8 Nuvarande (1980) A-line hos Saab i Trollhättan, med de av oss speciellt studerade avsnitten markerade.



Figur 4.9 Fotografi på allt rakt material som monteras inom detta avsnitt. D v s det material som är lika på samtliga vagnar.



Figur 4.10 Fotografi på variantmaterial (till 900 turbo, USA vänsterstyrd manuell) som monteras inom detta avsnitt.

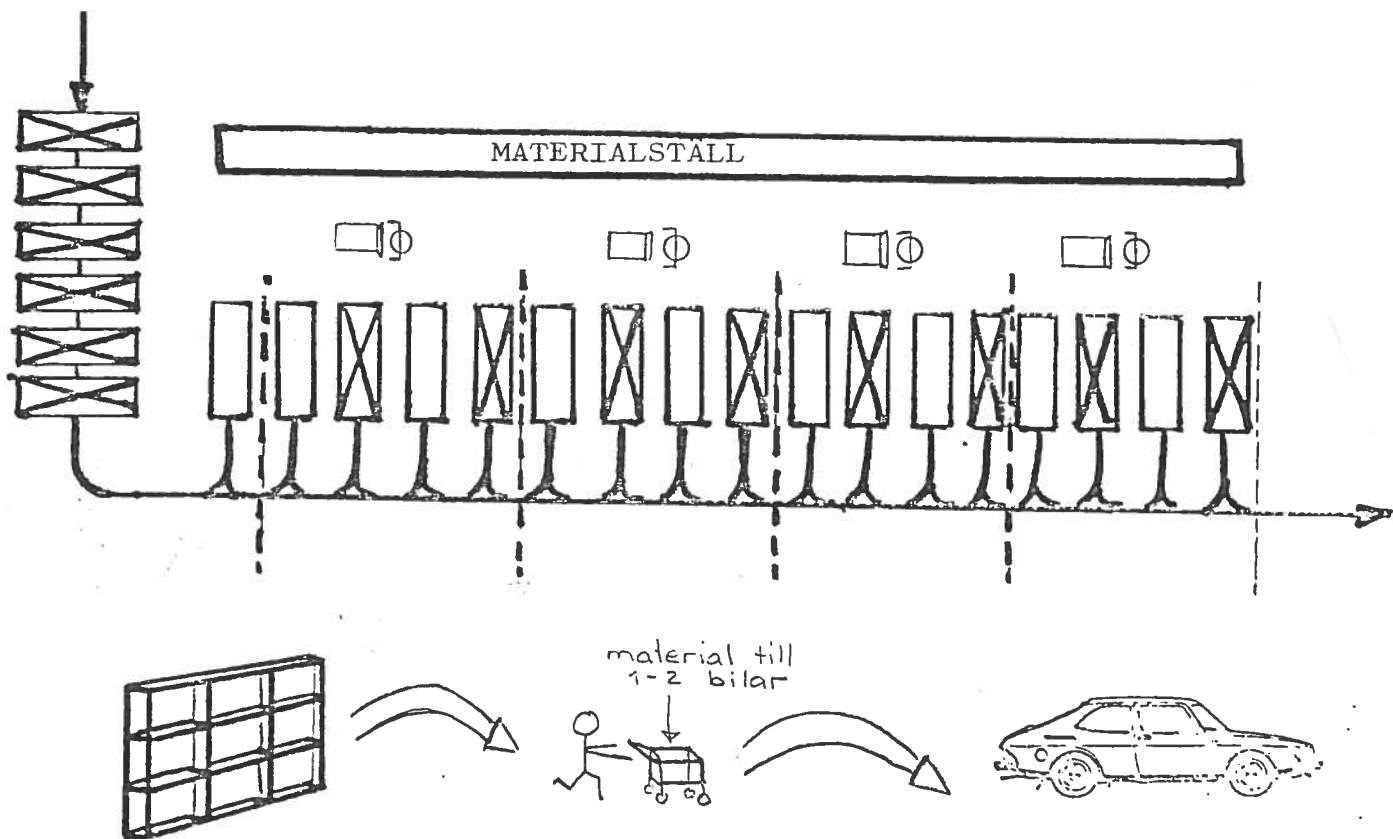
Utskiljande av material; detta utfördes i samråd med Saab:s personal, samt med hjälp av Saab:s materialenhets datalistor. Därvid framkom att det på det utvalda banavsnittet fanns 22 raka artiklar och 36 variantartiklar.

Vid samråd med Saab:s personal beslöts att utesluta särskilt skrymmande och tunga artiklar, vilka ansågs ej kunna medföras på materialbärare. Dessa är 3 bromsrör, två stötfångarvarianter samt 4 pedalställsvarianter och kopplingsslang. Härfter återstår 19 raka och 29 variantartiklar.

Alternativa försörjningssystem för det valda avsnittet^{x)}

Nedan redovisas sju förslag till försörjningssystem som framkommit under arbetets gång. Viktigt är dock att komma ihåg att antalet möjliga förslag är mycket stort.

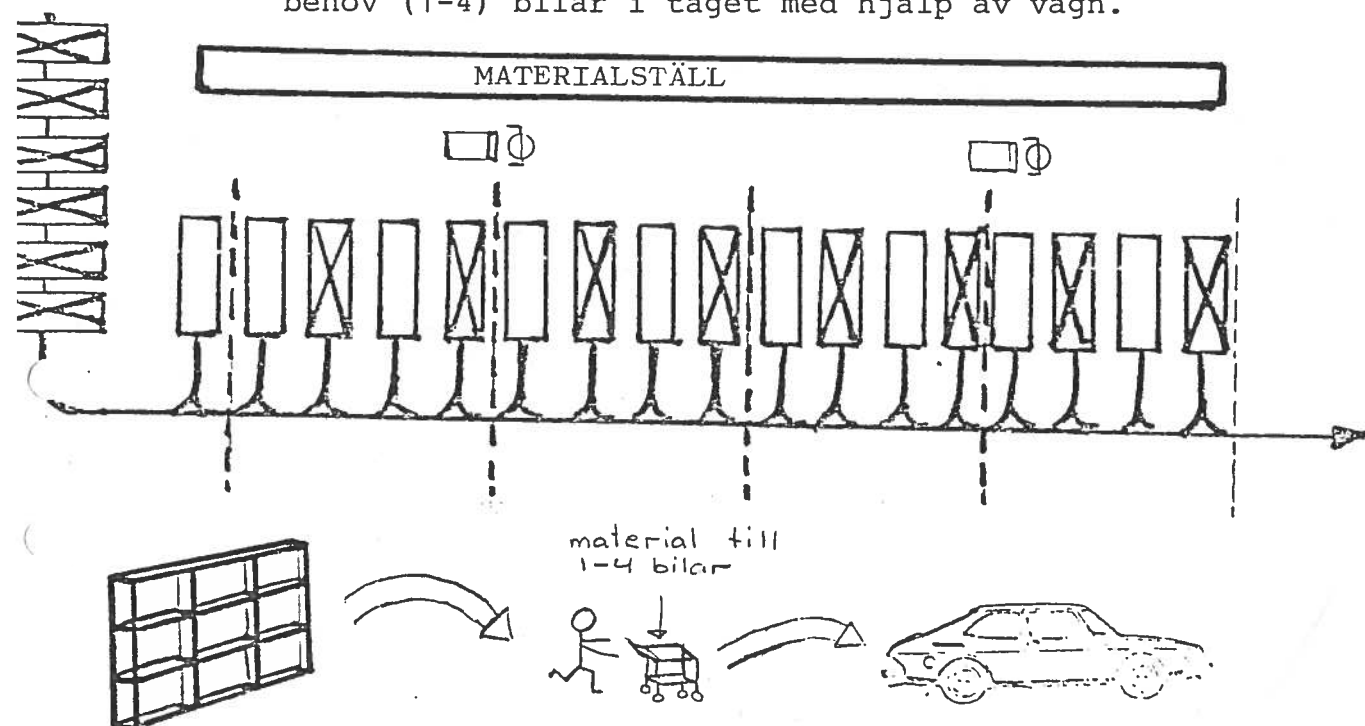
- 1 Transportör i gruppen hämtar för gruppens behov material till 1-2 bilar i taget med hjälp av vagn.



Figur 4.11 Transportör i gruppen hämtar.

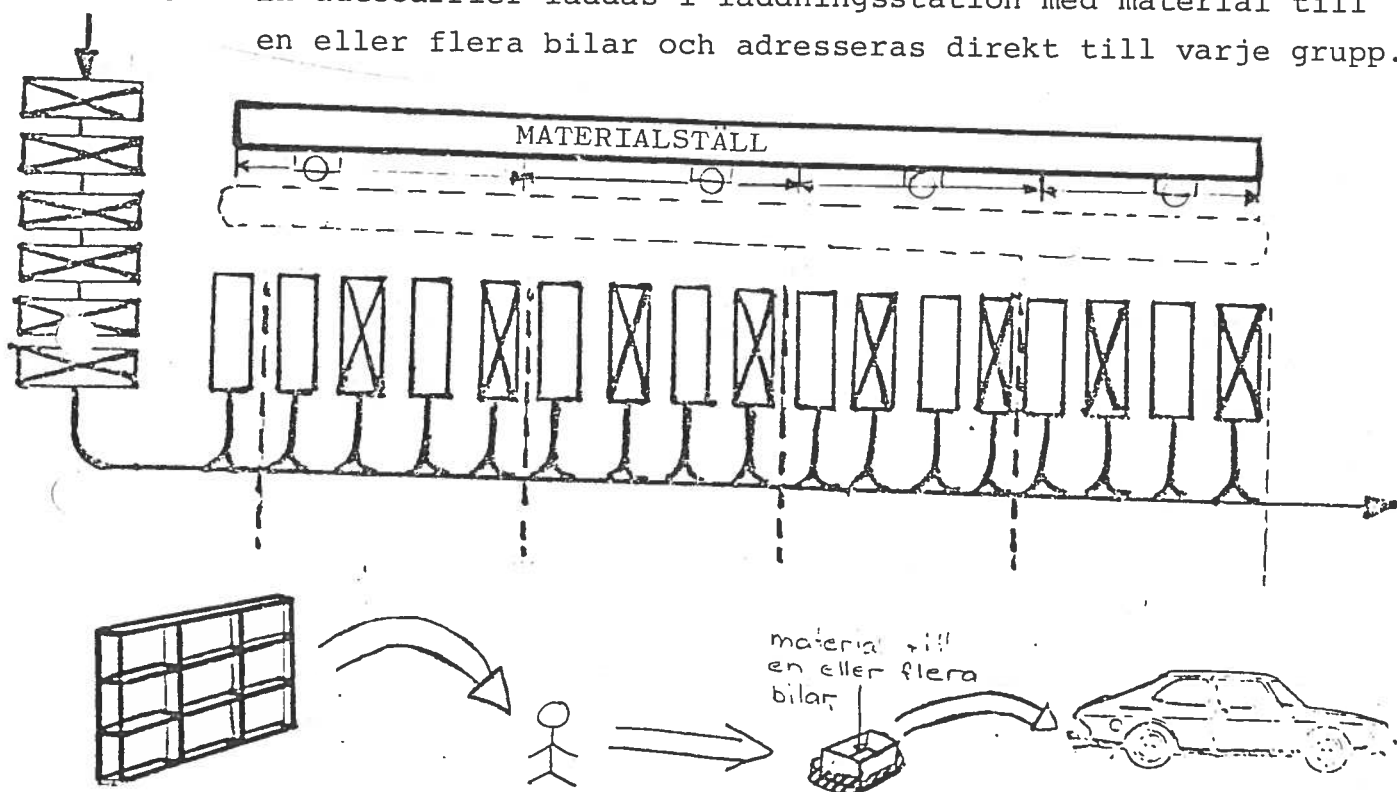
x) För noggrannare beskrivning, se Axelsson och Moberg, CTH, 1980.

- 2 Transportör ur en grupp hämtar material för 2 gruppers behov (1-4) bilar i taget med hjälp av vagn.



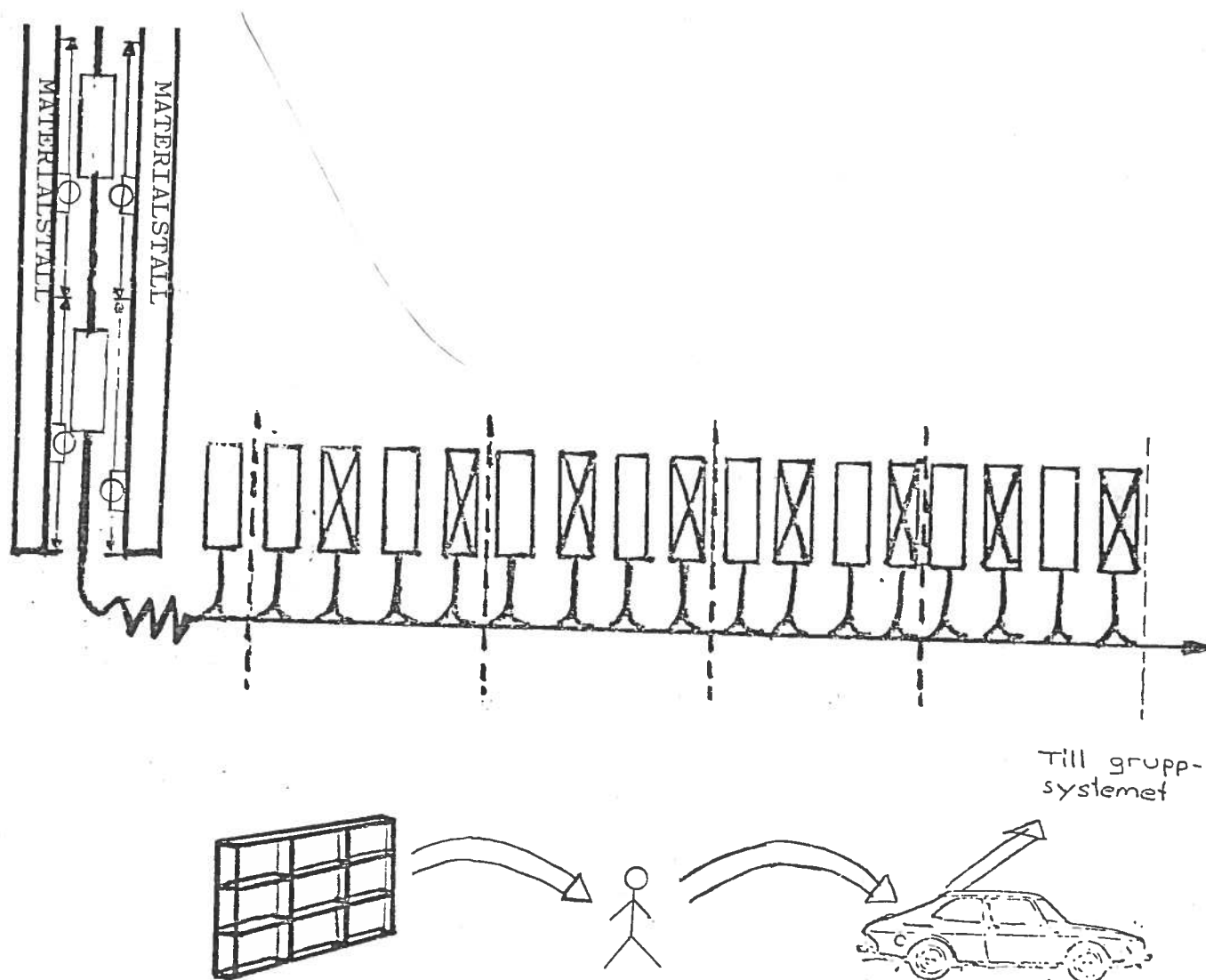
Figur 4.12 Transportör ur en av två grupper hämtar material för två grupper.

- 3 En autocarrier laddas i laddningsstation med material till en eller flera bilar och adresseras direkt till varje grupp.



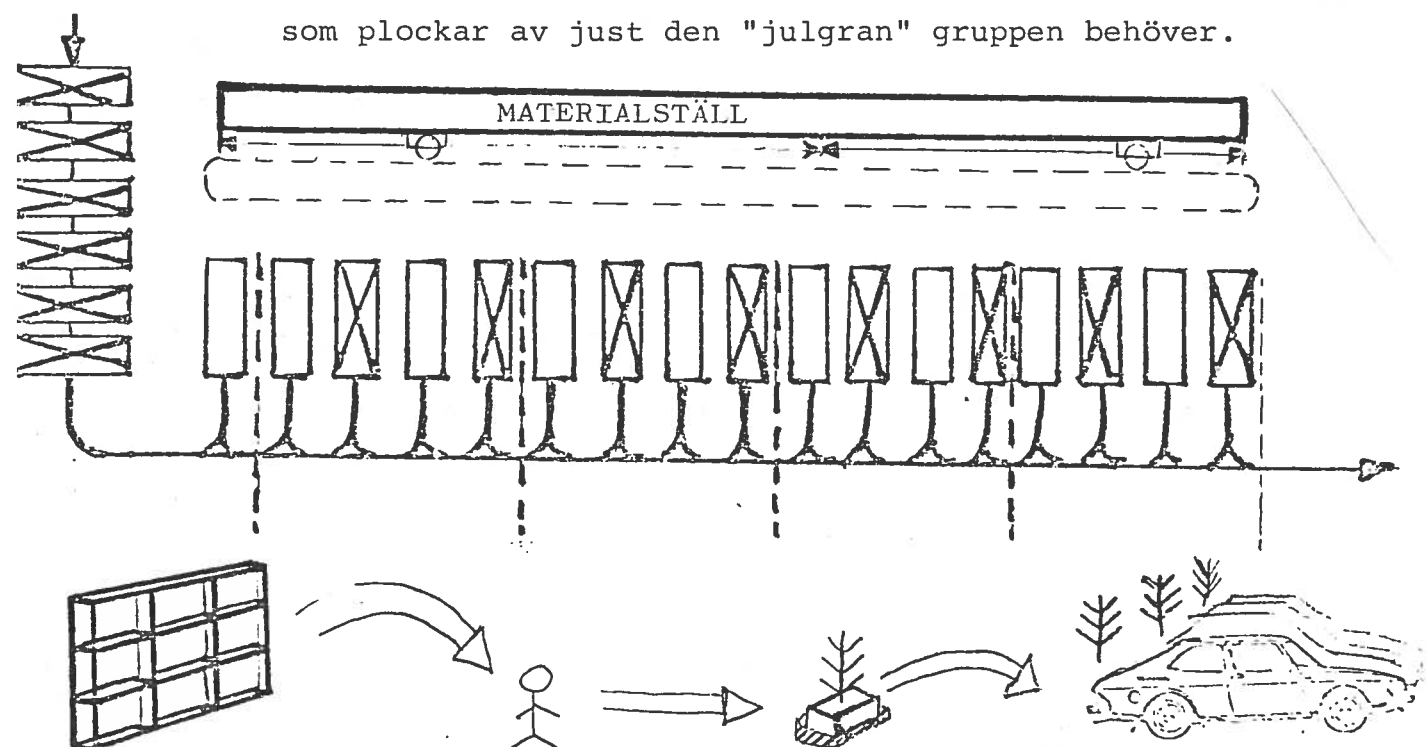
Figur 4.13 En autocarrier laddas med material.

4 Varje bil laddas med material i en station före grupperna.



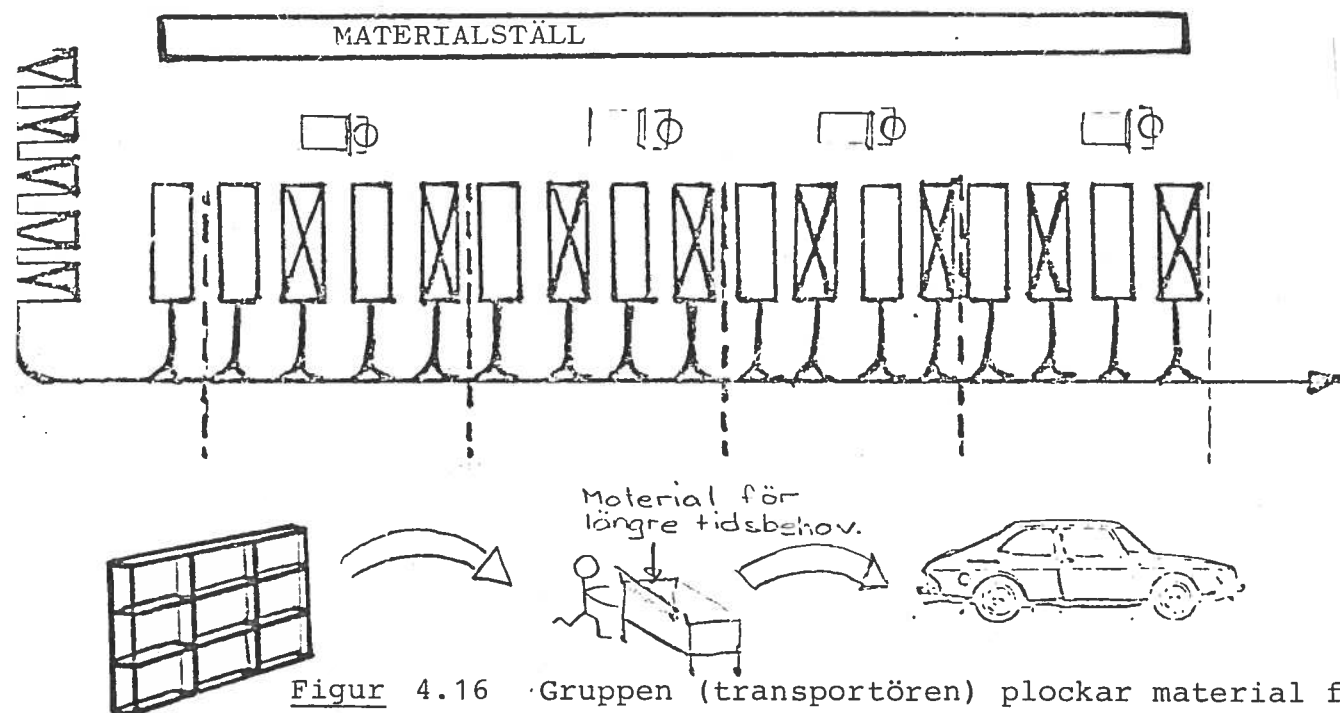
Figur 4.14 Varje bil laddas med material i en station före grupperna.

- 5 En autocarrier med löstagbara "julgranar" (som var och en förses med material för specifik bil) får passera gruppen som plockar av just den "julgran" gruppen behöver.



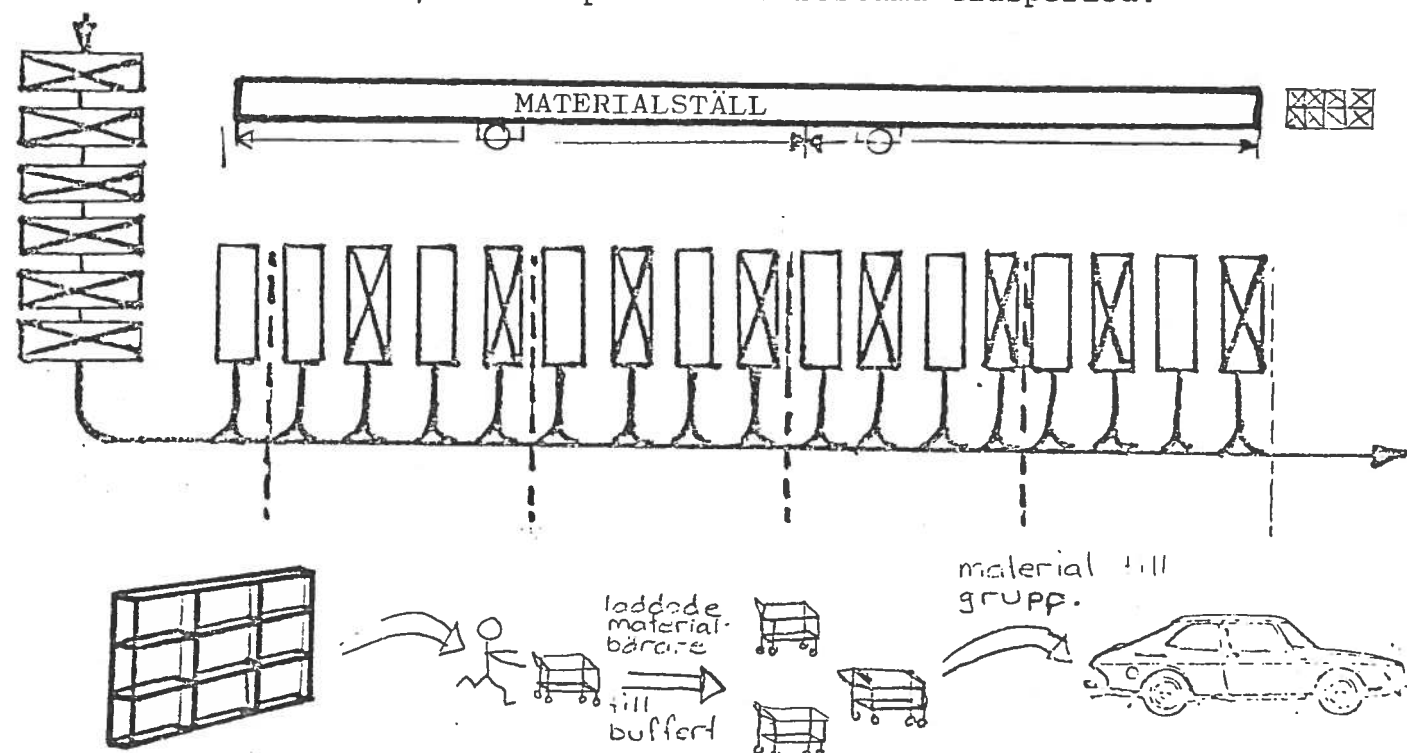
Figur 4.15 En autocarrier med löstagbara "julgranar".

- 6 Gruppen plockar material för en längre tidsperiod (flera bilar åt gången).



Figur 4.16 Gruppen (transportören) plockar material för gruppens behov under en längre tidsperiod.

- 7 Speciell "laddare" laddar och bufferterar materialbärare satsvis, för en på förhand bestämd tidsperiod.



Figur 4.17 Speciella "laddare" laddar och bufferterar materialbärare.

Axelsson & Moberg analyserar det material som tillförs avsnittet map:

- materialets fysiska egenskaper
- antalet komponenter och deras fördelning på förekommande varianter

Försörjningssystem 1-7 utvärderas map:

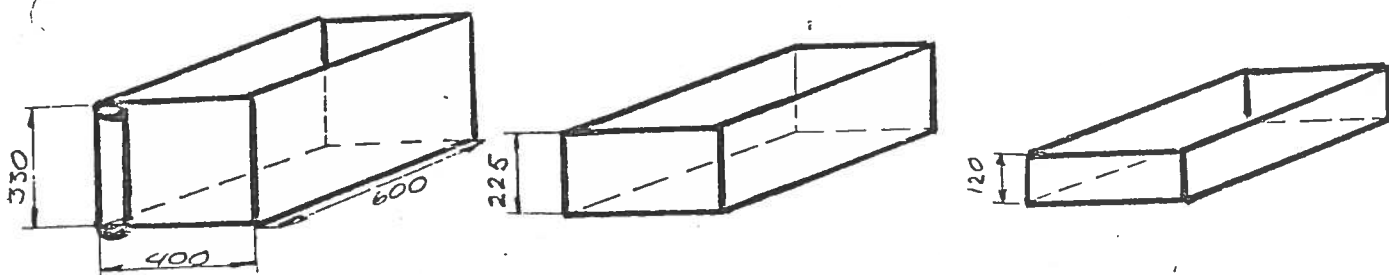
- krav på information till operatören
- ytbehov
- antal materialbärare som erfordras
- flexibilitet
- kapitalbindning
- gång och plocktider

Av de beskrivna systemen väljs sedan system 7, då detta ställer relativt små krav på styr- och informationssystem. Dessutom är systemet flexibelt och möjliggör upparbetning hos såväl montörer som materialladdare. Den största nackdel, är det större ytbehov som detta förslag kan medföra.

Konstruktion av materialbärare

När vi skall konstruera materialbärare, utgår vi ifrån förslag nummer 7 ovan, detta vill säga satsvis plockning. I detta konstruktionsarbete använder vi oss av tre olika grundprinciper:

- 1 Standardiserad materialhanteringsutrustning skall användas.



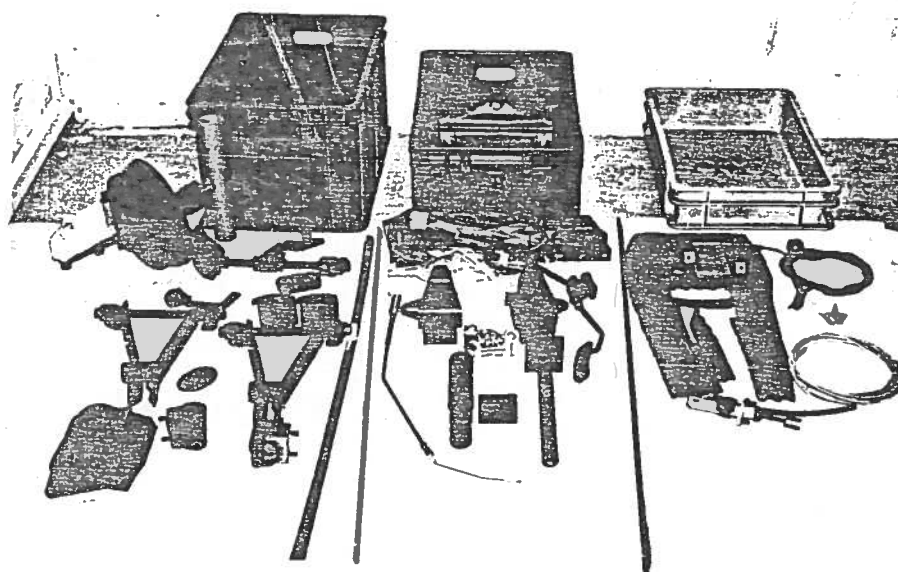
Grundtanken i detta förslag är att kunna lösa materialhanteringen på ett så enkelt sätt som möjligt, utan onödigt raffinerade tekniska lösningar. Helst skall standardutrustning kunna användas.

Med ovanstående i bakhuvudet, och med tanke på att vi för det aktuella lineavsnittet har ett föga skrymmande material, (om bromsrör, stötfångare och pedalställ laddas separat) har vi kommit fram till att materialhanteringen helt enkelt kan lösas med hjälp av 3 stycken modulbaserade staplingsbara plastbackar/bil.

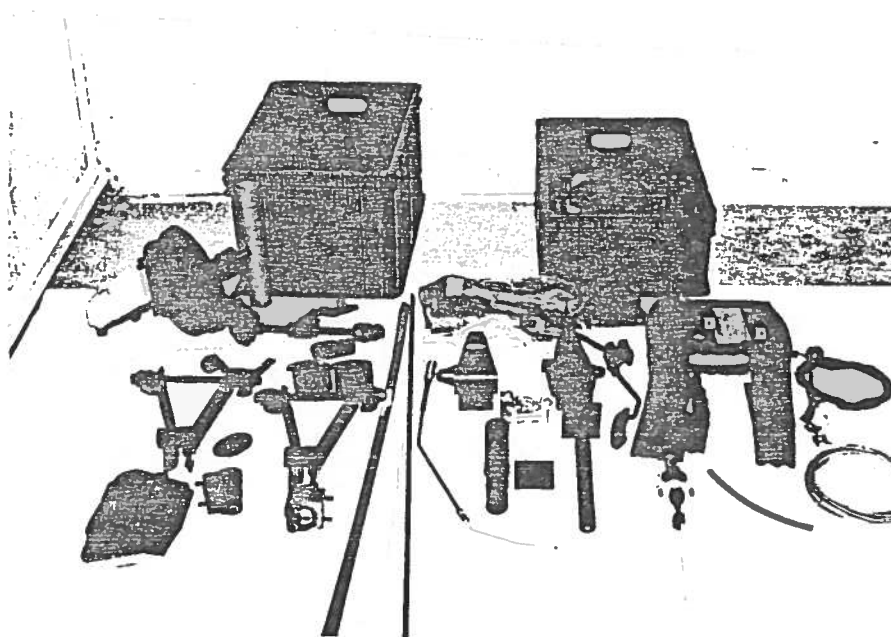
Dessa tre backar, som är av olika volym, men har samma bottenarea, laddas så att allt rakt material, allt ersättningsmaterial, och allt tillkommande material, laddas i varsin back. På backen för rakt material fästes ett rör i vilket dekorlister placeras.

Eventuellt kan man nöja sig med två backar, om det tillkommande materialet laddas tillsammans med ersättningsmaterialet.

För att åskådliggöra dessa alternativ (2 eller 3 backar) visas nedan bilder på backarna samt det material (till 900 Turbo, USA, vänsterstyrd, manuell) som skall ligga i dessa.

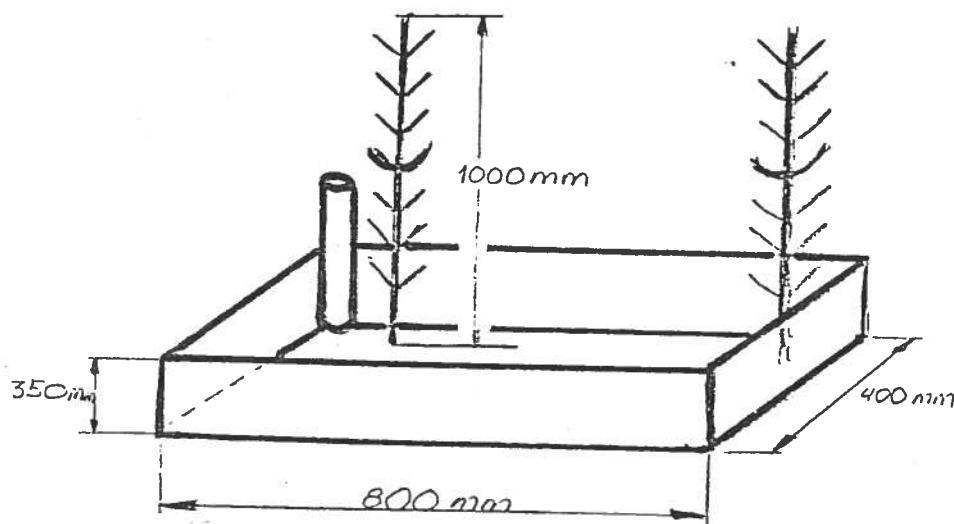


Figur 4.18 Trebackarsalternativet, med material som skall ligga i respektive back.



Figur 4.19 Tvåbackarsalternativet, med material som skall ligga i respektive back.

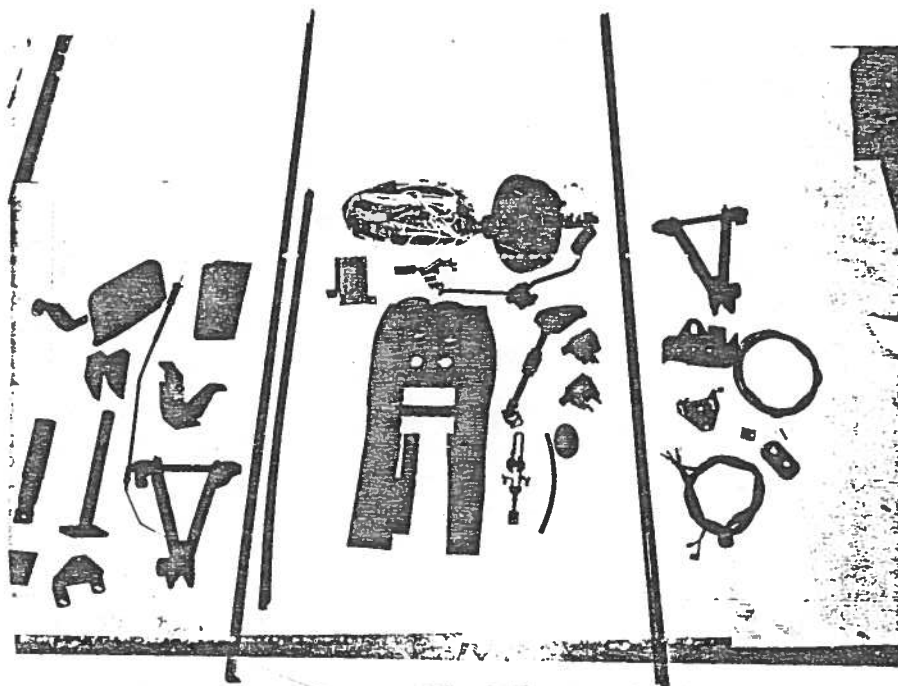
- 2 Specialkonstruerad materialbärare där man vill placera materialet så överskådligt som möjligt. Detta kan uppnås genom att materialet hänges på en så kallad "julgran".



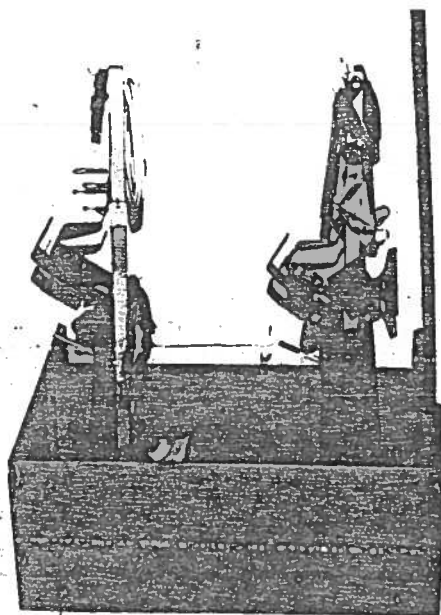
Figur 4.20 Julgran.

I detta alternativ har vi, till skillnad från föregående, specialkonstruerat en materialbärare med avseende på det utvalda materialet. Tanken har varit den, att så mycket material som möjligt skall hängas. Detta för att ernå så god överskådlighet som möjligt.

Vilket material som skall hängas respektive läggas, och hur materialbäraren ser ut när allt material laddats, visas på nästa sida.



Figur 4.21 Här visas vilket material som skall hängas respektive läggas i "julgransalternativet". Materialet i mitten skall läggas, medan det andra hänges på var sin "julgran".



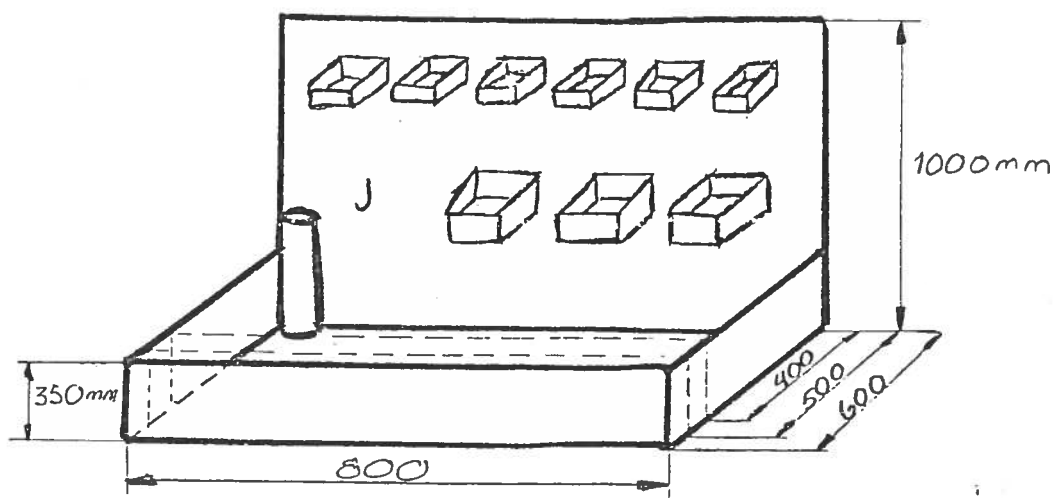
Figur 4.22 "Julgran" laddad med material.

För att underlätta den individuella hanteringen av materialbäraren, förses varje materialbärare med 4 st svängbara hjul.

Vid förflyttning av materialbäraren, drar transportören denna i någon av "julgranarna".

Hjulen skall vara så stora, att man vid laddningen skall kunna köra under en pallyftare. Tack vare detta, och på grund av materialbärarens mått 400x800 mm (1/3 EUR-pall) kan tre materialbärare samtidigt dras på en pallyftare vid laddningen.

- 3 Specialkonstruerad materialbärare enligt 2, men där merparten av materialet lägges i boxar.



Figur 4.23 Material i boxar.

Vid konstruktionen av denna materialbärare använde vi vår artikel och objektsanalys vad avser vikt, storlek, ömtålighet och hängbarhet hos materialet. Vad gäller hängbarheten gjorde vi dock kraftiga inskränkningar enligt följande:

- Artikeln (objektet) skall snabbt kunna laddas på materialbäraren.

- Tunga artiklar (objekt) skall placeras så lågt som möjligt för att materialbäraren ej skall välta.

Ett alternativ till "julgranen" blev användandet av 6 små och 3 medelstora boxar vilka placerades på olika nivåer på ett stativ (eventuellt en vägg). Detta stativ sitter fäst i en större låda i vilken särskilt skrymmande och tunga artiklar placeras.

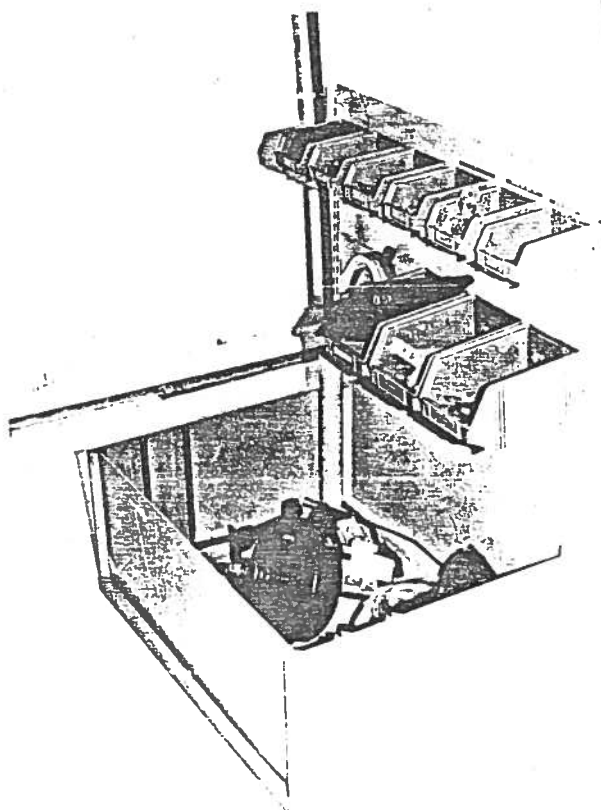
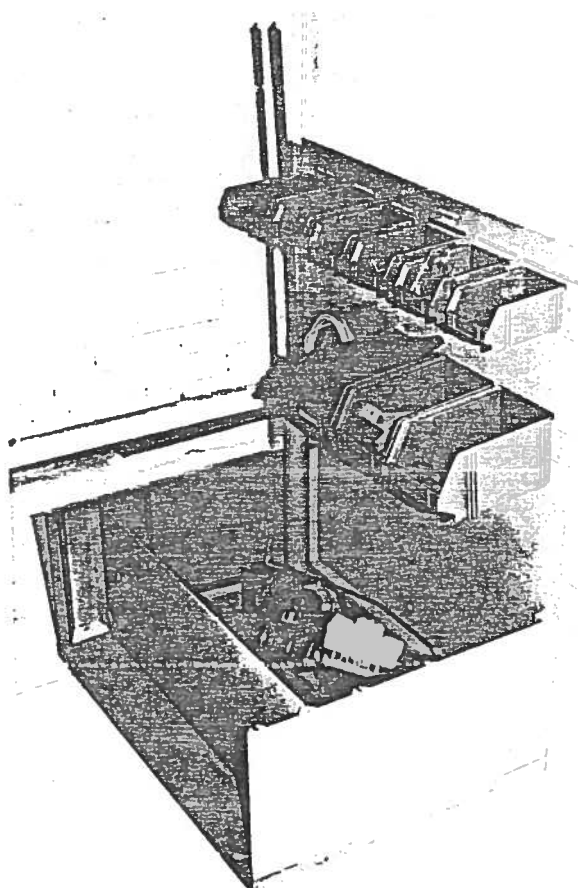
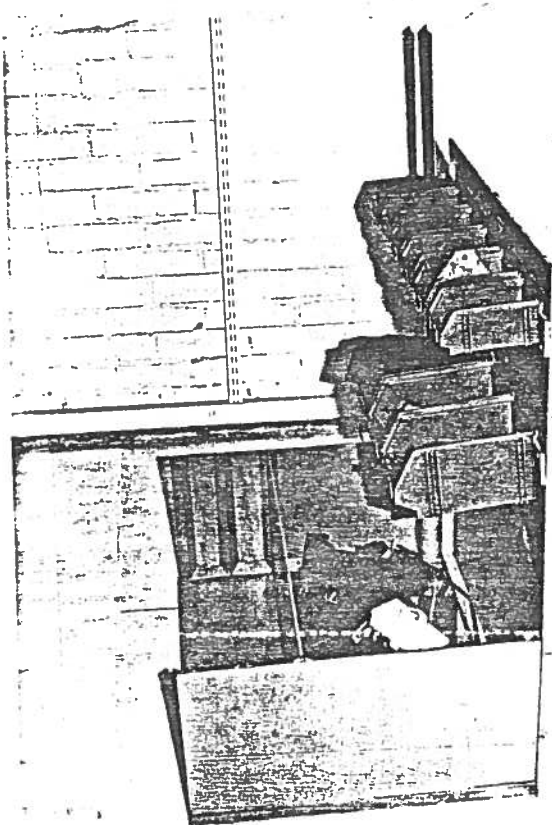
I de små boxarna placeras små och lätta artiklar, exempelvis reglagearm, medan man i de medelstora boxarna placerar något större artiklar, typ stänkskydd.

Förutom de små och medelstora boxarna, gjorde vi en krok på vilken placerades antennkabel och främre ledningsnät. Dessutom påmonterades ett rör, avsett för dekorlister.

Storleken på den stora bottenlådan får bestämmas av de krav man har på hanterbarhet av materialbäraren kontra överskådlighet hos materialet i densamma. Då vi ej har haft som ambition att på ett exakt sätt lösa konstruktionen av materialbärare utan endast ge förslag och rekommendationer, har vi gjort den ena långsidan på bottenlådan flyttbar.

Denna långsida kan placeras på avstånden 400, 500, 600 mm från väggen med boxarna. På detta sätt kan alltså bredden varieras, och man kan prova sig fram till vilken bredd som passar bäst. Detta åskådliggöres i nedanstående bilder.

För att göra materialbäraren individuellt flyttbar, skall den förses med 4 st svängbara hjul. För att ytterligare underlätta förflyttningen har materialbäraren försetts med ett handtag på ryggens baksida. Dessutom skall materialbäraren kunna transporteras (av laddaren) 2 eller 3 samtidigt på en pallyftare.



Figur 4.24 De olika boxalternativen (B=400, 500, resp. 600 mm) laddade med aktuellt material.

Försörjningssystem, materialbärare, arbetsorganisation och ytbehov

I detta avsnitt sätter vi in de olika materialbäraralternativen i systemet, samt ser på arbetsorganisation och ytbehov samt antal materialbärare i systemet. Dessutom kommer vi att göra en jämförande sammanställning över de olika alternativen. Till slut gör vi i detta avsnitt några allmänna kommentarer till genomförandet.

Vid beräkning av ytbehov och antal materialbärare, antager vi för samtliga alternativ att en framförhållning på 15 bilar, vilket motsvaras av ungefär 25 minuter, är omöjlig.

Vid beräkning av totala antalet materialbärare, har vi antagit att samtliga monteringsplatser är belagda (dvs. 4 bilar/grupp inne samtidigt) vilket medför en viss förhöjd systemkapacitet med 2 bilar/grupp.

Detta medför i praktiken att vi har en faktisk framförhållning på $15+8 = 23$ bilar vilket motsvaras av ungefär 40 minuter.

Det antal materialbärare som framräknas med hjälp av ovanstående inkluderar även tomma materialbärare.

Nedan ges en sammanställning över de olika materialbäraralternativen, och vad som skiljer dem åt med avseende på erforderligt antal, ytbehov m.m. Denna tabell grundar sig på beräkningarna, se Axelsson & Moberg 1980.

	Antal i systemet	Ytbehov vid monteringsplats (m^2)	Ytbehov i buffert (m^2) rakt+variant-material.	Totalt ytbeh. vid 2 bilar/grupp inne	Materialbär. kan förflyttas på hjul.	Skiljer på ersättn- och tillk. material.	Blandar rakt-, ers- och tillk. mtrl.	Standardutrustning som mtrl. bärare.
3-backförslag	93	0,72	2,9+3,1	11,76		X		X
2-backförslag	62	0,48	2,9+2,9	9,64				X
"julgran"	31	0,32	7,36	9,92	X		X	
"boxförslag" B=0,4	31	0,32	7,36	9,92	X		X	
	B=0,5	31	0,40	9,2	12,40	X		X
	B=0,6	31	0,48	11,04	14,90	X		X

Figur 4.25 Jämförande sammanställning över de olika materialbärare alternativen.

När man studerar ovanstående tabell, gör man genast reflektionen att ytbehovet i samtliga ovanstående alternativ är relativt litet (ca $10 m^2$). Detta framgår speciellt om man jämför med den yta som tas i anspråk av en monteringsplats ($20 m^2$).

Vidare finner man icke helt oväntat att antalet materialbärare ökar med ökande separering av materialet i rakt-, ersättnings- och tillkommande.

För att ta reda på hur ytbehovet för tomma respektive laddade materialbärare fördelar sig utefter materialstället, har vi för varje materialbäraralternativ illustrerat med två figurer.

Dessa är ritade på så sätt att maximalt ytbehov för laddade respektive tomma materialbärare är markerat. Observera att vi har räknat på två ytterlighetsfall (alla materialbärare laddade, respektive alla tomma), varför större yta än vad som kan förekomma i praktiken är markerad i figurerna. Dvs denna yta måste vara disponibel.

Samtliga materialbärare, både laddade och tomma, skall placeras inom ett streckat materialtorg (som också kan inrymma kaffebord för de olika grupperna) med bredd 1 meter, och beläget på avståndet 2,2 meter från materialstället. Den gångbredd som därvid erhålles, rekommenderas av Atlet vid trafik med mötande pallyftare eller plockvagnar.

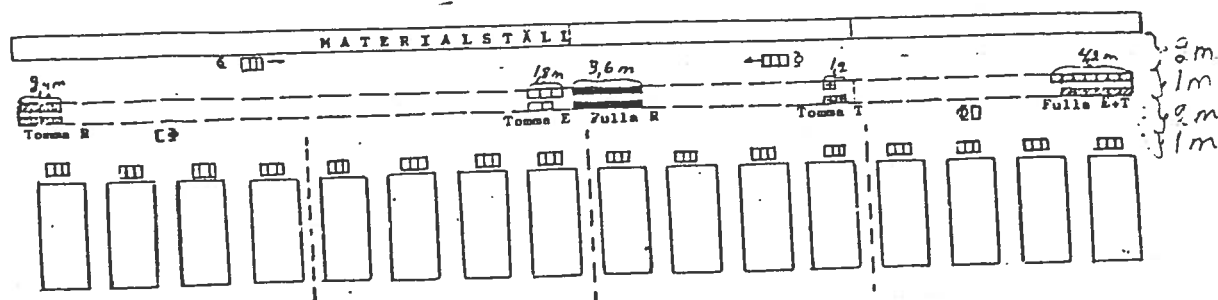
I den övre av de båda figurerna är denna gångbredd även inlagd mellan materialtorg och monteringsplats. Detta för att ge utrymme för transport mellan monteringsplats och materialtorg. Dessutom har en meter lagts till för uppställning av arbetsplatsförråd. Detta ger ett totalt avstånd på 6 meter mellan materialställ och monteringsplats.

Efter att ha ritat dessa figurer, fann vi att det troligtvis ej är nödvändigt att ha speciellt utrymme reserverat för transport mellan monteringsplats och materialtorg, utan att även denna transport kan utföras i gången mellan materialställ och materialtorg.

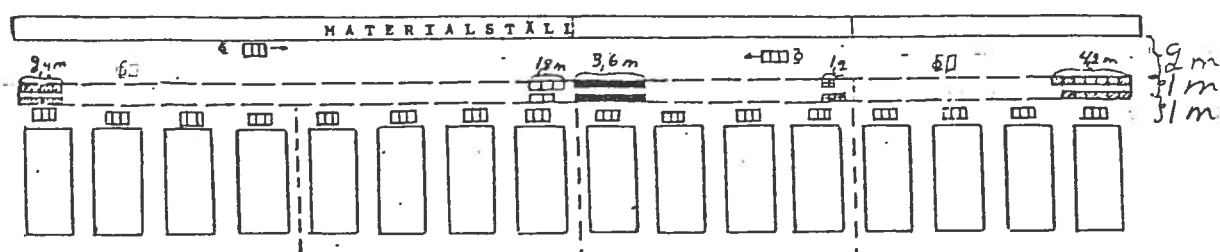
I den undre av de båda figurerna har vi därför eliminerat denna gång, vilket krympt avståndet mellan monteringsplats och materialtorg med 2 meter. Det totala avståndet blir då 4 meter.

Trots detta minskade utrymme är det föga troligt att transportörer och laddare går i vägen för varandra. Detta pga att avsnittet är långt, och antal personer i rörelse är få. Dessutom är materialtorget till stora delar tomt och kan användas som mötesplats eller transportgång.

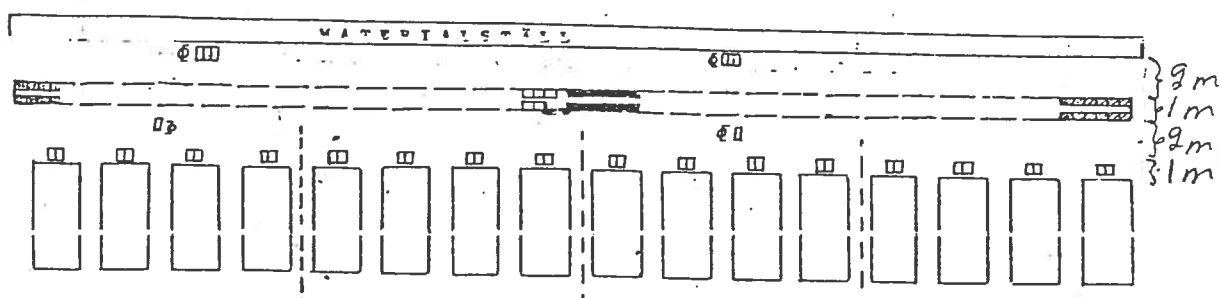
Vilket av de båda alternativen man väljer är beroende på befintlig yta.



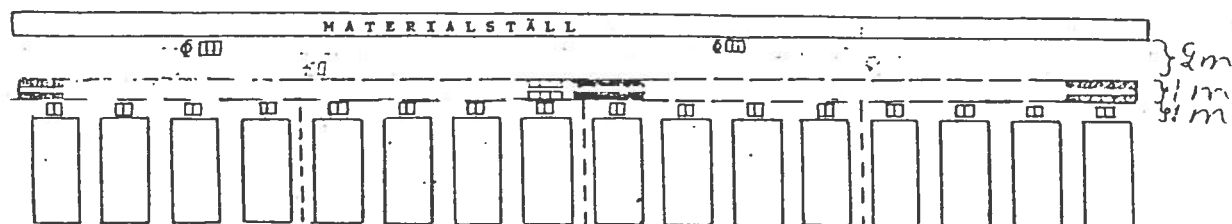
Figur 4.26 Schematisk bild över ytbehovet hos trebackarsalternativet.



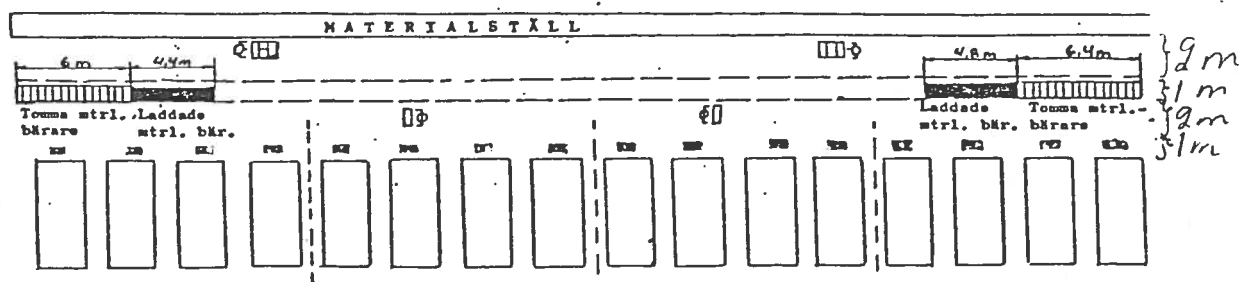
Figur 4.27 Schematisk bild över ytbehovet hos trebackarsalternativet, när man eliminerat transportgången mellan monteringsplats och materialtorg.



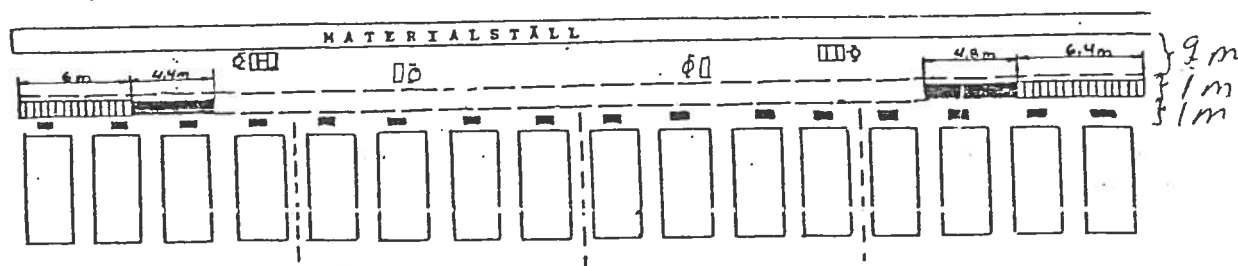
Figur 4.28 Schematisk bild över ytbehovet hos tvåbackarsalternativet.



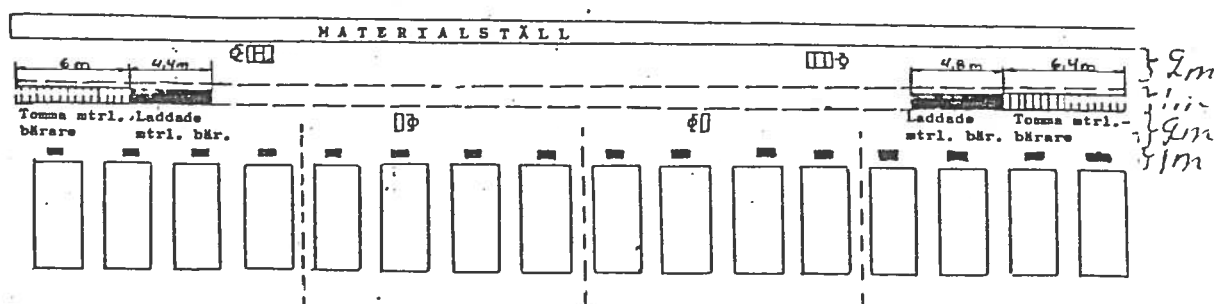
Figur 4.29 Schematisk bild över ytbehovet hos tvåbackarsalternativet, när man eliminerat transportgången mellan monteringsplats och materialtorg.



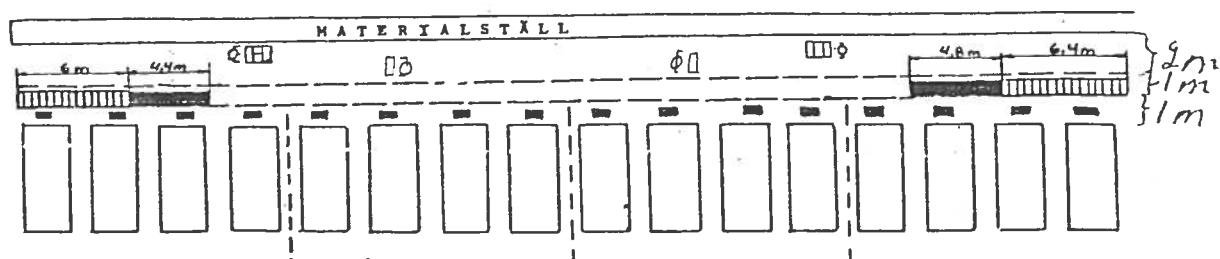
Figur 4.30 Schematisk bild över ytbehovet hos "julgrans-alternativet".



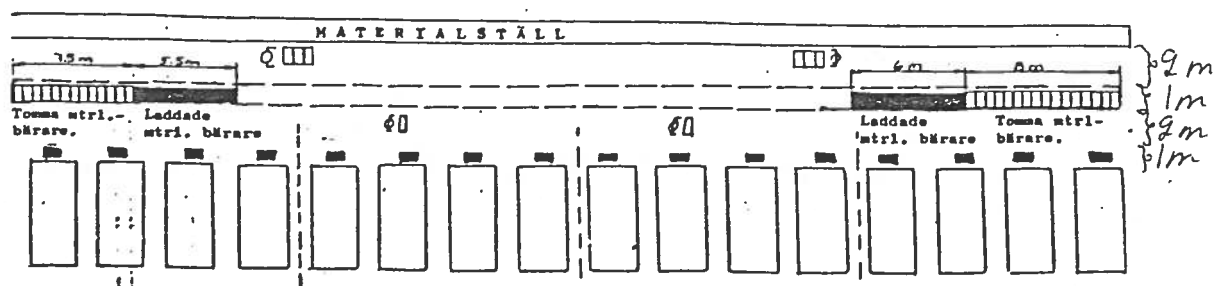
Figur 4.31 Schematisk bild över ytbehovet hos "julgrans-alternativet", när man eliminerat transportgången mellan monteringsplats och materialtorg.



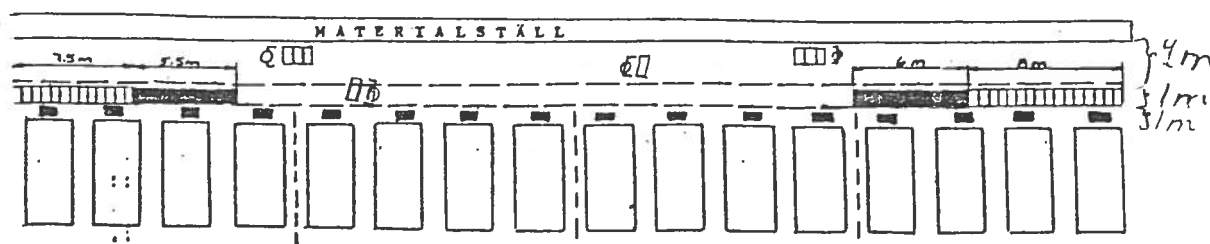
Figur 4.32 Schematisk bild över ytbehovet hos "boxalternativet (B=400 mm)".



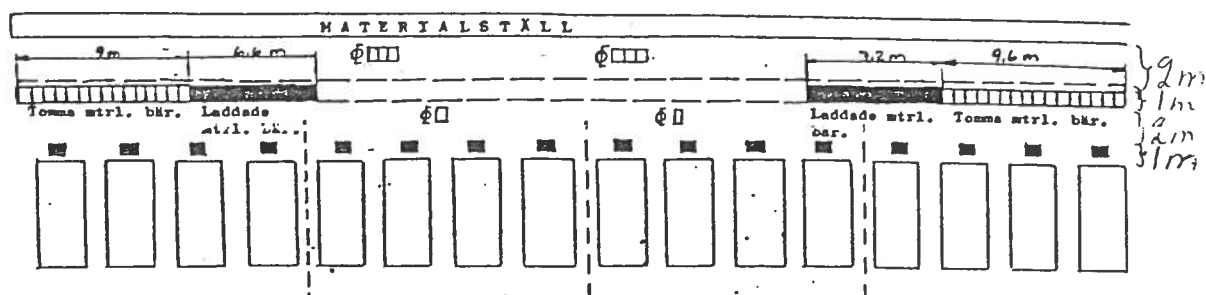
Figur 4.33 Schematisk bild över ytbehovet hos "boxalternativet (B=400 mm)", när man eliminerat transportgången mellan monteringsplats och materialtorg.



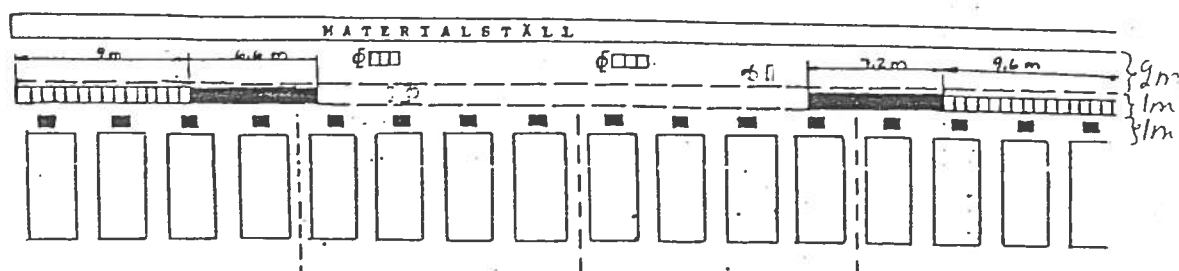
Figur 4.34 Schematisk bild över ytbehovet hos "boxalternativet (B=500 mm)".



Figur 4.35 Schematisk bild över ytbehovet hos "boxalternativet (B=500 mm)", när man eliminerat transportgängen mellan monteringsplats och materialtorg.



Figur 4.36 Schematisk bild över ytbehovet hos "boxalternativet (B=600 mm)".



Figur 4.37 Schematisk bild över ytbehovet hos "boxalternativet (B=600 mm)", när man eliminerat transportgängen mellan monteringsplats och materialtorg.

- Vid val av materialbärare måste:
 - man ta hänsyn till om materialet kan inplaceras överskådligt eller ej. I detta fall är specialkonstruerade materialbärare att föredra.
 - Inläringen av hur materialet skall laddas vara enkel (med avseende på placering och tid). Mot vår förmodan visade sig "julgranen" vara mindre lämplig ur denna synpunkt, då det är svårt att minnas var man skall hänga materialet. Enklast att ladda var back- respektive boxalternativen.
- Ett sätt att underlätta inläringen på laddarsysslan är att på "julgran" samt boxar markera vilket material som skall placeras var. Detta kan göras på så sätt att man har olika färg på märklapparna för rakt-, ersättnings- och tillkommande material. Som exempel har vi valt:

Orange = rakt material
 Rött = ersättningsmaterial
 Svart = Tillkommande material.
- Med hjälp av en plocklista får laddaren information om vilket material som skall laddas.
- När vi har bestämt oss för att laddare skall plocka material till tre bilar åt gången har vi antagit (se bilaga sist i avsnitt 3.3) att den fasta delen av plocktiden måste fördelas på minst tre bilar. Dessa beräkningar grundar sig på MTM-studier utförda på SAAB-SCANIA i Trollhättan, och måste provas i praktiken innan man definitivt bestämmer sig för att plocka till tre bilar åt gången. Eventuellt kan man finna att laddaren hinner med att plocka till två bilar åt gången.
- Vid variantändring och variantökning är backalternativen de bästa eftersom de ej är specialinredda. Om man använder specialkonstruerade materialbärare måste de omkonstrueras

eller ersättas med nya. En annan möjlighet är att man redan på konstruktionsstadiet anpassar nya artiklar till befintliga materialbärare. (T ex kan krav ställas av typen: "I nästa konstruktion måste dekorlisterna rymmas i en back med måtten.....").

- Backförslaget är det bästa, om man av någon anledning vill ladda för fler bilar åt gången på samma materialbärare. Dessutom har man möjlighet att övergå från satsvis till artikelvis plockning utan att byta materialbärare.
- Buffertering av laddade och tomma materialbärare kan ske antingen insprängt i eller utanför materialstället. Det sistnämnda visas ovan i figur Ur dessa
figurer ser man att ytbehovet i systemet för de olika materialbäraralternativen är relativt lika. Detta beror på att materialtorget har samma mått i samtliga alternativ.
- Dekorlister som vållat problem vid stapling av backar, är ej sekvensberoende, och kan därför med fördel monteras var som helst, och ej nödvändigtvis i något parallellt avsnitt.
- Försörjning av silomaterial:
Silomaterialet kan i princip framföras på 2 olika sätt.
 - 1 Silomaterial laddas tillsammans med backmaterialet i materialbäraren, satsvis till varje bil.
 - 2 Silomaterial plockas på en speciell vagn för gruppens behov under en längre tidsperiod.

Detta är såvitt vi kan se, de enda möjliga alternativen. Av dessa alternativ anser vi dock alternativ 2 vara det mest realistiska. Detta grundar vi på att om alternativ 1 skulle tillämpas, så skulle med all sannolikhet montörerna bygga upp "egna" buffertar med silomaterial, och därmed skulle hela idén med alternativ 1 gå förlorad, dvs. den satsvisa plockningen skulle ej fungera, och därmed skulle möjligheten att kontrollera om allt silomaterial är monterat försvinna.

Under förutsättning att alternativ 2 tillämpas kan man använda sig av ett ställ för små artiklar. Detta ställ vilket är av modultyp, förses med stora och små lådor till ett antal som överstiger antalet siloartiklar. Lådorna märkes med artikelnummer, en låda för varje artikel, på så sätt att till formatet stora artiklar lägges i stora lådor och vice versa. De lådor som "blev över" kan användas för de artiklar som upptäckes vara högfrekventa.

Sammanfattning

Vid val av materialförsörjningssystem har det i vårt fall visat sig vara regler och styrsystem som i första hand varit dimensionerande. Detta ledde fram till ett system med speciella "laddare" (2 st) som laddar och bufferterar materialbärare vid materialställen. Detta system visade sig vara fördelaktigt ur störningssynpunkt.

Val av materialförsörjningssystem enligt ovan ledde fram till konstruktion och bygge av ett antal materialbäraralternativ. Dessa var av tre grundutförande:

- Staplingsbara standardbackar.
- Specialkonstruerad materialbärare med "julgran".
- Specialkonstruerad materialbärare med boxar.
- Det är fullt möjligt att lösa materialförsörjningen med hjälp av enkla materialbärare.
- Ytbehovet för materialbärarna blev i samtliga fall litet.
- Ur överskådlighetssynpunkt är det bättre med en låg och bred materialbärare än en hög och smal.
- Materialbärarna skall laddas satsvis och ej artikelvis. Detta för att man enkelt skall kunna kontrollera att allt material är laddat.

- Specialinredda materialbärare (t ex. "julgran") ökar överskådligheten, men försvårar laddningen både med avseende på inläarning och laddningstid.
- Flexibilitet vid införande av nya varianter är störst vid användandet av icke specialinredda materialbärare (typ backar).
- Vid införandet av nya varianter vore det önskvärt att redan på konstruktionsstadiet taga hänsyn till de materialbärare som finns inom företaget..
- Fördelen med att använda standardutrustning (i vårt fall backar) är att dessa kan användas i andra avsnitt inom monteringen.

Slutligen kan sägas att det är tekniskt möjligt att med hjälp av; satsvis plockning, manuell materialförsörjning och laddning av skrymmande material direkt i bilen klara materialförsörjningen mellan plockförråd och arbetsplatsförråd vid parallella monteringsstationer.

Studien visar även:

- 1 Det går att försörja material till parallella monteringsstationer via kombinationer av manuella vagnar, laddning, giftermålspunkter och sekundära materialtorg. Studien får ses som en systemstudie utan krav på praktiska detaljlösningar i form av specifika transportdon.
- 2 Ett sådant försörjningssystem får utformas utgående från en analys av tillsatsmaterialet, där klassifikation efter volym, vikt, bräcklighet, raka och variantartiklar, de senare indelas i extra och ersätter, utgör grundläggande klassificeringsvariabler.
- 3 Till en personbil ingår få artiklar varav övervägande är variantartiklar. Få artiklar är tunga eller skrymmande.
- 4 Att plocka materialet på julgran har för denna produkt, Saab 900, ingen inlärningsunderlättande effekt. Vanliga standardiserade plastbackar i kombination med specialvagnar är en lösning.
- 5 Saab-Scania i Trollhättan har ihop med Volvo Buss, Borås vidareutvecklat vagnar för rakt, variant- och silomaterial (se foton nedan).

2.2 Produktionssystemutveckling för montage av vitvaror

Företaget ifråga har en planerad ombyggnad^{*/} av slutmonteringsavdelningen, fullt utbyggd bestående av 8 odrivna liner. Utgångspunkten för vår analys är två av dessa liner, betecknas I och II, där ugnar skall produceras. Dessa ugnar förekommer i två varianter, variant A med en produktionshastighet av 60/dag. Medan variant B kräver kortare tid och skall produceras i ett antal av 120/dag.

Syftet med denna studie är att utveckla de två system (I och II) mot högre flexibilitet vad gäller volym och variantförändringar.

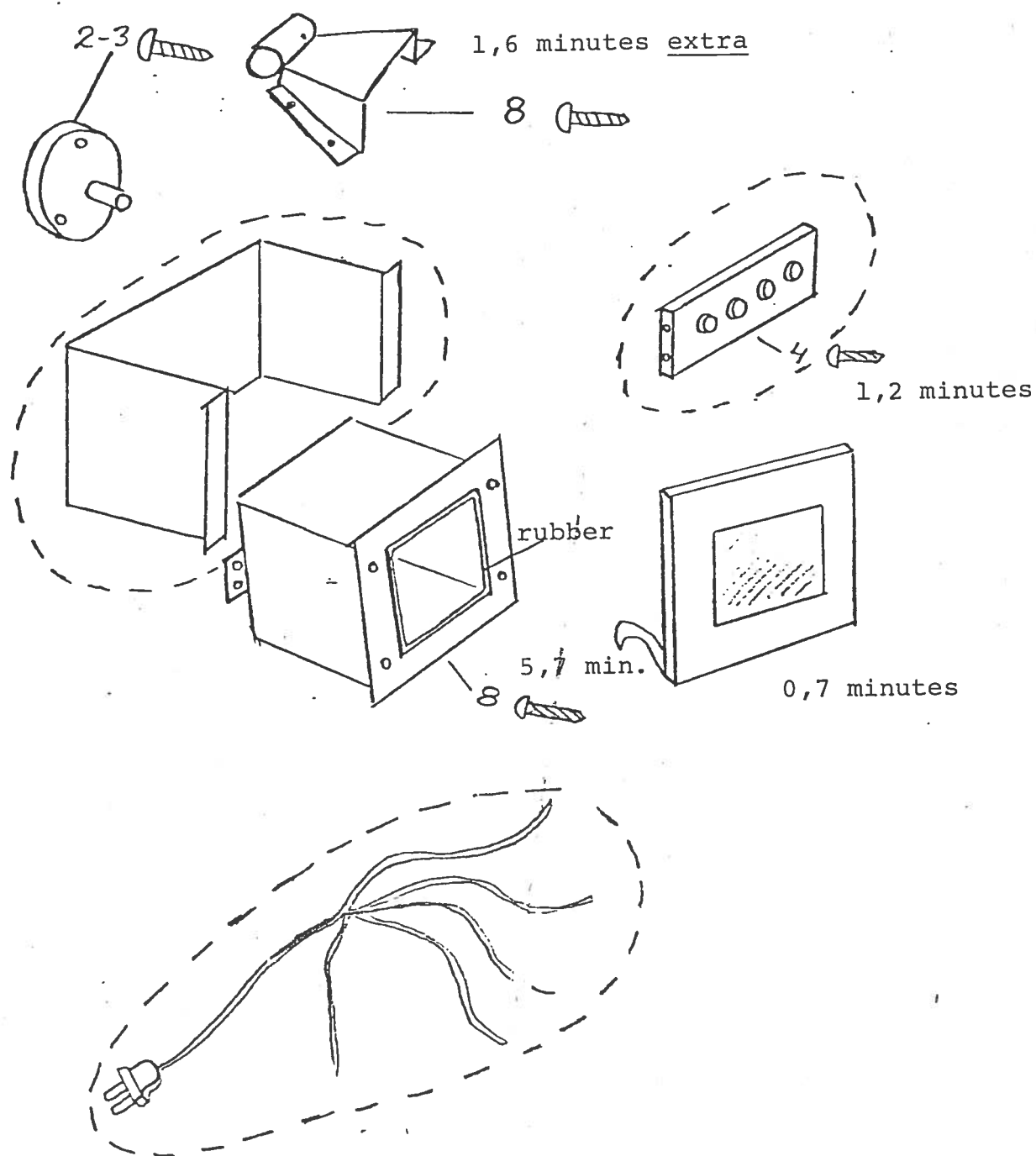
Tillvägagångssättet har varit att analysera:

- Produktanalys, omfattande varianter, tidsåtgång, komponenter, verktygsbehov, sekvens, giftermåls punkter, materialvolym och materialvikter.
- Systemanalys, omfattande flexibilitet i kvantitet, varianter, frånvaro och modelländringar, samt analys av ställtider, inlärningskostnader, buffertstorlekar, buffertplacering, för-montagemöjlighet.

^{*/} Zanussi, Forlifabrik, Italien.

<u>Distribution of assembly time, variant B</u>		<u>Distribution of assembly time, variant A</u>	
Elements	3,2	Extra components in oven	5,8
Terminal cable	1,9	Knobs	2,0
Switch with bulb	1,8	Thermoswitch with bulb	1,8
Coil	2,6	Frame support	1,7
Grids with pivot	2,3	Glass wool	2,6
	1,2	Oven grids with pivots	2,3
Lamp holder	0,8	Upper fan cooler	1,6
Support	0,8	Oven fan cooler	1,6
	14,6	Grill	1,5
		Back terminal board	1,2
Marriage point, electrical plates	+19,2	Heating elements	0,8
	+ 7,6	Lamp holder	0,8
	41,4		23,7
	+ 8,8	Marriage point, electrical plates	+ 20,2
	+ 3,8	Rest	+ 10,4
	54,0		54,3
		Panel	+ 26,7
		Door	+ 9,1
			90,1

Figur 4.38 Ovan anges monterings-tid i minuter för variant A och B av den studerade ugnen.



Figur 4.39 Sprängskiss på ugn. Tiderna anger giftermålstimid för de större komponent-aggregaten. Observera att konstruktionsändring har medfört att varianten placeras i förmonterade enheter, instrumentpanel och dörr. Dock kräver instrumentpanelen i sig lång tid (60 st elektriska anslutningar).

I avsikt att bestämma möjligheterna till andra produktionslay-
outer, jämfördes de två varianterna med den balansering som
de givit i system I och II. Resultatet av jämförelsen åskådlig-
görs i matris, se nedan.

		System I			
System II		Station 1	Station 2	Station 3	Etc.
	Station 1				
	Station 2				
	Station 3				
	Etc.				

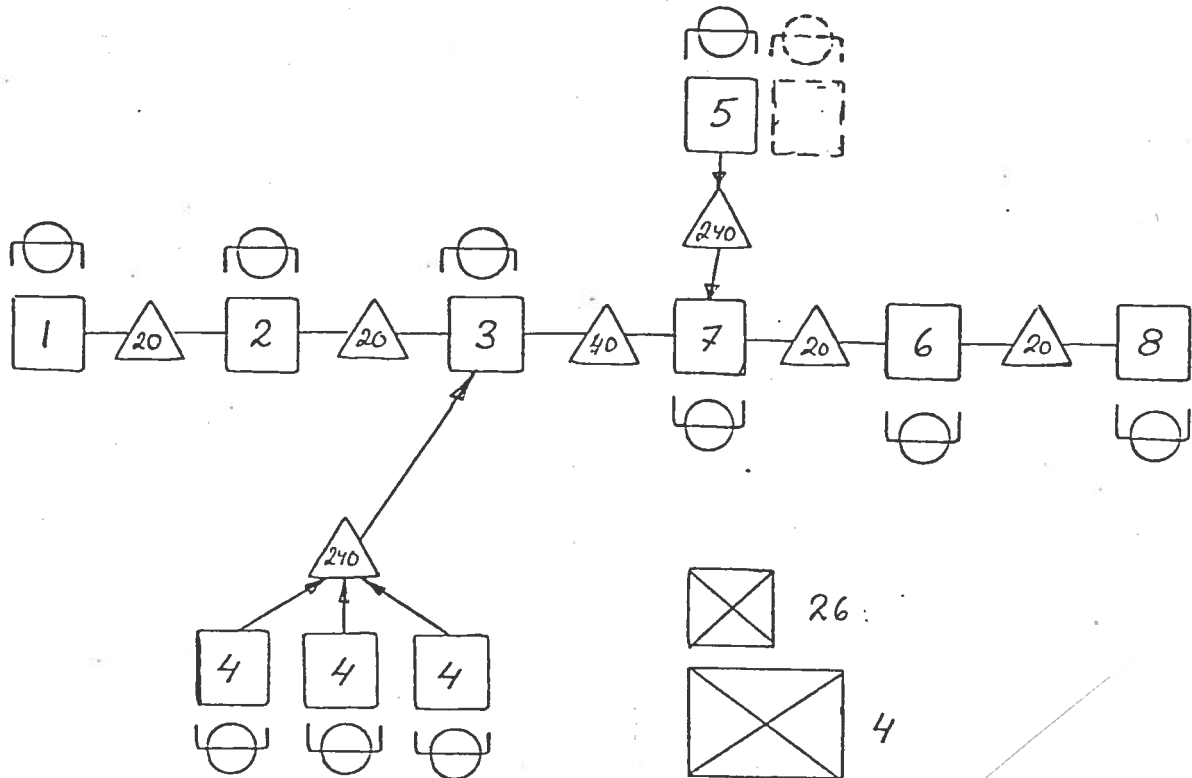
Antal, Benämning, Extra ersätter, Monteringstid

Exempel:

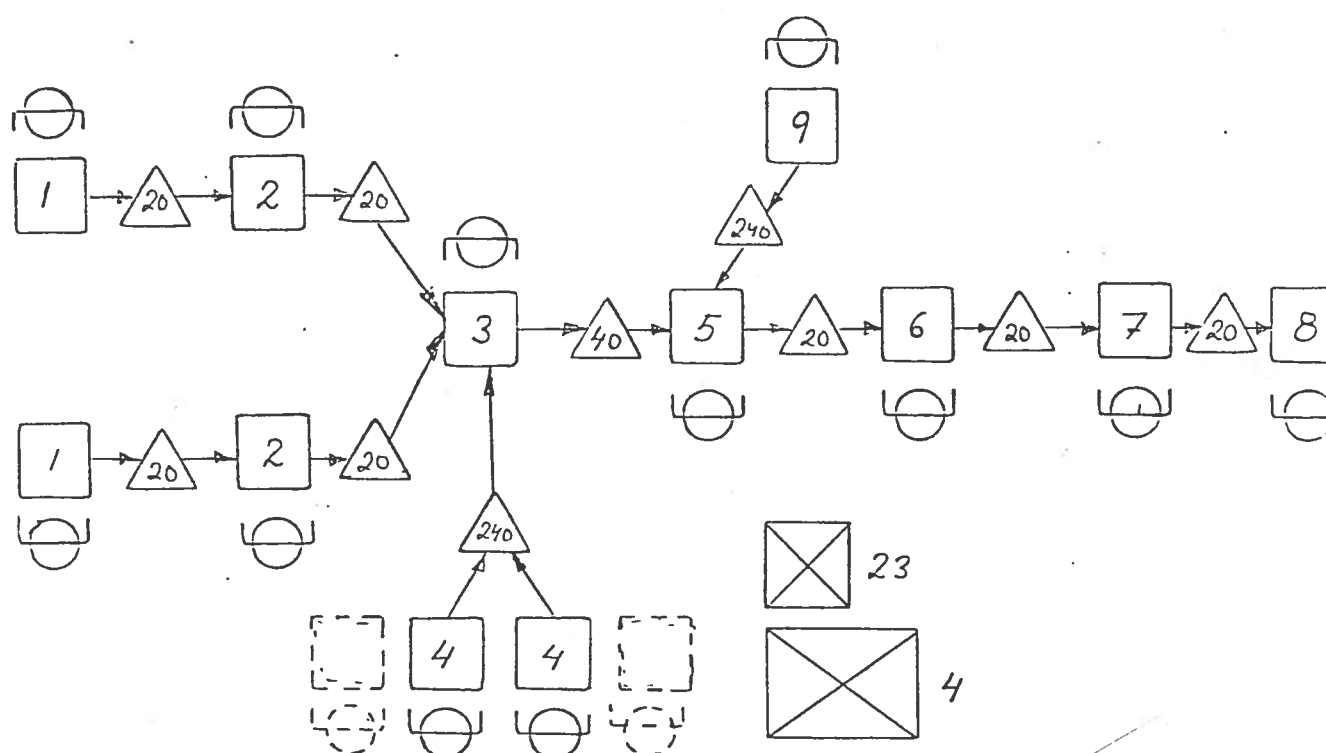
3, ugnsinnerdel, E, 13

Figur 4.40 Matris för jämförelse mellan varianter och system.
Varje ruta anger de variantartiklar som förekommer
dess beteckning, antal etc.

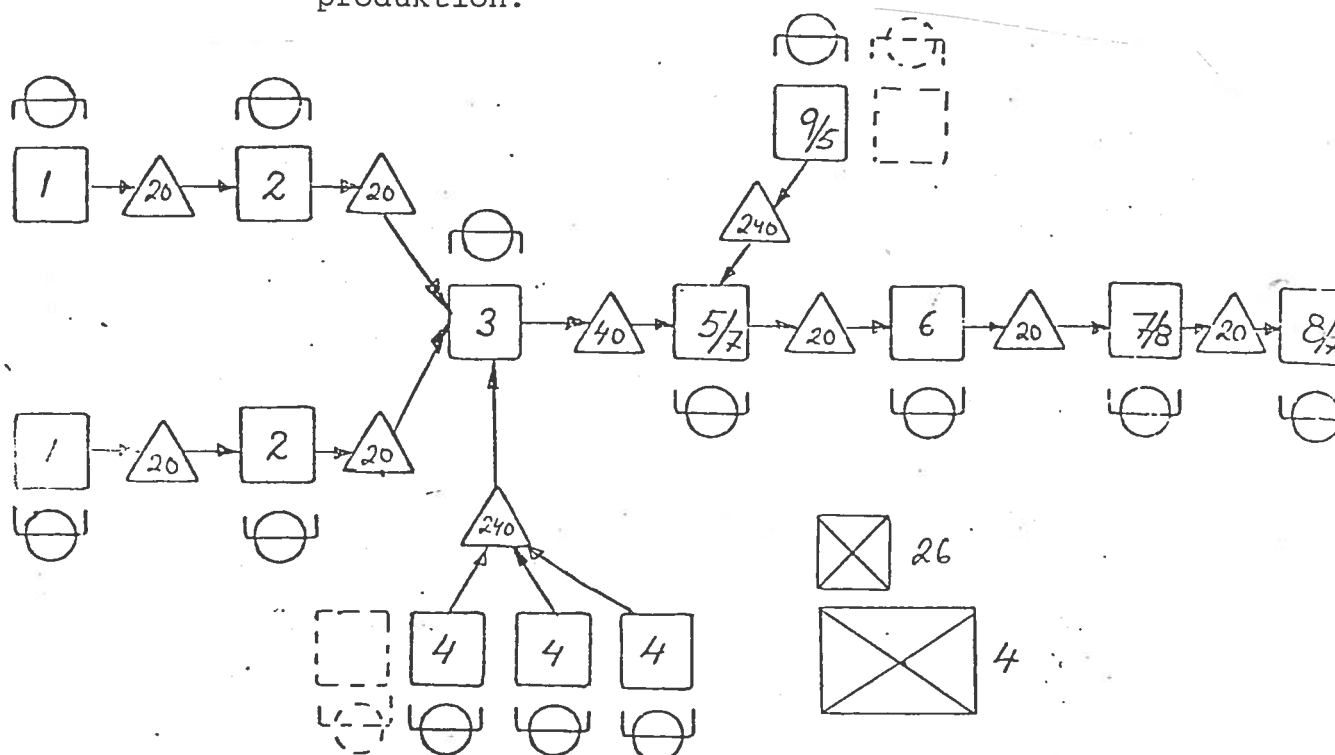
Matrisen ger sedan möjliga system, system III och IV och V nedan.



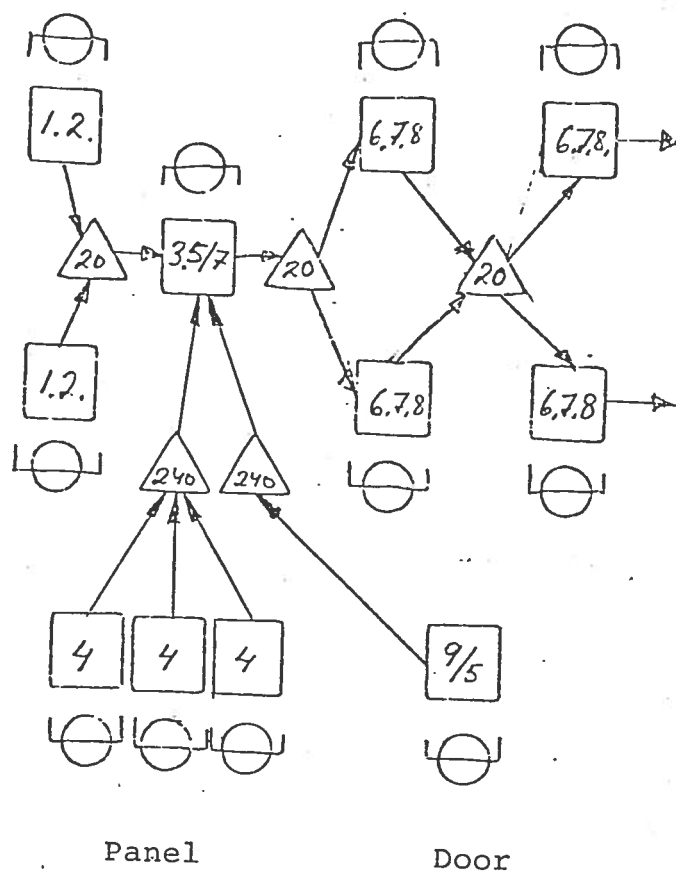
Figur 4.41 System I, 60 enheter/dag, 10 stationer, batchproduktion
 Buffertstorlek i minuter, kryssmärkta rektanglar anger
 storlek och antal enhetslaster som krävs. Station 4
 och 5 förmonterar instrumentpanel och dörr. Förmontagen
~~absorberar~~ ^{9.5} personalfrånvaro genom att spara förmonter-
 ade enheter. V2



Figur 4.42 System II, 130 enheter/dag, 12 stationer batch-produktion.



Figur 4.43 System III, batchkörning av de två varianterna (60 enheter/dag + 130 enheter/dag) 13 stationer.



System IV - Batch 60 pieces/day + 130 pieces day

26



4

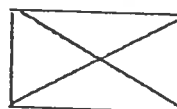


System V - All variants for 60 pcs/day + 130 pcs/day

31



6



Figur 4.44 System IV och V, det förra för batchproduktion, det senare medger godtycklig blandning av de två varianterna.

Sammanfattning

System II valdes

Obalanserad monterings-tid minskade med 23 %

- 1 Konstruktionsanpassning av produkt till produktionssystem har minimerat förlusterna (27 %). Produktionsvolymen förmås varieras mellan - 50 % upp till + 20 % och systemet tolererar frånvaro mellan 13 % - 21 %. Inlärnings-tiden är rimliga cykeltider från 10 - 26 minuter, med en upplärningstid på 1 - 3 veckor vid en takt av 100 MTM.

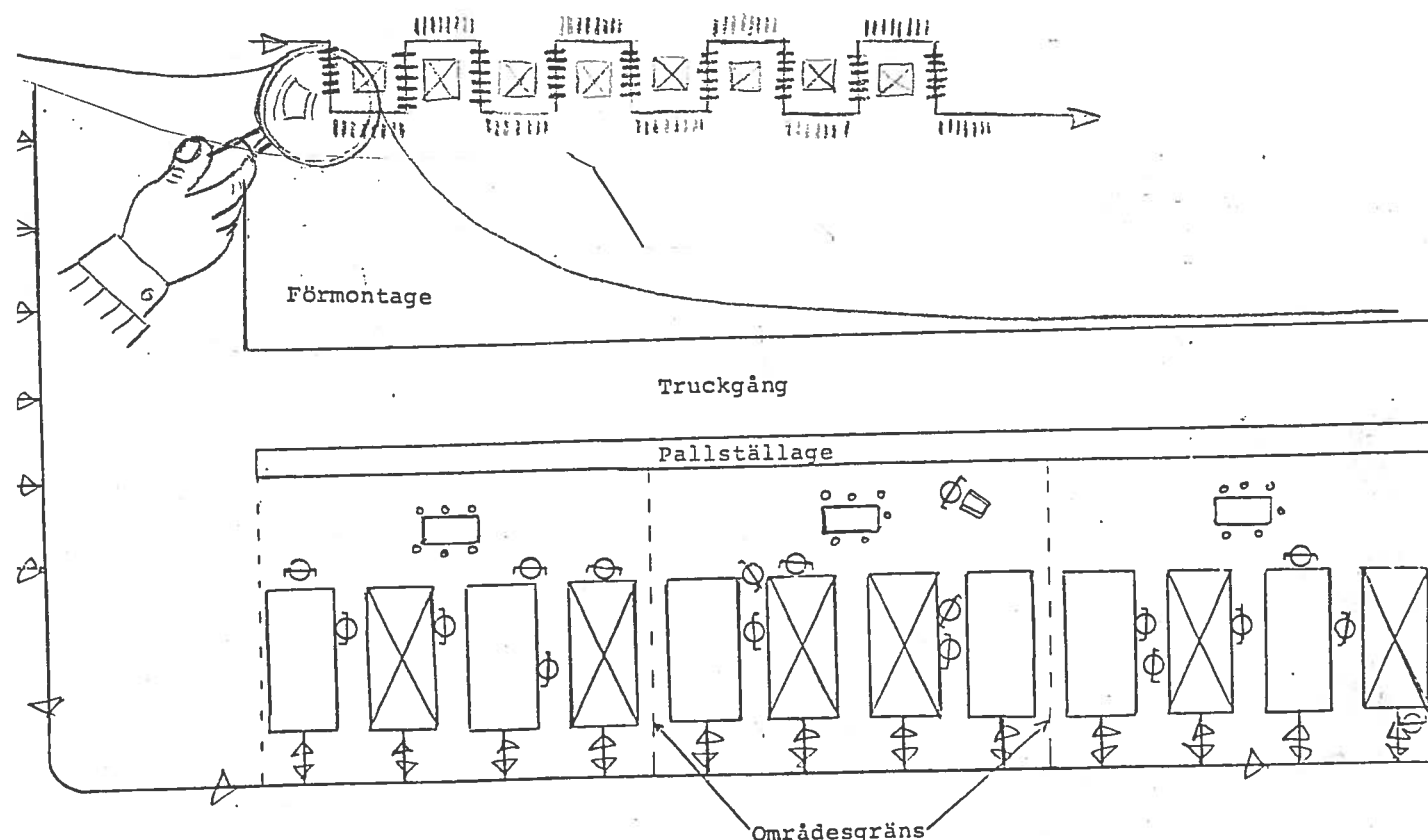
- 2 Det går att konstruera system med ytterligare högre flexibilitet m a p variant- och produktionsvolymvariationer - kapitlet visar på en metod för sådan systemutveckling. Denna flexibilitet är dock inte alltid önskvärd.

1.3 Presentation av alternativa monteringsystem för personvagnar, lastvagnar och bussar

Slutmontering personbilar

Montörerna indelas i sammansatta självstyrande grupper enligt seriekopplade parallella kollektivsystem. Varje grupp består av 6 montörer, 1 kontaktman (50 % kontaktmannaskap + 50 % justering), 1 materialhämtare samt 1 ersättare. Denna grupp förfogar i vår modell över totalt 4 monteringsplatser. Dessa platser fördelas på så sätt att 3 av montörerna arbetar på 2 platser, av vilka den ena användes som buffertplats i vilken montering kan utföras. 10 timmar montage på line delas upp i 10 sick-sack avsnitt enligt nedanstående figur.

För att undvika att den starke i gruppen tar kommandot skall ett rotationsschema upprättas, så att alla roterar på samtliga uppgifter.

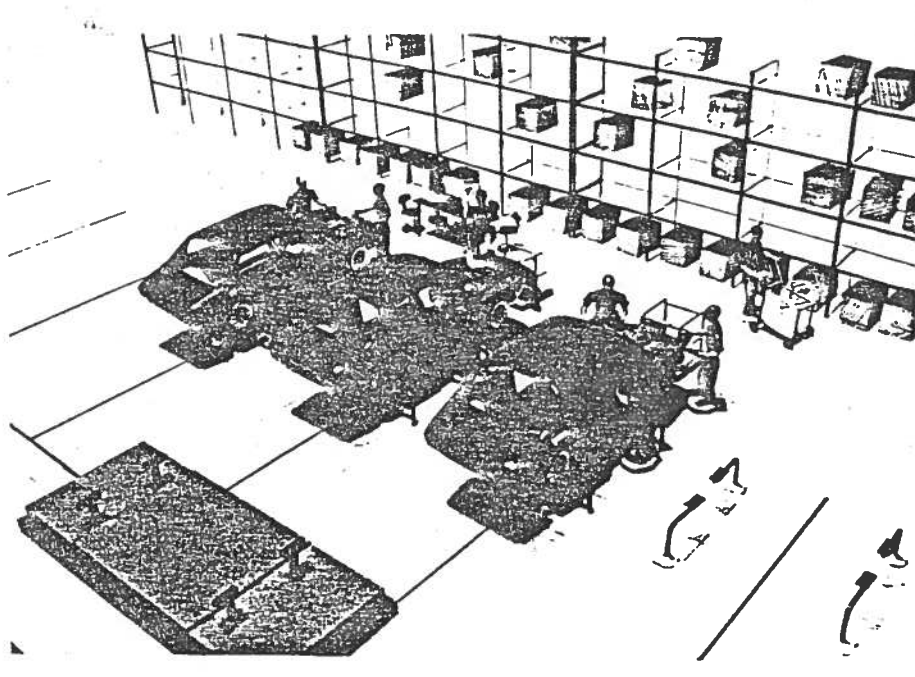


Figur 4.45 Ovan visas schematisk layout. Systemet består i vårt fall av 21 monteringsplatser, 5 grupper och 1 reservplats. Reservplatsen kan användas för exempelvis upplärning. Systemet föregås av en buffert med 6 platser. Buffert mellan avsnitt är sex vagnar.

Cykeltiden är 17-20 minuter och gruppen som har kvalitets- och kvantitetsansvar styr själva flödet av bilar till och från sin station.

Materialhämtdaren hämtar allt material till en bil vid varje hämtning från pallställagen, med hjälp av en s k supermarket wagon.

En av de stora fördelarna med systemet är den stora flexibiliteten vad gäller exempelvis varianter. Dessutom kan man relativt enkelt köra övertid i systemet eftersom man i sådana fall endast behöver en eller ett fåtal grupper.



Figur 4.46 Personbilsmontering åskådliggjort med modellbygge i skala 1:50. Slingstyrd truck lämnar och hämtar bilkarosser.

Förlusttyp	Line	Seriekopplat parallell- kollektivsystem
Balanseringsförlust	12%	1-3%
Hanteringsförlust	6-8%	4-5%
Extra hanteringsförlust	-	3%
Trp arbetarens hanterings- förlust	-	7%
Systemförlust (kontroll och justering)	25%	8%
Summa	43-45%	23-31%

I tabellen ovan jämförts förlusterna med ett linesystem.

Dessutom tillkommer förluster från ersättarpoolen samt variantförluster. Dessa förluster är till nackdel för den konventionella linen. Liksom att man vid taktändringar måste ombalansera linen, vilket ej behövs i detta system.

Förluster som är till nackdel för parallell-kollektivsystemet är störprocent/fri arbetstakt. Dessa är 6 % för kollektivsystemet och 2,7 % för hela systemet.

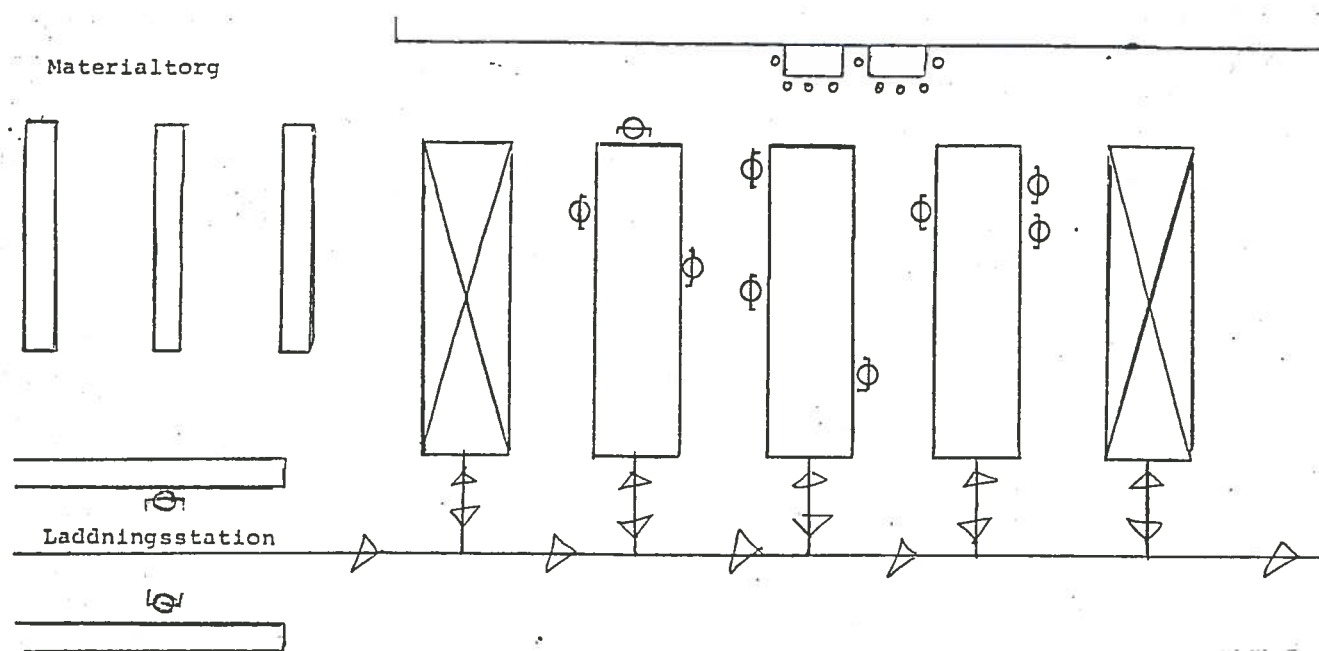
Slutmontering lastvagnar, bussar

Denna modell är sådan att bussen kan stå stilla hela tiden och montörerna successivt går från buss till buss efter ett par timmars montering.

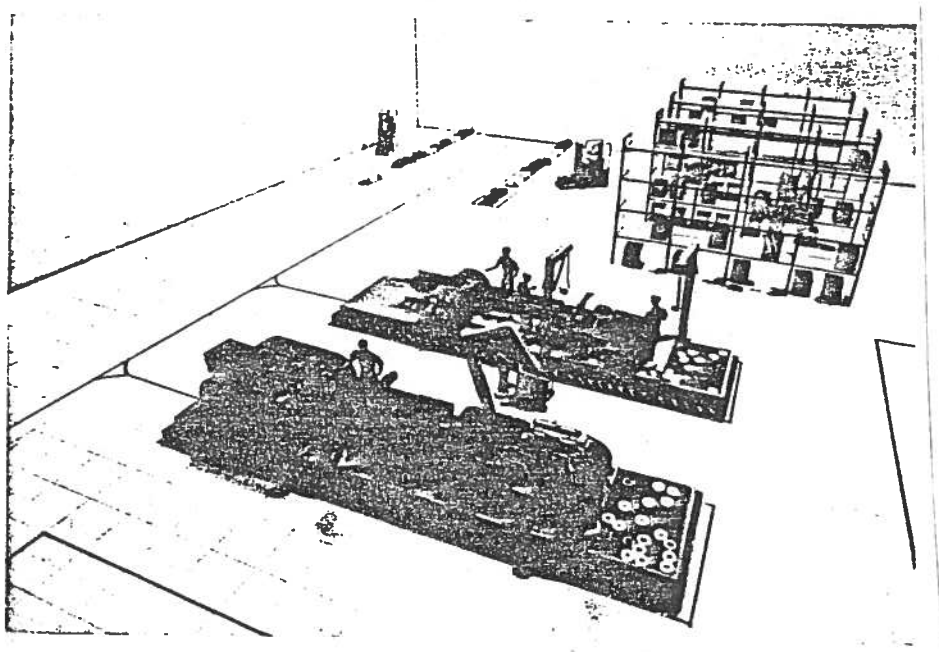
Det tunga materialet laddas på den självgående vagnen av montörerna på en speciell laddningsstation, där ram, axlar och motor lyfts på. Mindre material hämtas med en "supermarket wagon" av montörerna vid ett annat förråd. Materialet hämtas satsvis.

Gruppen som arbetar med bussar består av 11 man. Där ingår 9 montörer, 1 kontaktman (50 % kontaktmannaskap och ingår 9 montörer, 1 kontaktman, 50 % kontaktmannaskap och 50 % justeringsarbete) och en ersättare. Gruppen är en sammansatt självstyr-

ande grupp, i vilken man roterar mellan de olika arbetsuppgifterna. Det är viktigt att framhålla att rotationen sker efter ett i förhand fastställt schema. Gruppen har kvalitets- och kvantitetsansvar.



Figur 4.47 Schematisk layout över lastvagnsmontering. Två lastvagnar utgör buffert, detta kan vara vilken som helst av de fem vagnarna. Observera att laddning av tunga objekt sker i speciell laddningsstation.



Figur 4.48 Modellbygge i skala 1:50 över slutmonteringssystem för bussar. Överst på figuren synes laddningsstation. Tunga objekt såsom axlar, motorer och hjul placeras på chassit samt på främre delen av basobjektsbäraren (i detta fall en operatörsstyrd vagn).

Förlusttyp	Line	Parallellt kollektivsystem
Balanseringsförlust	1-3%	1-3%
Hanteringsförlust	4-5%	10%
Systemförlust (kontroll och justering)	25%	6%
Summa	30-33%	17-20%

Vi noterar att förlusten är dubbelt så stor vid konventionell line jämfört med ett seriekopplat parallellsystem. Därutöver tillkommer förluster från ersättarpooler och variantförluster. Dessa förluster är till nackdel för den konventionella linen.

Förluster som är till nackdel för parallell-kollektivsystemet är störprocent/fri arbetstakt. Dessa blir för kollektivsystemet 4 %. Någon störprocent/fri arbetstaktförlust för hela systemet existerar ej då vi endast har parallella kollektivsystem.

Då somliga av de i systemet ingående arbetsuppgifterna kan antas vara mindre populära än andra är det nödvändigt att ha värnplikt på dessa uppgifter. Detta kan i bussfallet gälla laddningsstation och giftermålsstation hyttchassi. I personbilsfallet kan detta gälla laddningsstationen. Värnplikt förutsätter givetvis att ett rotationsschema upprättats. Dessa regler skall vara klargjorda för alla berörda innan arbetet i gruppen startar.

Eftersom samtliga lastvagnar/bussar kommer att passera samma laddnings- och giftermålsplats är det viktigt att man vid konstruktionen anstränger sig att anpassa motor, axlar och chassi så att tid i giftermålsstation blir minimal.

Systemen kommer att bli obetydligt störningskänsliga bortsett från laddningsstationen. Man kommer även att få stor variantkapacitet p g a att material hämtas till monteringsplatsen för varje specifikt objekt.

Det är också värt att notera att detta system ej ställer stora krav på specifik lokal. Givetvis måste tillräckligt stor yta finnas tillgänglig men lokalens geometriska form har mindre betydelse.

Om monteringsystemet skall användas till en ersättning av en existerande konventionell driven line kan man införa det stegvis genom att välja ut ett lämpligt avsnitt av linen och ersätta detta med det nya systemet.

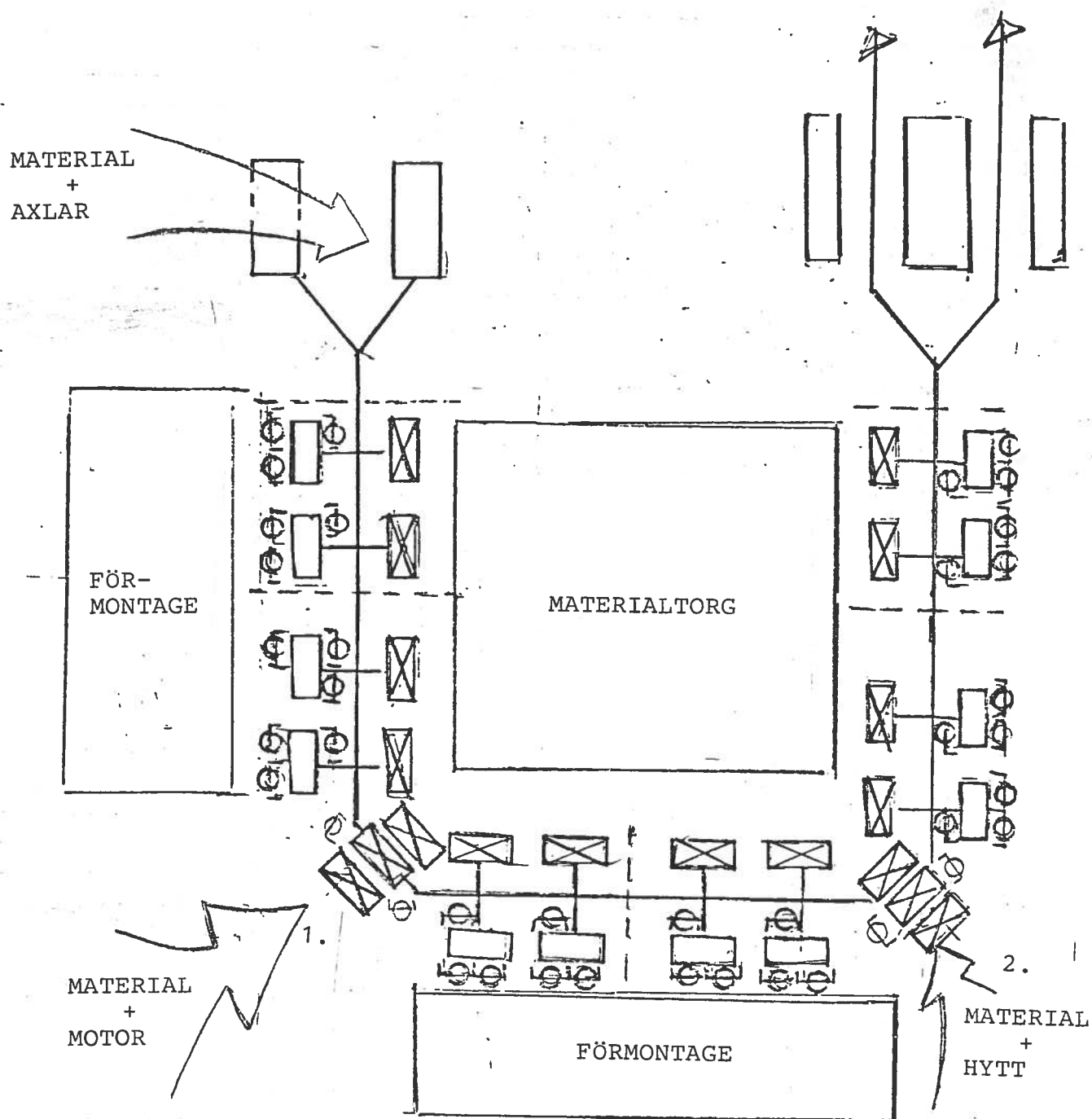
P g a systemets parallellstruktur är det lätt att köra in tappad produktion på övertid. Observera att detta ej behöver ske med full bemanning utan kan genomföras med ett relativt litet antal operatörer. Av detta följer att systemet fungerar även vid hög frånvaro då man givetvis får räkna med en minskad produktion.

Eftersom produktionshastigheten ej är nämnvärt beroende av ett fåtal personers eventuella lägre arbetstakt är det relativt lätt att bedriva upplärning i systemet. Lämpligen bedrivs denna upplärning vid en speciell extra monteringsplats. Denna kan även användas för exempelvis metodstudier av nya produkter.

I personvagnsfallet består varje grupp av totalt 9 personer. Av dessa är 6 montörer, 1 transportör, 1 kontaktman och 1 ersättare. Dessa har hand om en station med plats för 4 bilar samtidigt. 2 platser är normalt buffertplatser, men kan även användas som monteringsplatser för att öka upparbetningen.

I bussfallet bör observeras att vagnarna inom gruppen kan placeras antingen på linje eller i kolonn. Detta val får styras av bl a lokalernas geometri. Det är fullt möjligt att köra båda systemet som line.

Vid bussmontering krävs hanteringsutrustning (typ Levomat) för vissa större detaljer. Denna utrustning kan hänga i taket ovanför stationerna. Ett ur flexibilitetssynpunkt mera intressant alternativ är att fästa ett litet antal kranar med vidhängande lyftare direkt på den vagn som bär bussen. Dessa kranar bör vara skjutbara längs vagnen.



Cykeltid C= 80 min

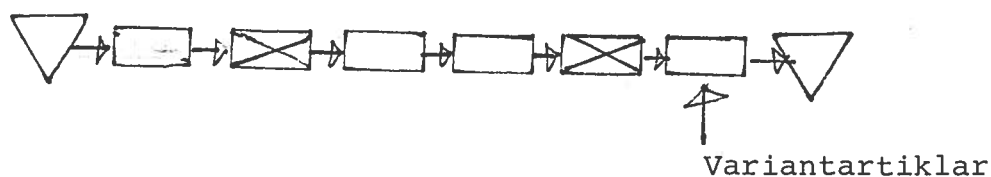
Figur 4.49 Produktionssystem för lastvagnsmontage.

Ovanstående layout visar alternativ till Volvos Tuvefabrik för lastvagnar. Lastvagnen monteras i tre steg med parallella monteringsstationer, där varje monteringsgrupp om tre operatörer har två objekt att montera på.

Material laddas och axlar laddas innan första steget. Motor och hytt samt material förs in i hörnen (punkt i figuren 1 och 2). Dessa stationer är belagda 80 % för att slippa stora skrymmande buffertar. Mindre artiklar hämtas med vagn på ett centralt materialtorg.

4.4 Operatörsstyrda miniliner med integrerat förmontage

Den utvecklade layouten liknar Saab-Valmet^{x)}, Finland.



Figur 4.50 Modifierat "finlandsblock", höjd systemkapacitet (extra objekt) i kombination med konstruktionsanpassning medför låga förluster.

Variantartiklar placeras på sista station inom blocket (se figur). Den högre systemkapaciteten tar upp de övriga störningarna. Detta system ger i kombination med sekvensbalansering låga förluster. Dock måste konstruktionsanpassning ske inom sekvensblocket så att de flesta varianterna kommer på slutstationen eller är sekvensobundna inom avsnittet (blocket).

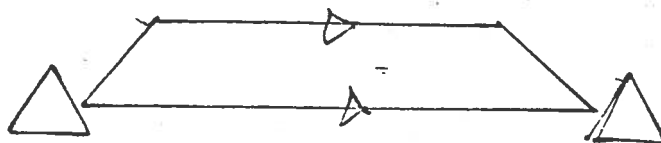
Svagheten med systemet är svårigheten att ta upp frånvaro om dessa ej absorberas av förmonteringsstationer.

x) Se "Alternativ montering", förstudie, Ulf Karlsson, Tomas Engström, CTH 1979.

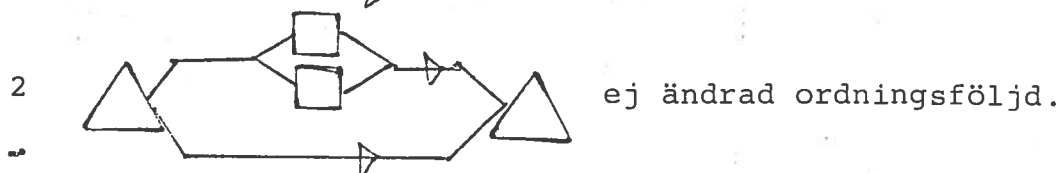
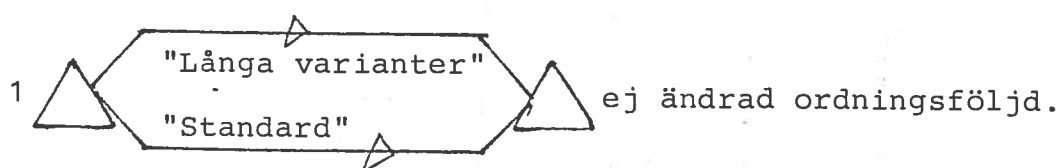
Att förmontagen idag tjänstgör som rehabiliteringsplats för operatörer med nedsatt arbetskapacitet utgör inget hinder, då även sådan personal kan prestera arbete vid slutmontage om detta utformas som ett kollektivsystem. Svåra arbetsuppgifter byts bort.

Likaledes kan problem uppstå med taktändring i systemet. Taktändring är möjlig genom att:

- A Fylla på med montörer på lineavsnittet respektive tappa av. Systemkapaciteten blir dock ev för låg vid höjd takt.
- B Ändra flödet genom sidospår, samt ge gruppen inom avsnittet ansvar för att omprioritering av basobjekt inte sker (samma ordning in som ut).



Vi ser följande principiella möjligheter för layoututformning:



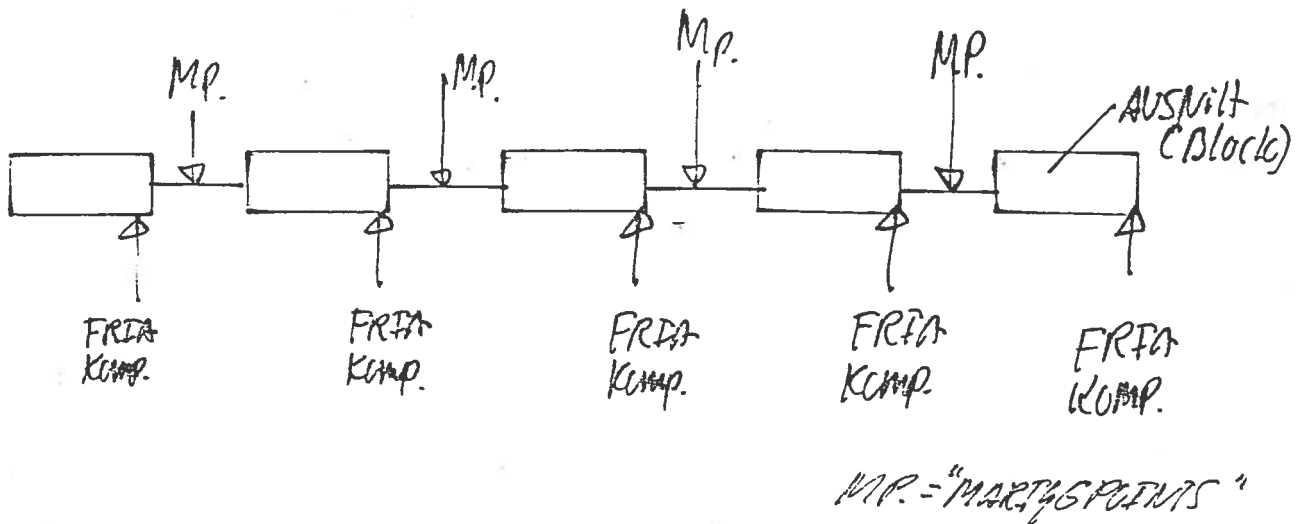
3 Kombinera 1 och 2 med höjd systemkapacitet.

4 Kombinera 1 och 2 med sekvensbalansering, vilken kan vara av lägre noggrannhet än den idag tillämpade.

För konstruktionsanpassning ser vi sex principiella lösningar som kan kombineras.

- 1 Varianter i förmontage.
- 2 Synkront förmontage i marriagepoint (t ex motorer).
- 3 Strategiskt lagda fria komponenter inom blocket.
- 4 Variantartiklar av typ ersätter, men med lika monterings-tid.
- 5 Varianter som små artiklar, vilka är silomaterial.
- 6 Varianter bjuds på d v s finns med ansluts ej eller är övertäckta t ex miniräknare eller elsystem i personvagnar.

Produktionssystemet får då utseende enligt nedanstående figur.



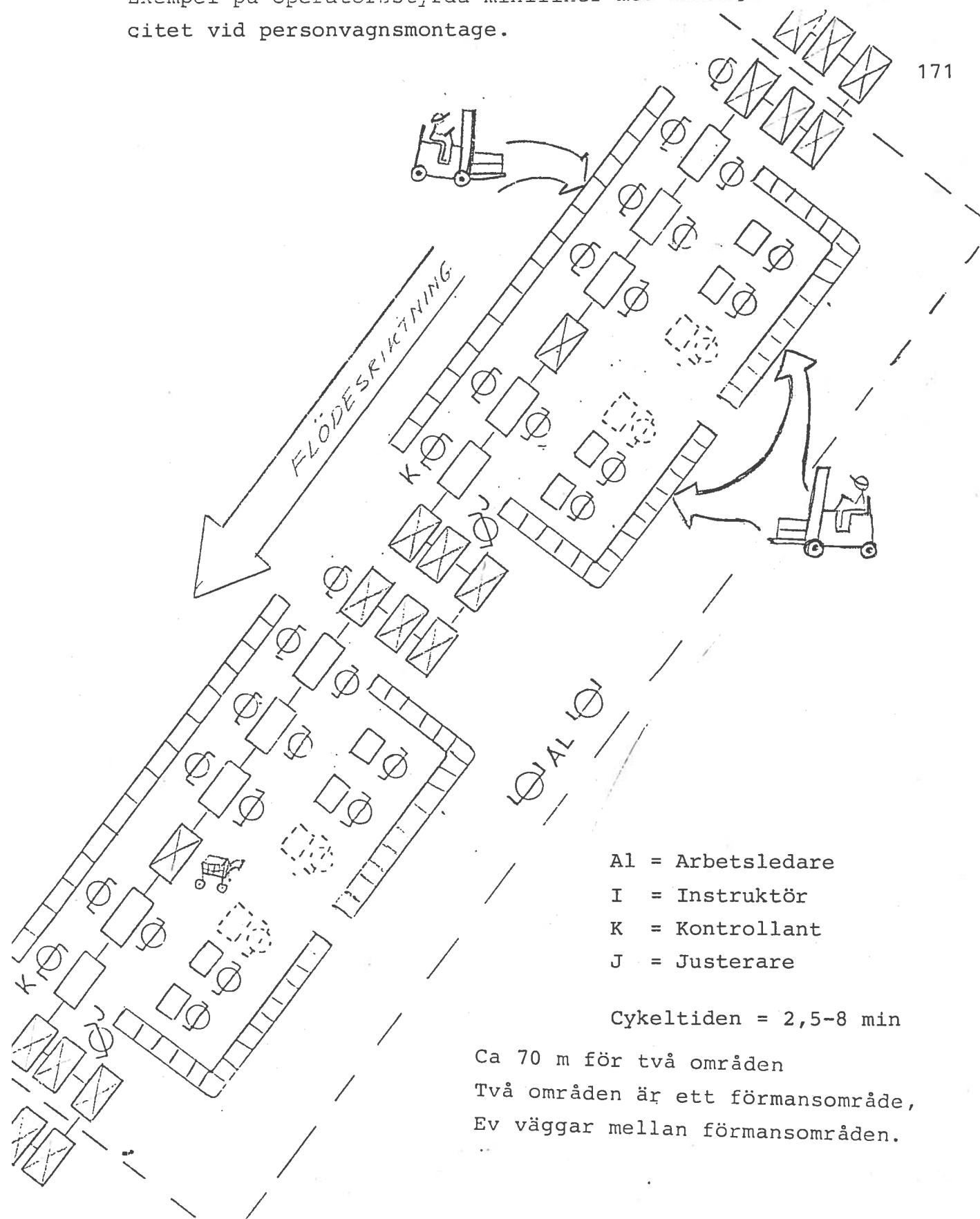
Figur 4.52 Principiellt produktionssystem.

Vi får en rest av förluster som skall tas upp inom linjeblocket. Antingen accepterar vi denna rest eller tar upp den genom de föreslagna metoderna. Accepteras resten kan den om en enklare typ av sekvensbalansering tillämpas absorberas i senare avsnitt.

Observera att samtliga avsnitt inte behöver vara identiska. Avsnitt med större tidsspridning varianter emellan kan ges exempelvis en parallellstruktur och sorteringsansvar eller ytterligare höjd systemkapacitet.

Tidigare utvecklat system, seriekopplade parallella kollektivsystem har följande nackdelar:

- Behov av slingstyrda vagnar medför hög investeringskostnad.
- Sorterande bufferts för basobjekt, behov av avancerad datastyrning.
- Stora sorterande bufferts för motorer, instrumentbrädor och dörrar, medför behov av "PBB"-lager (automatlager för högsynkront material).
- Behov av datastyrning av både basobjekt och tillsatsmaterial.
- Negativa erfarenheter av högmekaniserad utrustning, låg kvalitet vid basobjektframställning, behov av elektronikutbildning. Stora driftstörningar och behov av underhållspersonal. Vid köp av avancerad teknik är företaget utlämnad åt säljaren.



Figur 4.53 Två avsnitt av operatörsstyrda miniliner. Observera att hastigheten inom ett avsnitt är kontinuerligt variabelt från hastigheten 0 till max arbetshastighet hos operatören. Personalfrånvaro absorberas i parallella förmontagestationer, där buffertering sker av förmontage (istället för buffertera basobjekt stoppa line eller ersättarpool).

Systemets möjligheter att absorbera störningar beskrivs av:

- 1 Variantförlust.
 - 1.1 Varianter på sista stationen eller i förmontage i kombination med enkel sekvensbalansering (typ batch).
 - 1.2 Kollektivsystem med överlappande arbetsuppgifter och/eller löpande operatör.
 - 1.3 Kollektivsystem med högre systemkapacitet (extra station eller justerplats + buffertplats före).
- 2 Balanseringsförlust, se 1.2 och 1.3.
- 3 Hanteringsförlust se 1.2 och 1.3 i kombination med laddning på/i basobjekt och "materialbox" (operatör medför material). Avsnitt med behov av tiltutrustning ger högre hanteringsförlust.
- 4 Systemförlust se 1.2 och 1.3. Kvalitetsförbättring p g a återföring av fel till operatör/avsnitt och justering i gruppen (rotation) samt i vissa avsnitt visst kontrollarbete.
- 5 Vid cykeltider kring 2,5 min så måste kontinuerlig drift användas, eftersom start- och stopptider annars blir för långa.

Systemet har ambulerande kontrollant i förmontage. Ev endast en kontrollant på förmansområdet (dock allkontroll vid vissa avsnitt). Buffert mellan avsnitt minskar systemförluster.

Vid diskussion kring justering och kontroll skall noteras:

- Ett problem vid skisserade system är att återföring av felaktiga objekt ej möjligt, ej heller kan dessa lämnas kvar för åtgärd.
- Hur skall mätning (efter hela linen) ske och hur skall återföring från detta till gruppen ske.

- Hur skall t ex byte av fel motor (högsynkront material) ske. Observera att felen vanligtvis kommer i stötar, vilket medför en stor insats periodvis på vissa fel. Felen återkommer sällan utan nya uppstår.
- Systemförlusterna har en multiplikativ karaktär, varför en oändlig line får en oändlig slutjustering. Jämförelse bilfabriker emellan vid montering av samma objekt, visar att slutmontering med färre stationer ger ett lägre, ej linjärt beroende, behov av justering.
- Hur information om kvalitetskrav skall ske.
- Hur operatören skall bete sig när det ej går att utföra justering (ex flaggning med lapp om felet). Exempel från bilproduktion visar på en ungefärlig fördelning av felen i justeravdelningen på 50 % passningsfel, 30 % ej färdigmonterat och 20 % övrigt. Exempel från fabrik, vilken monterar två helt skilda bilar, en med låg konstruktionsgrad, och en med hög visar att av den förra gruppen besöker 80 % av vagnarna justeravdelningen, för den senare gruppen är motsvarande siffra 20 %.
- Saab-Valmet, Finland, tillämpar "0-felsteorin", där operatörerna (6 st) åtgärdar de fel som kontrollanten upptäcker inom avsnittet, cykeltiden är dock här 12 minuter till skillnad mot 2,5 minuter. 0 fel ut ur avsnittet utgör kvalitativ feedback till gruppen.

Observeras bör att för samtliga förluster svänger systemet in sig inom gruppen (social-psykologiskt), d v s minskar förlusterna mot en nivå. Mellan grupper sker även insvängning (sociologiskt) om systemet är kopplat till upparbetningsmöjlighet med klara kvantitets- och kvalitetsmål. Observera att information om vad som är "viktigt" kvalitetsmässigt minskar systemförlusten, se Karlsson (1979). Ett sätt att använda det skisserade systemet är att acceptera ett förutbestämt antal variantöverdrag mellan avsnitt. D v s ett antal tidskrävande eller svårjusterade varianter tillåts (icke åtgärdade) belasta nästa avsnitt, som får överprestera eller kompensera för denna störning.

För upparbetning gäller att vid korta cykeltider (2,5 min) måste upparbetningen vara ca 25 % (140 MTM) vid "korta ryck". Man måste under ett 2-timmars pass ha en rast på ca 5-7 min (röka, dricka kaffe) annars kommer upplevelser av bundenhet att finnas. Observeras bör att upparbetningen är av gruppkaraktär och att individuell frikoppling i form av mellanbuffert (5-10 min) saknas. Genom ombalansering inom gruppen kan dock individuell frikoppling ske. Upparbetning sker då genom att en grupp på ungefär 8 operatörer lär sig arbeten på 8 stationer. 7 operatörer kan sedan tidvis utföra 8 operatörers arbete genom överprestation, eller genom att tappa av sin buffert.

Metoden förutsätter att visst material kan medföras av operatören samt att antalet fixturer är få och att monteringsverktygen kan medföras.

Vid en driven line och MTM 1,12 får gruppen arbetstakten MTM 1,30 när en individ fattas, men om balanseringsförlusten på stationerna i snitt är exempelvis 15 % så arbetar ingen hårdare än ca 1,12 MTM i snitt.

En grupp av detta slag finns i monteringsverkstaden vid Saab-Scania:s personbilsfabrik i Trollhättan. Man byter arbete 4 gånger under dagen.

Antalet operatörer i minilinesystemet är under 12, vilket medför att systemet kommer att fungera enligt de gruppsykologiska lagarna. Dock kommer förmontage och slutmontage att tillsammans vara ca 17-18 man, vilket gör att sammanhållningen i denna grupp blir låg och att undergrupper utvecklas. Arbetsledaren får här agera konfliktlösare och regler för relationer mellan för- och slutmontage måste finnas.

Buffert mellan steg är 15 min, vilket för de flesta operatörer bör upplevas som tillräckligt. Dock bör bufferten innan sista lineavsnittet vara mer än 15 min eller lineavsnittet köras snabbare, d v s överbalanseras. Detta för att förhindra "igenkorkning" av hela systemet. Det kommer i vissa avsnitt att vara möjligt att köra upp buffert på lineavsnittet och tillgodogöra sig 15 + 15 min = 30 min genom att arbeta sig bakåt.

Upparbetning är möjlig dels inom varje avsnitt dels för hela systemet. Vid Saab-Scania i Trollhättan har en beräkning utförts om möjlighet att införa systemet i befintlig fabrik. På en pelardelning och yta så blir uppabetningsmöjligheten genom att skruva på linen 15 % under de fyra arbetspassen som varar ca 2 timmar, d v s 18 minuter, cykeltiden blir 2,5 min. Används buffertarna före så kan grupperna ligga 2 vagnar (5 minuter) efter, därefter startar systemet upp automatiskt. Gruppen har dock ytterligare uppabetningsmöjlighet genom att uppabeta sig mot flödesriktningen inom gruppen ca 5-7 minuter. De kan också frikoppla medlemmar respektive kalla in medlemmar från förmontagestationerna så uppabetningen ytterligare ökar. Den reella uppabetningen per tvåtimmarspass blir således $18 + 5 + 7 \text{ min} = 30 \text{ minuter}$ vilket av de flesta operatörer upplevs som tillräckligt för att ej känna sig maskinstyrda (se Karlsson 1979).

Om störningar uppstår enligt planerad störtid (per dag), (överbalans) så måste grupperna utjämna detta. Vid större störningar så avskrivs detta utjämningsansvar men grupperna har ansvar för att tappad produktion körs in på övertid. Att köra övertid i dessa system med endast ett fåtal gruppmedlemmar i varje avsnitt är fullt möjligt i dessa system.

Ett system som det ovan beskrivna ställer krav på buffertkapacitet före och efter. Om, vid personvagnstillverkning målningssavdelningen inte förmår variera kapacitet och ingen mellanbuffert finns, kommer uppabetningsmöjlighet och förlustabsorption att begränsas.

System är möjligt att införa på samma yta som en tidigare line. Etappvis införande är möjligt. Buffertstorleken mellan avsnitt är tyvärr ytbegränsad och därför är endast två bilar åtkomliga för justering.

Feedback om det kvantitativa läget skall finnas inom varje avsnitt, verkligt läge och planerat läge (displaytavla). Denna tavla skall även visa produktionsstopp och produktionskvantitet för övriga avsnitt, så att avsnitten medges möjlighet att kompensera, förhindra spridning av störningar till andra avsnitt. Kompensering kan ske antingen genom tidigare beskrivna metoder, eller genom att arbeta på raster, vilket är möjligt då 8 basobjekt finns tillgängliga i gruppen. Möjligheten för hela gruppen att samtidigt fylla buffert och avsnitt begränsas om systemet, av miljöskäl, står stilla under raster (inget buller under rasten).

Inom varje avsnitt finns tre knappar tillgängliga med funktionerna:

- 1 Stoppa system för rast.
- 2 Anrop på arbetsledare, försedd med personsökare. Gruppen har noterat att stopp kommer att uppstå, exempelvis materialbrist.
- 3 Totalstopp, alarmknapp för högsta beredskap och eventuellt signal till högre arbetsledning. Systemet påminner om pullsystem typ japansk Kanban.

Om displayen även visar andra avsnitts status så kan exempelvis avsnitt II kompensera för felaktigheter/störningar uppkomna i avsnitt I och förhindra således att tidsförskjutning drabbar avsnitt III (störningsspridning förhindras).

Varje avsnitt har sin utrustning kopplad till en felindikator-tavla inom avsnittet. Vid stopp så larmas underhållspersonalen automatiskt för att minimera väntetid. När underhållsmontören anländer så är felet indikerat för att minimera söktiden.

Flexibiliteten erhålles genom att frånvaro tas upp genom stationer i förmontage där buffert finns (d v s både + och -).

Följande lösningar är möjliga i förmontage:

- 1 Parallella stationer.
- 2 Stationer med överkapacitet.
- 3 Stationer omställbara mellan olika förmontage.
- 4 Varierande buffertstorlek mot slutmontage.
- 5 Kasta personal mellan olika stationer.
- 6 Ordningsföljden mellan samtliga förmontage.

Kombinationer av dessa är möjliga. Förmontage kan vara mer okonventionella än idag. Exempelvis kan man byta fixturer på samma station (kassettsystem) för att snabbt kunna ändra produktionsvolymen av visst förmontage. Det är också möjligt att kassettladda förmontaget i materialvagnar eller bärbara "verktygslådor".

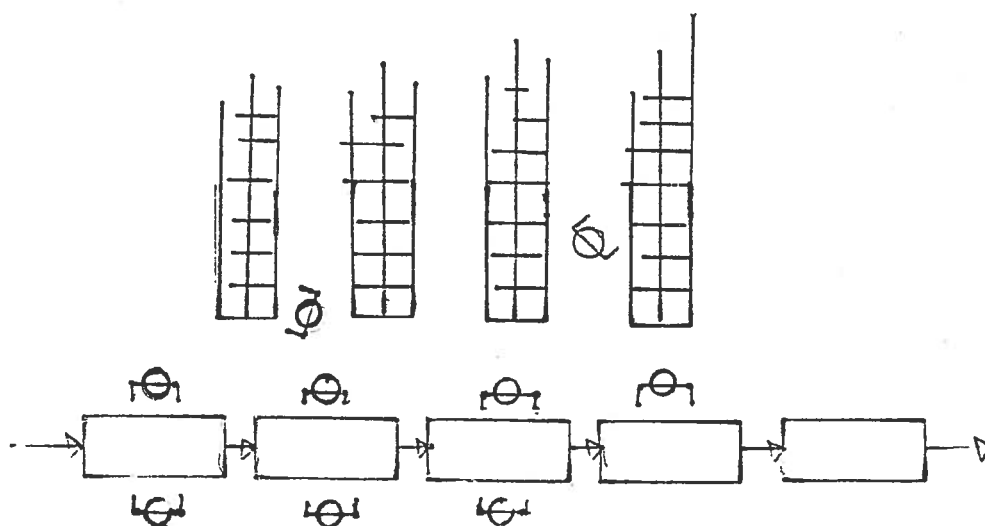
Volymförändring.

Ingen ombalansering krävs vid taktändring. Taktändring med 22 % (+ 2 man) respektive minskning med 77 % (- 7 man).

Organisationsformer.

Ett stort antal organisationsformer är möjliga. Arbetsgrupperna har frihet att välja den form som passar den bäst beroende på kunskap, mognad och eventuellt handikappade i gruppen. Målet bör dock vara att samtliga lär sig alla arbetsplatser i slut- och förmontaget samt juster- och kontrollarbete. En nybörjare lär sig en station 2,5 min. Därefter lär han sig fler. Inskolningskontot belastas ej mer än vid en ordinarie line men för att lära sig samtliga arbeten krävs 3-6 veckor på lineavsnittet respektive förmontaget. Enklare underhållsarbete bör kunna handhas av arbetsgruppen (typ handmaskiner, luftslangar etc). Gruppen kan organiseras som autonom arbetsgrupp med ersättare inom gruppen, samt kontaktman. Det är möjligt att ge gruppen visst budgetansvar i formen profitcenter. Dock bör uppmärksammas att p g a den höga frekvensen kommer kvinnor att ha svårigheter med belastning på vissa stationer, vilket minskar flexibiliteten något.

Materialförsörjning kan lösas så att buffertering av förmonterat material sker i ställage vinkelräta mot basobjektets flödesriktning (typ Mercedes Lastvagnar). Vid löpande operatör kan material medföras i bärbar materialbox eller "Domusvagn". Alternativt kan konventionell materialförsörjning tillämpas.



Figur 4.54 Vinkelräta ställage för buffertering av förmontage.

Gruppen kan i samråd med arbetsledaren ombalansera avsnittet om tidsformler utarbetas. Dock måste regler utarbetas och ett bra uppföljningssystem komplettera reglerna. QC - cirkel - konstruktör - beredare kan kopplas till vissa avsnitt enligt japansk modell.

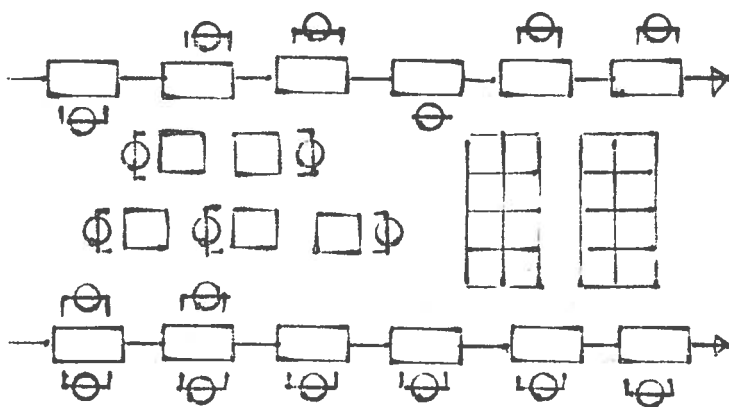
Vid införande av systemet måste detta ske stegvist, så att i första fasen det fungerar som en line, för att i senare skeden successivt byta ansvar mot ökad frihet. Vissa avsnitt kommer på grund av att personal eller objektkonstruktion aldrig erhåller högsta grad av autonomi och störst utnyttjande av tillgängliga "spelmetoder".

Sammanfattningsvis ser vi av ovanstående beskrivning att två vägar för systemutveckling existerar:

- 1 Anpassa systemet mot produkten - ger vissa förluster.
- 2 Anpassa produkten mot systemet - ger vissa förluster.

Kombinationer av förlustminimerande och flexibilitetshöjande åtgärder får användas, observera att fullständig förlustminimering och total flexibilitet inte alltid är det högsta målet.

Bufferts i systemet är huvudsakligen sociala (upparbetning) samt avsedda för justering. Produkten måste ha viss andel förmonter. Vissa avsnitt kan ladda tyngre material i kaross. Vissa avsnitt kan utföras som parallella (tidigare beskrivet system med självgående vagnar). Vissa avsnitt kan utföras som tiltavsnitt där tiltar roterar runt i en ändlös slinga. Nedan visas ett avsnitt där två parallella avsnitt kan servas av gemensamt förmonter och materialtorg.



Figur 4.55

1.1 Konstruktionsanalyser av kylskåp, spis, diskmaskin, SAAB 900
Datsun Bluebird och Lastvagn 7070

Arbetets syfte är att undersöka sambandet mellan monterings-
ringstid och vissa karaktäristiska variabler för en konstruktion,
såsom antalet artiklar, fästelement, fästpunkter och typer av
dessa.

Arbetet är avgränsat till studier av sex produkter:

- Zanussi kylskåp
- " spis
- " diskmaskin

- Saab 900 - framdörr
- bakdörr
- instrumentpanel
- front

- Samt motsvarande delar på Datsun Bluebird

- Lastvagn Volvo 7070 (semidrag 4 x 2" *)

Vidare har avgränsningar gjorts till vissa variabler i konstruk-
tionen (se kapitel 2.1 och 3).

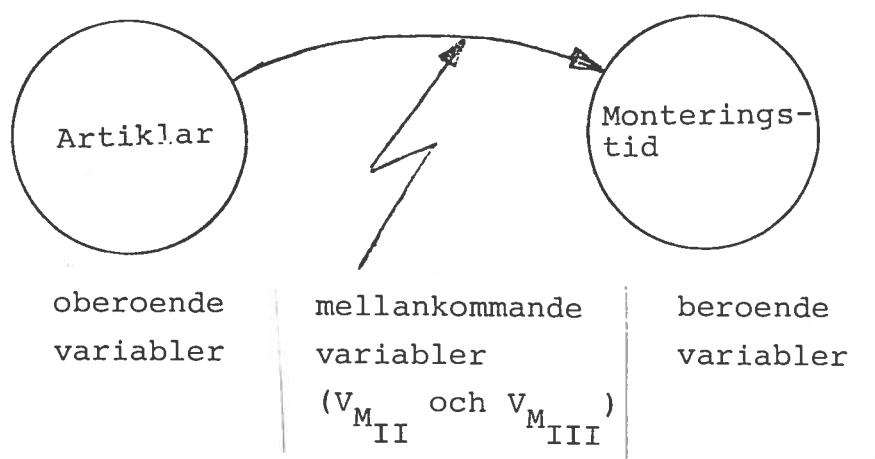
* Se Konstruktionsanalys av några objekt som bedömnings-
bas för förändrade produktionssystem. Mats Johansson, 1981,
Institutionen för Transportteknik, CTH.

Metod och arbetsgång

Hypotes och metodavgränsning

Den hypotes som jag arbetat efter är:

- "Det finns ett positivt samband mellan monterings-
tid och vissa konstruktionsvariabler, såsom antalet artiklar,
fästelement och fästpunkter".



För att bestämma detta samband kan man tänka sig olika nivåer eller betraktelsesätt på analysen. Dessa är:

- 1 Enklaste betraktelsesätt I
Monteringstid = f (antalet artiklar)
- 2 Betraktelsesätt II
Monteringstid = f (FE, FP, Art)

$V_{M_{II}}$ = 2.1 Antal fästpunkter
 2.1.1 Typ av fästpunkter
 2.2 Antal fästelement
 2.2.1 Typ av fästelement

3 Betraktelsesätt III

- $V_{M_{III}}$ =
- 3.1 Maskinell utrustning
 - 3.2 Fler än två händer krävs
 - 3.3 Långa artiklar (ex fästa slang)
 - 3.4 Smörjfett, teip (annat än artiklar)
 - 3.5 Tunga artiklar
 - 3.6 Skevhet
 - 3.7 Antalet vridningar
 - 3.8 Sekvens
 - 3.9 Basobjektets huvudform
 - 3.10 Basobjektets storlek
 - 3.11 Basobjektets tyngd
 - 3.12 Tid för enskild artikel (endast vid >1 operatör per operationsplats på basobjekt)
 - 3.13 Fixturer
 - 3.14 Möjlighet till arbetsförberedelser

Kommentar: Beroende på produktionssystemets utformning (se bakgrundvariabler) kommer behovet i noggrannhet hos variablerna att variera. Exempelvis vid montörstäthet > 1 , sekvensen att beräknas som operatörsplats vid basobjekt och ej som sekvens på artikelnivå. Vissa av variablerna kan sammanfattas i övergripande mått, exempelvis montörstäthet.

Bakgrundsviabler

- Flödesriktning
- Cykeltid
- Vald materialförsörjning
- Arbetsorganisation
- Kontroll
- Justering

Detta arbete är helt inriktad på betraktelsesätt I och II. För vissa kommentarer och som förklaringsförsök till avvikelser har dock variabler ur betraktelsesätt III och bakgrundvariabler använts.

Konstruktionsanalys

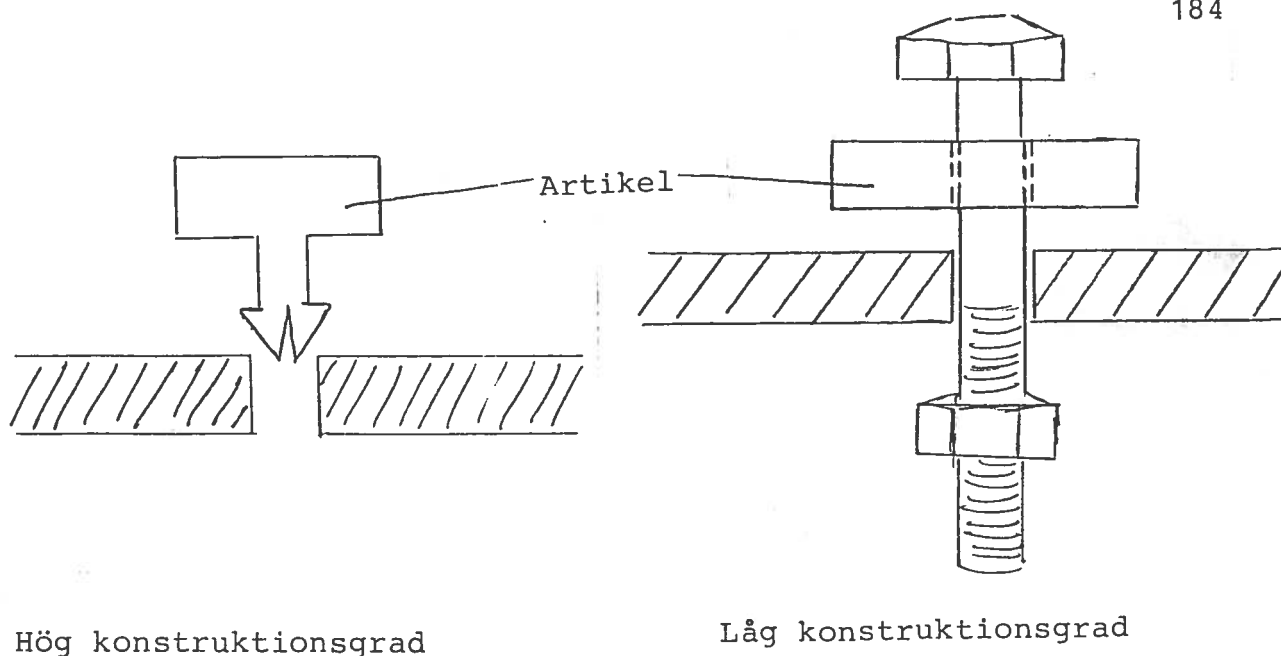
Det har tidigare påpekats att en förståelse av hur det monterade objektet är konstruerat är av stor vikt då det gäller att lösa t ex materialförsörjningsproblemen vid införande av nya produktionssystem, eller vid bedömningar av nya produkters produktionsvänlighet. För att få ett bedömningsunderlag av konstruktionen, måste någon form av systematisk metod användas. I detta kapitel redogörs därför för en sådan metod att systematiskt analysera en konstruktion.

Begreppet konstruktionsgrad

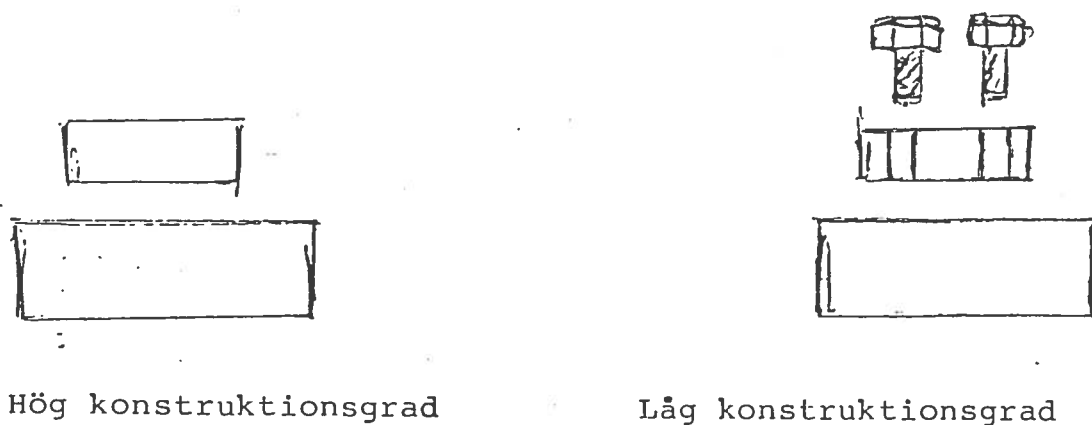
För att en produkt skall vara snabb att montera krävs att den går lätt att montera (hög konstruktionsgrad) och att den inte kräver omfattande justering (låg justeringsgrad). Justeringsgraden berörs inte vidare i detta arbete, men konstruktionsgraden kommer här att förklaras närmare. I en analys av en produkts konstruktionsgrad, ingår studier av variabler såsom monteringsriktningar, sekvens, antal artiklar, antal fästpunkter, typer av fästelement verktygsbehov, lyfthjälperverktyg etc. Alla dessa variabler behandlas inte i detta arbete, utan den i det följande beskrivna analysmetoden, ger en bild av konstruktionen vad det gäller:

- Artiklar (art)
- Fästelement (FE) och
- Fästpunkter (FP)

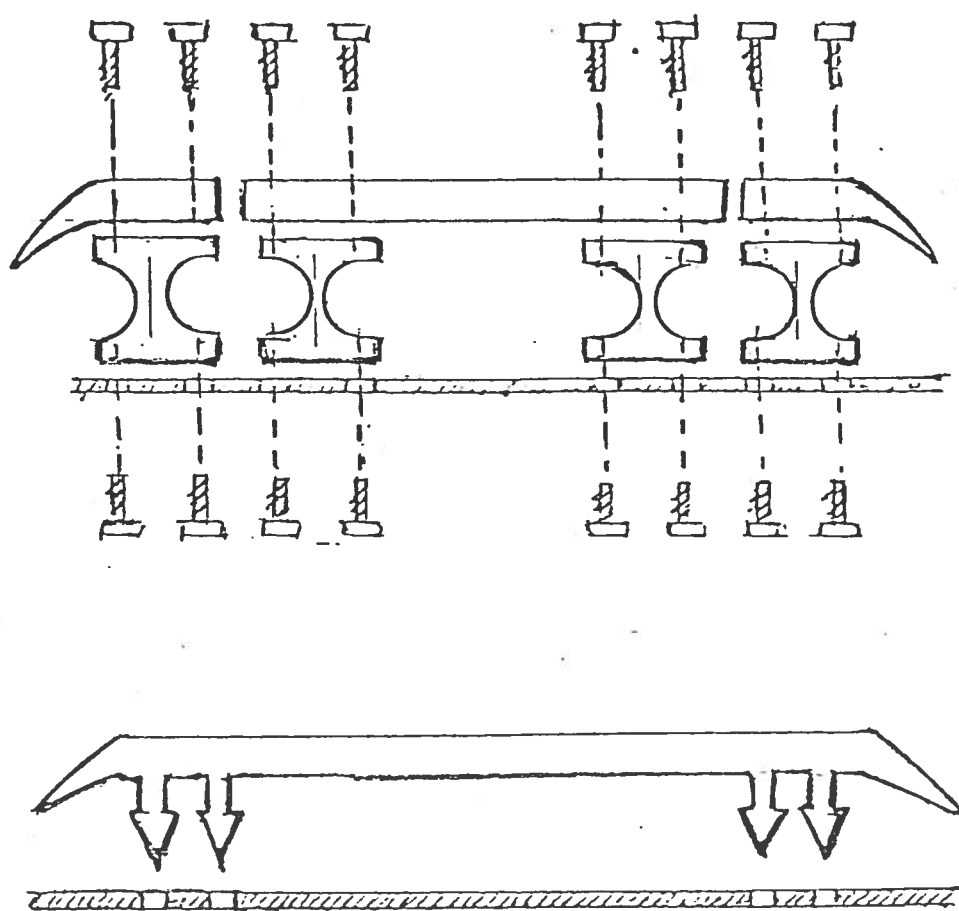
Analysen är således ej någon fullständig konstruktionsanalys, utan behandlar endast en del av den s k konstruktionsgraden. Nedan ges några exempel på hög respektive låg konstruktionsgrad. I figurerna 3.1 - 3.3 ges några exempel på hög respektive låg konstruktionsgrad.



Figur 4.56 Exempel på hög- respektive låg konstruktionsgrad.
 Artikeln till vänster har integrerat fästelement.



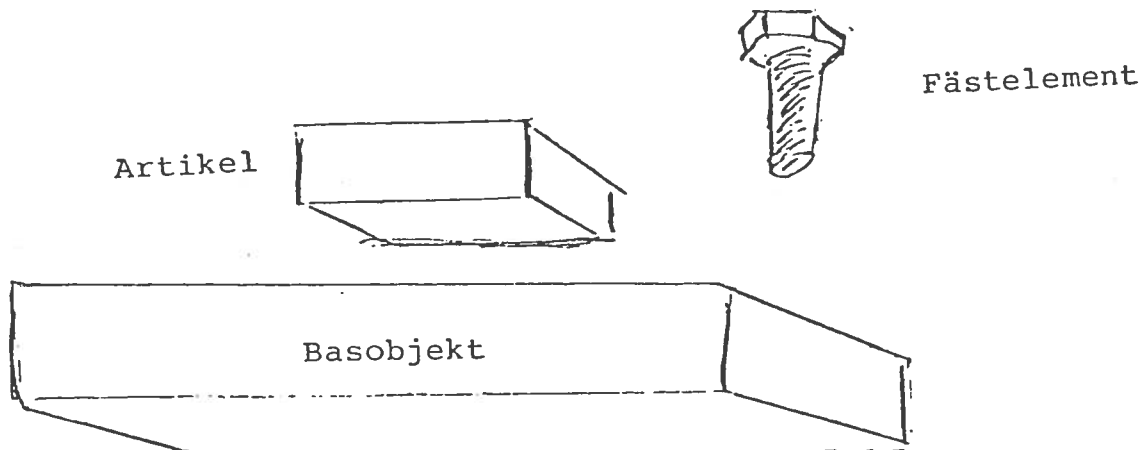
Figur 4.57 Till vänster extremt hög konstruktionsgrad, artikeln placeras direkt på basobjektet och monterat färdigt. Till höger lägre konstruktionsgrad, artikeln fixeras med fästelement.



Figur 4.53 Exempel på bilstötfångare med låg och hög konstruktionsgrad. Konventionell bil kontra Fiat Ritmo.

Definitioner

Några begrepp som är viktiga att känna till är basobjekt, artikel, fästelement och fästpunkt. Figuren nedan förklarar innebörden av de tre förstnämnda.



Figur 4.59 Basobjekt, det objekt varpå montaget står, observera att detta i vissa fall kan vara en fixtur som förflyttas mellan monteringsstationen. I vissa fall exempelvis en bilkaross eller lastvagnschassi.

Artiklar är det som fästes på basobjektet. Fästelement är element som fixerar artikeln på basobjektet.

Antalet och typ av fästpunkter anger på vilket sätt artikeln monteras på basobjektet.

Analysens användningsområden

- 1 Få ett absolut mått på, i produkten ingående artiklar, FE, FP och olika typer av dessa. Man kan alltså få svar på frågan: "Hur många?".
- 2 Få ett underlag till jämförelse mellan olika produkttyper eller mellan likartade produkter av olika fabrikat.
- 3 Få en bedömningsgrund av en ny produkts monteringsvänlighet, redan på ritbordet.
- 4 Genom att korrelera de olika produktvariablerna till monteringsstiden, få fram den variabel som bäst samvarierar med monteringsstiden, se vidare kapitel 4, för att på detta sätt skapa ett enkelt mätbart mått på erforderlig mate-

- 5 Uppskattning av förluster i produktionssystemet.
- 6 Alternativ tidsstudiemetod vid balanseringsarbete.
- 7 Genom metodens enkelhet, kan en självstyrande grupp själv utföra balanseringsarbetet.

Klassificering

Artiklar

En klassificering av artiklar är inte alltid nödvändig. Om och i så fall hur en sådan klassificering skall göras får avgöras från fall till fall.

Vill man av någon anledning klassa artiklar, kan detta beroende av problemets art ske enligt olika indelningsgrunder. Dessa kan vara t ex:

- Storlek
- Vikt
- Form
- Ömtålighet
- Frekvens

I detta arbete har ingen klassificering av artiklar skett. Vad man ur analysen kan utläsa om artiklarna är antalet som påförs basobjektet på varje monteringsstation, eller i förekommande fall totala antalet artiklar i produkten.

Gränsdragning artiklar - FE

Man bör observera att gränsdragningen mellan artiklar och fäst-element, ej alltid är distinkt. Vid gränsfall får man se till den funktion som uppfylls. Ex en skruv som används att täcka ett hål med, måste räknas som artikel.

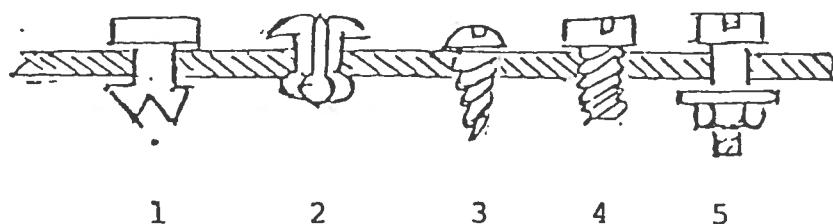
Fästelement

Fästelementen indelas i fem typer. Dessa är:

Typ 1	Clips
" 2	Nit
" 3	Plåtskruv
" 4	Maskingängad skruv eller mutter
" 5	Maskingängad skruv med mutter

Dessa typer är de vanligaste man stöter på i praktiken. Naturligtvis händer det att man finner något fästelement, som ej direkt går att hänföra till någon av ovanstående typer. Men får då gå på känslan och avgöra vilken typ det ligger närmast, t ex map tid att montera.

Tanken är att fästelement typ 1, alltså clips, är det fästelement som har den högsta konstruktionsgraden, vilket för detta arbete är liktydigt med kort monterings tid. Fästelementen är sedan ordnade så att högre typtal betyder lägre konstruktionsgrad, eller enklare längre monterings tid.



Figur 4.60 De fem klasserna av fästelement.

Brickor

Ofta hittar vi olika typer av brickor tillsammans med fästelementen. Dessa räknas ej separat, utan som en del av fästelementet. Undantaget här, är när brickan fungerar som distansgivare. Den räknas då som artikel.

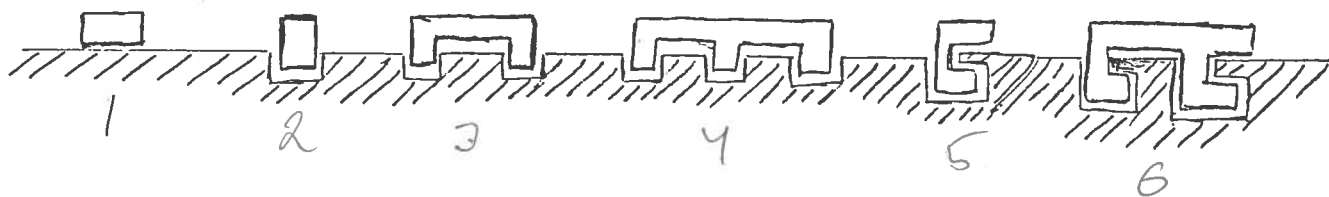
Artikel med integrerat fästelement

I det fall man har en artikel med integrerat fästelement räknar man artikeln, men ej något fästelement. Däremot anger man av vilken typ det integrerade fästelementet är av.

Fästpunkter

Klassificering av fästpunkter, FP

Fästpunkter har delats upp i sex olika typer, enligt nedanstående figur.



Figur 4.61 Klassning av fästpunkter.

Tanken är, liksom i fallet för fästelement att lägre typtal innebär högre konstruktionsgrad.

Typ 1 är det bästa fallet. Artikeln läggs direkt på basobjektet.

Typ 2 innebär att artikeln eller del därav måste inplaceras i ett hål.

Typ 3 är samma som typ 2, fast placeras i två hål.

Typ 4 som ovanstående, men 3 eller fler hål.

Typ 5 betyder att artikeln måste passas in med någon vrida-inpassa rörelse.

Typ 6 som ovanstående, men de delar av artikeln som måste passas in är fler än två.

Förutom att användas som egen variabel, kan en studie av fästpunktstypen vara värdefull när man vill förklara avvikelser vid studier av artiklar och fästelement, kontra monterings-tid. Man får då antaga att högre typnummer ger längre monterings-tid. Vid extremt långa artiklar med svåra inpassa rörelser, typ gummlister, är det fullt tänkbart att räkna antal tryck med handen som antal fästpunkter.

Ett annat fall där fästpunkter har stor betydelse, är då arbetet på en produkt till stor del består av att ansluta slangar, kablar, rör o dyl. Varje anslutning räknas då som en fästpunkt.

Praktiskt genomförande

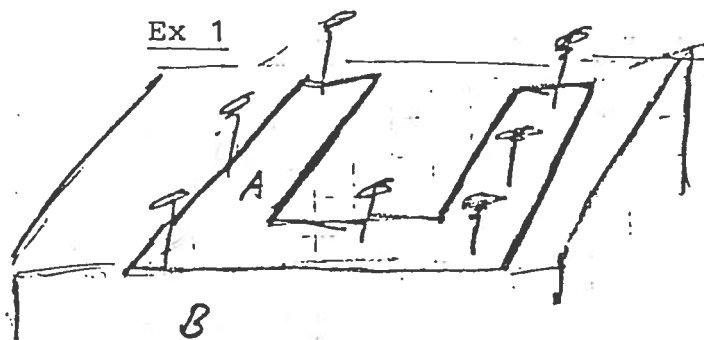
Typfall

Nedan följer ett antal exempel på vanliga och ovanliga problem man kan ställas inför då man genomför en konstruktionsanalys.

A i figurerna, betecknar i förekommande fall artikel och B betecknar basobjekt.

Längst bak har för åskådlighetens skull en standardblankett fyllts i för de följande exemplen.

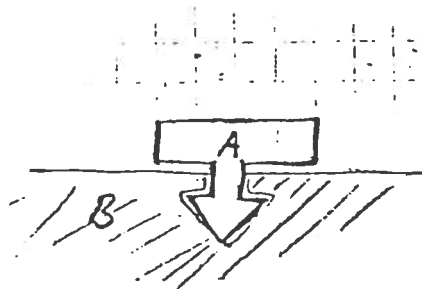
Ex 1



Plåt lägges på basobjekt och drages fast med 7 st plåtskruv.

1 art, 7 FE, 7 FE typ 3, 1 FP typ 1.

Ex 2



Artikel med integrerad FE av typ clips.

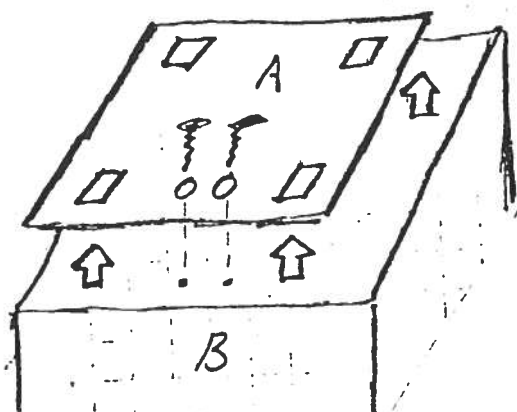
1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 2.

Ex 3



Artikel m. int. FE av typ maskin gängad skruv.

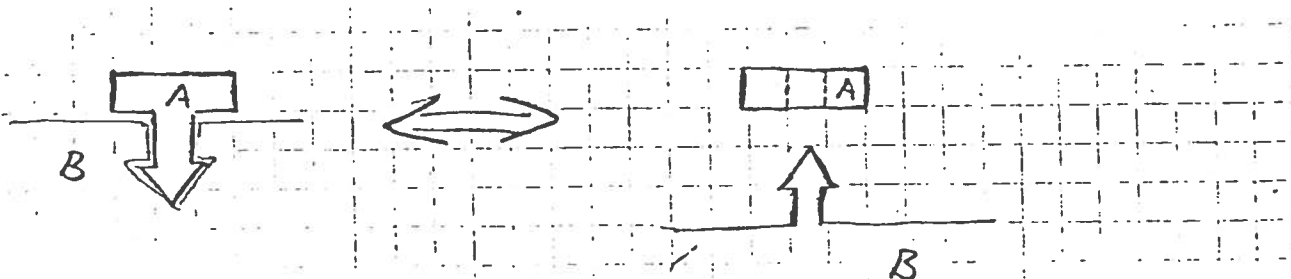
1 art, 0 FE, 1 FE typ 4, 1 FP typ 2.

Ex 4

Lägga plåt på basobjekt och dra fast med 2 st plåtskruv. Fästes dessutom med 4 st integrerade clipsfunktioner.

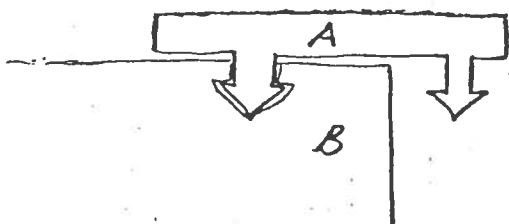
1 art, 2 FE, 4 FE typ 1 och 2 FE typ 3, 1 FE typ 4

(se även nästa exempel)

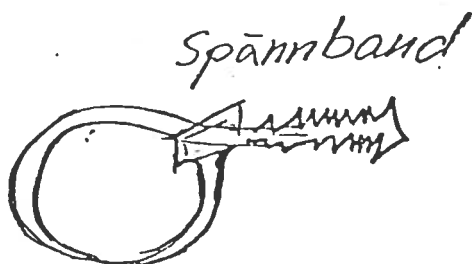
Ex 5

Ur definitionssynpunkt finns ingen skillnad om det int. FE sitter på artikeln eller basobjektet.

1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 2.

Ex 6

Räkna ej okritiskt antalet int. FE på artikeln, utan kontrollera även hur många som använts vid det studerade arbetsmomentet.

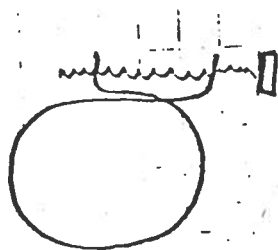
Ex 7

a) Om det räknas som artikel:
1 art, 0 FE, 1 FE typ, 1 FP typ 1 (den sista kan ev vara annorlunda)

b) Om det räknas som fästelement:
1 FE typ 1

Ex 8

Slagklämmor som används att fästa slang med, räknas som fästelement.



Slangklämma med skruv som sitter fast i denna.

1 FE typ 3

Ex 9

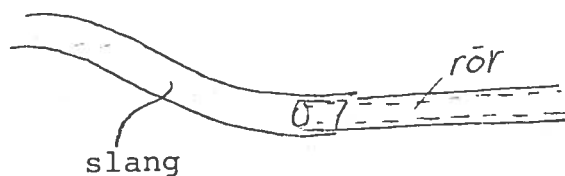
Slangklämman av typen "tryck ihop och släpp"



1 FE typ 1

Ex 10

Ansluta slang på rör, då slang och rör finns på objektet.



1 FP typ 2

Ex 11

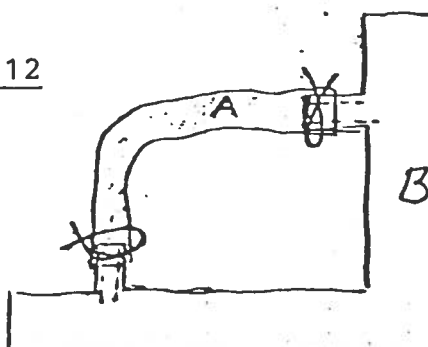
Synkron förmontering av slangklämma på slang.



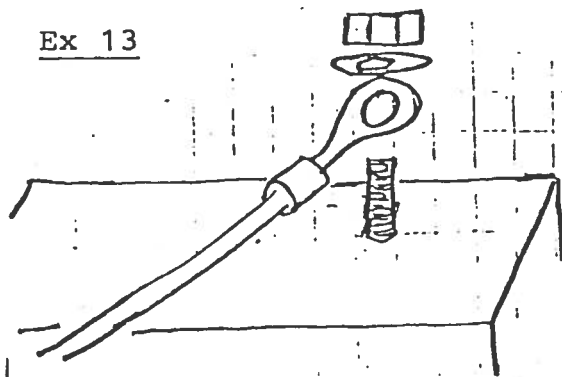
1 FP typ 2

Ex 12

Montering av slang med två st slangklämmor av typ i ex 9



1 art, 2 FE, 2 FE typ 1, 2 FE typ 2

Ex 13

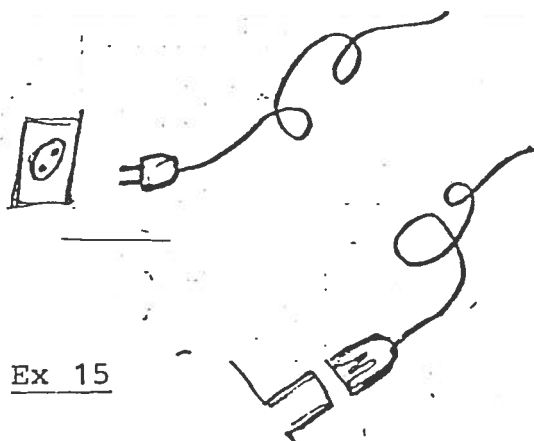
Ansluta kabel med maskingängad mutter och bricka. Sladden finns redan på objektet. Räkna alltså ingen artikel.

1 FE, 1 FE typ 4, 1 FP typ 2

Obs! Brickan räknas ej om sladden ej funnits på objektet hade det tillkommit 1 art.

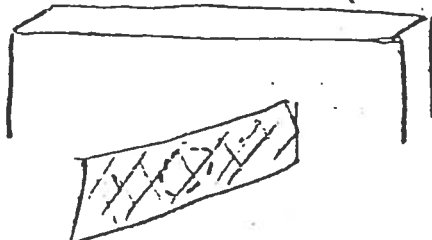
Ex 14

Anslutning av sladdar och kablar, se ex 13. Kablarna finns på objektet.



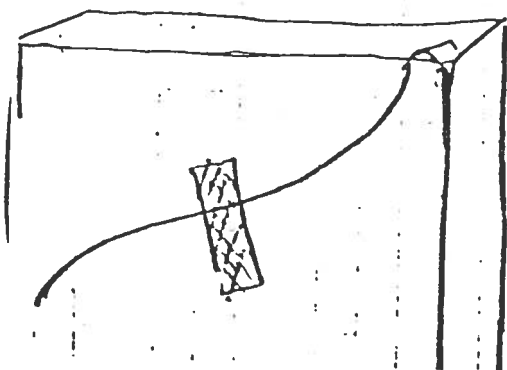
a) Ansluta kabel till kabelsko
0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 2

b) Ansluta stickkontakt
0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 3

Ex 15

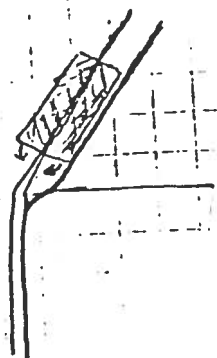
Tejpbil som täcker hål. Tejpen alltså räknad som artikel.

1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 1.

Ex 16

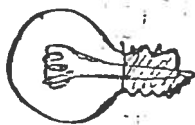
Tejp som används att fästa kabe med. Tejpen räknad som fästelement.

1 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 1
obs! Kabeln finns på objektet.

Ex 17

Tejpa runt kant. Tejpen här räknad som artikel. Fungerar t ex som skavskydd.

1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 2.

Ex 18

Skruva fast glödlampa

1 art, 0 FE, 1 FE typ 4, 1 FP typ 2.

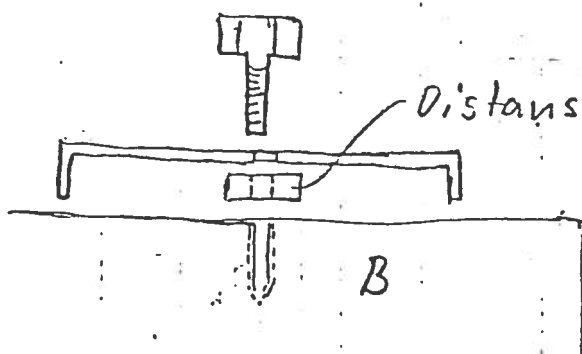
Ex 19

Basobjektet

Basobjektet (går i regel på stn 1) räknas ej med som artikel vid korrelationsanalysen. Vid en eventuell jämförande analys, där totala antalet artiklar är av intresse, räknas basobjekt som en artikel.

Ex 20

Distansbricka

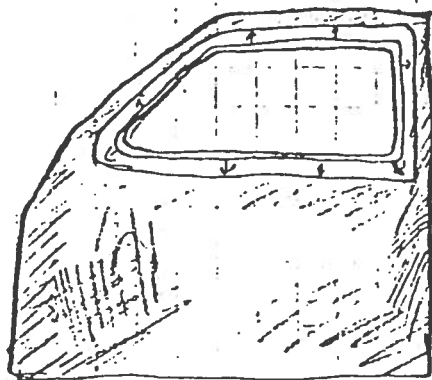


I detta fall fungerar brickan som distansgivare och räknas alltså som artikel.

1 art, 1 FP typ 1

Ex 21

Gummilist

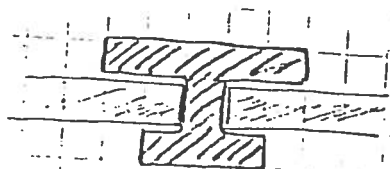


T.ex gummilist som tätar runt fönstret på en bildörr. Listen sätts fast genom formpassning i spår.

1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, x FP, x FP typ X.

Formpassningen ger att vi räknar fästelement som integrerat och av typ "clips". Anta vidare att listen pressas dit för hand, eller vanligen m h a en klubba.

Vi räknar då antalet fästpunkter, som det antal tryckningar med handen, eller det antal klubbslag som erfordras för att sätta listen på plats. Här är detta angivet till x st. Vilken typ av fästpunkt som ska anges, är beroende av hur listen och "spåret" i dörren ser ut. Här angivet med typ X.

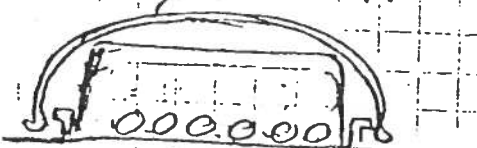
Ex 22

Gummiplugg i hål

1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 6.

Ex 23

bandfjäder (FE)

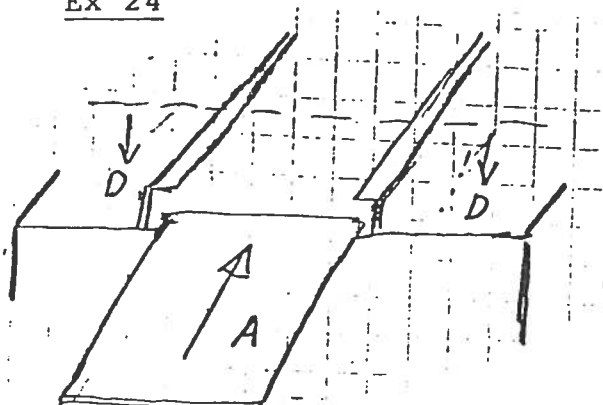


skyddslock (artikel)

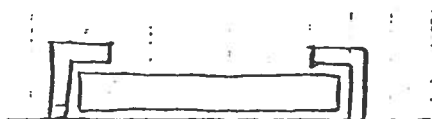
Fjädern har här som funktion att hålla skyddslocket på plats. De kan t ex vara locket till en säkringsdosa.

1 art, 1 FE, 1 FE typ 1, 1 FP typ 1

Obs! Typ av fästpunkt är definierad map artikeln. Denna läggs direkt över säkringarna, som sitter på basobjektet. Alltså av typ 1.

Ex 24

Snitt D - D



Skjuta in skiva enl.fig.

1 art, 0 FE, 1 FE typ 1, 1 FE typ 2.

Skivan sitter fast genom "formpassning".

Ex 25

Lim, klister



Om det används som fästelement, räknas det som 1 FE, 1 FE typ

Ex 26

Tätningssmassa

T ex täta hål eller skarv med tätningssmassa. Detta räknas ej med i analysen.

Ex 27

Demontering

Förekommer demonteringsarbeten, räknas dessa ej med i analysen.

Ex 28

Endast de artiklar som sitter kvar på produkten, när denna lämnar monteringen, räknas med analysen. Således räknas ej t e fixturer.

[illegible]

Systematisering av arbetet

För att systematisera arbetet bör någon form av blankett iordningställas. Utformningen av denna kan skilja sig lite från fall till fall, beroende på vilket syfte man har med analysen.

Ett exempel på en sådan visas nedan. Den är utformad för en analys av Saab:s instrumentpanel. Syftet med den analysen var att korrelera monteringsarbetet på varje station till respektive monteringstid, varför stationsnummer och monteringstid finns angivet på blanketten.

SAAB - panel

Station nr:	Monteringstid: min.					Beläggning %						
Artikel	Ant. FE	Typ av FE			Ant. FP	Typ av FP						Korr
		1	2	3		1	2	3	4	5	6	

Figur 4.62 Exempel på blankett för systematisering av analysarbete.

Vid en dylik studie är ett lämpligt nästa steg att sammanställa dessa blanketter på ett papper. En sådan sammanställning visas i figur 3.8.

SAAB - Panel, sammanställning

stat.	min Tid	Arl.	FE	FE av typ					FP	FP av typ					
				1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6
0	6,58	27	24	13	7	4	12		27	7	13		7		
1	7,53	35	24	30	14	4	4		37	15	18			4	
2	6,92	26	24	16		9	11		25	11	5	1	1	5	2
3	6,79	24	12	12	2	6	4		24	11	13				
4	7,01	10	18	14		8	4		26	10	14		1	1	
5	7,34	14	10	8		7			18	3	14		1		
6	7,10	13	4	13		12	4		48	1	40	1	6		
7	2,18	11	1	10	1				10	1	7	1	1		
8	0,36	4		4					4		4				
Σ	51,81	164	117	120	24	50	39	-	219	59	128	3	17	10	2
MV	5,76	18	13						24						

Figur 4.63 Exempel på sammanställning av blanketter.

Bortfall av monteringsstationer

Av olika orsaker kan man vid korrelationsanalysen, vara tvungen att "slänga bort" vissa monteringsstationer. Detta är stationer där:

- andelen montage enligt föreliggande metod är noll eller mycket låg. Exempel på sådana stationer är teststationer, stationer för påfyllning av vätskor, förpackningsstationer etc.
- stationer där annat arbete än montering på basobjektet sker och där andelen av detta arbete ej går att bestämma. Exempel är stationer där förarbete till efterföljande stationer sker, test- eller justeringsarbeten utförs eller bearbetning av typ borrar, av objektet sker.

Bestämning av monteringtider

För att utföra korrelationsanalysen, behöver man ha tillgång till de monteringtider som gäller för monteringsstationerna. Dessa tider kan föreligga på olika sätt. Bästa fallet är då man har tillgång till någon form av stationsbeskrivning, balanseringsunderlag etc, där varje arbetstempo finns angivet med tillhörande monterings- och tid. Exempel på ett sådant stationskort visas i figur 4.64. Denna uppdelning i arbetstempore har fördelen att man noggrant kan särskilja den tid som härrör från analyserbart monteringsarbete. Härigenom kan man eliminera vissa av de problem som diskuterades angående bortfall av monteringsstationer kapitel

STN	8801	PANELMONTERING 900 X-36	UTG	4	1	P-004
STYRANDE	OBALANS	100 1824 TMU K-ST 3566	1			
MAXIMAL	OBALANS	100 1824 TMU	0			
TEMPO	BENÄMNING	F-STN	TID	0		
84070	MONT VIBRATIONSMELLANLÄGG		230 S			
84591	MONT MELLANLÄGG LEDSKENA		200K S			
84034	NITA FAST KONSOL FÖR SERVO		810K S			
84036	MONT TÄTN PÅ SPJÄLL FRÄMRE		750K S			
84037	MONT SPJÄLL FRÄMRE GOLV I		175K S			
84038	MONT AXEL O CLIPS I UNDER-		350K S			
84039	MONT TÄTN PÅ SPJÄLL BAKRE		400K S			
84040	MONT SPJÄLL BAKRE GOLV I		155K S			
84042	MONT TÄTNING I URIAG UNDER		370K S			
84596	PLAC UNDERDEL PÅ KROK		200K S			
6401	VÄND BALK 1/4 VARV 1:A		77K S			
6402	VÄND BALK 1/4 VARV 2:A		77K S			
6403	VÄND BALK 1/4 VARV 3:E		77K S			
6411	FLYTТА FIXTUR 1 GÅNG		120K S			
6412	FLYTТА FIXTUR 2 GÅNGER		240K S			

Figur 4.64 Exempel på stationsbeskrivning där varje arbetstempo med tillhörande tid är angiven.

Vi ser av figuren att vi här kan sälla bort den del av totala stationstiden som inte är direkt montage. Exempel är tempo 6401, vändning av basobjektet och tempo 6411, flytta basobjektet.

Ett sämre utgångsläge har vi i det fall då vi endast har tillgång till totala monteringsstiden på varje station. Ett ekvivalent fall är då beläggningen finns angiven och cykeltiden är konstant genom den del av monteringsssystemet man vill studera. Om man då korrelerar till den uträknade monteringsstiden (bel. $\times$ cykeltid), eller enbart använder sig av beläggningen är likgiltigt, eftersom dessa mäter samma sak. Viktigt är dock att man är konsekvent i sin analys. I detta fall blir i regel bortfallet av monteringsstationer större, eftersom man inte som ovan har möjlighet att sälla bort icke relevant tid.

Tidsfaktor för analysarbetet

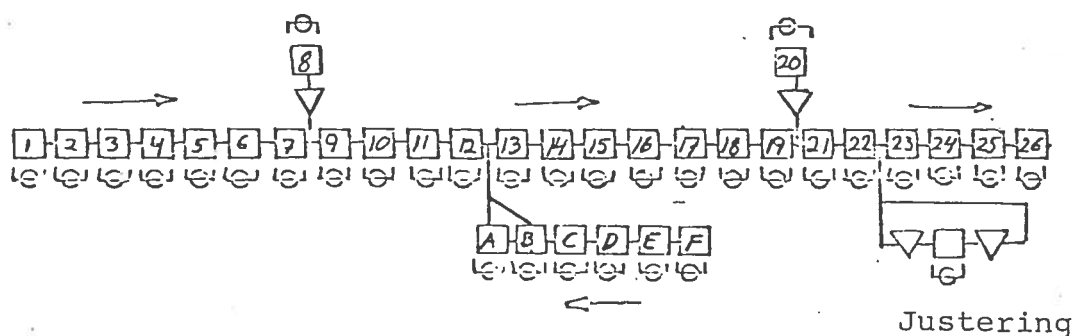
Tidsfaktorn för analysen var ca 1:7. Detta betyder att det åtgår sju timmars arbete för att analysera en timmes montage. En person som "kan" produkten, bör kunna komma ner på en faktor 1:3.

Zanussi

Kylskåp

Produktionssystem

Produktionssystemet för kylskåpen visas i figur 4.65. Förmonteringsstationer är nummer 8, 20 samt A-F. Dessa förmonterar elsystem, hyllor respektive dörr. En teststation är inlagd på nummer 22. Station 24 och 25 är för packning. Cykeltiden är kort, 1,7 minuter.



Figur 4.65 Produktionssystem för kylskåpen.

Tillgänglig information

- Sprängskiss av objektet.
- Mindre artiklar och fästelement sorterade i påsar efter stationsnummer (ej komplett).
- Stationsbeskrivningar innehållande de artiklar som går på basobjektet.
- Monteringstider i form av beläggningen på varje station.

Bortfall_av_stationer

Av de totalt 26 stationerna i slutmonteringen, har 15 st tagits med i analysen. Strukna är test-, förmonterings- och förpackningsstationer, samt stationer där man inte kunde särskilja den tid som användes till analyserbar montering

Använda_konstruktionsvariabler_

De variabler som analyserades var:

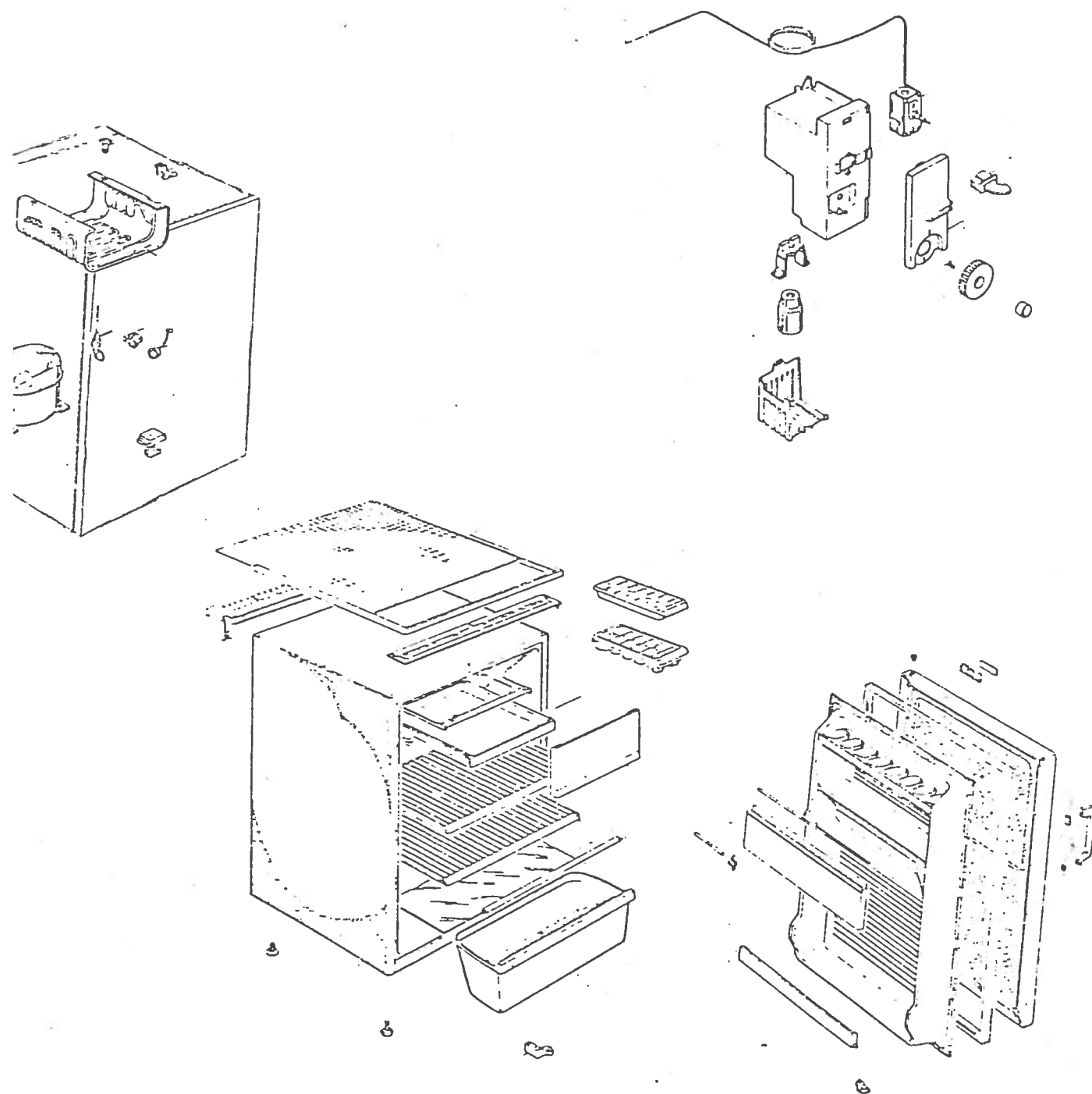
- Antal artiklar
- Antal fästelement (FE)
- Antal fästpunkter (FP)

Korrelationsanalysen

Korrelationsanalys utfördes på variablerna:

- Antal artiklar
- Antal FE
- Antal FP

Att ingen korrelation gjordes till variablerna "typer av FE och FP", berodde på att antalet observationer var för få, respektive osäkerheten i data var för stor för en meningsfull analys. Osäkerheten i data m a p "typ av FP", kommer sig av att ingen möjlighet fanns att studera det monterade objektet i verkligheten, och att sprängskisserna ej var tillräckligt utförliga.

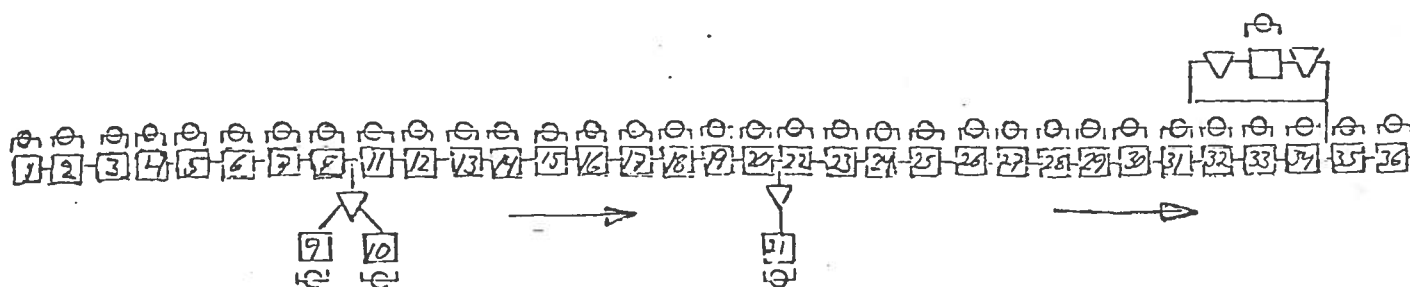


Figur 4.66 Sprängskiss av kylskåp Zanussi.

Spis

Produktionssystem

Figur 4.67 visar produktionssystemet för spistillverkningen. Station 9-10 och 21 förmonterar brännare respektive glasdörr. Testning görs efter station 17 och 33. Förpackning sker på station 34-36.



Figur 4.67 Produktionssystem för spistillverkningen.

Cykeltiden är 2,6 minuter.

Tillgänglig information

- Sprängskisser
- Mindre artiklar och FE samlade i påsar (ej komplett)
- Stationsbeskrivningar avseende artiklar och FE
- Beläggningen på varje station

Bortfall av stationer

Av de 36 stationerna i slutmonteringen, har 21 st tagits med i korrelationsanalysen. Bortfallet är förpacknings- och förmonteringsstationer. Den andra orsaken till bortfallet är att tiderna är angivna som beläggning per station. Vissa stationer faller därför ifrån p g a att det ej går att särskilja montering från andra aktiviteter som förekommer på stationerna.

Använda konstruktionsvariabler

De variabler som analyserades var:

- Antal artiklar
- Antal fästelement och typer av dessa

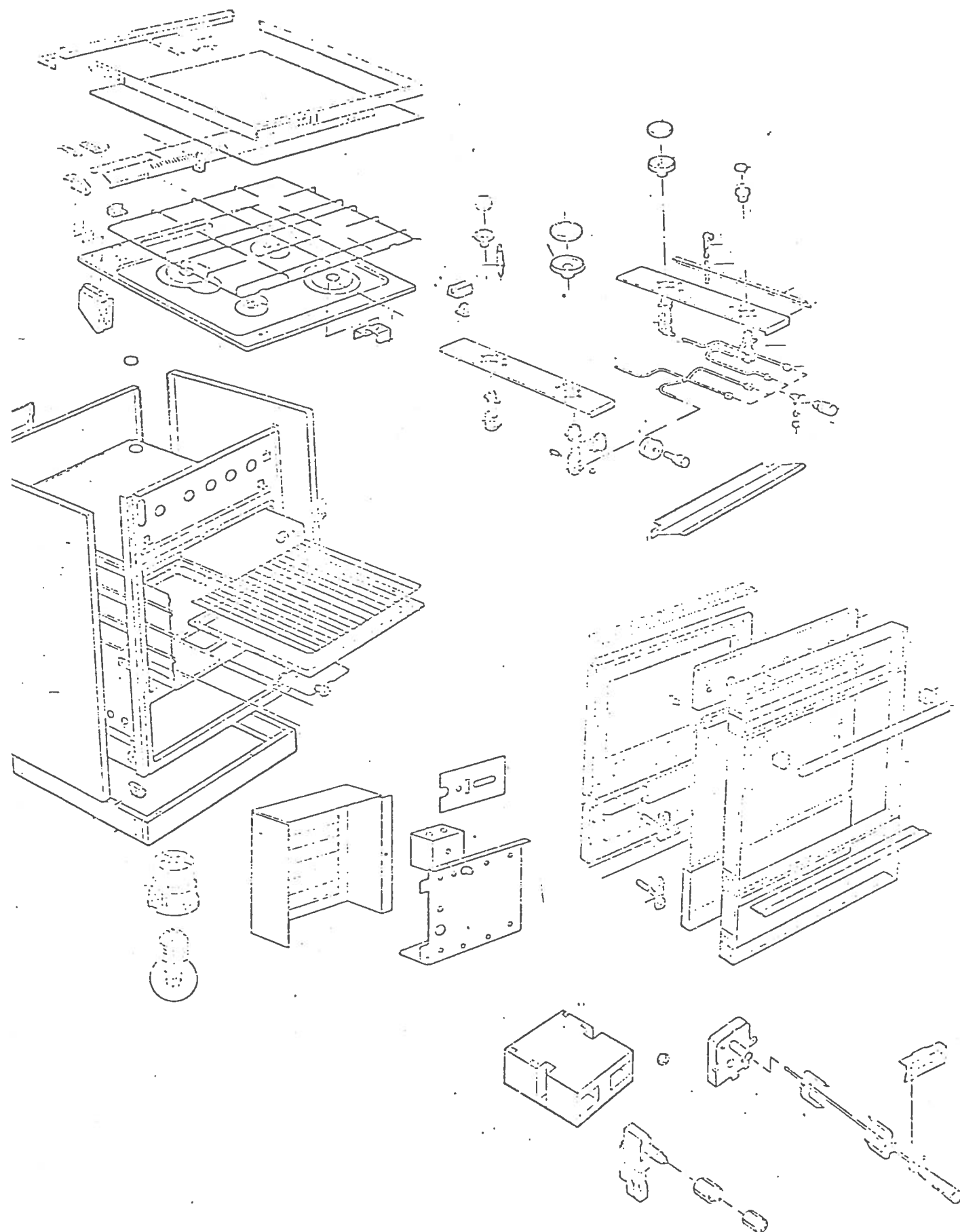
Att ej fästpunkterna studerades, berodde på att den tillgängliga informationen ej kunde ge någon tillförlitlig studie av dessa.

Korrelationsanalysen

Korrelationsanalys utfördes på variablerna:

- Antal artiklar
- Antal FE

Olika typer av FE korrelerades ej till tiden, beroende på varje sådan typ i snitt förekom på endast 1/3 av de 21 analyserade stationerna.



Figur 4.68 Sprängskiss av Zanussi spis.

Diskmaskin

Produktionssystem

Produktionssystemets utseende framgår av figur 4.69 . Som vi ser är flödet delvis parallelliserat. Dessutom utför i vissa fall flera operatörer efter linen samma jobb. Detta går till så att objekten parvis positioneras åt olika håll och operatörerna monterar på vartannat objekt. Dessa operatörer är i figuren markerade med en klammer.

Cykeltiden är cirka 2,2 minuter. Detta gäller för de operatörer som monterar på alla basobjekt som kommer till linen. Beroende på graden av "parallellisering" blir då cykeltiden för de övriga 4,4 respektive 8,8 minuter.

Flera olika teststationer finns efter linen. Justeringsstationer finns i en separat slinga, där felaktiga objekt kan växlas in.

Förpacknings- och förmonteringsstationer finns ej med i figur 5.5.

Tillgänglig information

- Sprängskisser
- Stationsbeskrivningen m a p artiklar och FE
- Stationstider

Bortfall av stationer

Av totalt 23 olika stationer, har 22 st tagits med i analysen. Anledningen till att bortfallet är mycket lägre än för kylskåpet och spisen är att det saknades information om test-, justerings-, förmonterings- och förpackningsstationer, varför dessa aldrig var aktuella att studera.

Använda konstruktionsvariabler

De variabler som analyserades var:

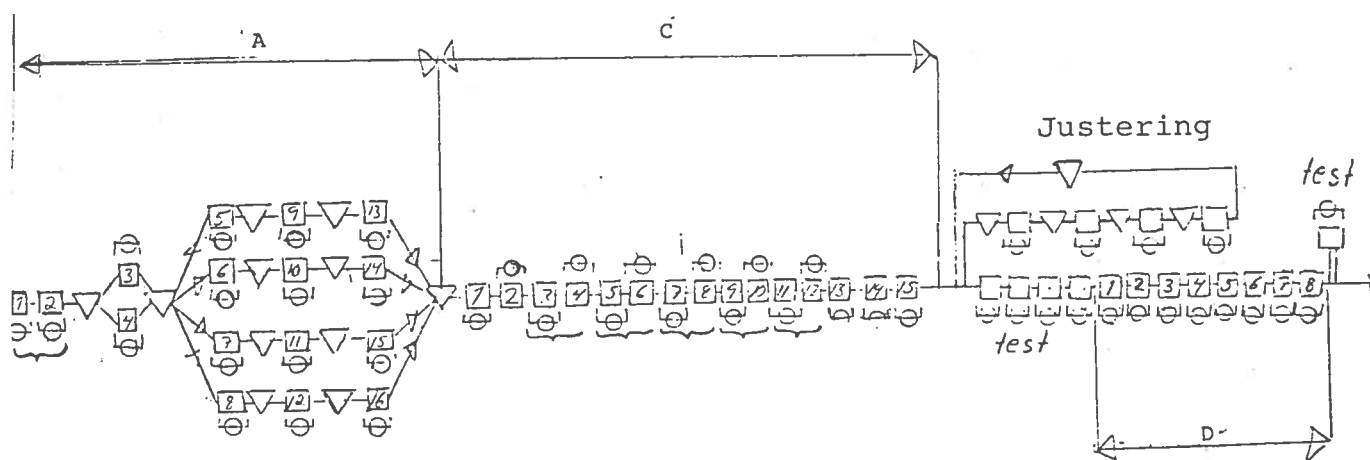
- Antal artiklar.
- Antal fästelement (FE)

Brister i tillgängligt material gjorde att övriga variabler inte var meningsfulla att studera.

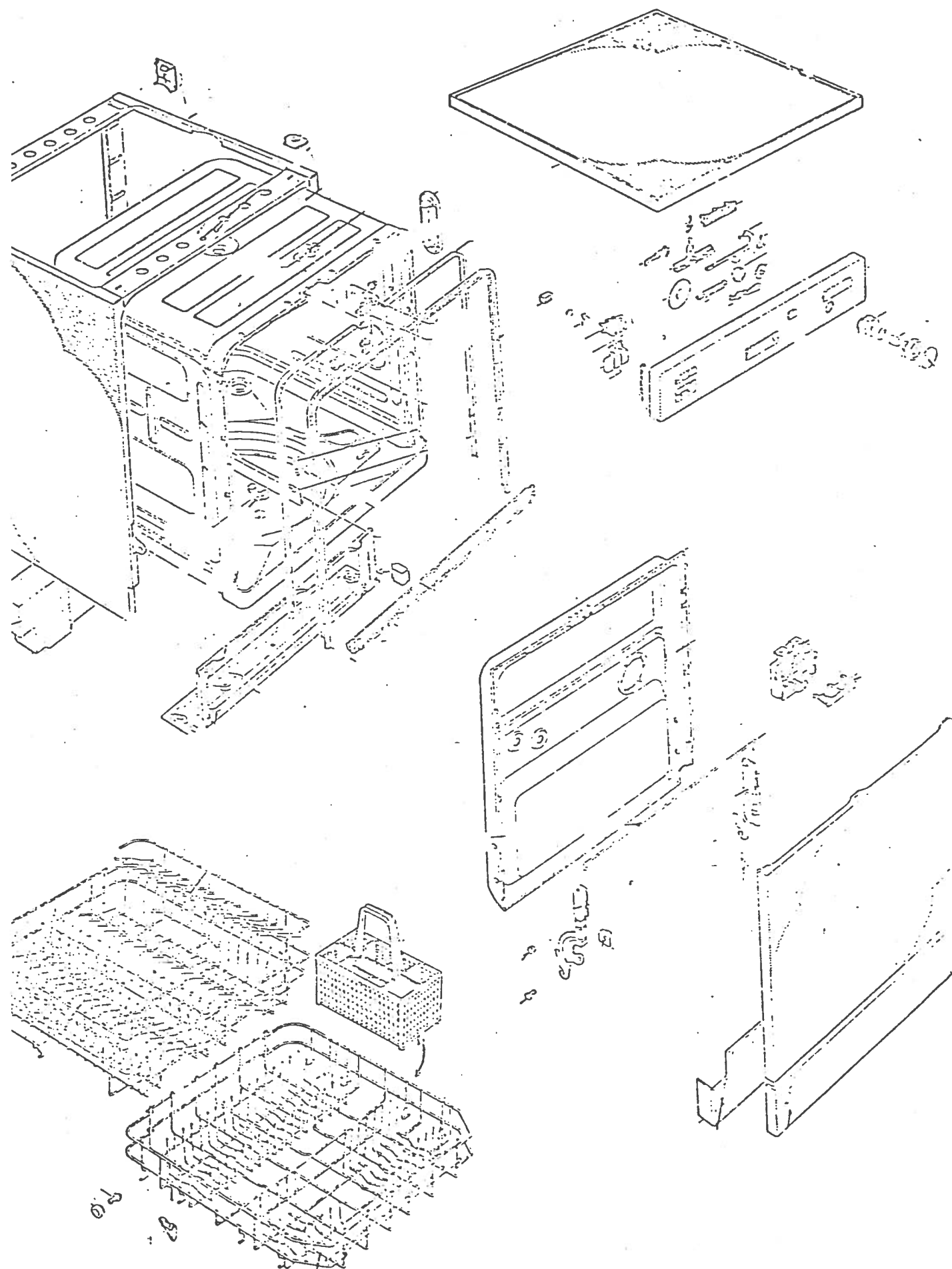
Korrelationsanalysen

De variabler som korrelerades till tiden var:

- Artiklar
- FE



Figur 4.69 Produktionssystem för diskmaskinstillverkning



Figur 4.70 Sprängskiss av Zanussi diskmaskin

Resultat

Tabell 4.1 Korrelationskoefficienten r för kylskåp, spis och diskmaskin.

Objekt	Art	FE	FP
Kylskåp	- 0,21	- 0,03	- 0,30
Spis	0,10	0,32	
Diskmaskin	0,72	0,76	

Det troligaste förklaringen till skillnaderna mellan objekten och till de låga värdena för kylskåpet är cykeltiden. Kylskåpet har en cykeltid på 1,48 minuter, spisen 2,25 minuter och diskmaskinen en genomsnittlig cykeltid på 3 minuter. Desto kortare cykeltid man har, desto högre förluster har man i systemet. Dessa förluster, främst hanteringsförluster stör korrelationen, eftersom de inverkar olika mycket på stationerna. Effekten förstärks i detta fall av att korrelation skett mot stationsbeläggning,

Monteringsvänlighet hos spis och kylskåp (Zanussi)

I avsikt att jämföra även andra variabler än de tidigare beskrivna kontrollerades även små/stora artiklar, monteringsriktning, sekvens, möjlighet till förmontage och variantartiklar för spisen och kylskåpet.

	<u>Fästelement</u>	<u>Små</u> ¹⁾	<u>Stora</u>	<u>Totalt</u>	
Kylskåp	30	21	15	66	17,68 ²⁾
Spis	118	107	44	267	66,89
(med normalisering)					
Kylskåp	1,70	1,18	0,84	3,73	1,0
Spis	1,76	1,60	0,66	4,02	1,0

1) Avser upp till en tändsticksasks storlek.

Spisen	tar 3,78 gånger längre tid
"	har 3,93 " fler fästelement
"	" 5,09 " " små komponenter (problemanalyser)
"	" 2,93 " " stora komponenter
"	" 2,07 " " komponenter totalt

Monteringsriktning (artikel kontra basobjekt)

	<u>Ovanpå</u>	<u>Bakom</u>	<u>Framför</u>	<u>Inuti</u>	<u>Under</u>	<u>Rest</u>	<u>Tot tid</u>
Kylskåp	5,3%	36,5%	3,6%	31,0%	7,7%	15,9%	31,7 min
Spis	87,3%	21,4%	12,7%	29,7%	-	8,9%	100 min

Observera att objekten kräver rotation ett flertal gånger under monteringssekvensen. Detta måste beaktas vid utformning av parallella arbetsstationer, roterande jigg erfordras.

Sekvensanalys

Sekvensanalys ger i kombination med förmonterings-, komponent- och fästelement analyser grunden för konstruktion av:

1. Flödessystemet för basobjektet
2. Materialförsörjningssystemet
3. Möjlig cykeltid
4. Antal arbetare per basobjekt

Sekvensanalysen består av analyser av testpunkter, block av arbetsoperationer och komponenter.

Testpunkter

Observera vikten av att förflytta mellan-testpunkter till slutet av antingen slutmonteringen eller förmonteringen, då mellan-testpunkter orsakar stelhet i layout-utformningen. Dock kan vissa tester ej utföras innan objektet är helt eller delvis färdigställt.

Operationsblock

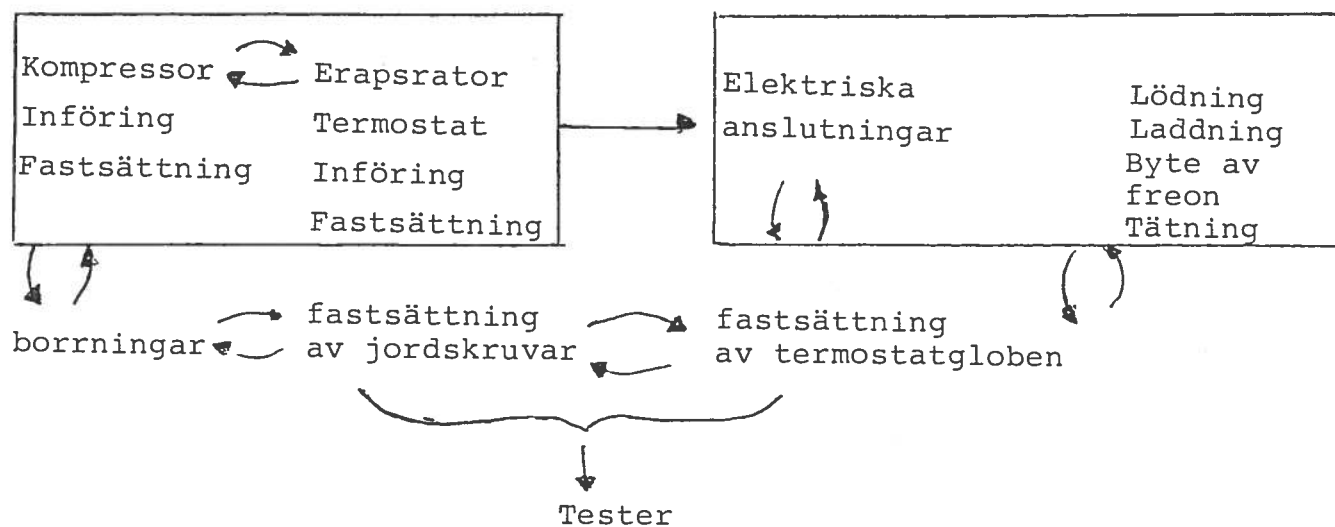
Det är viktigt att analysera fria operationsblock, dvs. växlande arbetsföljder. Dessa block existerar på skilda nivåer, dvs. från enstaka komponenter till integrerade enheter. Märk väl vikten av att ha fria block på olika nivåer, eftersom dessa block kan roteras.

Komponenter

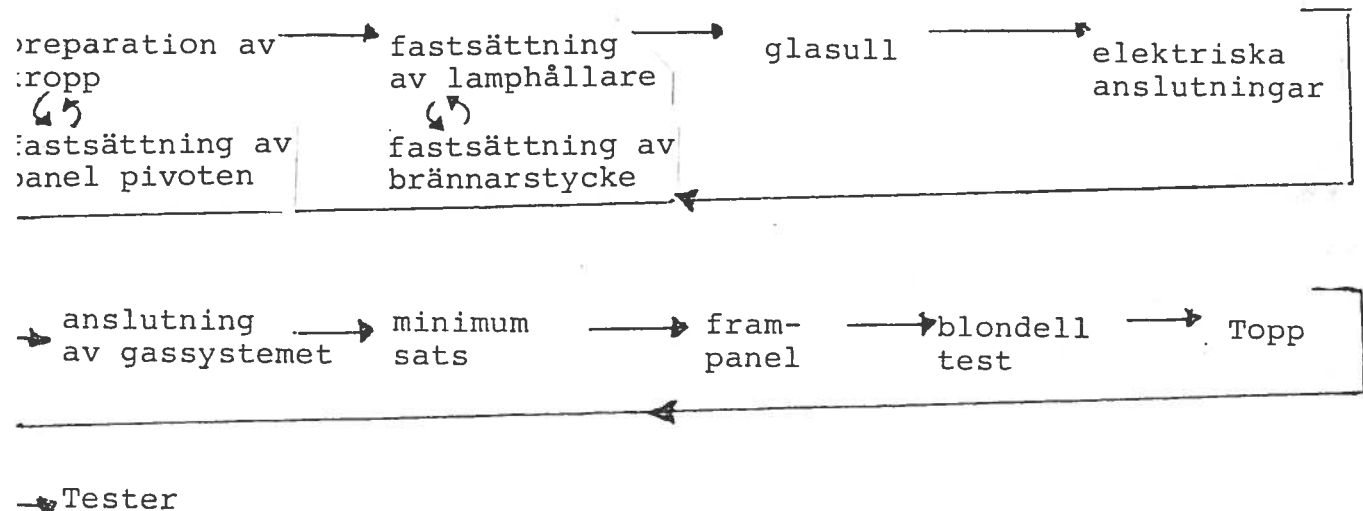
Komponenter är antingen sekvensbundna eller fria. Utmärkande för en fri komponent är att den är demonterbar efter komplett montering, utan att andra komponenter behöver demonteras. Det finns tre olika slag av fria komponenter:

1. Möjliga att montera när som helst under monteringen
2. Möjliga att montera efter en speciell komponent
3. Möjliga att montera efter monteringen

Sekvensanalys för kylskåp och spisar



Figur 4.71 - En modell som visar möjligheten att ändra monteringssekvens för kylskåp.



Figur 4.72 Modell som visar monteringsföljd för spisar.

Sammanfattningsvis kan vi säga att spisen har några monterings-element som kan orsaka problem vid en möjlig parallellisering, medan kylskåpet vållar färre svårigheter.

	<u>Komponentföljd</u>	<u>Testföljd</u>
Kylskåp	Inga problem	Inga problem
Spis	1. Glasull	Blondell test
	2. Minimum sats test	i mitten
	3. Blondell test	
	4. Tester	

Kommentarer runt sekvensanalysen

Stor bundenhet i sekvensen medför problem att parallellisera slutmonteringen. Man måste emellertid observera att:

1. Dyrbar testutrustning måste vara på en station
2. Dyra verktyg måste vara på en station
3. Giftemålspunkter för förmontering måste vara på en station

Stor bundenhet i sekvensen ger problem att parallellisera flödet i förmonteringen. Här måste observeras:

1. Dyr testutrustning måste finnas på en station
2. Dyra verktyg måste finnas på en station

Detta betyder att för slutmonteringen skall dyra verktyg, dyrbar försöksutrustning och giftemålspunkter ligga på en line och för förmontering med dyra verktyg och testutrustning på en odriven line med små buffertar mellan.

Förmonteringsmöjligheter

Följande punkter är vitala för en diskussion om möjligheter till förmontering:

- Förmontering vid existerande utforming
- Indelning av monteringsprocessen i naturliga grupper
- Riktlinjer för framtiden

Förmonteringsmöjligheter för kylskåp och spisar

<u>Produkt</u>	<u>Förmont. i %</u>	<u>Naturliga grupper</u>	<u>Riktlinjer</u>
Kylskåp	33 (varav dörr 13)	1. Evaporator + termostat	Måste integreras
		2. Kompressor	Nej
		3. Dörr	Nej
Spis	19	1. Bas	Ny utformning ^{*/}
		2. Topplatta + lock	Ny utformning
		3. Frampanel + spis	Ny utformning

Kommentarer om förmonteringsmöjligheter

Förmontering kan göras på parallella stationer eller på odrivna liner med små buffertar mellan stationerna. Slutmonteringen kan göras på en kort line (giftemåls punkter) med slutliga tester (sluttesten kan centraliseras för flera liner). Funktionell test av komponenter vid förmonteringen är möjlig på förmonteringsstationer (lägre systemförluster). Varianser kan introduceras i förmonteringen. Toleransproblem kan undvikas genom att använda jigggar i förmonteringen. Genom att använda jigggar är det möjligt att sänka monteringstiden, genom att man kan använda båda händerna och genom att en större noggrannhet i mätningarna uppnås. Materialförsörjningen är enklare (få adresser) och möjligheter ges att montera i förrådet (materialtorget).

Modularisering är meningslöst om det ej är baserat på "naturliga grupper" och kan medföra toleransproblem.

^{*/} Gassystem och elektriska system måste ges en ny utformning. Andelen förmonteringar inbalanserade på linen är inte undersökt.

Det måste vara möjligt att testa och justera förmonterade objekt före slutmontering. Dessa skall också vara utformade för slutmontering i giftemålspunkt, i annat fall föranleder det en montering i två steg, vilket orsakar längre total monteringstid.

Variantanalys

Definitioner:

Typ =	Specifika basobjekt	
Variant =	Specifik kombination av flera komponenttyper	
Rak artikel =	Artikel som monteras på samtliga objekt	
Variant komponenter =	Ersätter	1. Funktionell
		2. Kosmetisk
	Extra	1. Funktionell
		2. Kosmetisk

Jämförelser mellan kylskåp och spis

- Spisen har flera variantartiklar än kylskåpet
- Spisens variantartiklar är större än kylskåpets
- Spisens variantartiklar är extra och funktionella
- Kylskåpets variantartiklar är ersatt och funktionella

Var variantartiklarna monteras i monteringssekvensen

- Varianterna framträder i början av slutmonteringslinen för både spis och kylskåp
- Förmontering utanför linan har få varianter för båda objekten
- Förmontering på linan har varianter för båda objekten
- Spisen har två typer av basobjekt, kylskåpet ett

Kommentarer om varianter

Det finns i princip tre användbara policys för varianter:

1. Varianter i förmontering (som Opel)
2. Varianter på sista station i slutmonteringen (Toyota)
3. Vissa variantfunktioner används icke (som elektrisk kalkylator)

Komponent- och variantanalys ger basen för val av variantpolicy. Ofta är skillnaden i monterings-tid större mellan varianter inom en typ, än vid jämförelse mellan olika typer.

Definitionerna av typ och variant som används på marknaden är mycket sällan satta m a p användning av produktionsresurser. Därför ökar inte variantförlusten om montering av varje typ görs på separata linor, istället för att montera alla typer på en enda line. (Opel tillverkar stora och små bilar på samma line).

Den bästa variantpolicyn är ofta att tillverka mot kundorder, på grund av konkurrensen på marknaden. Kundorderstyrd produktion ger ofta extrapengar och ökad marknad. Snabb leverans av det specialbyggda objektet är positivt för marknadsföringen. Dagens tendens är flera varianter av en typ. Philips har tappat marknadsandelar under det senaste året pga variantbrist.

Fel[^]analys

För både kylskåp och spis är följande tre punkter viktiga:

- Felen på båda produkterna är till mycket liten del beroende av operatören
- Få fel beror av att produkterna är enkla
- Små toleransproblem

Spisen har finish-problem, p g a emaljerade och målade delar.

Kostnadsanalys

Spisen har ingen speciellt dyr artikel.

Kylskåpet har en dyr komponent - kompressorn är lika dyr som basobjektet.

	<u>Basobjekt</u>	<u>Artiklar</u>	<u>Lön</u>	<u>Extra kostnader</u>	<u>Overhead kostnader</u>
Spis	6%	65%	18%	11%	11%
Kylskåp	25%	41% ^{*/}	21%	13%	12%

^{*/} 25% kompressor, 4% dörr och 12% resten.

På ett liknande sätt som för spisen och kylskåpet har vi studerat monteringsvänligheten hos en diskmaskin.

Number of components and fittings

<u>Fittings</u>	<u>Small Components</u>	<u>Big Components</u>	<u>Total</u>	<u>Assembly Time</u>
99	50	33	182	72,2 min
(With normalization)				
1,37	0,69	0,46	2,53	1,0

Below we will make some comparations between the dishwasher and the stove, and the dishwasher and the refrigerator.

The dishwasher takes 4,08 times longer (refrigerator)

The dishwasher takes 1,08 times longer (stove)

The dishwasher has 3,3 times more fittings (refrigerator)

The dishwasher has 0,84 times less fittings (stove)

The dishwasher has 2,38 times more small components (refrige.)

The dishwasher has 0,47 times less " " (stove)

The dishwasher has 2,2 times more big components (refrigerator)

The dishwasher has 0,75 times less " " (stove)

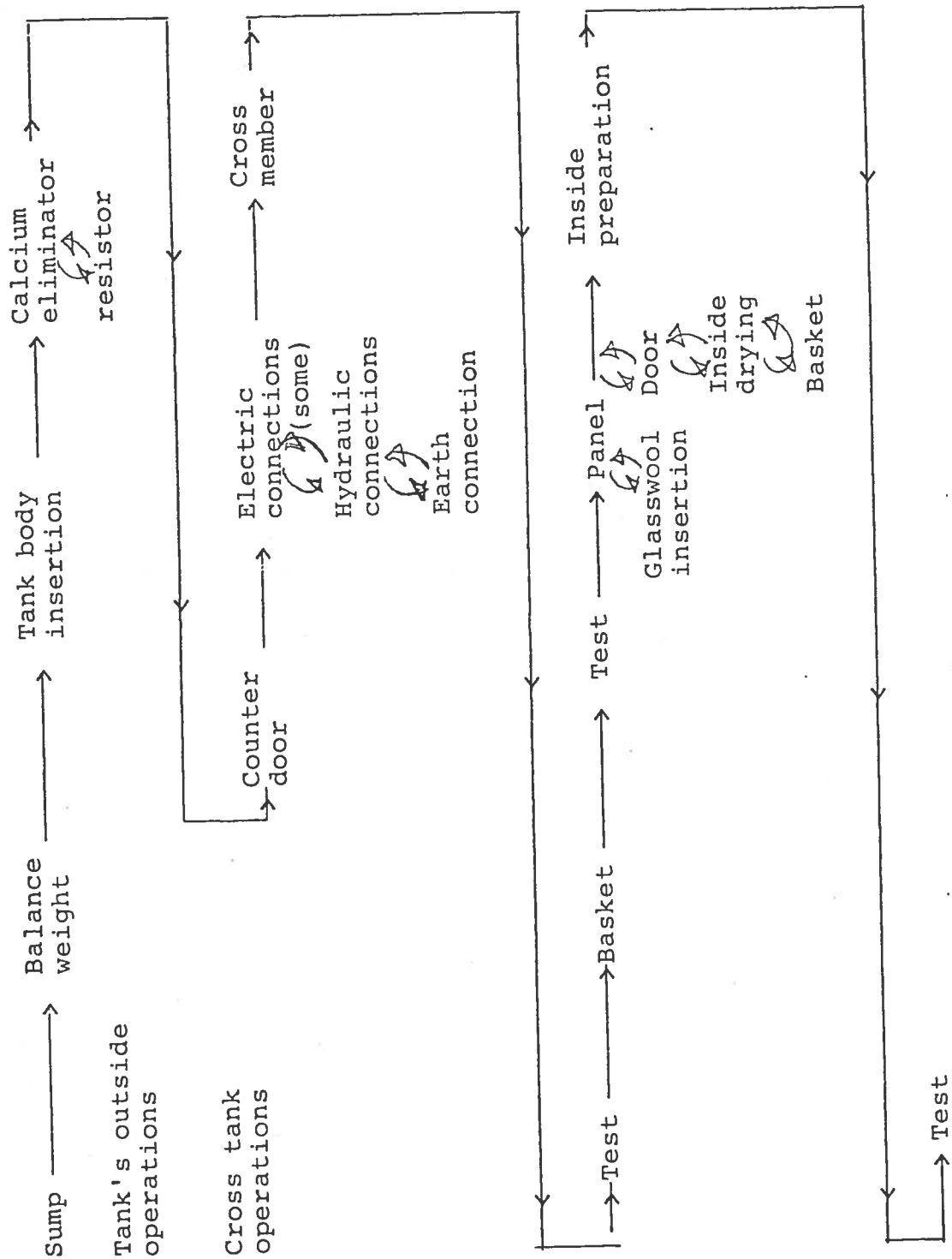
Generally the dishwasher looks like a good design but from an assembly point of view it is almost comparable with the stove.

Assembly direction analysis

<u>Line</u>	<u>Part**</u>	<u>Front</u>	<u>Back</u>	<u>Top</u>	<u>Under</u>	<u>Inside</u>	<u>Rest</u>	<u>Tot time*</u>
A		34,1%	0,5%	-	21,2%	11,9%	32,3%	29,3 min.
C		11,4%	-	-	56,0%	1,8%	30,8%	28,1 min
D		22,5%	13,4%	15,5%	-	14,5%	34,1%	

* Excluding preassembly

Sequence analysis



Preassembly possibilities

A nice design feature is that the doors are tested in preassembly before the final assembly. This minimizes the losses.

The natural groups for preassembly are:

1. Sump, including motor and wires
2. Conter door and dashboard
3. Inside of tank and all hydraulic components and wires
4. Body
5. Top basket and heater
6. Second basket
7. Cross member and component

Variant analysis

Concerning variants and variant components, the dishwasher is of good design. Most of the variants are made at the preassembly (line part B), this could be because it is a new product. There are two principle types of dishwashers free standing and build in. Variant components are cheap, except the watersoftner and "timerclock". Variant component are of type functional and extra.

Error analysis

Concerning the dishwasher the following should be noted:

- o Most of the faults are caused by the workers.
- o Most of the faults are not expensive to repair.
- o The most expensive faults are caused by the workers on components, but these faults are not frequent.
- o There are some tolerance problems when joining the body with the tank.

Conclusions

At a first glance the design of the dishwasher looks good from an assembly point of view but after examinations we have found that the dishwasher's design is almost comparable with the stove's design, that is the design is not so good from an assembly point of view. The production system on the other hand is much more advanced (fewer losses) than the conventional assembly line used for the stove and the refrigerator. As we discussed during our visit, some modifications could be of help in the production.

Slutsatsen visas senare men vi prickar in diskmaskinen i diagrammet med monterings-tid och antal artiklar och jämför diskmaskinen med övriga produkter. Diskmaskinen kräver då i jämförelse orimligt lång monterings-tid. Förklaringen kan vara att vid förlängt driven modularisering eller att tidsstudierna är felaktiga. (Produkten är dessutom ett halvår gammal).

✓

Personvagnar

Detta kapitel behandlar den analys som i samarbete med Saab-Trollhättan, gjordes på en Saab 900. Jämförande analys utfördes samtidigt på en konkurrentmodell, Datsun Bluebird.

Studien innehåller tre stycken hos Saab förmonterade objekt, nämligen:

- Framdörr
- Bakdörr och
- Panel

Sist i kapitlet finns en jämförande analys av Datsun.

Produktionssystem

Samtliga objekt förmonteras hos Saab. Monteringen sker på korta odrivna liner, där begränsad (1-2 objekt) möjlighet till buffertering finns mellan operatörerna. Framdörren och bakdörrar monteras på samma line. Cykeltiderna är 3,3 minuter för framdörren, 3,9 minuter för bakdörren och 9,5 minuter för panelen.

Tillvägagångssätt

Konstruktionsanalysen utfördes i Saab:s metodhall. En instruktör från respektive line monterade objekten samtidigt som blanketter av typ som visas i figur 4.62. Detta gjorde att säkerheten i data var mycket stor och alla variabler kunde analyseras.

Tidsunderlaget utgjordes av stationskort, där varje arbetstempo med tillhörande tid fanns angiven. Man behövde alltså ej riskera att som i fallen med hushållsmaskinerna i förra kapitlet, behöva slopa stationer där ej analyserbar montering ingick i arbetet.

ResultatTabell 4.2 Korrelationen r , för förmonterade objekt på Saab 900.

Objekt	Art	FE	FP
Framdörr	0,49	- 0,20	0,54
Bakdörr	- 0,29	- 0,11	- 0,37
Panel	0,62	0,69	0,77

Två intressanta saker kan utläsas ur tabellen ovan. För det första att ingen variabel uppvisar något positivt samband med monteringstiden för objektet bakdörr. Främsta orsaken till detta är att det vid tiden för analysens genomförande, förelåg brister i metoden. Vissa stationer består till stor del arbete som innebär att sätta dit gummilister och klädsel. Artiklarna är relativt få, fästelementen är av integrerad typ eller formpassning, varför antalet blir litet, men det tar lång tid. Ett sätt att komma runt detta problem hade varit att på t ex gummilisterna räkna varje tryck med handen, eller varje slag med klubban, som en fästpunkt. Troligen hade då korrelationen för denna variabel blivit tillräckligt hög för att påvisa ett positivt samband.

För det andra att korrelationen för panelen överlag, blev högre än för framdörren. Detta stämmer med det resonemang som fördes för hushållsartiklarna i föregående kapitel. Panelen har fler stationer (fler mätvärden), än framdörren. Den har också längre cykeltid.

x)

Senare studier gjorda på slutmonteringsline B, hos Saab-Scania i Trollhättan, avseende två timmars slutmontage av Saab 900, gav en korrelation på 0,55 mellan tid och artiklar, 0,48 mellan tid och fästelement och 0,67 mellan tid och artiklar+fästelement.

Jämförande analys av Datsun

Som ett led i utvecklingsarbetet köper tillverkare ofta in konkurrenters produkter för att studera dessa. Vid tillfället för denna studie hade Saab köpt in en Datsun Bluebird i detta syfte. Möjlighet gavs härmed att prova analysmetodens tillämpbarhet på sådana uppgifter.

Största problemet visade sig vara att man inte visste hur Datsuns produktionssystem såg ut och hur man på Datsun monterade artiklarna. Lösningen var att hela tiden resonera efter principen, "Hur skulle det monteras i Saab:s system".

Ett annat problem var att ur Datsuns konstruktion plocka ut de artiklar som motsvarande analyserade Saab-artiklar. Detta skedde genom att ta med de artiklar i Datsun, som tillsammans gav samma funktioner som i Saab:s konstruktion.

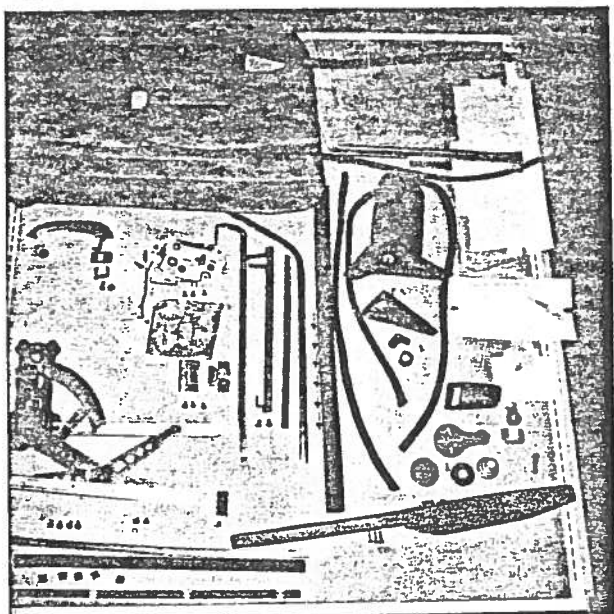
Monteringstiden för Datsuns konstruktion fick man genom att "klocka" tiderna för montering. Detta arbete utfördes av en van metodstudieman. På detta sätt fick man enbart med tiden för rent monteringsarbete, d v s inga förluster var inräknade. Eftersom det ur Saab:s tidsunderlag gick att plocka ut denna rena monteringstid, var detta inget problem ur jämförelsesynpunkt.

När dessa metodproblem var lösta, visade sig metoden mycket användbar för jämförande studier av:

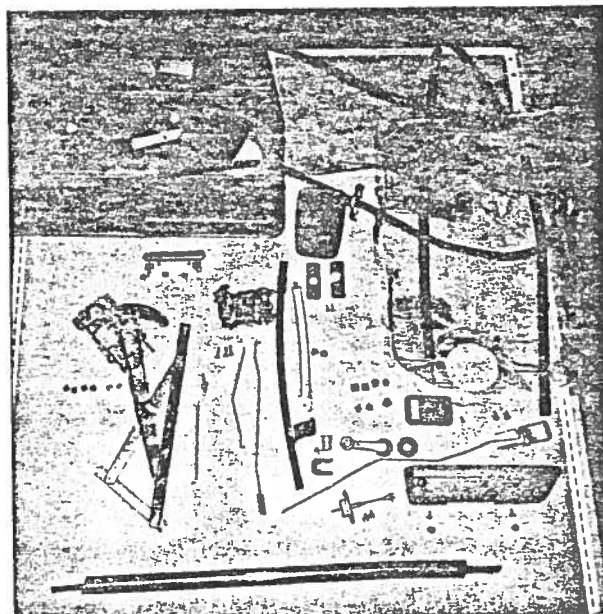
- Antal artiklar
- Antal och typer av fästelement
- Antal och typer av fästpunkter

De slutsatser man kunde dra av resultatet avseende typ av fästpunkt, visade sig väl överensstämma med montörernas subjektiva uppfattning om hur lättmonterade objekten var.

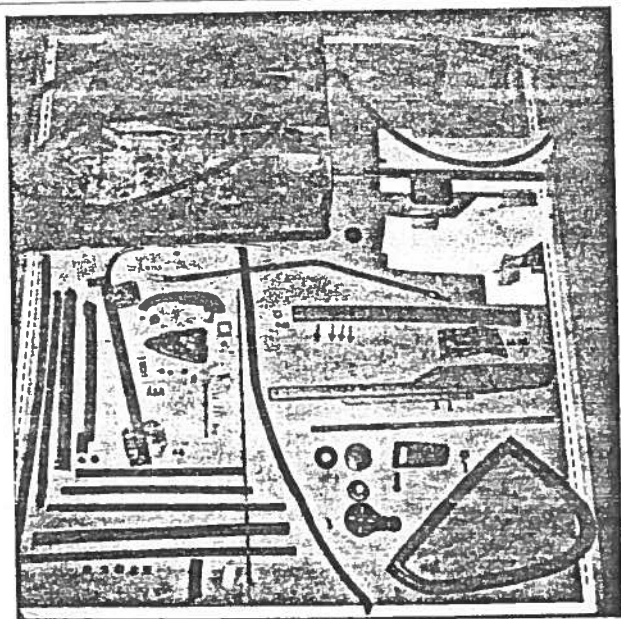
Eftersom det för Datsunobjekten ej gick att dela upp monteringsarbetet stationsvis, kunde ingen korrelationsanalys utföras. Detsamma gäller för Saab:s front, där ingen uppdelning på stationer gjordes. Däremot har analysresultaten använts för korrelationsanalyser där hela produkter istället för stationer har utgjort observationer.



Saab framdörr



Datsun framdörr



Saab bakdörr



Datsun bakdörr

Lastvagn

Allmänt

Studien utfördes i G-hallen, bana 5, vid Volvo Lundby-verken. Det studerade objektet var en Volvo lastvagn 7070 - 4 x 2 - vänsterstyrd. Övrigt primärmaterial avseende variant finns dokumenterat vid institutionen.

Källmaterialet hos Volvo bestod av:

- Tidsunderlag och materiallista från balanseringskort. Dessa innehåller operationsbeskrivning, tids- och materialåtgång för varje arbetstempo.
- Utförliga sprängskisser med hänvisning till artikelnummer.
- Möjlighet att studera monteringsarbetet efter linen.

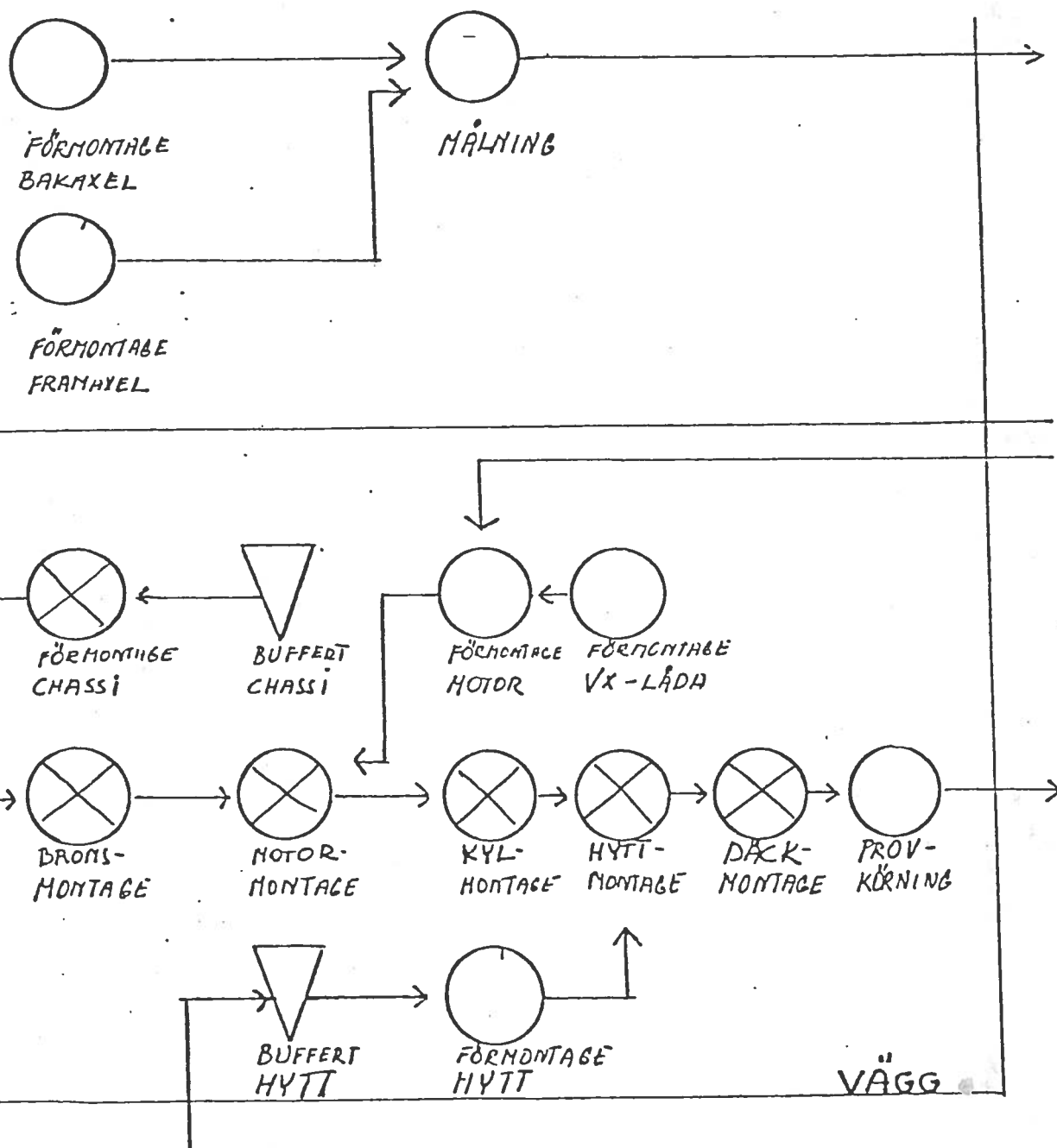
Observera att de sammanräkningar som skett av olika variabler t ex antal artiklar, ej är liktydigt med det antal som behövs för att montera ifrågavarande variant. Vissa stationer är ej medtagna i analysen av skäl som framförs tidigare. Dessutom är ej alla artiklar på studerade stationer medräknade.

Variant

Den variant som fiktivt byggdes upp under studien, är ej någon vagn som byggts av Volvo. Studien gick till så att när en variantartikel kom upp i materiallistan, den artikel som var mest frekvent valdes. En restriktion var naturligtvis att artikeln skulle passa ihop med tidigare valda variantartiklar. Grundförutsättningarna för valet var:

- 7070
- axel-drivningkombination 4 X 2
- vänsterstyrd
- köras i Sverige
- semidrag

Detta metodval gjordes av arbetsunderlättande skäl. Inga dataunderlag behövde korsläsas. (Jämför metodval, Ex-jobb, Klinton och Hagström, 1979).



Figur 4.73 Flödesschema över chassimonteringen av F7 i G-hallen VLV. Den del av flödet som analyserats i detta arbete, är i figuren markerat med (X).

Variantsspecifikation för studerad lastvagn

Interntyp	7070
Hjulbas	HB 3600
Bromssystem	SBROMS
Rattplacering	V-STYRD
Motorutf.	TD 70 F
Drivning	4 X 2
Bakaxtryck	10
Lasttyp	SEMIDRAG
Ljuddämpare	LJUD-STD
Avgasrör	VAVGAST
Kylprest.	KYLP 1
Bränsletank	TANK 300
Elspänning	24 V
Stråletork	STORK
Hasthmätare	FSKRIV 6
Kilometerräkn.	KMR
Växellåda	R 52
	MOTOTVÄRMARE
Stödlager	S-LAGER
Kardan	FRÄMRE
Släpvagnreg	SREG
Reglervent	RVENT
Lastk.vent	LVENT
Framfj.typ	FFJ P2
Bakfj.typ	BFJ-P2D
Krängnhäm	BKH
Krängnhäm	FKH
Stötdämpare	BSD
Hjultyp	SH 335
Hyttutf	KH
Luftintag	H-INTAG

Variantsspecifikation för studerad lastvagn

ResultatTabell 4.3 Korrelationskoefficienten r för lastvagn Volvo 7070.

Variabel	r
Art	0,44
FE	0,64
FP	0,73

Förklaringarna till skillnaderna mellan koefficienterna torde vara:

- 1 Artiklarna har stor spridning i vikt och relativt många (cirka $1/4$) väger över 1 hg. Det inträffar att många tunga artiklar monteras på en station. Detta gör att dessa stationer blir högt belagda med tid, men att antalet artiklar blir litet. Det är därför att vänta att korrelation mellan tid och artiklar inte är så bra.
- 2 På en lastvagn finns en stor andel montering av typ "Ansluta kablar, slangar, rör etc". Dessa arbetstempon syns ofta inte på siffrorna för artiklar och fästelement, medan de däremot kommer med i analysen för variablerna tid och fästpunkter. Detta inverkar negativt på korrelationsresultatet för artiklar och fästelement. Däremot är det att vänta att korrelationen tid-fästpunkter ska ge det högsta värdet på koefficienten.

Jämförelser mellan objekt och generalitet

Korrelation mellan produkter

I de föregående kapitlen har resultat redovisats för korrelationer där varje station eller operatör betraktats som en observation. I detta avsnitt har korrelationer med hela produkter som observation behandlats. Total studerad monterings-tid för varje produkt svarar alltså mot totala antalet artiklar etc, i produkten.

Korrelationen med framdörr, bakdörr, panel och front för Saab och Datsun, samt för lastvagn 7070 utföll enligt tabell 4.4.

Tabell 4.4 r-värdet för korrelation mellan tid och respektive variabel, avseende bildelar och lastvagn.
(9 observationer)

Variabel	r
Artiklar	0,90
FE	0,99
FP	0,95

Även har en korrelation gjorts där kylskåp, spis och diskmaskin ingår. Observera att detta är något oegentligt, då tiderna för dessa produkter är total monterings-tid. D v s alla förluster utom balanseringsförluster ingår i dessa tider. För bildelarna och lastvagnen medgav tidsunderlaget en bortsållning av dessa förlustberoende tider. Som tidigare påpekats i kapitel 5, kunde ingen analys m a p fästpunkter göras för kylskåp, spis och diskmaskin. Således kan inte heller här något resultat redovisas för denna variabel. Resultatet av korrelation visas i tabell 4.5.

Tabell 4.5 r-värdet för korrelation mellan tid och respektive variabel, för samtliga produkter. (12 observationer)

Variabel	r
Artiklar	0,89
FE	0,99

Metodens generalitet och praktiska användning

Korrelation inom en produkt

Som vi sett tidigare, kan vi för flertalet av produkterna finna någon eller några variabler som på en tillfredsställande hög nivå visar ett positivt samband med monterings tiden. Sambandens generalitet och metodens värde kan diskuteras.

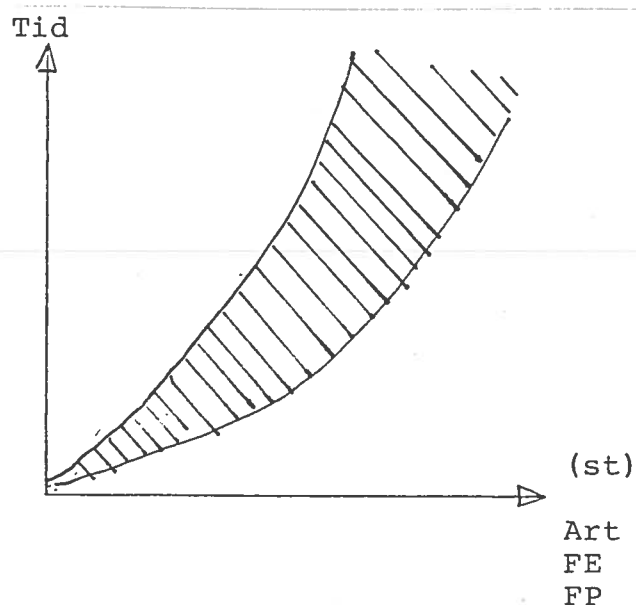
I vårt fall skulle vi behöva någon prövning av hypotesen "variabeln antal artiklar etc, uppvisar ett positivt samband med monterings tiden". Ett användbart sätt att pröva denna hypotes skulle vara att testa om det värde som erhållits på korrelationskoefficienten är signifikant. Emellertid krävs för att man ska kunna göra en sådan signifikansprövning på korrelationer, att observationerna är oberoende. Detta skulle i vårt fall betyda att det som händer på station ett, inte har något samband med efterföljande stationer. Det inses alltså att någon signifikansprövning av resultaten i kapitel 5-7 inte låter sig utföras. Detta innebär att det statistiskt inte, för en produkt, går att visa resultatets generalitet. D v s vi kan inte visa att ett funnet positivt samband gäller för produkten i ett annat produktionssystem, eller vid en annan balansering. Totala monterings tiden torde dock bli den samma, förutsatt lika grad av arbetsförberedelser och upparbetning.

Signifikansprövning innebär att man kontrollerar hur stor sannolikheten är att det funna sambandet är slumpens resultat. Om vi antar att vår analysmetod har så hög reliabilitet att slumpmässiga variationer p g a metoden är uteslutna, återstår de variationer som uppkommer p g a det urval (eller sampel) man gör. Om vi avgränsar oss så långt som att uttala oss om det resultat vi erhöll för just det produktionssystem och balansering som förelåg vid vår studie, kan vi betrakta vår analys som en totalundersökning, När det gäller totalundersökningar är det inte meningsfullt att tala om signifikans. Vi kan alltså med ovanstående avgränsning godta det resultat som undersökningen gav.

Korrelation mellan produkter

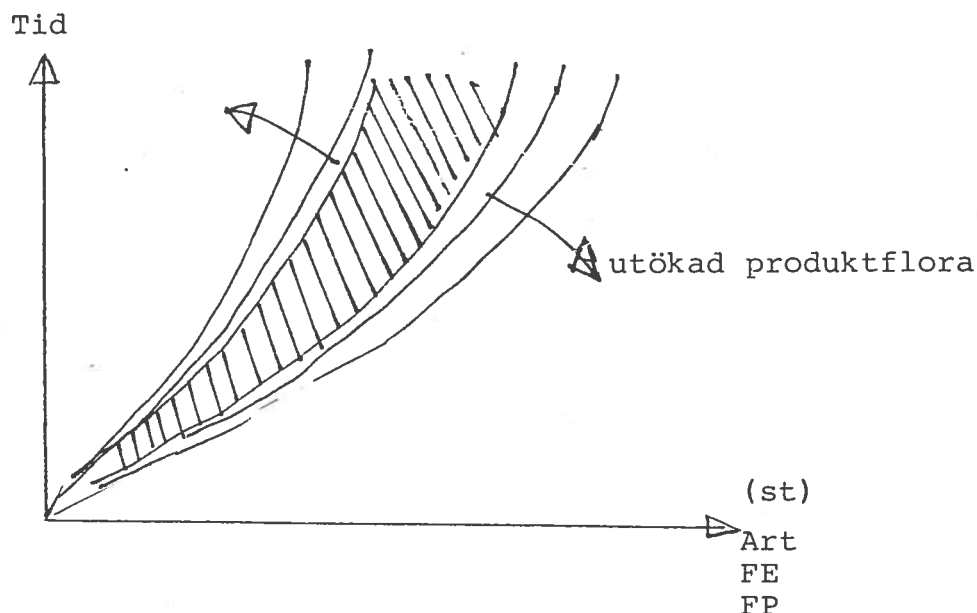
Vi har alltså konstaterat att det som ställer till problem vid hypotesprövningen är observationernas beroende av varandra. I det fall vi korrelerar hela produkter, eller delar av produkter föreligger inte detta problem. Hur man monterar och hur många artiklar det finns i en lastvagn, har ju inget att göra med t ex ett kylskåp eller en personbil. Här har vi alltså att göra med ett urval av oberoende observationer och en signifikansprövning i statistisk mening kan utföras.

Slutsatsen om signifikans gäller dock bara för den avgränsning i produktflora som valts. Antag att vi gör en analys med ett antal olika kylskåp som observationer. Ett signifikant resultat kan då anses gälla för kylskåp och närbesläktade konstruktioner. I figur 8.1 är det område vi hamnar inom för denna produktgrupp streckat, anledning till att kurvan kröker torde vara att vid ökat antal artiklar ökar inverkan av måttavvikelser hos enskilda komponenter.



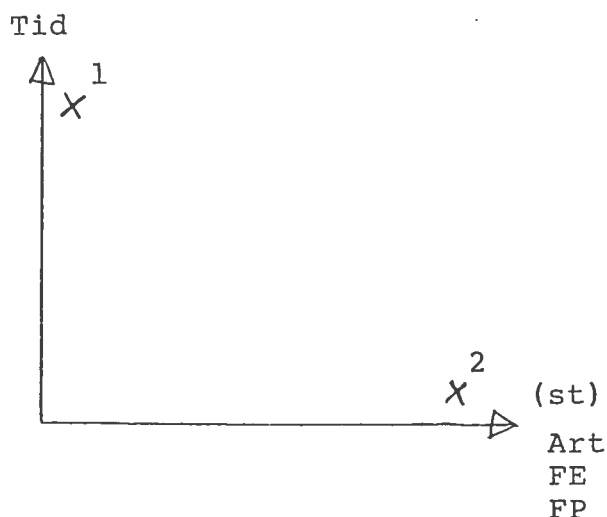
Figur 4.74

Produktfloran kan sedan utökas med fler produkttyper, t ex personbilar, lastvagnar, eller svenska verkstadsprodukter. Det är rimligt att antaga att området i figur 4.75 då ökar.



Figur 4.75

Konsekvensen av detta resonemang är att det område man hamnar inom, utökas ju fler olikartade och ur monteringsynpunkt extrema produkter man tar med i analysen. De två "extremfallen" är markerade med kryss i figur 4.76. Kryss ett kan tänkas vara att montera ihop en 3 km lång flaggstång genom att med många fästelement sammanfoga två stycken 3 km långa artiklar med halva den styvhet som erfordras för stången. Kryss två kan vara att skotta sand (många artiklar, kort tid).

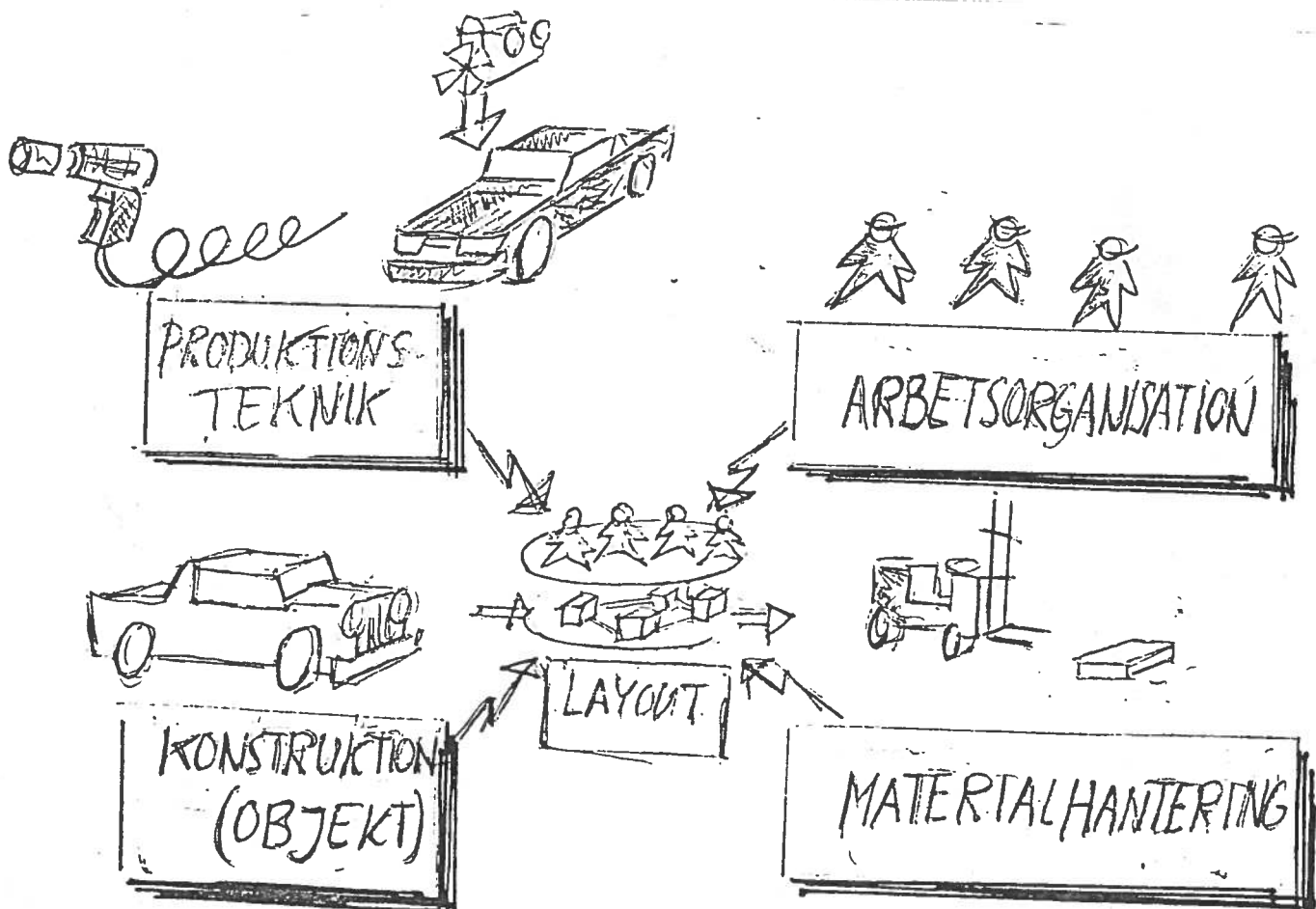


Figur 4.76

4.4.1 Nollsystemskalkyl och konstruktionsanalys exemplifierat på havskryssarmontageNollsystemskalkyl

Det är viktigt med en helhetssyn på produktionssystem. Tidigare forskningsinsatser inom ämnesområdet har varit snävt orienterade, vilket lett till suboptimeringar inom delområden. Forskare har i ringa del tagit reda på vad industrier i andra länder utvecklat. Ett tvärvetenskapligt angreppssätt är nödvändigt.

Vid bedömning och dimensionering av produktionssystem med monteringsarbete får konsekvenser av förändringar i materialförsörjning, produktionsteknik, arbetsorganisation och produktkonstruktion vägas mot varandra. Det slutliga utförandet får sedan kontrolleras så att ergonomin är tillfredsställande. Centralt är åskådliggörandet av layouter och analys av det monterade objektet.



Figur 4.77 Komponenter att dimensionera och bedöma.

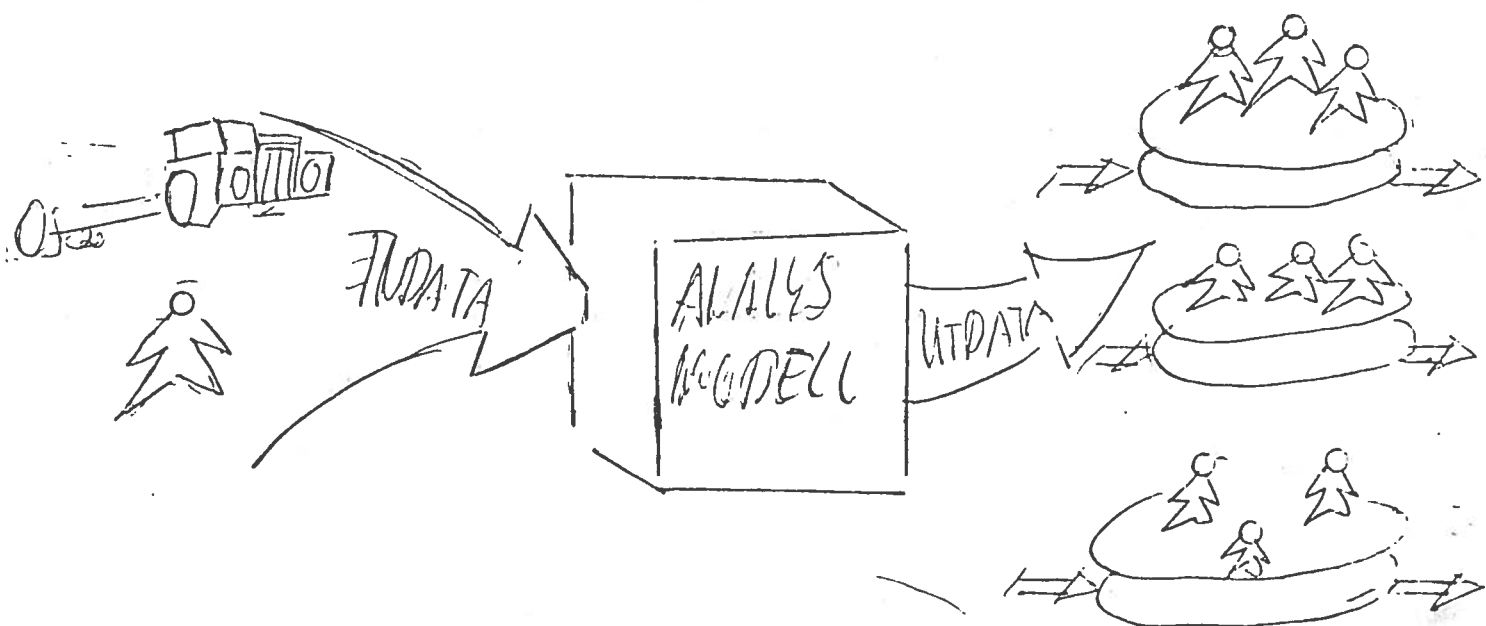
En analysmodell har utvecklats och är under prövning. Den första behandlar dimensionering av monteringsystem. Den andra är en ekonomisk kalkylmodell för jämförelse mellan monterings-system.

De grundläggande frågeställningarna skiljer sig. Viktigt är:

- Vilken cykeltid är möjlig att lära?
- Hur produktionsvänlig kan konstruktionen göras?
- Var i systemet skall mekanisering ske?

Modellen ger anvisningar om var i systemet mekanisering och automatisering är berättigat. Dimensioneringsmodellen finns beskriven i bilaga.

Vid bedömning avses att med utgångspunkt från en befintlig anläggning klargöra inriktning och framtida förändringar. Ekonomi och anläggningsstorlek utgör grundläggande frågeställningar. En ekonomisk kalkylmodell har utvecklats och är under utprovning. Tillvägagångssättet är kortfattat att med utgångspunkt från en given konstruktion och ett normerat system utan förluster (0-system) kan personalbehov och kapitalbindningsförlust för det verkliga alternativet beräknas för varierande produktionstakt. Se vidare bilaga.

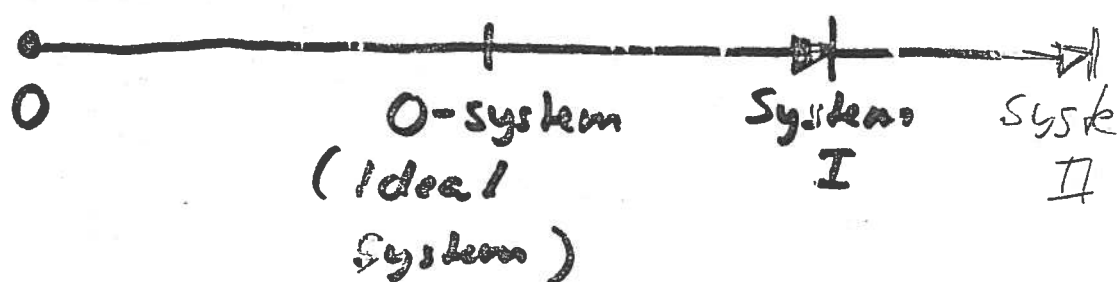


Figur 4.78 Dimensionering av monteringsystem - analysmodell.

Funktion hos dimensioneringsmodell åskådliggörs i figuren ovan. Resultatet kommer att bestå av utvärderade möjliga layouter med lämplig mekaniseringsgrad. Utvärderade med avseende på yt-behov, hanterings- och lagringskostnader.

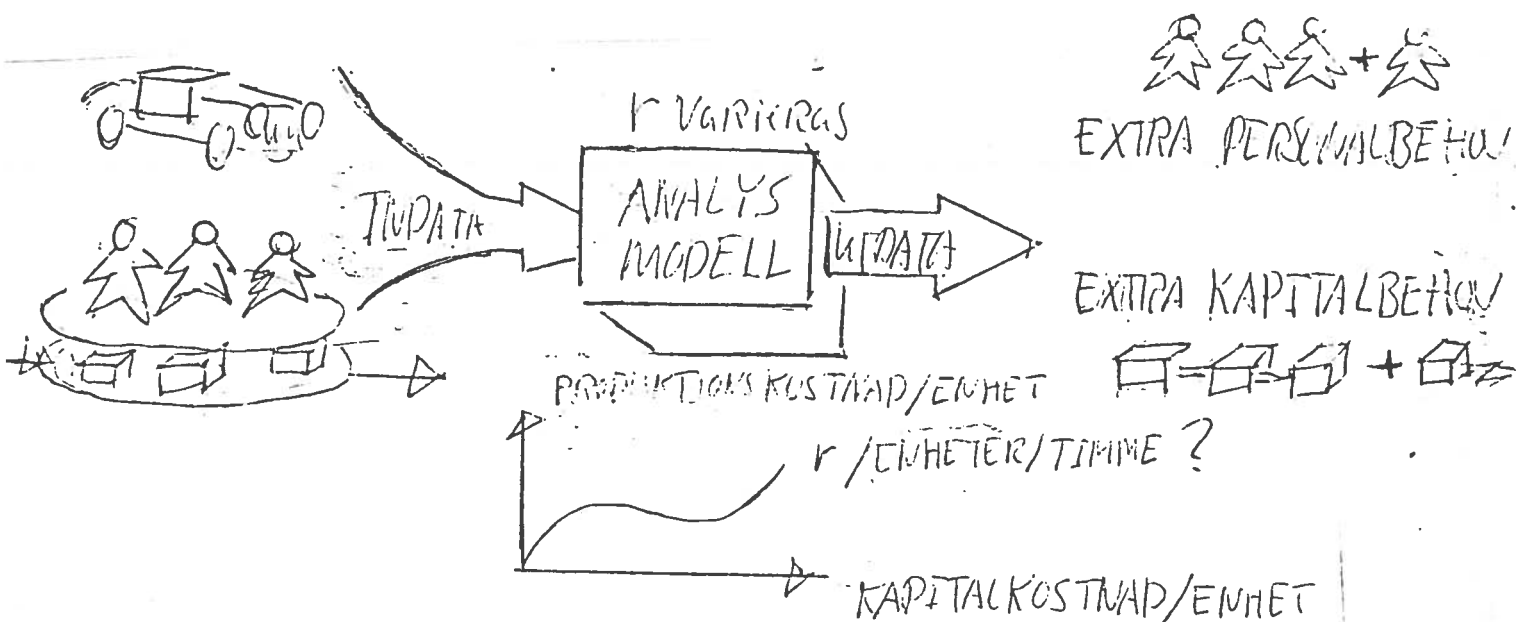
Alternativlayouterna är kontrollerade med avseende på ergonomi och arbetsinnehållets meningsfullhet.

Vid dimensionering söker man bestämma ett lämpligt system utan hänsyn till det befintliga. Resultatet blir annorlunda. Det är egentligen fråga om att dimensionera lämpligt förlustfritt system (0-system).



FOR A SPECIFIC PRODUCT DESIGN

Figur 4.79 0-systemskalkyl medger jämförelse mellan system. Enskild system kan även analyseras.

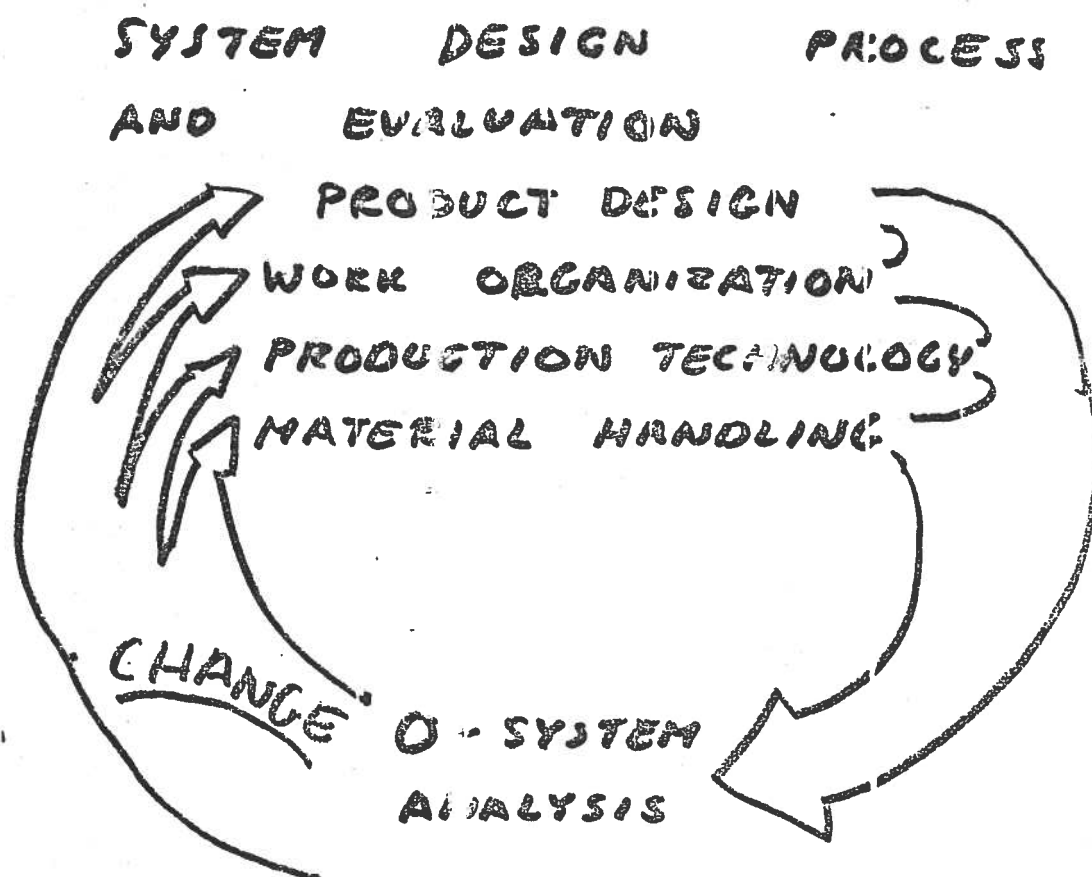


Figur 4.80 Funktion hos ekonomisk kalkylmodell

Observera att det inte går att optimera fram ett system. Systemen måste jämföras med sig själva (0-system, utan förluster). Detsamma gäller konstruktionen. Monterbarhet är ett begrepp relaterat till en specifik konstruktion.

Utgångspunkt är principiella, schematiska layouter. Detaljlösningar på teknisk detaljnivå kommer i ett senare skede.

Sammanfattningsvis kan sägas att montörstäthet (antal operatörer som samtidigt kan montera) och möjlig arbetscykeltid till rimlig utbildningskostnad, bestämmer och begränsar antalet layoutlösningar. Montörstäthet och möjlig cykeltid är starkt beroende av det aktuella monteringsobjektets konstruktion, exempelvis antal detaljer, antal inpassa rörelser etc, antal sekvensberoende detaljer, skevhet vad gäller monteringsplats på produkten.



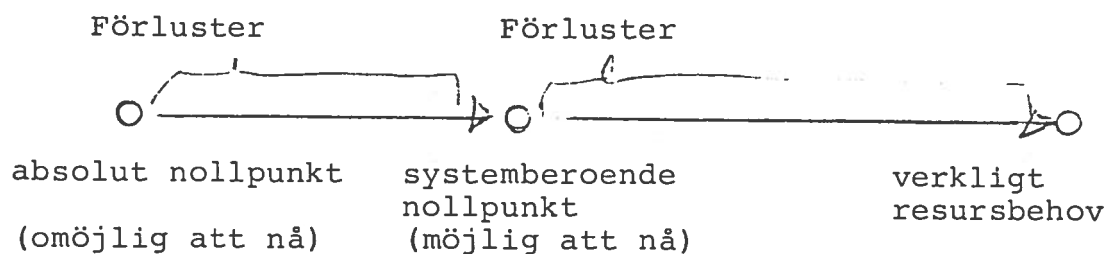
O - SYSTEM ANALYSIS GIVES
INDICATION TO CHANGE
PRODUCT DESIGN OR
PRODUCTION SYSTEM

Figur 4.81

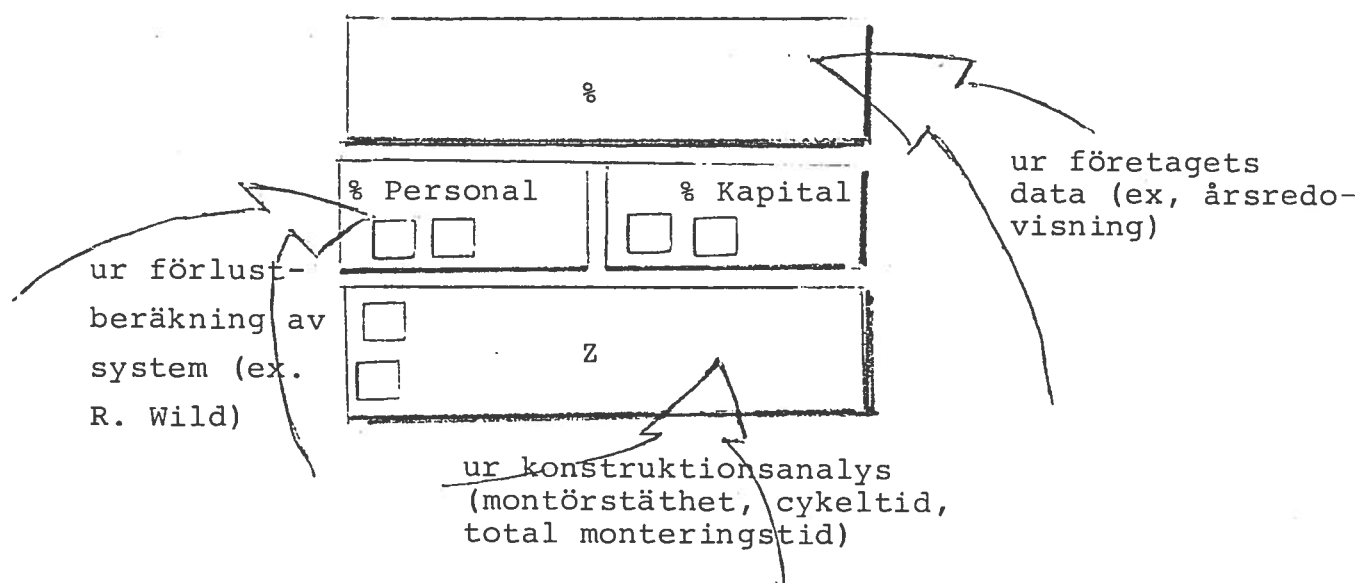
Genom upprepad 0-systems kalkyl erhålles indika-
tioner för förändring.

Nollsystemskalkylens tillämpning kan indelas i fem elementär-fall:

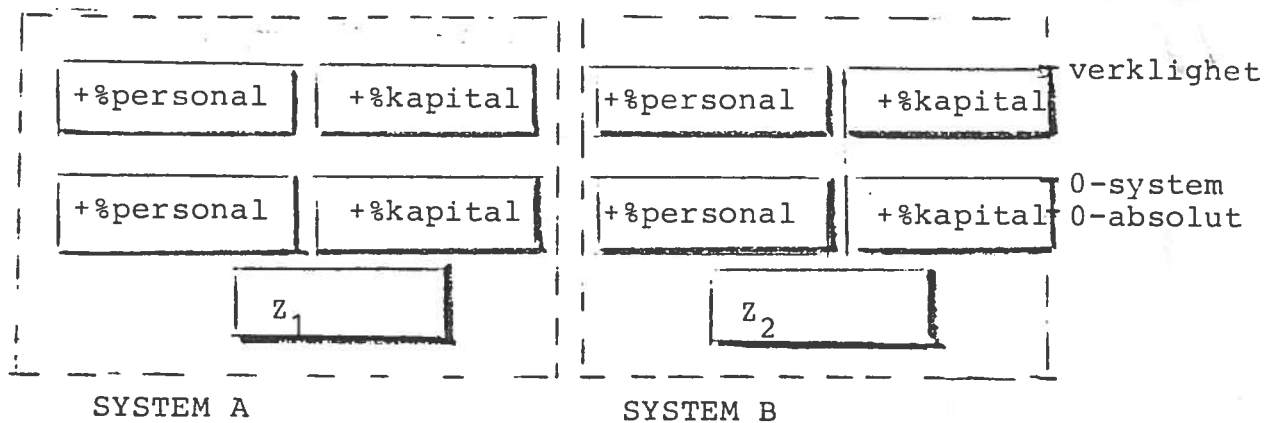
1. Bestämning av nollpunkter.



2. Exempel på tillämpning av kalkylmodell



3. Jämförelse mellan två system (A och B)



4. Val av förändringsstrategi (skall vi ändra konstruktion, produktionsteknik, A_0 , layout eller materialförsörjning).



Z

SYSTEM A1



Z

SYSTEM A2

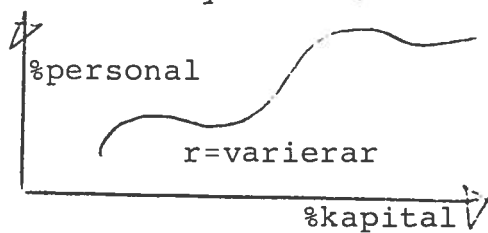


Z

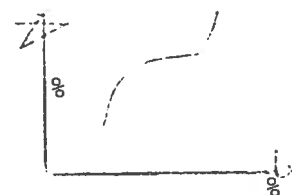
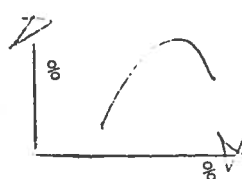
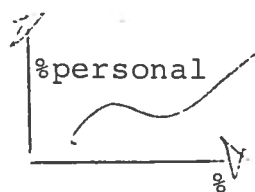
SYSTEM A3

5. Skalekonomi.

5.1 För ett system



5.2 Alternativa system



Havskryssarmontage*Syfte

Syftet med detta arbete är att tillämpa en konstruktionsanalysmodell och en produktionsekonomisk analysmodell (noll-systemsmodellen) på två havskryssare.

Dessutom skall jämförelse med tidigare analyserade produkter ske.

De specifika förutsättningarna för havskryssarproduktion skall analyseras. Arbetet skall utmynna i förslag till dels teoretisk utveckling av analysmodeller, dels praktiska förändringar inom småbåtsindustrin.

* Se Konstruktions- och produktionstekniska system. Förändringar för förbättrad totalekonomi vid havskryssarmontage. Lundberg o Medbo 1981, Institutionen för Industriell Organisation, CTH.

Bakgrund

Havskryssarmontering skiljer sig väsentligt från tidigare studerad montering. Vi modifierar därför analysmodellen och inför fler variabler som vi tror är väsentliga för denna produkttyp.

Ett vettigt antagande är att, om man kan kvantifiera konstruktionsvariabler som ger upphov till betydande tidsåtgång hos montören, d.v.s. vissa återkommande moment i monteringen som tar större delen av monteringstiden i anspråk, så bör dessa variabler bäst samvariera med monteringstiden. Därför räknades även antalet borrarade och sågade hål, sträckor på vilka justering sker, mättes och antalet justerade sidor på artiklarna räknades.

Försök gjordes även med andra variabler.

Genomförande

Under arbetets gång visade det sig snabbt att havskryssarproduktion i egenskap av hantverksmässig småserieproduktion skiljer sig kraftigt från den konventionella svenska monteringsindustri analysen tidigare utförts på.

Själva "rena" monteringstiden utgör endast en liten del av arbetstiden i monteringsavdelningen. Detta beror på, att det ingår en hel del icke-monterande arbetsuppgifter vid denna typ av produktion, samt att förlusterna är mycket stora.

Monteringsarbetet av glasfiberarmerade båtar kan indelas i tre olika huvudtyper:

1. Plastning, målning, spackling och liknande arbeten, vilka föga liknar konventionell montering.
2. Snickerimontering, där en stor del av tiden åtgår till att måttanpassa trädetaljerna genom att avverka material från dem så att de sedan skall kunna passas in mot varandra med vanligtvis små toleranser.

3. Utrustningsmontering, vilken mest liknar ren montering trots att arbetet här fortfarande är behäftat med stora förluster.

Ett ytterligare problem vid analysens genomförande var att det inte existerade några stationskort eller liknande dokument med uppgifter om vad som monterades var och på vilken tid.

Alla tidsangivelser är mycket osäkra eftersom de erhållits genom intervjuer där svaren varierat kraftigt.

Det har varit svårt att exakt avgränsa varje montörs arbetsuppgifter, då dessa ej funnits dokumenterade samtidigt som arbetscyklerna är mycket långa - upp till drygt 100 timmar. Det var alltså svårt för montörerna att direkt minnas alla sina arbetsmoment samtidigt som vissa moment var "flytande" mellan olika montörer. I de erhållna tiderna ingick kortare raster.

De variabler som korrelerats mot tiden har vi räknat och mätt på båtar i olika stadier varvid blanketter enligt bilaga 10 ifyllts. Även här får man räkna med vissa smärre fel i analysens ingångsvärden p.g.a. informationsinsamlingsproblemet natur.

I tidigare analyser har icke-monterade arbetstempon sällats bort från analysen, något som vid havskryssarmontering av ovan nämnda skäl är helt omöjligt.

I de här analyserade tiderna, vilka i huvudsak är enskilda montörers individuella cykeltider, ingår följaktligen allt ifrån småraster till borrning och pluggning av hål. Så länge man är konsekvent i informationsinsamlandet och använder samma "sorts" tider i analysen är detta dock inte något större problem. Vissa typer av arbeten, i huvudsak i form av hela arbetscykler, har dock sällats bort.

Detta är arbeten vilka nästan uteslutande är icke-monterande (typ 1), eller arbeten vid "marriage points", där stora förmonterade enheter (basobjekt) monteras samman.

Resultat

Konstruktionsanalys Comfort 32

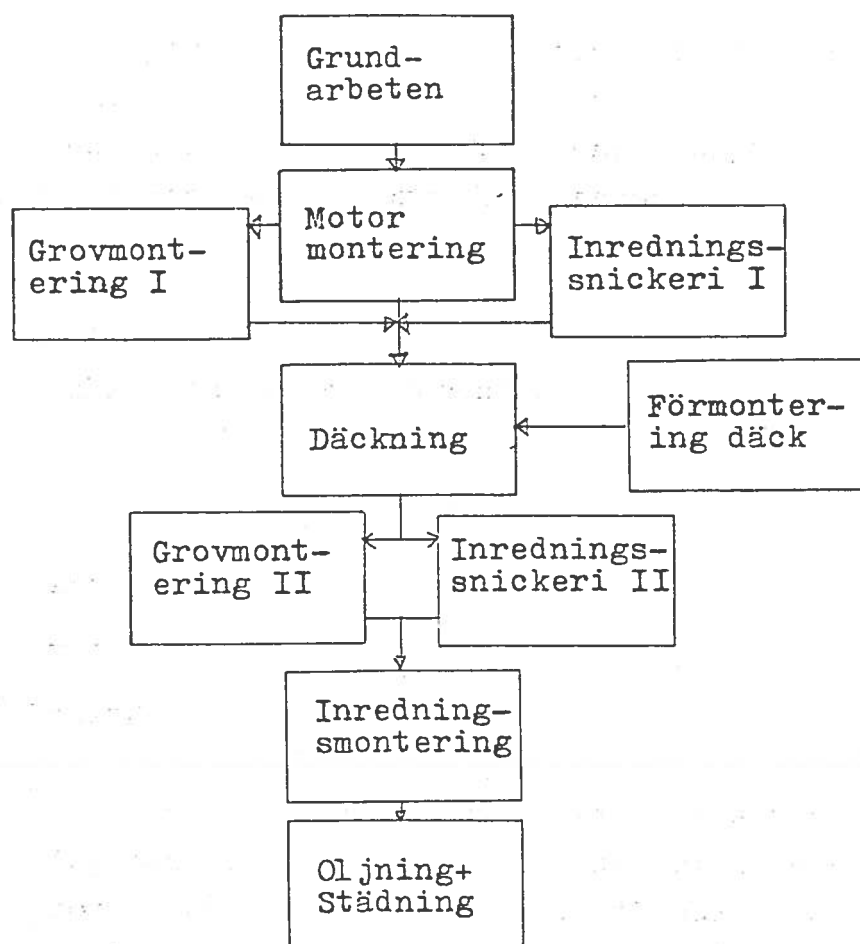
(För detaljerad beskrivning av produktionssystem och konstruktion se ref. 1).

Produktionsflöde och layout kan studeras i fig. 4.82.

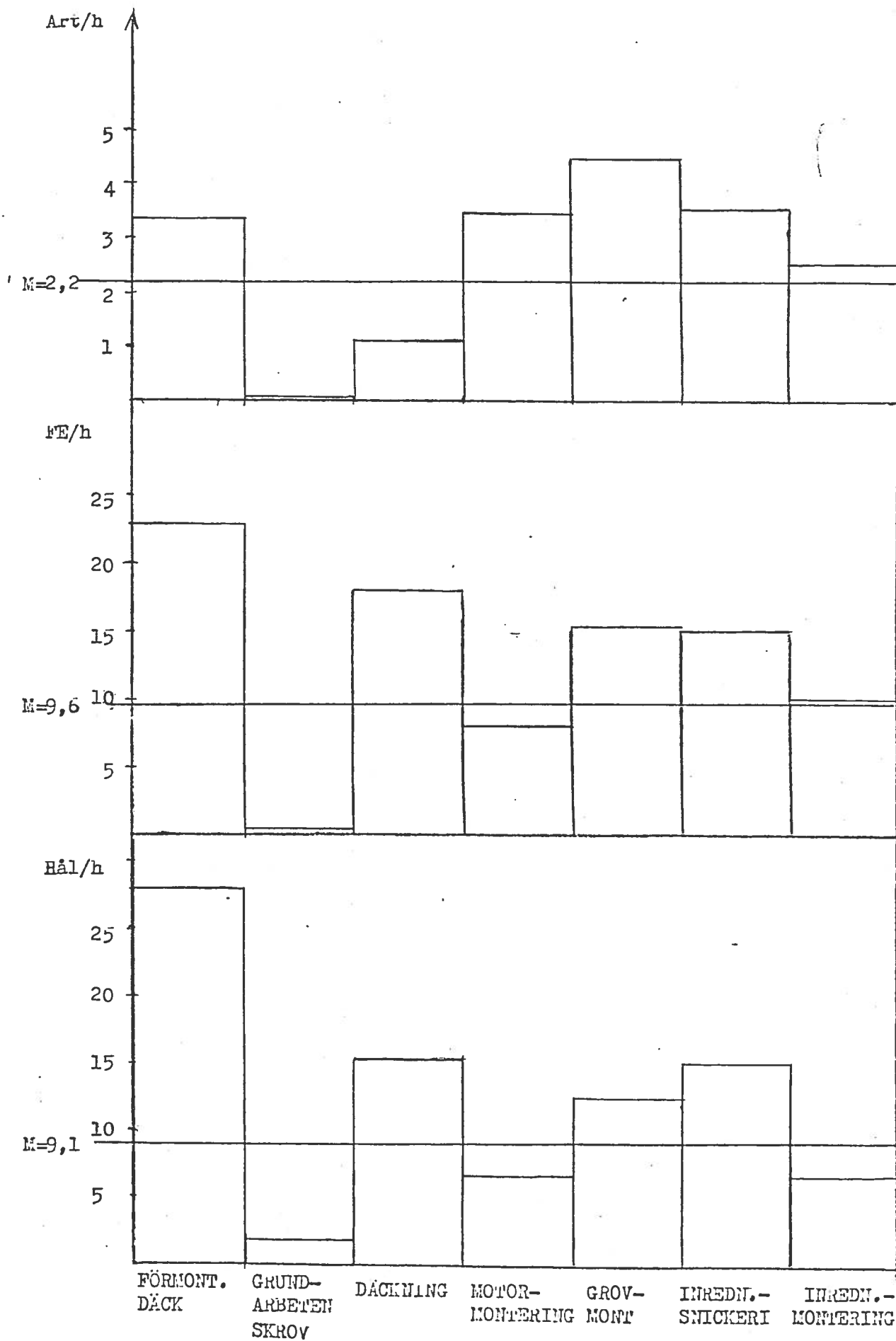
Av de i fig. 4.83 visade arbetsstegen har det som utförts i monteringsavdelningen analyserats, vilket innebär följande, till montörernas cykeltider knutna, produktionssteg:

- Förmontering av däck.
- Grundarbeten skrov.
- Hopmontering av skrov och däck = däckning.
- Motormontering.
- Grovmontering.
- Inredningssnickeri.
- Inredningsmontering.
- Oljning och städning.

Av dessa är inte grundarbeten skrov, hopmontering av skrov och däck samt oljning och städning medtagna i korrelationsanalysen. Detta beror på att de först- och sistnämnda arbetena knappast innehåller någon somhelst ren montering och i fallet där däck och skrov förenas att detta är en så kallad "marriage point" där objekten är så stora och tunga att hanteringsförlusterna blir oproportionerligt stora.

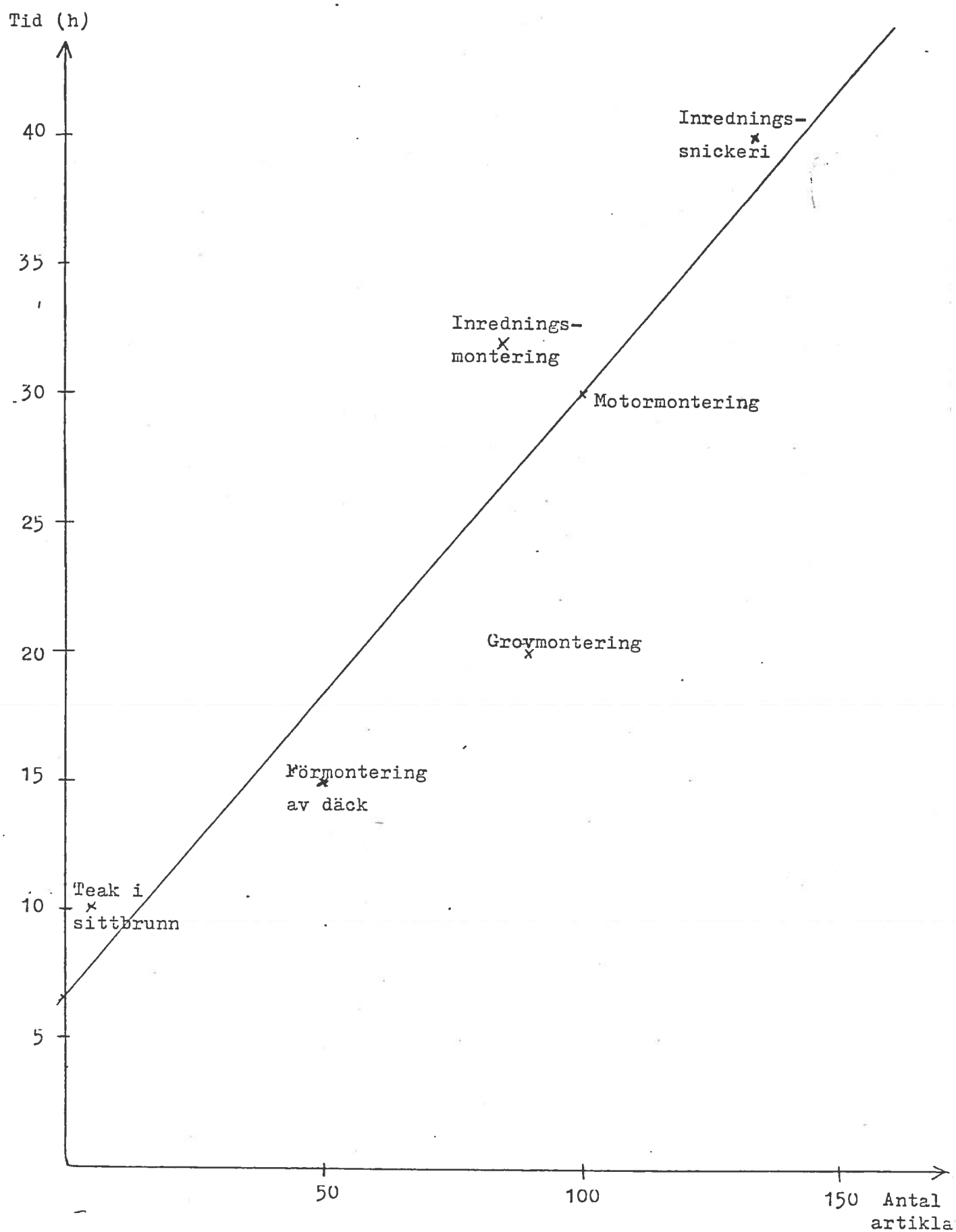


Figur 4.82 Produktionsflöde C 32.



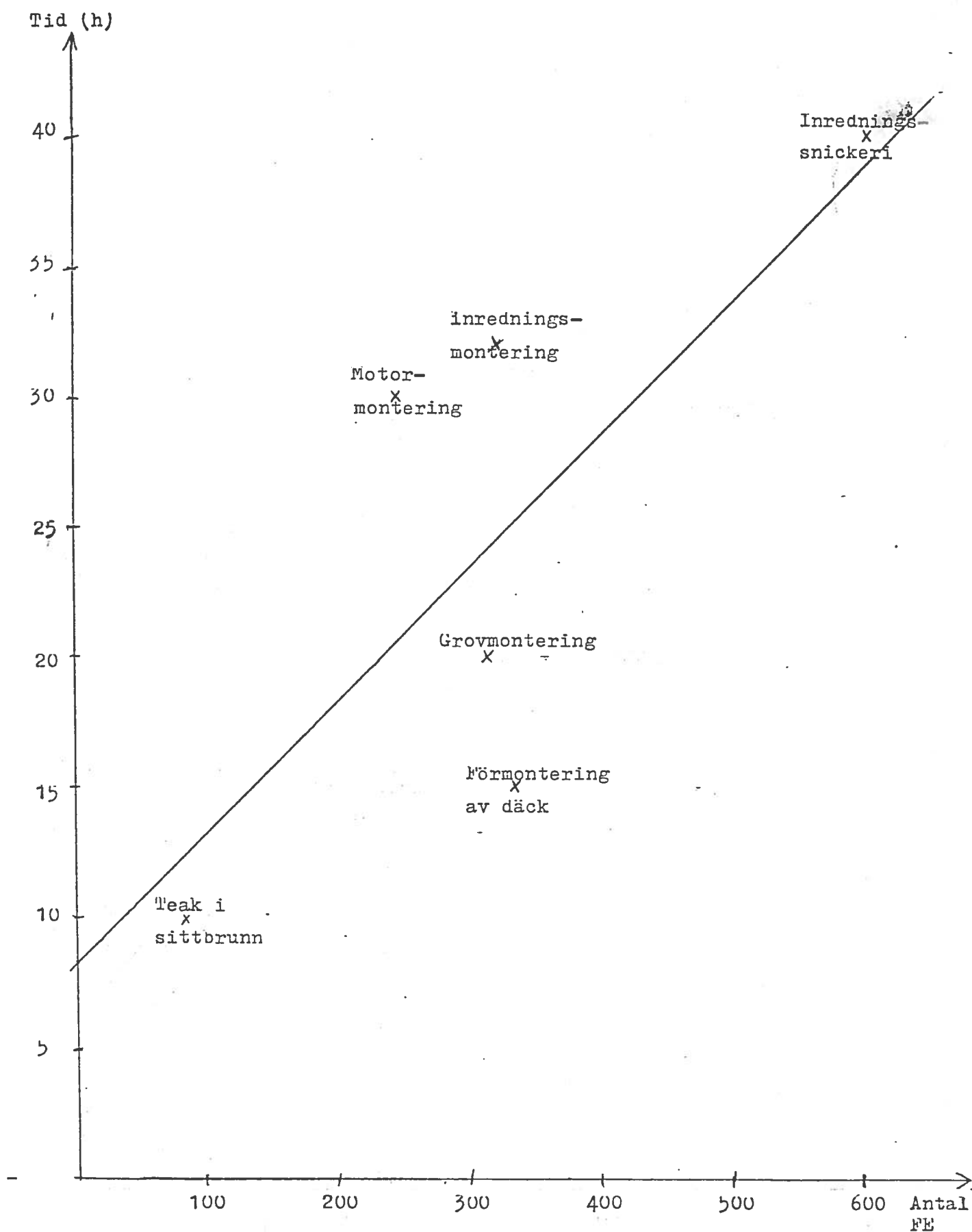
Figur 4.83

Skillnader mellan olika arbetssteg m a p några konstruktionsvariabler. Comfort 32.

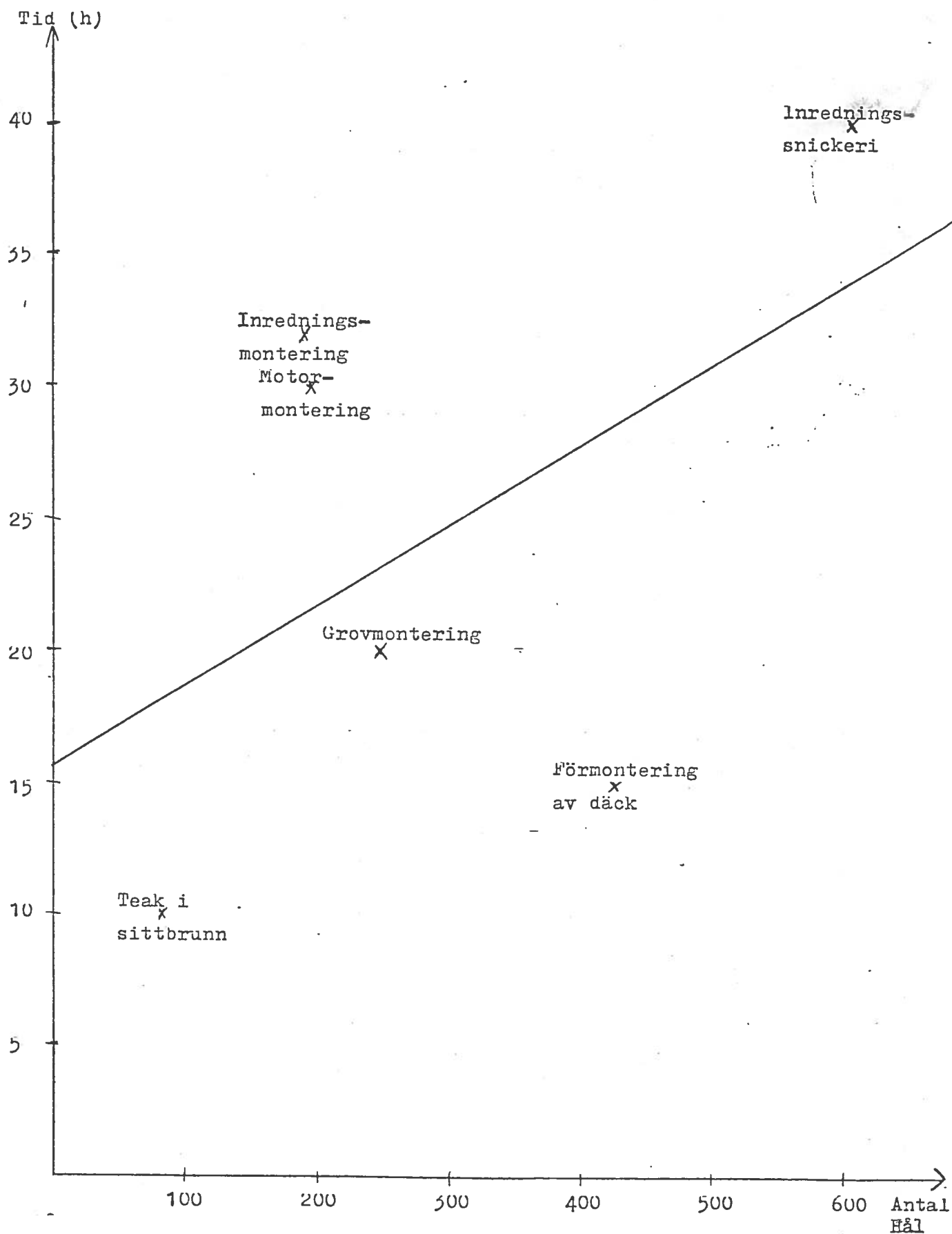


Figur 4.84

Regressionslinjen för antal artiklar ($T = 0,23 \times \text{art} + 6,44$). De i korrelationsanalysen ingående arbetsstegen är markerade. Comfort 32.



Figur 4.85 Regressionslinjen för antal fästelement ($T = 0,051 \times FE + 8,3$). De i korrelationsanalysen ingående arbetsstegen är markerade. Comfort 32.



Figur 4.86 Regressionslinjen för antal hål ($T = 0,30 \times \text{Hål} + 15,6$). De i korrelationsanalysen ingående arbetsstegen är markerade. Comfort 32.

P g a det bristfälliga tidsunderlaget gjordes först en s k rangkorrelation, montörerna fick rangordna momenten. Bl a följande konstruktionsvariabler korrelerades mot tiden.

Variabel	antal observationer (n)	r	r ²
Antal artiklar	6	0,91	0,83
" fästpunkter	6	0,91	0,83
" fästelement	6	0,75	0,56
" hål	6	0,51	0,26
" justerade artiklar	3	0,89	0,80
" justerade sidor	3	0,95	0,91
" justerade centimetrar	3	0,89	0,79

Figur 4.87 Korrelationsresultat C32.

	MOTOR-MONTERING	INREDN.-SNICKERI	GROV-MONTERING	INREDN.-MONTERING	MEDEL-VÄRDEN
CYKELTID (h)	30	40	20	2x15	
ANTAL ART.	0,99	0,88	<u>0,80</u>	0,54	<u>0,80</u>
ANTAL FP.	0,94	<u>0,89</u>	0,66	0,31	0,70
ANTAL FE.	<u>1,00</u>	0,69	0,60	<u>0,74</u>	0,76
ANTAL HÅL	0,83	0,69	0,52	0,68	0,68
ANTAL JUST. ART.	0,28	0,82			
ANTAL JUST. SIDOR		0,78			
ANTAL JUST. CENTIMETRAR		0,48			
n	9	12	9	8	

Figur 4.88 Rangkorrelationskoefficienten för olika arbetssteg C32. Det i genomsnitt bästa värdet erhöles för antal artiklar.

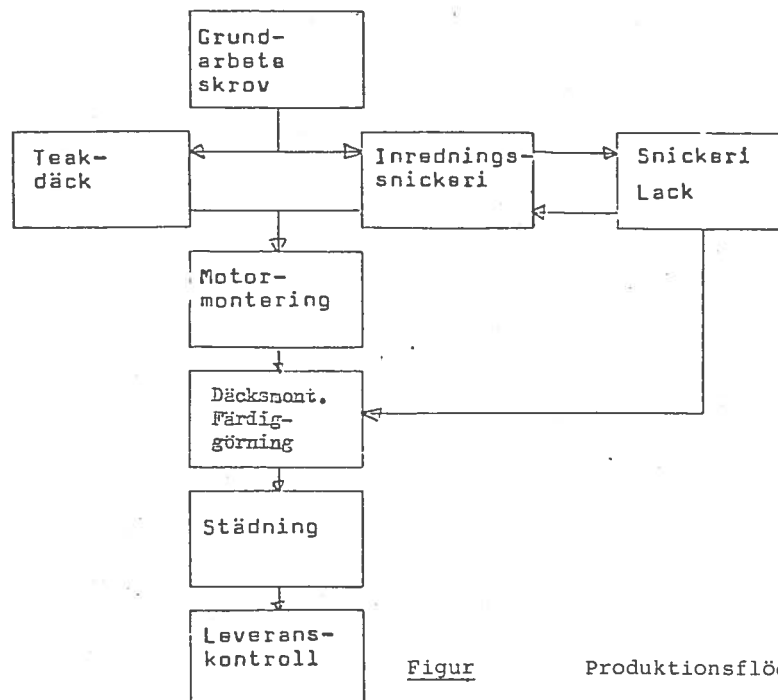
Dessutom gjordes en mängd korrelationer där antalet observationer varierades och sådana där olika kombinationer av konstruktionsvariabler med olika riktning prövades. Här är några exempel.

Variabel	n	r	r^2
Ant. art. + antal FE	6	0,80	0,64
" " + 0,2 antal FE	6	0,88	0,77
" " + 0,05 " "	6	0,91	0,82
" " + 0,1 " "	6	0,90	0,81
" " + 0,1 " hål	6	0,87	0,76
5xFE1+2xFE3+FE4+FE5+P	5	0,77	0,52
FE3 + FE4	5	0,74	0,55

Högsta korrelationsvärdet ges på antalet justerade sidor. Det går dock ej att dra några slutsatser om dess samvariation med tiden, då endast tre observationer var möjliga att göra. Dessutom är variabeln svår att mäta. Eftersom en stor del av montörernas tid är justering, är det troligt att en variabel, som på något sätt mäter denna, ger bra korrelationsvärden. Det mest användbara korrelationsvärdet gav artiklar, då dessa är lättast att räkna.

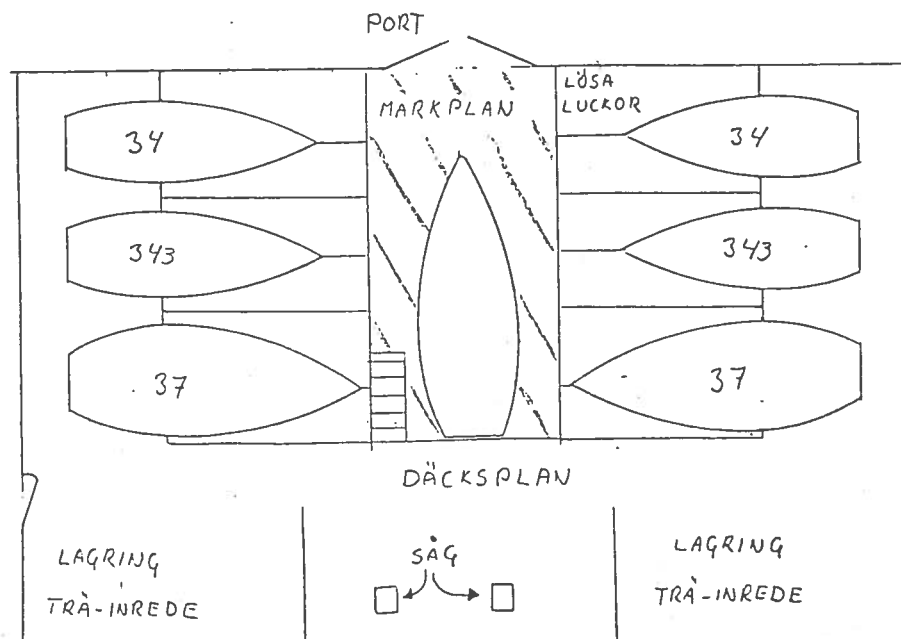
Konstruktionsanalys Najad 37

Produktionsflöde och layout kan studeras i figurerna. Alla de arbeten som utförs i monteringsavdelningen på en standardbåt har analyserats. Städning, målning och reparation av lack- och plastskador är ej medtagna i korrelationsanalysen, då de ej innehåller någon montering.



Figur

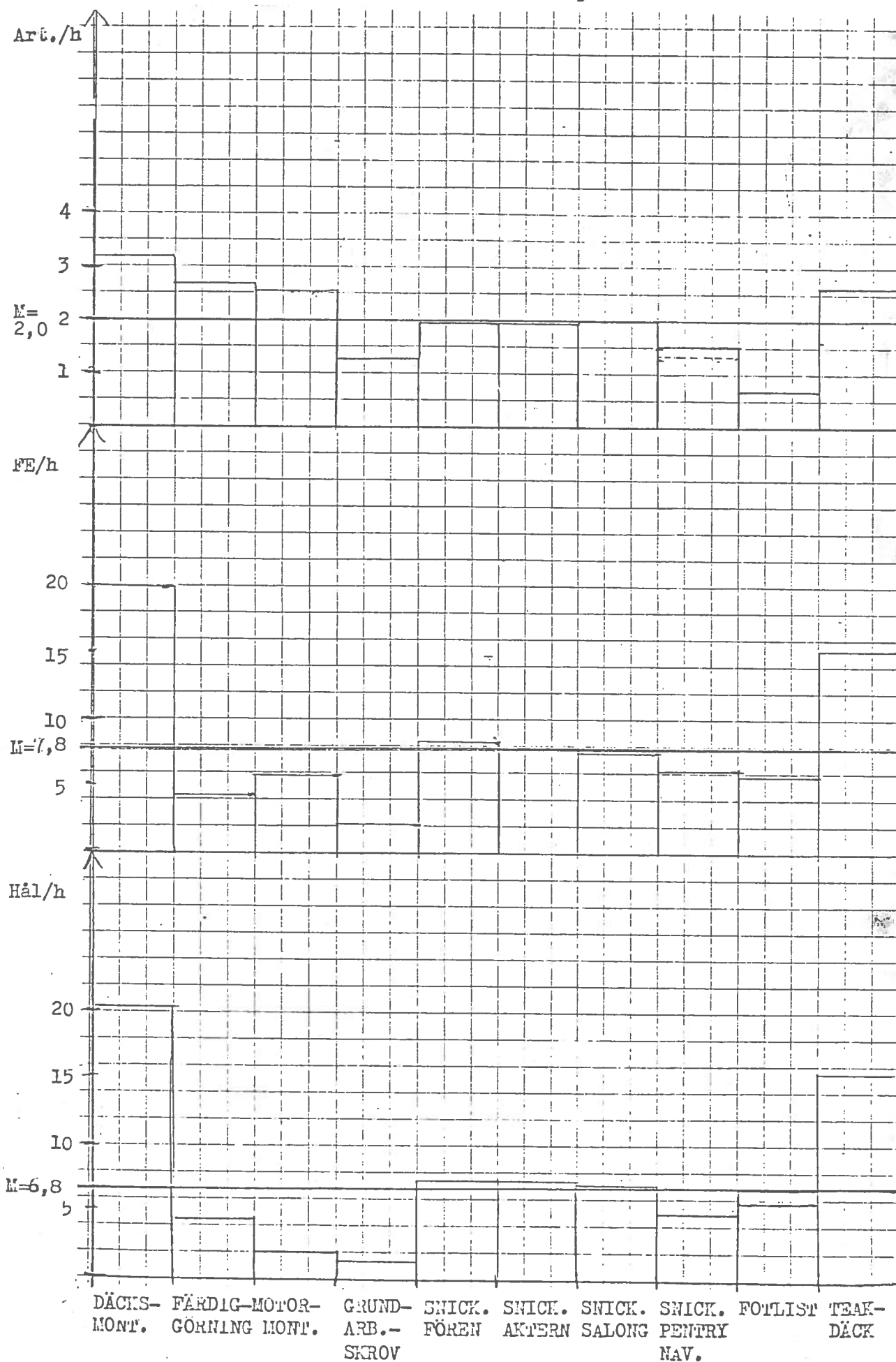
Produktionsflöde N37.

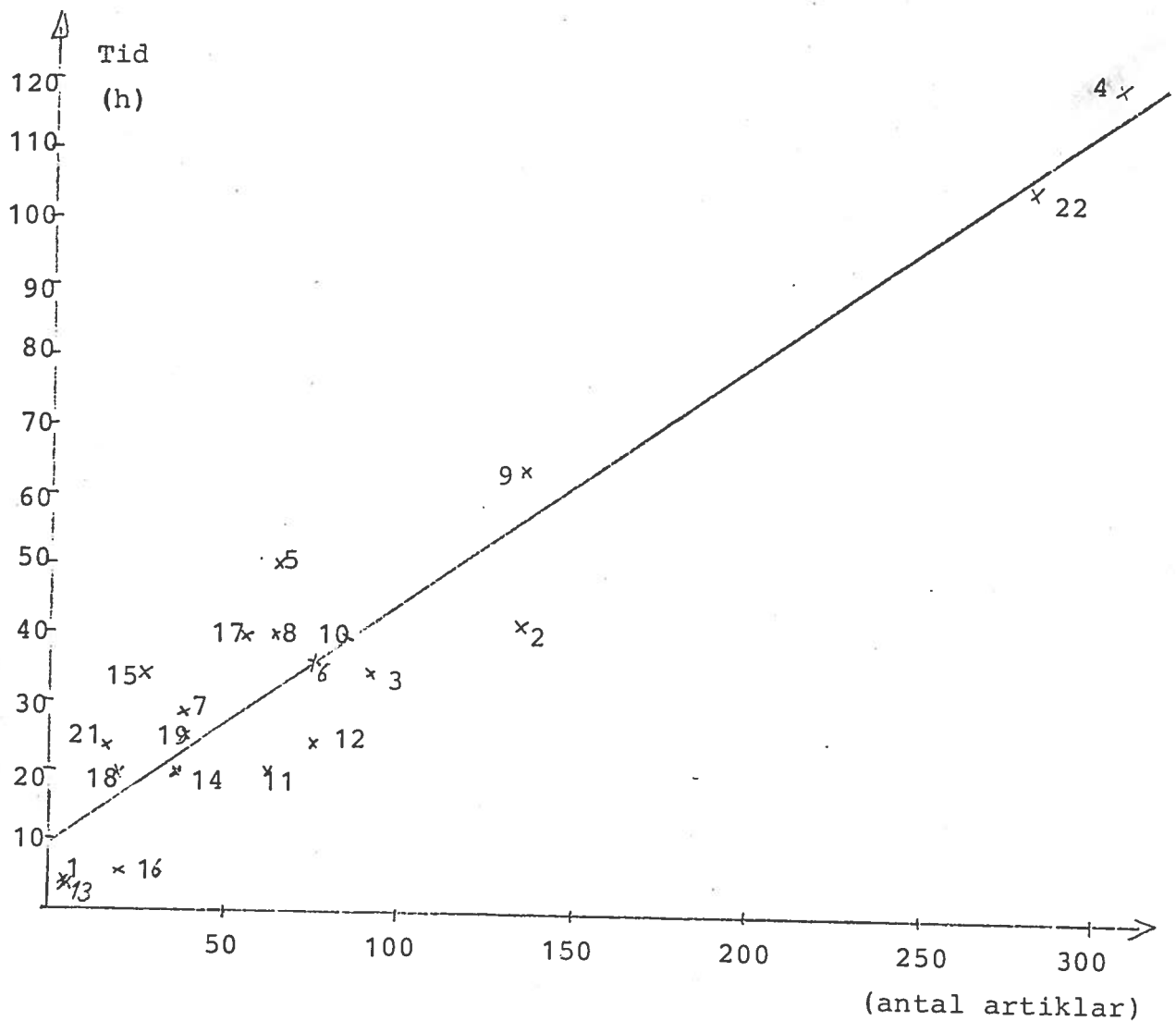


Figur 4.89

Layout Najadvarvet.

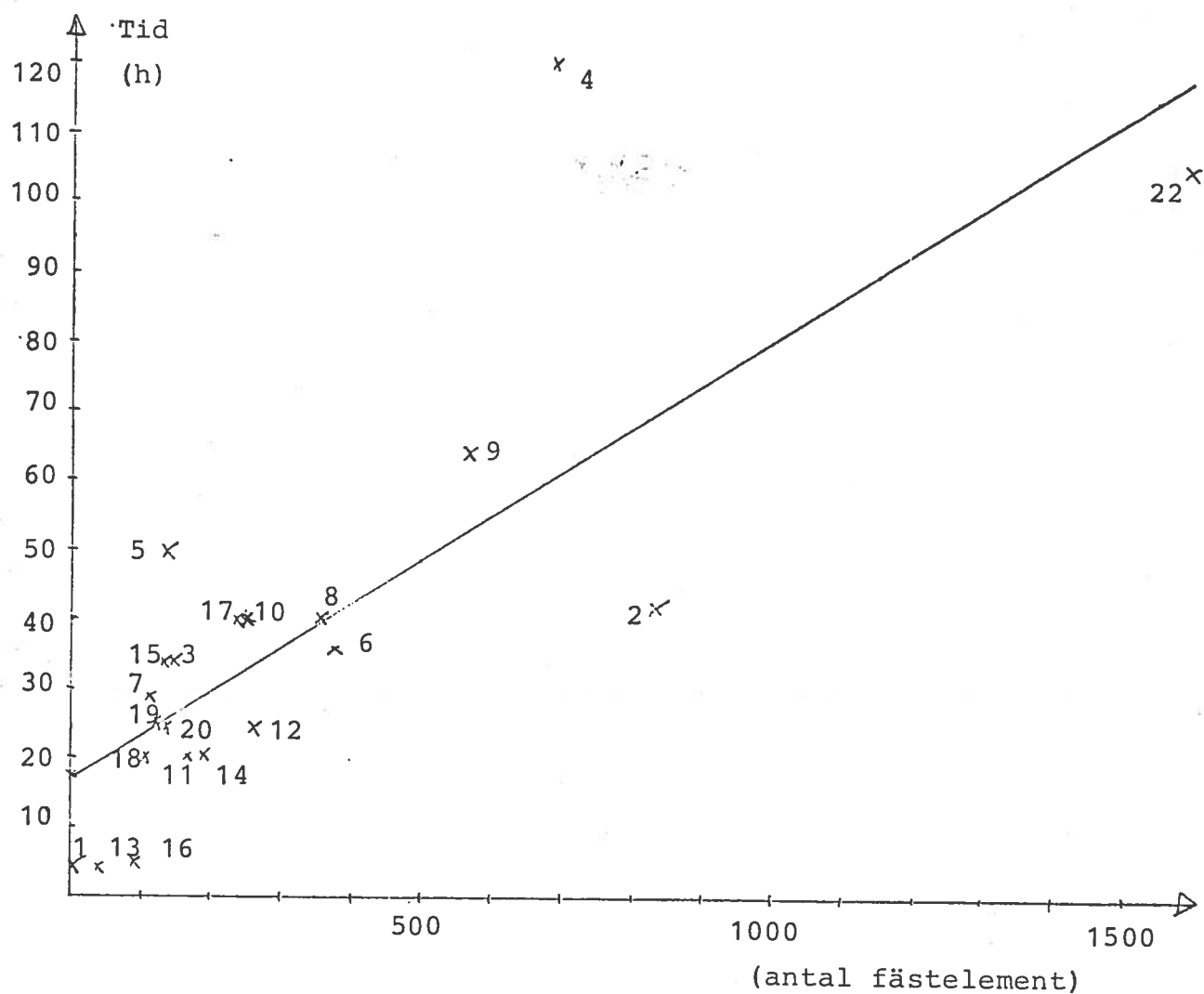
Figur 4.90 Skillnader mellan olika arbetssteg m a p några konstruktionsvariabler. Najad.





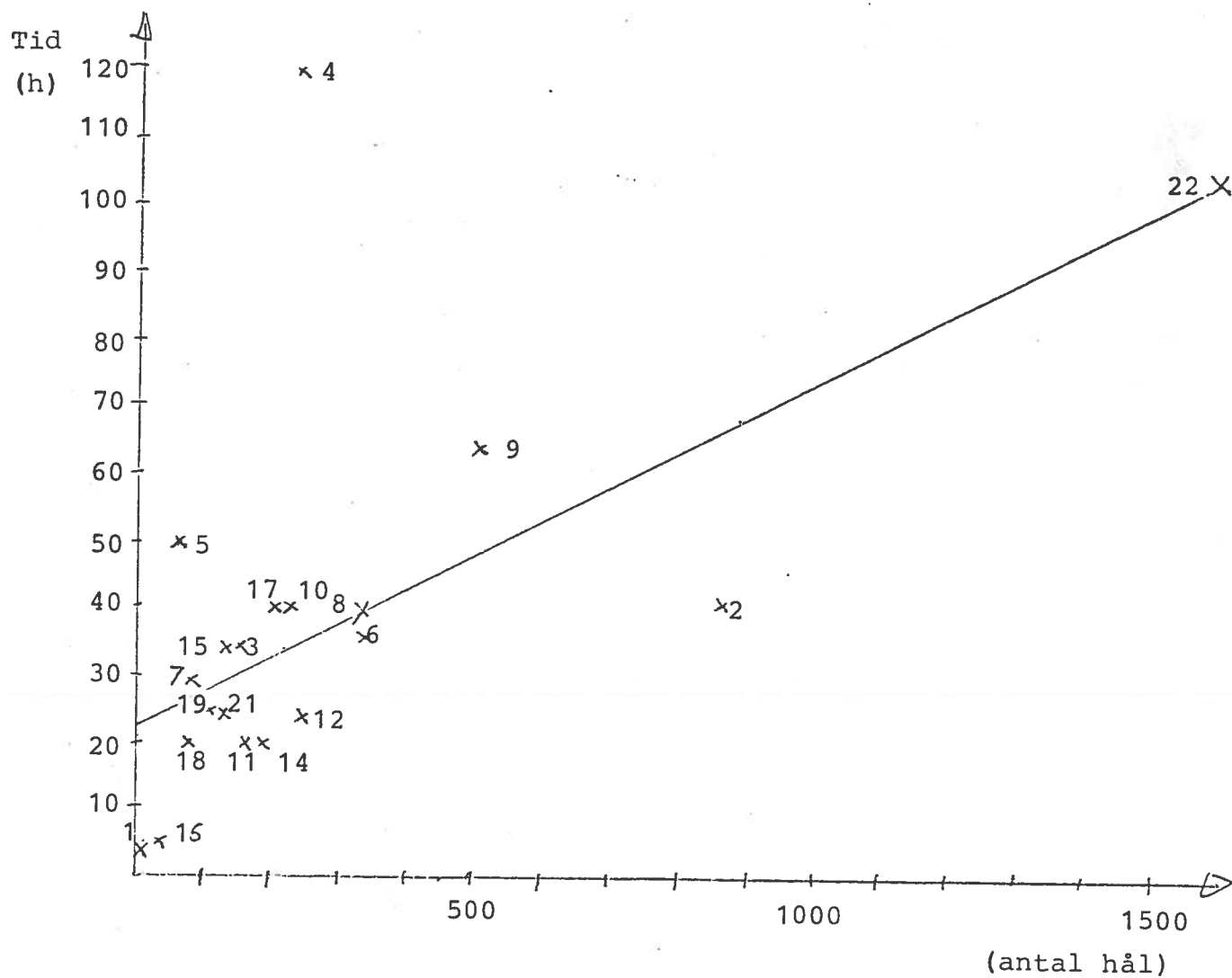
$$TID = 0,35 \times \text{ANTAL ARTIKLAR} + 10,04$$

Figur 4.91 Monteringstiden som funktion av antalet monterade artiklar. Najad.



$$TID = 0,063 \times \text{ANTAL FÄSTELEMENT} + 17,4$$

Figur 4.92 Monteringstiden som funktion av antalet fästelement.



$$TID = 0,051 \times ANTAL\ HÅL + 23,2$$

Figur 4.93 Monteringstiden som funktion av antal borrade hål.

Korrelationsanalys Najad.

Bl.a. följande konstruktionsvariabler korrelerades mot tiden.

Variabel	antal observationer (n)	r	r ²
Antal artiklar	21	0,95	0,90
" fästpunkter	21	0,88	0,77
" fästelement	21	0,79	0,62
" hål	21	0,63	0,40

Dessutom gjordes en mängd korrelationer där olika arbetssteg plockades bort (n varierades) och sådana, där olika kombinationer av variabler med olika riktning prövades. Här är några exempel.

Variabel	n	r	r ²
FE+P	21	0,70	0,48
5xFE1+2xFE3+FE4+FE5+P	11	0,63	0,39
FE3+FE4	11	0,70	0,49
Art.	19	0,96	0,92
FE3	21	0,64	0,41

Det absolut bästa korrelationsvärdet erhöles för antal artiklar.

Konstruktionsjämförelse Comfort 32 - Najad 37

Den mest användbara konstruktionsvariabeln på bägge båtarna visade sig vara antalet artiklar. Det är dock, trots de höga korrelationsvärdena vanskligt att dra några slutsatser om monteringstider, bara genom att räkna antalet artiklar utan att se på andra faktorer i konstruktionen.

Om arbetet, vilket man vill veta tiden för, inte innehåller speciellt "olämpliga" d.v.s. icke-monterande moment, kan man få en fingervisning om monteringstiden bara genom att räkna antalet artiklar.

Kombinationer av antal artiklar med andra variabler gav i samtliga fall sämre korrelationsvärden än antal artiklar enbart. Att antal fästpunkter ger liknande resultat som antal artiklar beror på att det oftast bara finns en fästpunkt per artikel. Korrelation mot olika typer av FP gav dåliga värden, eftersom skillnader mellan olika typer av FP gör en så oerhört liten skillnad på monteringstiderna, att en samvariation vore osannolikt.

Korrelation mot antal fästelement gav förvånansvärt låga värden, trots att försök gjordes att vikta de olika typerna av FE olika mycket i förhållande till varandra, samt att hänsyn togs till pluggning av skruvhål.

Orsak till att inte bättre resultat erhöles, beror förmodligen bl.a. på följande; FE 1 består i sig av flera olika sorters fästelement, vilka ger upphov till olika lång tid. Det kan röra sig om allt ifrån fastplastning med flera lager glasfibermatta till en siliconsträng. Denna typ av FE borde delas upp i minst två olika typer.

Dessutom borde FE 3 delas upp i två typer - en där skruvarna används i trä, där de då viktas högt och en där de används i plast och metall där de viktas lågt. Detta för att avspegla det omfattande passningsarbete trämontering innebär.

Korrelation mot antal borrarade hål gav heller inget användbart resultat, vilket kan bero på att en del montörer även borrar hål åt montörer i senare arbetssteg, samt att sågning av icke-runda hål, kan ha klassificerats på ett orättvist sätt.

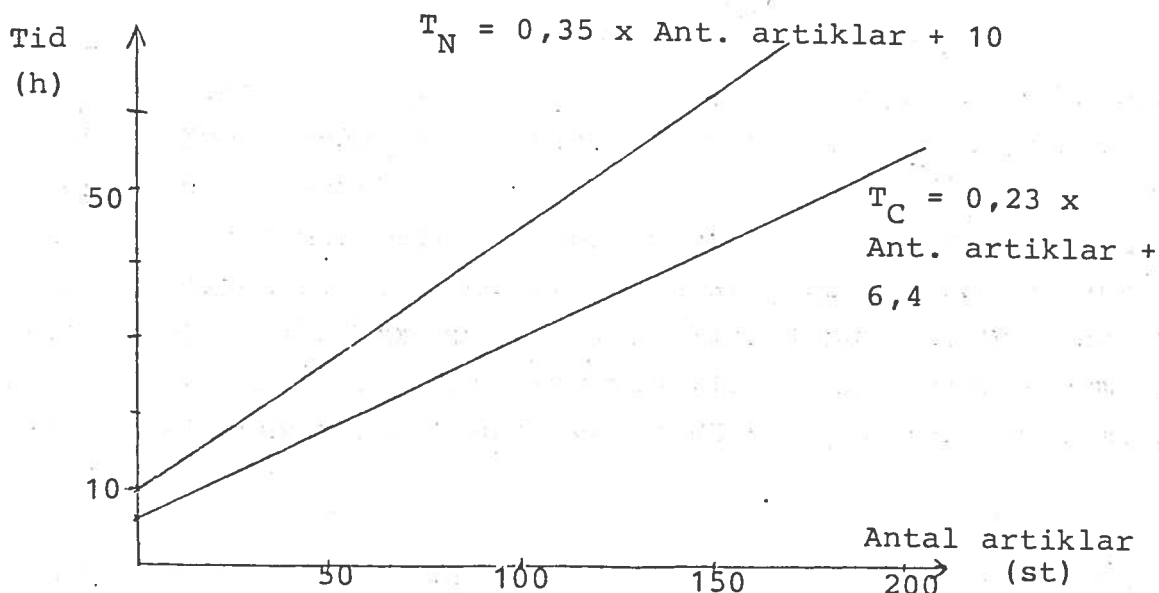
De två jämförda båtarna är konstruktionsmässiga extremer åt var sitt håll, vilket man också kan se genom att jämföra antal artiklar per timme.

På C monteras totalt 2,2 Art./h, men för att få ett jämförbart värde med N bör däckning och oljning av trä utanför båten räknas bort. Värdena blir då 2,6 Art./h på C och 2,0 Art./h på N. D.v.s. tiden för C är 0,76 gånger tiden för N.

Motsvarande värden för fästelement och borrhål är 10,3 FE/h och 9,8 hål/h för C, samt 7,8 FE/h och 6,8 hål/h för N.

Den totala förlustfria tiden är för C 27% och N 12%.

Skillnaderna kan också åskådliggöras med hjälp av regressionslinjer enligt figur



Figur 4.94 Skillnad i regressionslinjen. Najad och Comfort.

Skillnaden mellan tidsfunktionerna för antal artiklar för N och C. Skillnaden mellan kurvorna avspeglar skillnaden i förluster vid montering av de två båtarna.

Att kurvorna inte börjar nära noll på tidsaxeln beror på att de använda värdena i korrelationerna varit stora.

Om kortare tid används närmar sig kurvorna noll och lutningskoefficienten blir större. Detta fenomen beror förmodligen på att sambanden inte är linjära vid korta tider utan snarare logaritmiska

Vad beror då dessa skillnader i förluster på?

Även om en del av skillnaderna kan härledas till layout, materialhantering och arbetsorganisation, är det konstruktionen som är den största orsaken till differanser i monteringstid. Det som främst skiljer konstruktionerna åt, är att de kräver olika mycket justering vid monteringen.

C har en inredningsmodul och ett innertak som i sig kan sägas utgöra måttnoggranna fixturer och fästen för inredningen och som dessutom genom sina utformningar, på vissa ställen kan ta upp måttvariationer hos snickerierna. Detta minskar uppskattningsvis monteringstiden per artikel till 50-60% vid snickerimonteringen. Dessutom innebär användandet av ritsar på C att det går snabbt och lätt att montera detaljerna på rätt plats.

På N byggs inredningen upp i ett tomt skrov, där måtten varierar från båt till båt och bra fixpunkter saknas, beroende på att laminattjockleken varierar, skrovet inte är formstabilt och förstärkningarna i skrovet bara är inplastade efter ögonmått. Det är sedan svårt att plasta in skotten i exakt läge, varför dessa ofta hamnar något olika i olika båtar. I detta stadie har man nu "byggt in" omfattande justeringsarbete på den inredning som sedan skall monteras mellan skotten.

Andra väsentliga skillnader mellan båtarna är att man på C kan montera en stor del av inredningen innan däckets läggs på, medan

man på N har däckat på från början. Detta försvårar arbetet på N avsevärt då arbetsställningar och belysning blir sämre, ruffnedgången ökar hanteringsförlusterna, begränsar storleken på de detaljer som skall monteras inne i båten och begränsar möjligheterna till användande av förmonterade moduler.

På C är inte passningskraven lika höga som på N och man använder både svarta kederlistor (plastlistor) och täcklistor av trä för att slippa besvärliga inpassningar.

Faktorer som kan störa konstruktionsjämförelsen är att man på C hade mer specialiserade arbetsuppgifter, kortare cykeltider och lägre arbetstakt än på N. Detta kan dock utjämnas av att man på N inte hade en speciell materialhanterare, utan montörerna fick hämta sina detaljer själva.

Fel i sekvenser, vilket ger demonteringsarbeten, fler varianter och mindre serie är också faktorer som ökar monteringstiderna på N jämfört med C.

Effekterna av nämnda faktorer kan studeras på jämförbara arbetssteg hos de två båtarna.

Snickaren på C monterar hela 3,5 Art./h (15,2 FE/h och 15 hål/h), medan de på N endast monterar 1,8 Art./h (7,2 FE/h och 6,4 hål/h) i snitt. Man kan anta att C:s inredningsmodul nästan halverar monteringstiden per artikel för inredningssnickerierna. Den förlustfria tiden är här beräknad till 6,5% på N och 12% på C. Inredningsmodulen ersätter dessutom en stor mängd snickeriartiklar, eftersom den i sig utgör basinredning.

Ett arbetssteg med relativt likartade förutsättningar på de bägge båtarna är monteringen av utrustningen på däck.

Här erhöles på C 3,3 Art./h och på N 3,2 Art./h.

(22,4 FE/h och 28 hål/h resp. 19,8 FE/h och 20,5 hål/h).

Man kan alltså se att skillnader i arbetsorganisation och hur produktionsanläggningen ser ut, inte påverkar monteringstiden i

någon större utsträckning, för denna typ av montering och produktion. Allmänt gäller att utformningen av produktionssystemet ej har så stor betydelse vid småserieproduktion. Vid däcksmonteringen har nämligen inte konstruktionsskillnaderna mellan båtarna speciellt stor betydelse.

Arbetsstegen som för båda båtarna kallas motormontering är delvis jämförbara, även om det är mer omfattande på N.

Här erhöles 3,3 Art./h (8,3 FE/h och 6,6 hål/h) på C och 2,5 Art./h (5,7 FE/h och 2,0 hål/h) på N.

Skillnaderna här beror kanske främst på att arbetssteget delvis ligger fel i sekvens på N. Motormonteringen görs där efter inredningssnickerierna, vilket ger problem med åtkomligheten. S-drevet på C, vilket gör motorn avsevärt mer lättmonterad än med propelleraxel kan också minska monterings tiden per artikel.

Båtar byggda på konventionellt sätt såsom N kan förmodligen jämföras m.a.p. monterings tid genom att bara räkna antalet artiklar, men detta måste i så fall visas först genom att utföra konstruktionsanalyser på andra båtar.

Metoden kan aldrig bli annat än approximativ.

Ekonomisk analys

Allmänt

Syftet med detta kapitel är att ekonomiskt analysera och utvärdera båtproduktionen vid de två varven. Vi begränsar oss till den del av produktionen som innefattar inredning och montering i och på skroven fram till färdig båt, d v s monteringsavdelningen. Vi bedömer dessa enheters effektivitet genom att mäta kostnader och förluster både totalt och i monterings delsteg. Vi kan då också uppskatta rationaliseringspotentialer i olika steg av produktionen.

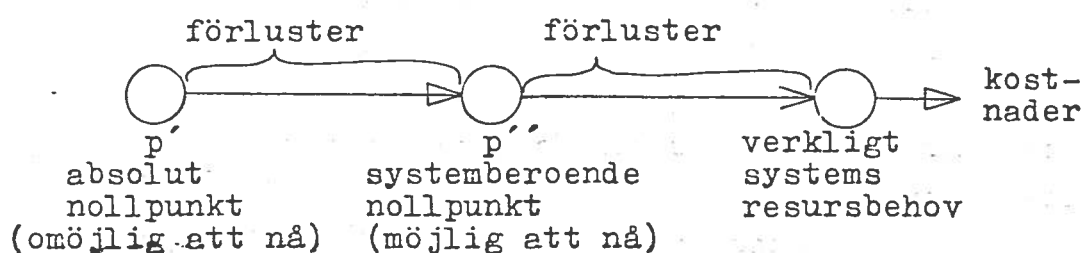
För att kunna genomföra denna analys måste vi ha värden på samtliga inkostnader till monteringen, både för externt köpta och internt förädlade artiklar.

Dessa fås genom att en produktkalkylering med fullständig kostnadsfördelning genomföres. Den ger självkostnaderna på företagets egentillverkade produkter och inköpta komponenter i olika steg av produktionen, därur kan inkostnaderna till monteringen plockas. Vid kalkyleringen har vi som basmaterial utgått från årsbokslut, interna arbetsbokslut, bokföring, inventeringslistor, uppgifter från företagets representanter och marknadsföringsmaterial. Dessutom är konstruktionsanalysen en viktig grundsten för förståelse av monteringsssystemet.

Teori

För bedömningen av de aktuella produktionsavdelningarna användes en ekonomisk kalkylmodell som sätter det existerande produktionssystemet i relation till ett normerat system, Nollsystemet. Det kallas så eftersom produktionskostnaderna i systemet är teoretiskt minimala, man får en nollpunkt (referenspunkt) på en produktionskostnadsskala. Nollsystemet är alltså ett produktions-

system helt utan förluster, d v s allt arbete är "nyttigt" och "minimala" kapitalresurser utnyttjas. Det finns två olika nollpunkter, dels en absolut (teoretisk) p' och dels en "praktisk" uppnåelig p'' enligt bilden nedan. Vi behandlar endast nollsystemet utgående från absoluta nollpunkten.



Varför används då denna analysmodell? Då man vill bestämma effektiviteten hos ett produktionssystem är det omöjligt att säga att vid ett visst inflöde av skilda resurser i systemet, är ett visst utflöde det optimala. Det går således ej att optimera fram ett system. Med det teoretiskt förlustfria nollsystemet kan man däremot jämföra ett givet produktionssystem.

Det är därvid två huvudtyper av förluster som beräknas, personalbehovs- och kapitalbindningsförlust. De olika förlusternas storlek i olika steg av produktionen ger då rationaliseringsanvisningar.

Då man vill jämföra två eller flera produktionssystem är det som med det enskilda systemet omöjligt att genom direkt jämförelse t ex med produktivitetsmått som st/anställd och omsättning/anställd säga att det ena systemet är effektivare eller optimalt. För att kunna jämföra systemen kan nollsystemsteorin användas även här. Genom att nollsystemen för respektive produktionsanläggning tas fram och därvid även de aktuella förlusterna i förhållande till nollkostnaderna, kan jämförelsen genomföras. Man ser procentuellt hur nära respektive anläggning ligger sin teoretiska min-kostnad.

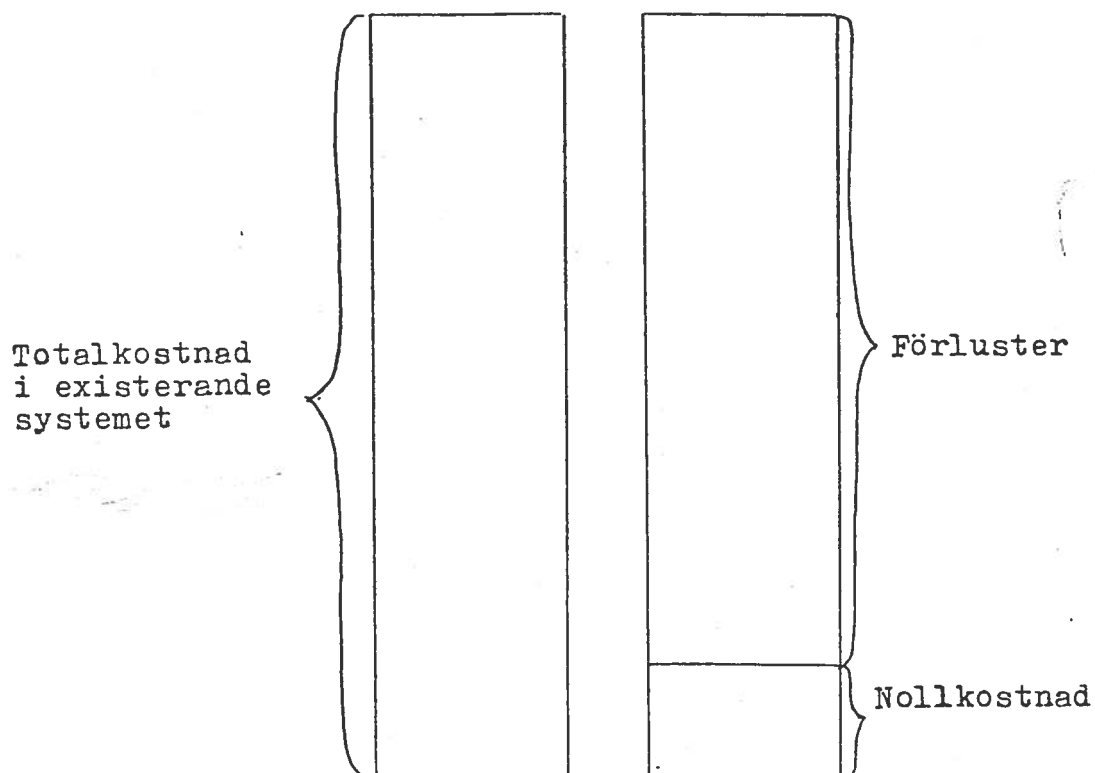
Ett skalekonomiskt mått på det existerande systemet kan fås genom att beräkna dess kostnader vid olika produktionstakt och sedan jämföra med nollsystemet.

Generellt gäller för analysmodellen att konstruktionen ses som given men man bör observera att man genom att göra konstruktionen mer "fulländad" i tidigare produktionssteg kan minska förlusterna i senare steg. Exempel på detta är att om skrovet till båten göres mer måttnoggrant i plastfabriken så kommer justeringsförlusterna i monteringen - det i vårt fall nollanalyserade produktionssteget - att minska. Här får alltså avvägas minskade förluster mot eventuella kostnadsökningar. Detta var exempel på konstruktionsberoende förluster, dessutom finns förluster beroende av produktionssystemet (till viss del beroende av konstruktionen) som exempel kan nämnas materialhantering och administration.

Tillämpning av kalkylmodell

Praktiskt sett genomföres nollanalysen på så sätt att de nödvändiga resurserna först beräknas och därefter det av dagens system ianspråktaga resurserna. Genomgående vid bedömningen av nödvändiga resurser och förluster görs uppdelning i personalbehov respektive kapitalbehov. Dessas innebörd beskrives nedan.

Observera att nollkostnaderna aldrig praktiskt sett kan nås utan dess uppgift är att tjäna som nollpunkt vid jämförelse inom och mellan system.



Figur 4.95

Personalbehov

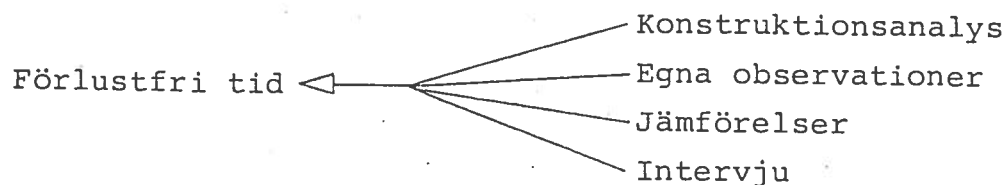
Den förlustfria arbetstiden är den tid som är nödvändig för det rena monteringsarbetet. När det gäller båtproduktion är då detta främst att skruva, spika, borra, plasta, spackla och måla. Arbetstidsförlusten består i konventionell monteringsindustri huvudsakligen av följande typer.

- 1 Balanseringsförluster
- 2 Variantförluster
- 3 Systemförluster (justerare, instruktörer, kontrollanter, underhåll)
- 4 Hanteringsförluster (hämta, flytta)
- 5 Ersättningsförluster
- 6 Materialförsörjning

När det gäller båtmontage är det framförallt en annan förlusttyp som är dominerande nämligen - justering. I det här fallet konstruktionsberoende bearbetning före montage. Det är främst att såga, hyvla, slipa eller på annat sätt avverka alternativt bygga på basobjekt eller artiklar. Som framgår är det främst måttvariationerna från båt till båt som medför de stora justeringsförlusterna.

Det normala tillvägagångssättet vid analyser av detta slag är att det för absolut ren montering MTM-tidsstuderade arbetet, sätts som förlustfri tid. I våra fall har dock ej tidsstudier funnits att tillgå. Det existerande systemets förluster har istället bestämts genom följande metod.

Ur konstruktionsanalysen kan olika arbetssteg jämföras. De olika arbetsstegen analyseras genom att arbete per tidsenhet studeras. Som grund ser vi på artiklar, fästelement och håltagning per timme. Arbetssteg på de två varven med liknande arbetsinnehåll jämföres varvid förlusternas relativa storlek kan bestämmas. Jämför man dessutom alla arbetssteg på samma varv kan förluststorlek mellan stegen bedömas. För att kunna förankra detta relationskomplex till absoluta tal har vi dels bedömt själva genom observationer i produktionslokalerna dels låtit personalen bedöma.. genom att samtliga operatörer har intervjuats och därigenom skattat förlusterna.



Nästan alla materialinköp går genom förrådet, undantagna är plast, glasfiber och annat skrovmaterial samt trä- och segelmaterial. Från förrådet går de flesta artiklar direkt till monteringsavdelningen för C 32. Genom hantering och lagring i förrådet har artiklarna vid ingång till monteringen högre värde än inköpspriset. Kapitalkostnad för lagring ingår alltså i det värde artiklarna ges vid ingång till monteringsavdelningen. Detta gäller även för alla övriga leveranser till monteringsavdelningen. I plastfabriken tillverkas skroven och däckerna till de olika båtmodellerna. I snickeriet göres inredningssatserna till C 32 och i detaljplasteriet tillverkas diverse detaljer till C 32.

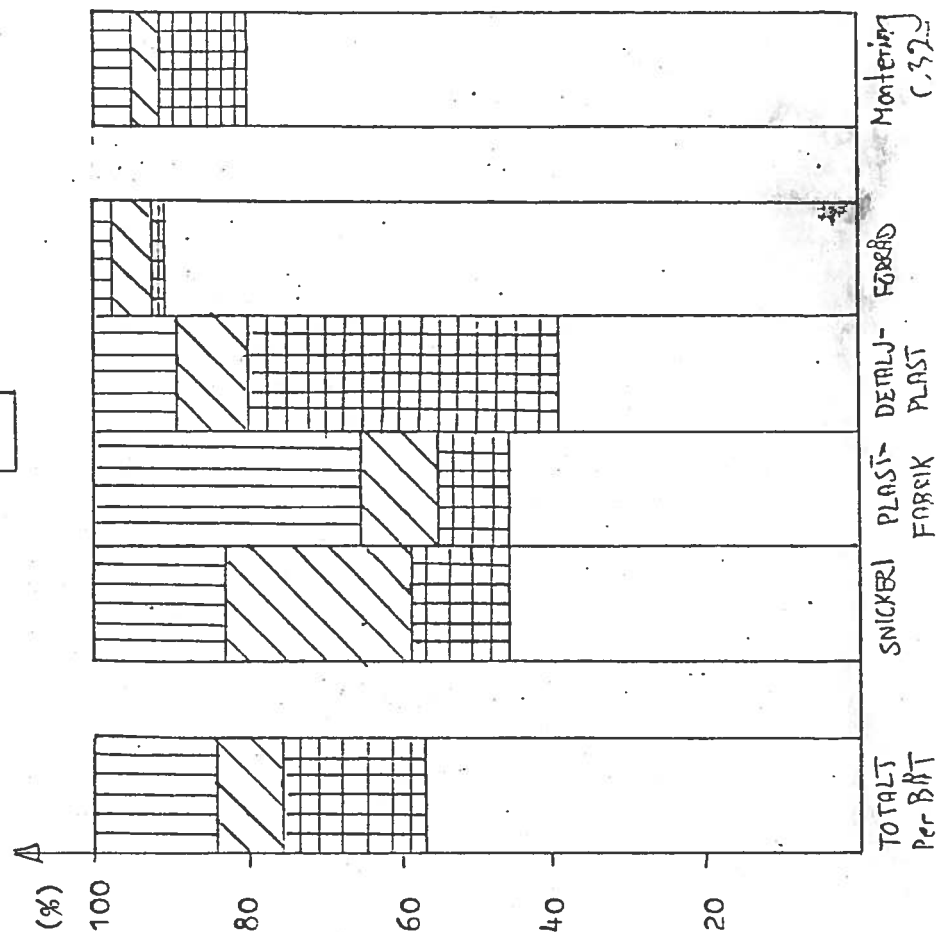
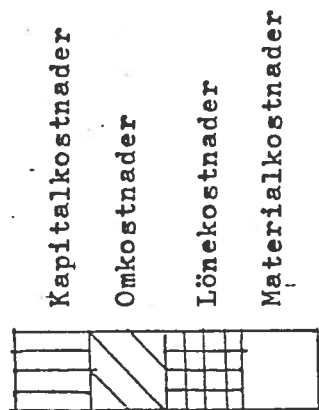
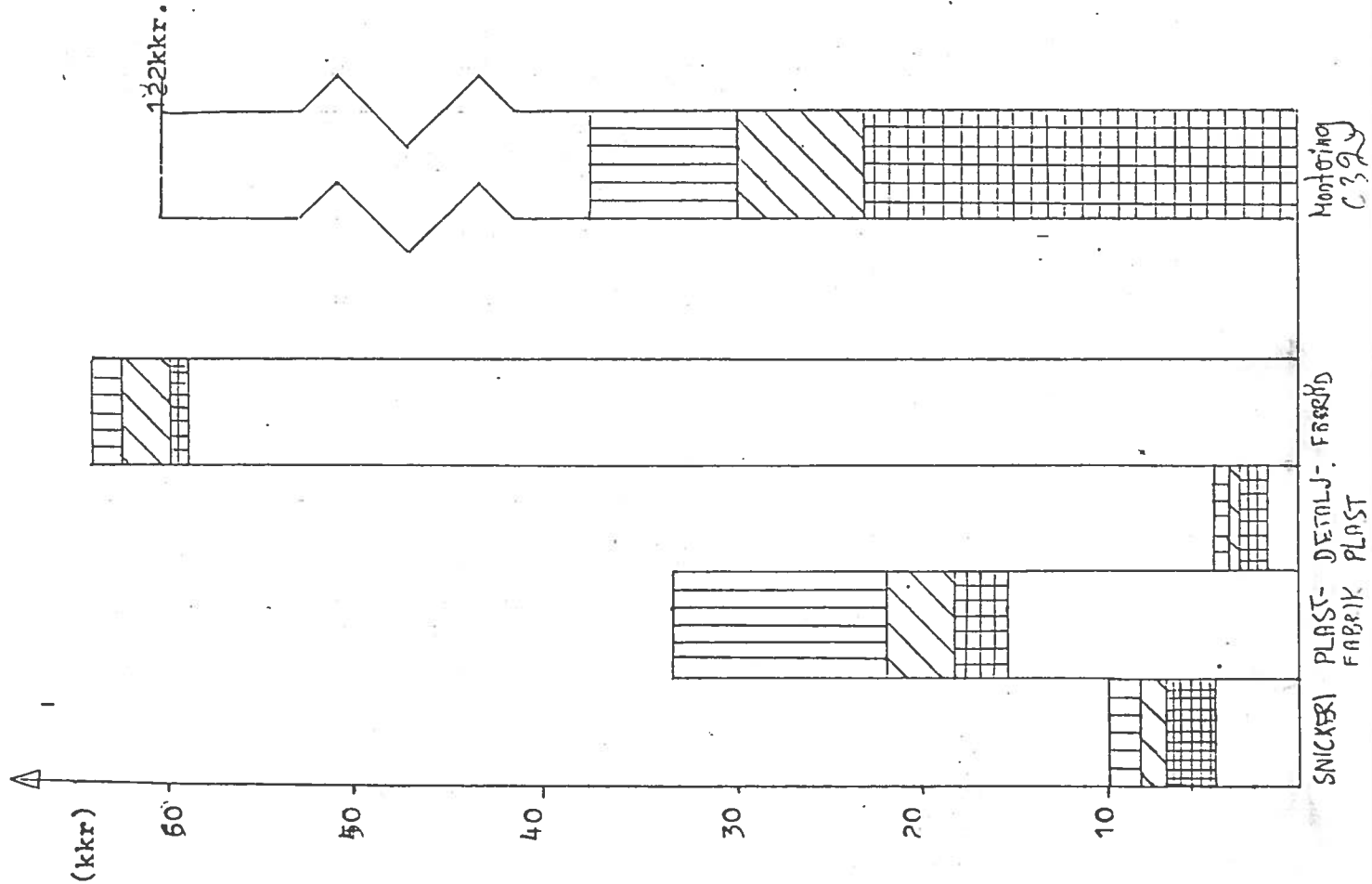
I monteringen införes produkter till ett värde av 99 kkr/båt inkluderat intern förädling och materialhantering. Hur dessa kostnader fördelar sig på de fyra "leveransavdelningarna" visas i fig. 4.96. Där framgår även kostnadsfördelningen inom avdelningarna. Märk att materialkostnaden för monteringsavdelningen består av summan av kostnaderna per båt i de fyra andra avdelningarna.

Genom förädlings- och kapitalkostnader i monteringen blir den totala kostnadsbilden där per båt följande:

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Material	99,1	80
Lön	13,1	11
Omkostnader	4,6	4
Kapitalkostnader (anläggningstillg)	4,6	4
(oms.-tillg. PIA-ränta)	<u>0,8</u>	<u>1</u>
	122	100

Figur 4.96

TILLVERKNINGSKOSTNADENS FÖRDELNING C32



Totalkostnader

Då vi söker totala kostnaden per arbetsmoment utgår vi från värdet av monterad material och arbetstid. Omkostnader och kapitalkostnad för anläggningstillgångar fördelas efter arbetstiden. Kapitalkostnad för PIA fördelas efter värdet på materialet och när under genomloppstiden montaget sker. Man får en fast timkostnadspost där lön utgör 58 %, omkostnaderna 21 % och kapitalkostnad för anläggningstillgångar 21 %. I absoluta tal m.a.p. dessa poster kostar en arbetstimma 110 kronor. I genomsnitt är denna post endast en tredjedel av värdet på monterad materiel

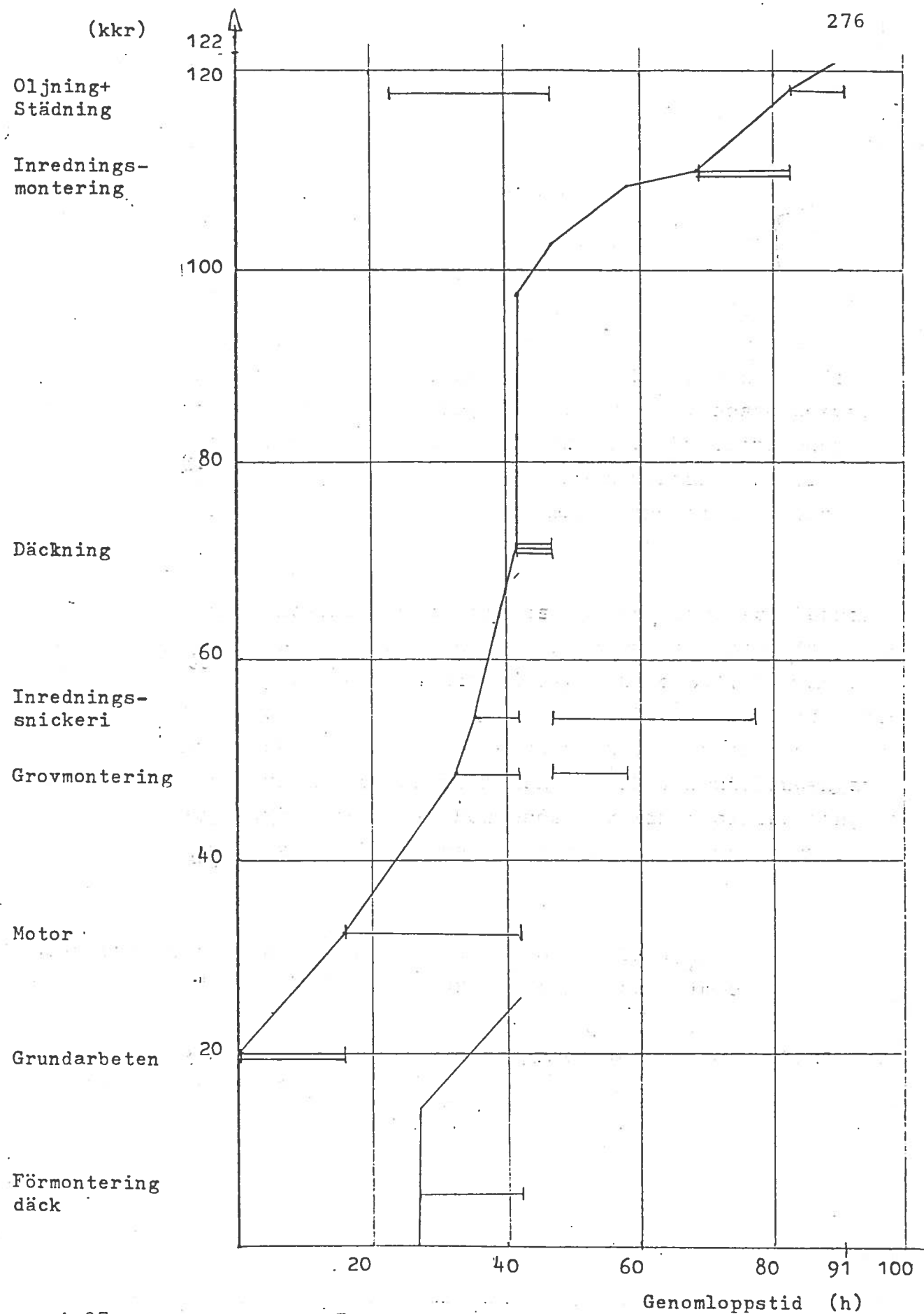
. Kapitalkostnad för PIA är i medel endast 63 kronor per arbetssteg.

Kombineras totala kostnaden per arbetssteg med arbetscyklernas fördelning under genomloppstiden, fås en kurva som beskriver totala kostnadsuppbyggnaden i monteringenⁿ, se bild 3.4. Vi kan ur detta se att på 46 % av genomloppstiden har 80 % av totala kostnadsuppbyggnaden skett. Detta har dock totalt sett små negativa konsekvenser eftersom kapitalkostnaden på PIA i monteringen är mycket låg (800 kr). För detta kostnadsslag finns alltså "ingen" rationaliseringspotential. Vissa nyckelvärden kan tas fram ur kurvan.

Monteringen "kostar" totalt: 440 kr/arbetstimme.

" " " : 980 kr/genomloppstimme.

Basobjekten ökar sitt värde i monteringen med 90 kkr, vilket är en värdeökning på 270 %.



Figur 4.97

Kapitaluppbyggnadsdiagram C 32.

NollsystemetPersonalbehov

Den förlustfria monterings tiden har bedömts enligt tidigare redovisad metod, . Följande tid per arbetssteg har erhållits, dessutom anges förlustfri tid i % av existerande systemets tid,

	<u>h</u>	<u>Procent</u>
Grundarbeten	16	50
Motor	3	12
Förmontering däck	4,5	30
Däckning	4	25
Grovmontering	4	20
Inredningssnickeri	4,5	12
Inredningsmontering	3	10
Oljning	<u>16</u>	50
Totalt	55	27

Av de 55 timmarna är 38,5 montering på skrovet. Lönekostnaden per båt blir 3 500 kr.

Grundarbeten består av mycket målning och plastning som vi ser som ren montering, varför förlusterna här blir låga, detsamma gäller förmontering däck men på grund av relativt konventionell montering med lite justering. Det är speciellt de arbetssteg med mycket justering som har störst förluster, se även konstruktionsanalysen.

Kapitalbehov

Ideala kapitalbehovet under genomloppstiden enligt .
är basobjektet + 0,67 av tillsatsmaterialiet. Vi bedömer maximal montörstäthet vid montage på skrovet till tre. Det ger vid den förlustfria monteringen en genomloppstid på 13 timmar.
Noll-kapitalkostnaden blir vid dessa förutsättningar 110 kr/båt.

Jämförelse nollsystem nuvarande system

Vid jämförelse mellan existerande monteringsystem och O-systemet får följande värden per producerad C 32.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
O-kostnad (exkl material)	4	100
Nuvarande kostnad (exkl material)	23	540
Personalbehovsförlust	10	270
Kapitalbindningsförlust	10	9040
Ytförlust 10,4 km ² h]		

Skalekonomi för nuvarande system

För att få ett skalekonomiskt mått på nuvarande produktionen bör förlusterna vid fullt kapacitetsutnyttjande beräknas. Nuvarande volym är 50 st C 32 helfabrikat per år. Under följande förutsättningar skulle 175 båtar per år kunna produceras.

- Montörstätheten = 3
- Man producerar samma proportion hel- och halvfabrikat som nu
- Lokalen begränsar antalet monteringsstationer till 7.
- Monteringstid per båt oförändrad. .
- Hälften av omkostnaderna är fasta.

Följande kostnader och förluster fås:

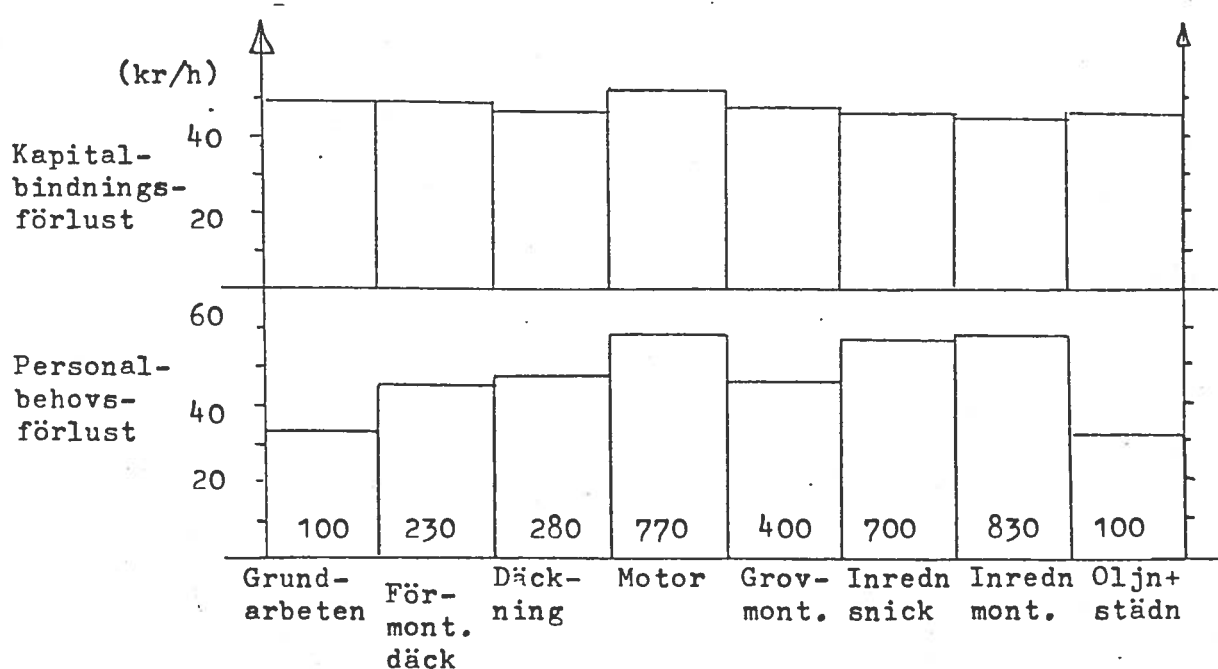
-	Personalkostnad per båt	13 kkr	
-	Kapitalbehov " "	5 "	
	Totalkostnad	19 "	(430 %)

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Personalbehovsförlust	10	270
Kapitalbindningsförlust	6	5450
Ytförlust $6,3 \text{ km}^2/\text{h}$		

Den 3,5 gånger större produktionsvolymen minskar kostnaderna för anl.-tillgång per båt så mycket att kapitalbindningsförlusten nästan halveras. Totalkostnaden minskar genom detta med 17 %.

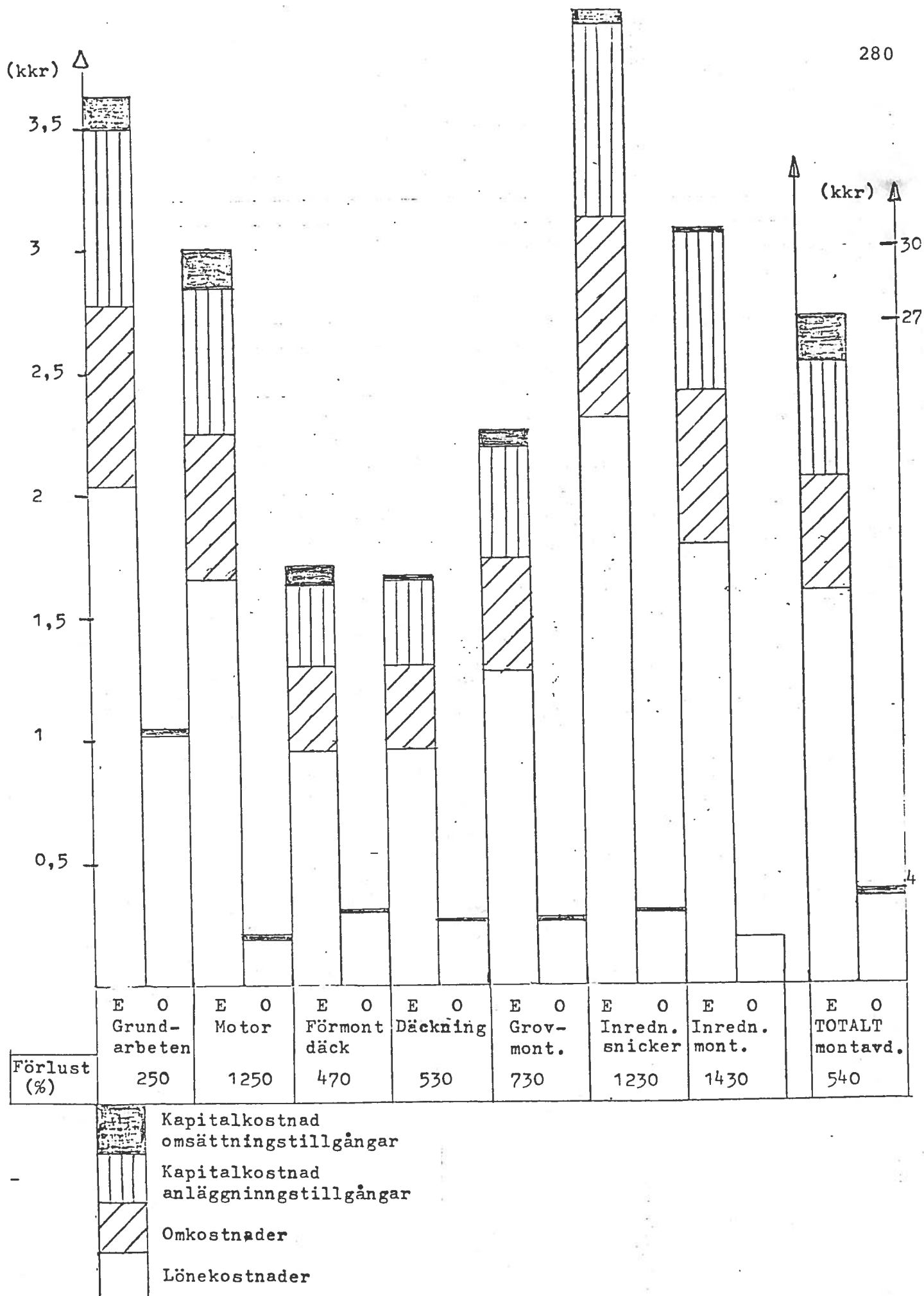
Noll-kapitalkostnaden är i medeltal endast två kronor per monteringstimme vilket gör att totala nollkostnaden per timme är nästan helt bestämd av timlönekostnaden (= 64 kr/h). Mellan de olika arbetsstegen skiljer det som mest sju kronor per timma.

Förlusternas storlek på de olika arbetsstegen både per timme och totalt framgår av figur 4.98 och 4.99.



Figur 4.98

Förluster per monteringstimme i det existerande systemet. Siffrorna i staplarna anger personalbehovsförluster i procent. C32.



Figur 4.99

Kostnader per arbetssteg i existerande system (= E) resp nollsystemet (= O). C32.

Att förlusterna totalt sett blir höga beror till stor del på typen av produktion, vilken som vi sett i konstruktionsanalysen, ger stora justeringsförluster. Dessutom har vi lågt flöde med mycket långa arbetscykler vilket ger vissa förluster

En genomsnittlig personalbehovsförlust på 270 % är med tanke på ovanstående ett bra värde och antagligen betydligt under branschmedel.

Kapitalbindningsförlusten är nästan uteslutande omkostnader och kostnader för anläggningstillgångar, lika mycket av varje. Av den senare är 60 % att hänföra till lokalkostnader och av omkostnaderna är 25 % lokalomkostnader. Det är därför viktigt att utnyttja lokalerna ordentligt. Som vi sett är den nuvarande produktionsvolymen för låg i förhållande till lokaltillgången. Genom ökad och därmed jämnare montörstäthet fås kortare genomloppstid och därmed förutsättningar för högre produktionsvolym. Övriga omkostnader är svåra att minska annat än genom större produktionsvolym.

Vid jämförelse och bedömning av rationaliseringsmöjligheter för de olika arbetsstegen måste personalbehovsförlusterna bedömas i förhållande till typ av montering. Att förlusterna vid inredningssnickeriet är högre än vid arbetssteg, med mer konventionell montering, måste ses som normalt. Det är ur detta perspektiv anmärkningsvärt höga förluster vid inredningsmonteringen. De höga förlusterna vid motormonteringen beror antagligen på att där göres justeringar för senare arbetssteg samt att konstruktionen i sig innebär montering av stora och tunga artiklar vilket ger större hanteringsförluster. Över huvudtaget avspeglar de i nollanalysen funna förlusterna till stor del de i konstruktionsanalysen framräknade värdena, d v s konstruktionen har en (mycket) stark inverkan på tillverkningskostnaderna.

NajadStruktur

Produktionen utgöres av tre båtmodeller N 37, N 34 och N 343. N 37 som vi analyserar står för ca 20 % av företagets omsättning. I det följande avses standardutrustad båt om annat ej säges. Alla tre modellerna tillverkas organisatoriskt gemensamt. Produktionssystemet består av två huvudavdelningar.

I snickeriet tillverkas inredningssatser till båtarna som byggs i monteringsavdelningen. Skroven köpes färdiga och däckade från externt företag. Ingen separat förrådsavdelning finns utan avdelningarna förrådsför själva.

Vid analysen av monteringsavdelningen har snickerisatserna givits självkostnadsvärde, övriga materialkostnader är till inköpspriser.

Kostnaden för material som behövs till att producera en båt i monteringsavdelningen är 210 kkr. Av denna summa utgör basobjektet d v s skrovet 78 kkr och internförädlad trä 62 kkr (träinköpspris 18 kkr). Den resterande posten på 70 kkr utgöres främst av artiklar. Med förädlings- och kapitalkostnader blir den totala kostnadsbilden per båt i monteringen.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Material	210	69
Lön	50	16
Omkostnader	25	8
Kapitalkostn Anl tillg.	11	
Oms tillg: Förrådsränta	6	
" : Ränta PIA	<u>5</u>	
	<u>22</u>	<u>7</u>
	306	100

I monterings materialpost ingår värdet av den internproducerade snickerisatsen. Fig. 4.100 visar tillverkningskostnadens fördelning totalt och avdelningsvis på olika kostnadsslagen.

Observera att det efter monteringen tillkommer ytterligare artiklar (rigg etc) samt att hela snickerikostnader ingår i monterings materialkostnad.

Utgår vi från företaget som helhet fås följande totala självkostnadskalkyl för N 37.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Inköpt material	191	48
Löner	71	18
Omkostnader	38	10
Kapitalkostnader (anl tillg)	12	3
(oms tillg)	30	8 (inkl färdigvaru-
Affärssomkostnader	<u>53</u>	<u>13</u> lager
Självkostnad	395	100

5.2.6 Studie av förmontage Saab 900:a */

Arbetet omfattar en undersökning av förmontage med mer än en monteringsstation (≥ 1 operatör) på Saab-Scania, Trollhättan. Det är sammanlagt tio stycken. Varje förmonterad enhet finns i olika varianter och vi har studerat de varianter som Saab anger olika monteringsstid för, sammanlagt 56 stycken.

Vi valde ut samtliga förmontage som hade fler än en monteringsstation (inom slutmonteringsavdelningen). På varje förmontage betraktade vi samtliga typer och varianter som tillverkades och var upptagna i stationskortet.

De olika förmontagen är:

<u>Förmontage</u>	<u>Antal varianter*</u>	<u>Antal arbetsstationer</u>
Instrumentpanel	9	19
Front	16	6
Motor	12	27
Framdörr höger	5	7
Elcentral	2	13
Stolar	2	11
Baksäte	5	6
CK-baklucka	2	7
Tank	3	1**
Avgasrör	1	5

* Av oss valda varianter.

** Två parallella stationer.

x) Se monteringsstider och alternativa layouter, Ljungberg och Lundgren, Institutionen för transportteknik, 1981, CTH.

För samband mellan antalet artiklar - monterings tiden visar beräkningar på en korrelation av $r = 0.90$, se vidare tabellen nedan.

Baksätet är det förmontage som avviker från en tänkt rät linje. Detta kan ha två orsaker. Några av artiklarna i baksätet är ovanligt stora. Detta förorsaka en lång monterings tid. Baksätet innehåller ovanligt många fästelement. Detta kan förlänga monterings tiden trots att de 120 häftklamrarna är snabbmonterade. Detta beror på att här utförs mest kopplingsarbeten där fästelementen redan sitter i artikeln.

För 56 mätpunkter, samtliga förmontage.

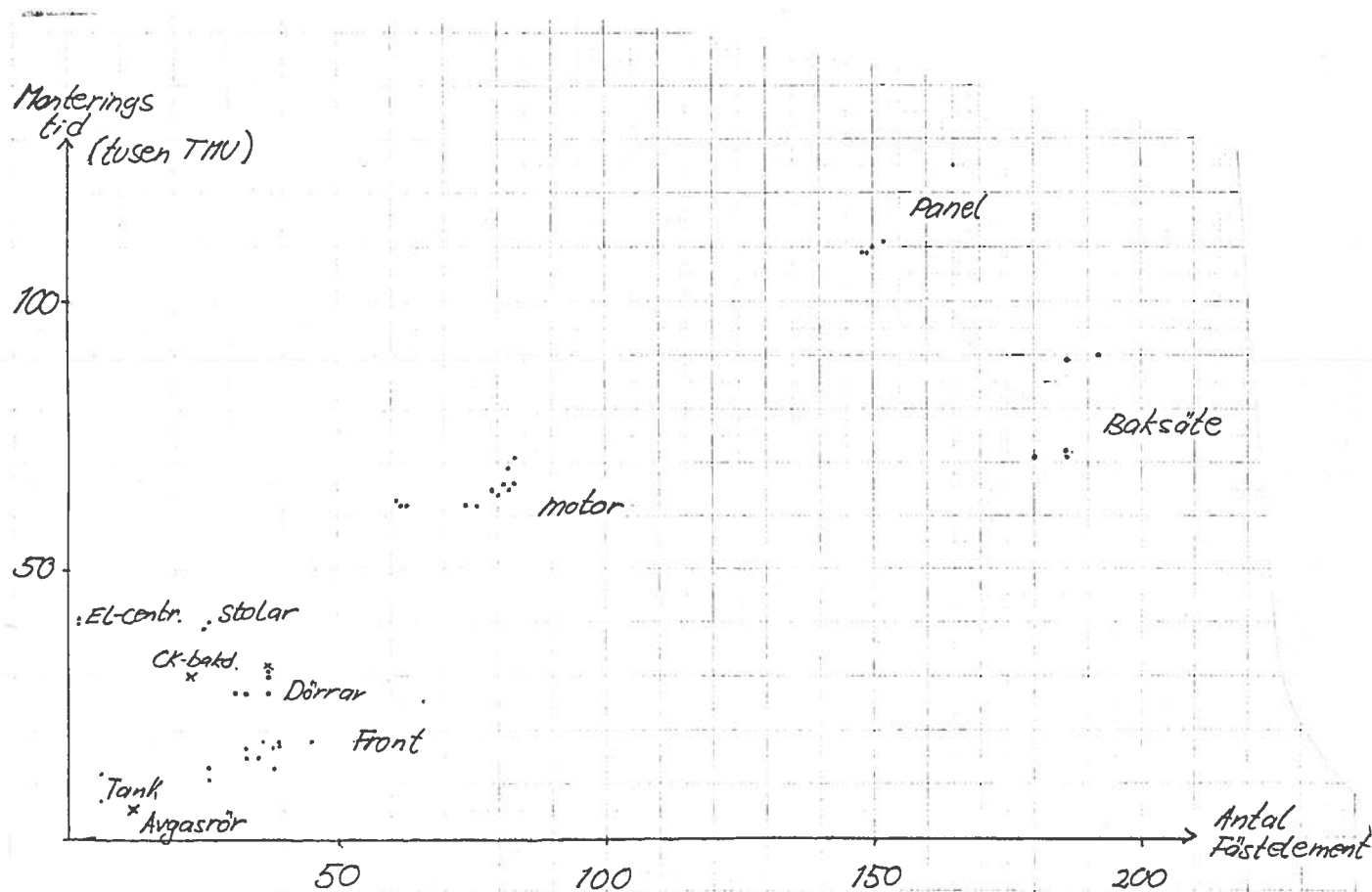
X = antal artiklar

Y = antal fästelement

Mont tid	X	Y	X+Y	2X+Y
r =	0,895	0,88	0,97	0,98
(korrelationen)				

Alltså uppnåddes bästa resultat för om man tar 2 x antal artiklar + antal F E och jämför med monterings tiden kan man uppskatta monterings tiden genom att använda formeln:

$$\text{Mont tid} = (\text{Ant Fe} + (\text{Ant Art} \times 2)) \times 270 + 200 \text{ TMU}$$

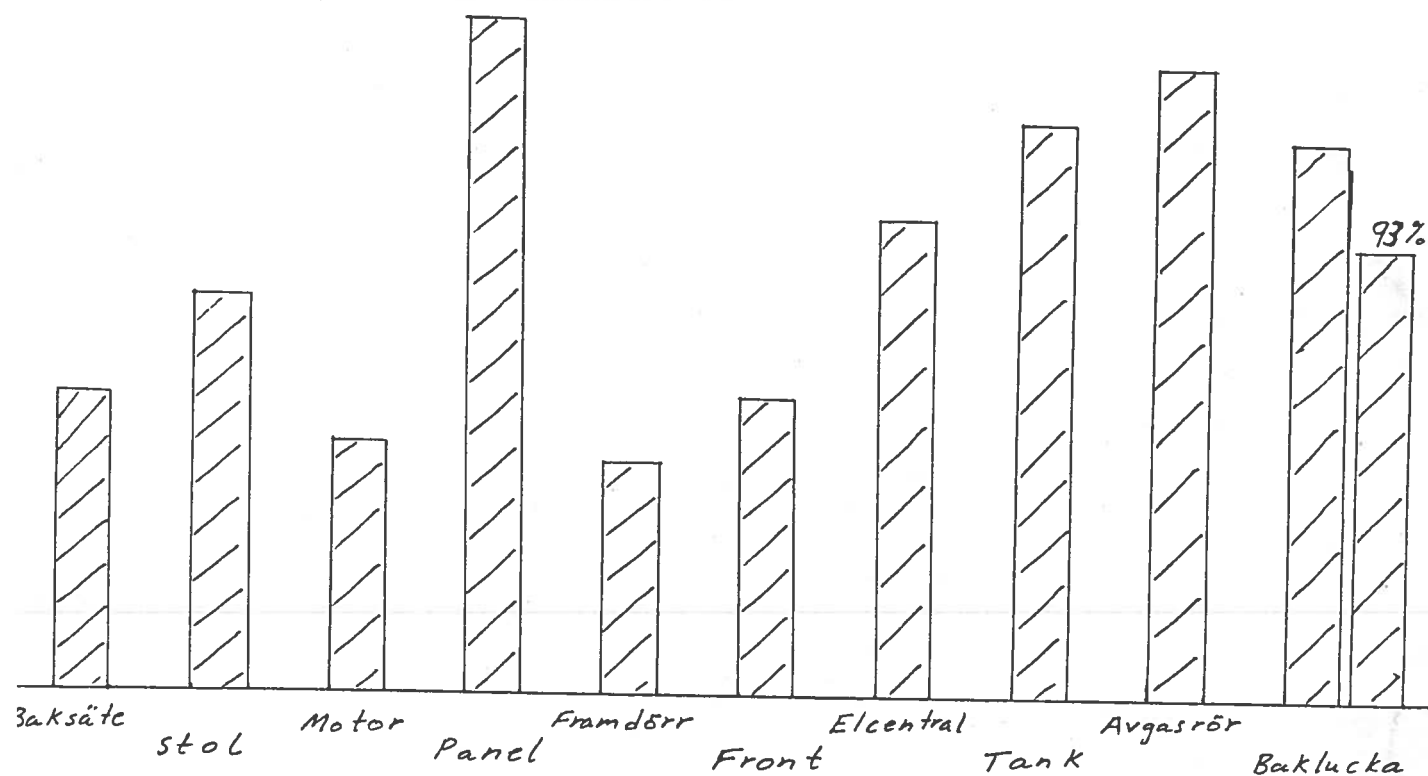


Figur 5.87 Diagram visande sambandet mellan antal fästelement och monterings tid hos de studerade förmontagen.

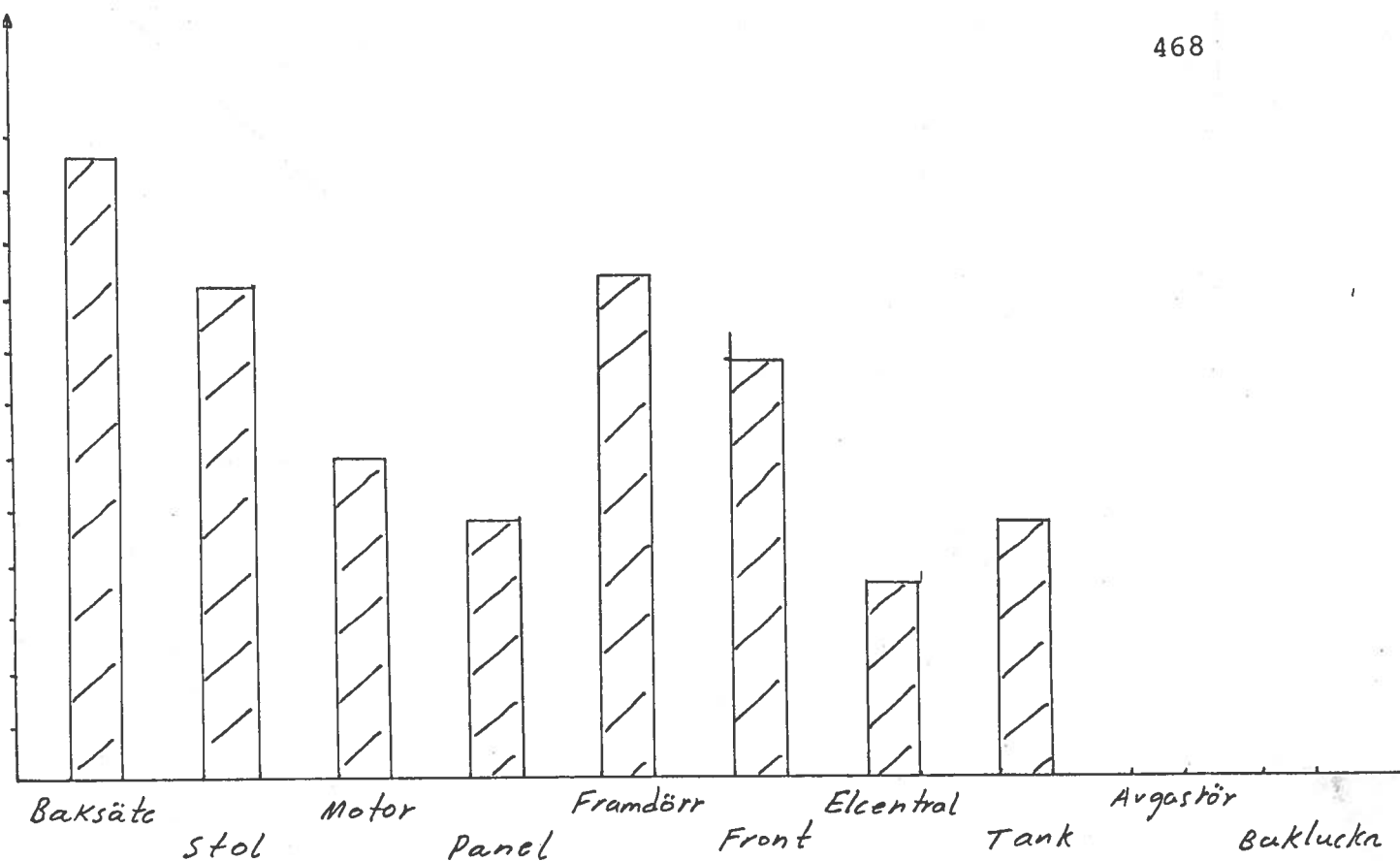
	% <u>Rakt matr</u>	% <u>Extra</u>	% <u>Ersätter</u>
Baksäte	27	15	58
Stol	36	18	46
Motor	23	47	30
Panel	61	15	24
Baklucka	93	7	-
Framdörr	21	32	47
Front	27	34	39
Elcentral	43	39	18
Tank	52	24	24
Avgasrör*	57	43	-

* Osäker observation då samtliga stationskort inte var tillgängliga.

Figur 5.88 Fördelningen Variantmaterial - Rakt material.

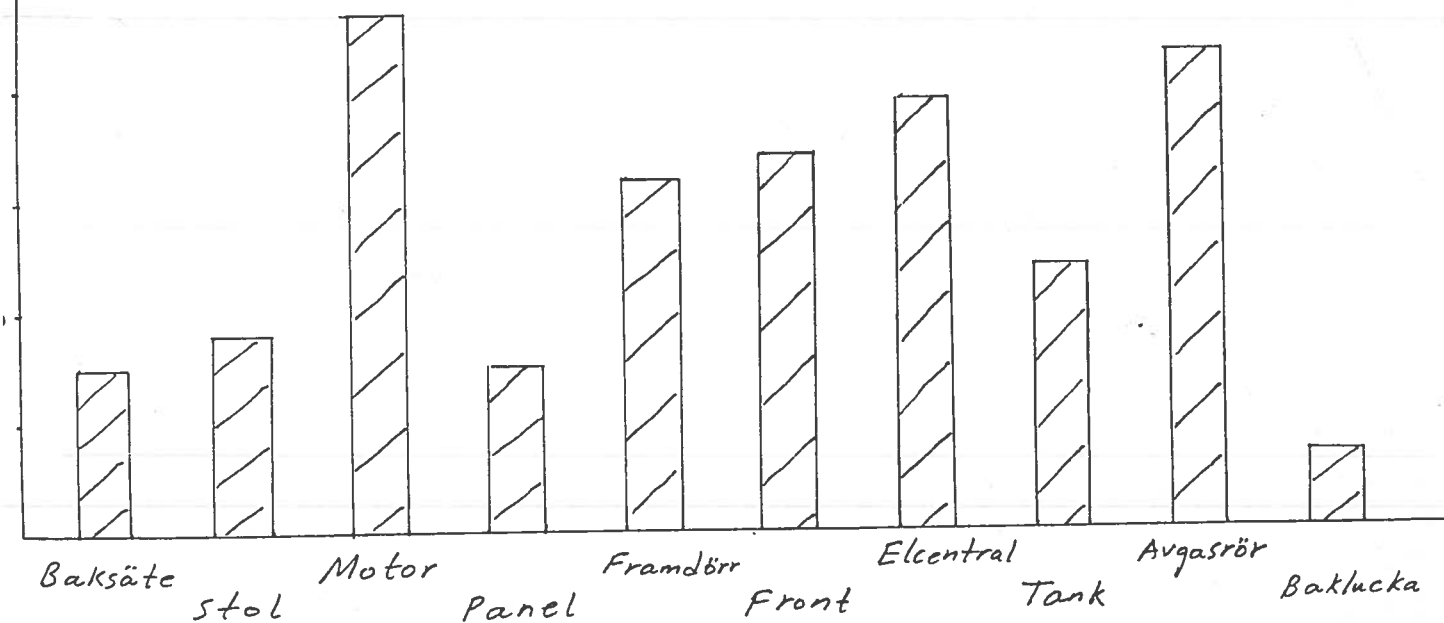


Figur 5.89 Procentuell fördelning av ingående rakt material i de studerade förmontagen.



Figur 5.90 Procentuell fördelning av ingående variantmaterial typ ersätter.

% Extra material i förmontagen



Figur 5.91 Procentuell fördelning av variantmaterial typ extra, hos de i förmontagen ingående artiklar.

Sammanfattning

Vi sammanfattar studien:

- De flesta större förmontage förekommer i flera varianter, vari ingående artiklar till övervägande andel utgörs av variantartiklar.
- Det föreligger ett samband mellan den monterings- tid som förmontaget kräver på förmontagestationen och ingående artiklar och fästelement.

5.3 Studier av små objekt

5.3.1 Produktion av dammsugare */

Hugin 907 är en äldre modell. Den är konstruerad med dammsugarkroppen utformad som ett rör, med motorn i den ena ändan och dammpåse/slang, i den andra ändan.

Modell 907 består av ca 50 artiklar (endast själva "kroppen" är då räknad, ej slang, munstycke etc.).

Hugin 908 är den modernare modellen, vilken skiljer sig en hel del från 907:an.

Denna modell är utformad som en "padda", med lock och påse åtkomligt uppifrån.

Modell 908 består av ca 59 artiklar (även här är endast "kroppen" räknad). Man kan dock räkna artiklar på flera olika sätt, och om hänsyn tas till olika fixturer i produktionen fås antalet artiklar till ca 74, dvs om fixturen i sig räknas som fästpunkt eller artikel.

Idag produceras 908:an vid en odreven line med mellanbuffertar. Linen består av 21 stationer, men är uppdelad efter funktion i två delliner som står i förbindelse via en buffert på ca 15 min. Den första delen av linen består av 11 stationer och i den monteras motorpaketet. I den andra delen, som består av 10 stationer, sker sammangiftningen av motorpaketet med chassit och övrig slutmontering. Man kan betrakta den första dellinen som förmontering till den andra dellinen.

Stationerna är gjorda så att cykeltiden är lite mindre än 30 sekunder i de flesta fall. Vissa stationer tar längre tid (ca 45 sek.) och då har man dubblerat personalen. Det är annars bara en person per station.

De flesta stationerna har någon form av fixtur. Fixturerna vari-

*/ Se konstruktionsanalys av dammsugare, Bengtsson, Davidsson & Wedel, Institutionen för Transportteknik, CTH, 1981.

erar från enkla, men sinnrika fixerande till avancerande styrande och monterande. Man använder fixturer för att konstruktionen, till vissa delar, är svårmonterad, men också pga den korta cykeltiden av ergonomiska skäl.

Buffertarna har en max kapacitet av ca 6 min. Detta är tillräckligt för att minimera systemförlusterna som uppstår pga att montörerna arbetar olika fort, men inte tillräckligt stora för att ge möjlighet till upparbetning och nämnvärda frikopplingseffekter.

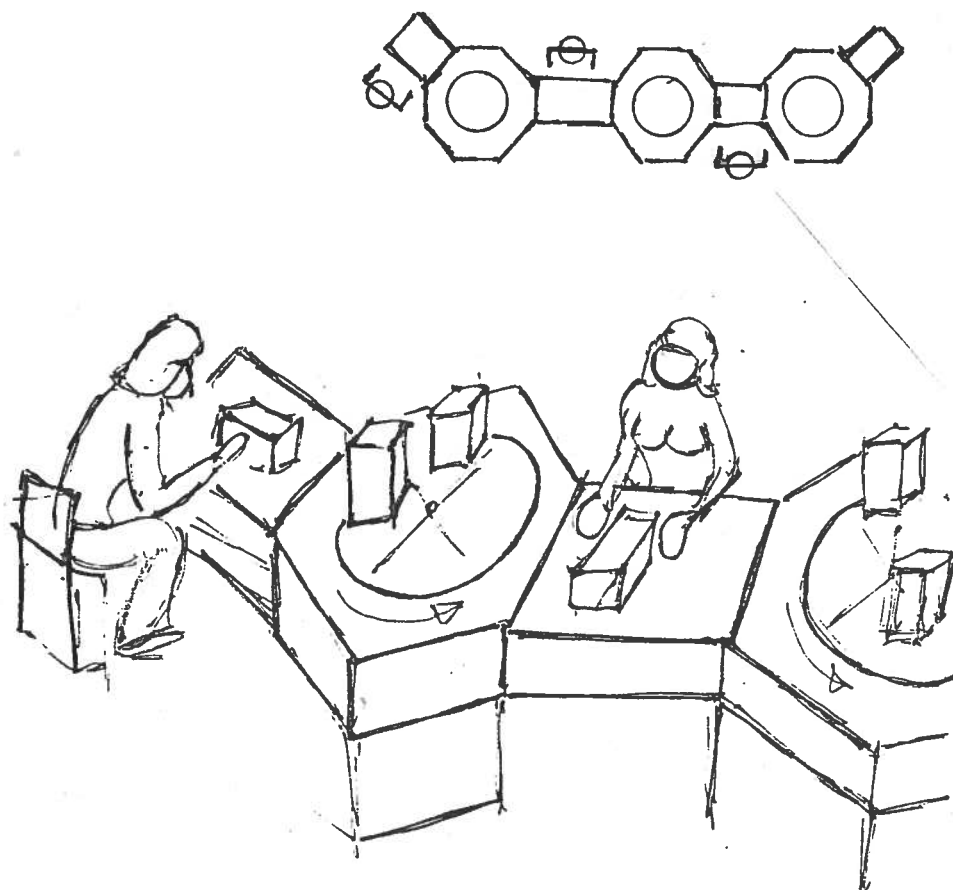
Ur ergonomisk synvinkel är det olämpligt med korta cykeltider, eftersom man måste ta hänsyn till belastning gånger frekvens och inte bara belastningen. En rörelse som är skadlig vid en hög frekvens kan vara ofarlig vid en lägre frekvens.

Systemet är känsligt för frånvaro men genom att parallella stationer för telesladdvindor finns i samma lokal så tas frånvaro upp. Systemet är specialiserat för 908:an i så stor utsträckning att en ny modell eller en ny typ kräver total ombyggnad eller nybyggnad. Någon form av kassetbyte av fixturen vore önskvärt. Produkter i samma storlek, men av olika slag skulle då kunna köras i systemet (kräver ev annat flöde).

Produktionssystemet är moduluppbyggt med "8-kantiga" rondeller som buffertar, vilket medger att stationen kan kopplas på rondellen och skilda flöden byggas upp.

Operatörerna roterar på samtliga stationer en gång per timme. Utrustningen är byggd för de längsta (175 cm) och de kortare pallar under sig med en eller flera tjocka gummimattor. Samtlig personal är kvinnor.

!
hur går detta till
med en rotar?



Figur 5.92 | Moduluppbyggda rondeller och monteringsbord för dammsugarmontage.

Materialflödet kan delas in i ett par större grupper:

1. Stora artiklar som kräver stora transportenheter. Artikelstorleken medför att volymflödet blir stort, varför rullbanor och helpallar används. Hit hör motor, motorhus, sladdvinda och chassie.
2. Mindre artiklar som kräver mindre transportenheter, vanligtvis 1/2- eller 1/4-pallstorlek. Artiklarna levereras oftast i ordnad form i kartonger. Hit hör hjul, lister, lock, galler, filter m.m.
3. Silomaterial. Levereras i kartonger, men öses upp i lämpliga backar före montering. Hit hör små artiklar som skruv, brickor m.m.

Pallarna med stora artiklar, som går på rullband, ansvarar särskilda materialhanterare för. Dessa får se till att material alltid finns, samt fylla på när så behövs.

När det gäller mindre artiklar, gäller att operatören ansvarar för att det finns material vid arbetsplatsen.

Materialiet hämtas från en bestämd plats i närheten av arbetsplatsen. När denna större mängd av material börjar att ta slut, åligger det operatören att beställa fram mer material. Detta sker genom en beställning till materialhanteraren.

Station	Artikel	Förpackn.- storlek	Antal/fp	Ordnade
1 A	Motorhus	1/1	88	x
	Bakhjul	1/4	200	x
	Silo			
2 A	Sladdvinda	1/1	77	x
3 A	Gummilist	1/8	200	
	Motorstöd	1/8	100	
	Silo			
4 A	Plastkåpa	1/2	90	
	Skumgummi	1/2	350	x
5 A	Motor	1/1 (pall)	35	x
	Gummiring	1/8	100	
6 A	Motorlock	1/3	90	
7 A	Silo			
8 A	Silo			
9 A	Kontaktbleck	1/8	22	x
10 A	Silo			
1 B	Chassie	1/1 (pall)	42	x
	Silo			
2 B	Chassie	trspband		
	Bakdel	- -		
	Silo			
3 B	Gummilist	ställ	56	x
4 B	Bakkåpa	1/2	160	
	Filter	1/4	500	x
	Galler	1/4	600	x
	Silo			
5 B	Silo (f.hjul)			
8 B	Låshake	1/1		
	Silo			
10 B	Silo			

Figur 5.93 Tabell över dammsugarens ingående artiklar.

Station	Kostnad					Storlek					Funktion	Stand.	Stand.+ tillägg
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
1			x					x			fix.		
2		x						x			fix.		x
3		x						x			fix.		x
4													
5					x				x		fix.		
6		x						x			fix.		x
7	x						x				fix.		
8		x						x			fix.	x	
9		x						x			fix.	x	
10													
11													
1	x					x					styr		
2				x					x		fix.+mont.		
3		x						x			fix.		
4	x					x					styr		
5				x					x		fix.+mont.		
6													
7													
8		x						x			fix.		
9	x					x					styr		
10													

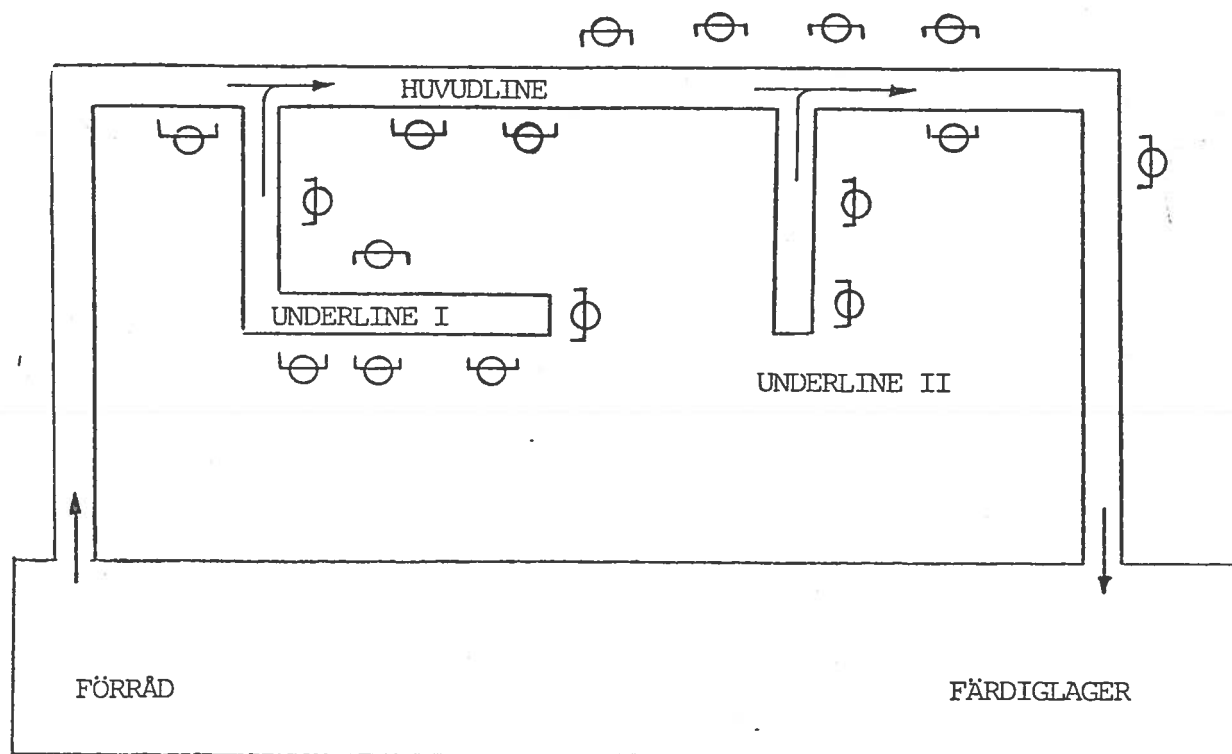
Kostnad; 1 = billig, 5 = dyr

Storlek; 1 = liten, 5 = stor

Figur 5.94 Fixturklassifikation.

Produktionssystemet för 907:an visas i figuren nedan. Monteringen sker vid underliner samt vid en huvudline. Längs underline I förmonteras bakdel med sladdvinda och vid underline II förmonteras framlock. Dessa delar förs kontinuerligt fram till huvudlinen, där den slutliga monteringen sker.

Buffertering sker på rondeller.



Figur 5.95 Skiss över det nuvarande systemet.

Materialförsörjningen handhas av två materialhanterare, som ständigt ser till att det finns tillräckligt med material vid de olika linerna.

Materialhanterarna har även till uppgift att ta hand om de färdigpaketerade dammsugarna och hantera dem i färdiglagret.

Vid monteringen används ett antal fixturer vid några monteringsstationer. Deras funktion är i huvudsak att underlätta monteringsarbetet till exempel genom att hålla fast mellandelen då någon komplicerad montering genomföres. Med dagens konstruk-

tion är dessutom vissa fixturer nödvändiga för att överhuvudtaget kunna genomföra monteringen.

Utmed linen finns det en station där alla dammsugare kontrolleras med avseende på funktionsduglighet, speciellt dess sugförmåga. Vidare kontrolleras ytfinishen då det lätt uppstår repor under monteringsarbetet. De dammsugare som ej blir godkända skickas till efterjustering, där felen åtgärdas.

Förlustberäkning 908 modellNuvarande systemet (908:an)

Hanteringsförlusterna (enl R Wild):

Diagrammet ger mer än 8%. För att få mer exakta värden krävs MTM - studier.

11 monteringsstationer	4,869 min
10 monteringsstationer	+ 3,858 min
	8,727 min
1 provningsstation A	0,345 min
1 provningsstation B	0,315 min
1 avsyningsstation	+ 0,824 min
	1,484 min

$$Z = \frac{8,727}{1,08} = 8,081 \text{ min}$$

Systemförlusterna (enl Karlsson):

Vi försummar systemförlusterna pga variation i arbetstakt, därför att buffertarna tar bort dessa. Däremot räknar vi provning och avsyning som systemförluster.

$$D = \frac{1,484}{8,081} 100 = 18\%$$

Balanseringsförlusterna:

Vi räknar station 2 som den station med längst monteringsstid, 0,485 min. Summerar man över alla stationer skillnaden i förhållande till station 2, erhålles 1,429 min och totaltiden för montering, provning och avsyning, minus hanteringsför-

lusterna blir 9,455 min.

$$B = \frac{1,429}{9,455} \cdot 100 = 15 \%$$

Vi har, som redan nämnts, studerat två dammsugare. Den första (907) monterades isär, för att med hjälp av bifogade stationskort, klassificera de ingående variablerna enligt vår utarbetade blankett.

Konstruktionsvariablerna korrelerades sedan map monteringstiden enligt stationskorten.

Modell 908 behandlades först på samma sätt som 907, dvs utan att egentligen ha studerat produktionen annat än på ritning.

Efter detta gjordes en ny klassificeringsbedömning efter ett studiebesök på HUGIN.

Dessa resultat bedömdes sedan tillsammans samt mot varandra.

Vi har utfört följande korrelationsberäkningar map monterings-tid:

HUGIN 907 + 908

<u>Variabel</u>	<u>r</u>	<u>antal</u> <u>mätpunkter</u>
Antal artiklar/line	0,08	5
Antal artiklar/1/4 line	0,62	8
Antal artiklar	0,58	7
Antal FE	0,73	5
FP typ 2	0,38	6

Resultatet med korrelationen av detta blev ganska varierat.
Förklaringen kan vara:

- Det kan ibland vara svårt att klassificera variablerna (en skruv kan t ex användas för att täcka ett hål, och måste då räknas som en artikel). Man får då i vissa fall göra bedömningen subjektivt.
- Vid klassificeringen av modell 908 gjorde vi ett försök med att räkna fixturerna som basobjekt (man utför ju ett montage på fixturen). Detta gav dock inte upphov till någon högre korrelation än tidigare.
- Hanteringsförlusten är hög vid den korta cykeltiden. Detta innebär alltså att tid som ej tillhör den direkta monteringstiden (t ex tid för justering etc) ingår i beräkningarna.

HUGIN 907

<u>Variabel</u>	<u>r</u>	antal <u>mätpunkter</u>
FE typ 1	0,35	3
Antal FE	0,85	3
FP typ 2	0,99	3
FP typ 3	0,91	3
Antal artiklar	0,79	7
Art + FP typ 2	0,81	8
Art + FP typ 2 + FE typ 1	0,76	8
FE typ 1/ line	0,90	3
Antal FE/ line	0,67	3
FP typ 2/ line	0,95	3
Antal artiklar/ line	0,99	3
Art + FP typ 2/ line	0,98	3
Art + FE typ 1/ line	0,98	3
FP typ 2 + FE typ 1/ line	0,93	3
Art + FP typ2 + FE typ1/line	0,97	3

HUGIN 908

FE typ 3	0,83	5
Antal FE	0,84	5
FP typ 2	0,40	5
FP typ 5	0,17	3
Antal artiklar	0,18	7
Art + FP typ 2	0,04	8
Art + FE typ 3 + FP typ 2	0,31	9

908 (fixturer medräknade)

FP typ 2	0,16	4
Artiklar	0,33	8
Art + FP typ 2	0,02	9

- Det fordras fler mätpunkter än vad vi har haft tillgång till. Vissa av våra r-värden ligger ganska högt, men innehåller för få mätpunkter för att vara tillförlitliga.
- Konstruktionerna av de båda dammsugarna skiljer sig ganska mycket, varför vissa variabler inte har varit tillräckligt frekventa.
- Att artiklar stämmer dåligt beror bland annat på att metoden ej tar hänsyn till olika vikt och storlek. Antal fästelement är dock lika sinsemellan samt är fler. Det är också den variabel som verkar ha bäst samband med monteringstiden.

Den har erhållit ett r-värde på ca 0,8 vid 3-5 mätpunkter. Detta innebär att man kan bedöma de olika konstruktionernas monterings-tid genom att enbart räkna antal FE (clips, skruv etc). Korrelationsvärdet borde dock ligga högre, för att man skall kunna utnyttja dessa.

Vi har försökt klassa hur sekvensbundna modell 907 samt 908 är. Vi har sedan jämfört dessa med varandra.

Genom att tilldela varje artikel i dammsugaren ett relationstal har vi fått fram bundenheten i stationen. Stationens bundenhet i systemet har även klassats.

Vi har summerat artiklarnas relationstal per station, per delline och per line och tagit medelvärdena på dessa för att få ett modellspecifikt tal.

De tal som använts är:

- 0 När som helst under montering
- 1 När som helst inom en station
- 2 När som helst efter en viss artikel
- 3 När som helst före en viss artikel
- 4 Helt sekvensbunden

Vid tveksamheter ival mellan 2 och 3 har närmast ligande fått fälla utslag.

Man kan här konstatera att det endast skiljer obetydligt mellan 907 och 908. (se nästa sid. + bilaga)

907 - 2,30

908 - 2,38

Enligt vår skattning torde därför dessa vara lika sekvensbundna. Bedömning av sekvensbundenhet är dock svårt och helt tillförlitliga metoder finns ej. Man måste därför ha en viss reservation mot vårt resultat.

Att resultatet dock blev så lika trots modellernas olika konstruktionsprinciper, bör dock indikera att bundenheten är av samma storleksordning.

För översikt se nästföljande sidor.

Station	Summa	Sekvensberoende	
1	9	2,25	
2	6	3,0	
3	7	1,75	
4	4	2,0	
5	6	1,2	
6	10	2,5	
7	8	2,66	
8	2	1,0	
9	4	4,0	
10	4	4,0	Medel: 2,3
11	10	3,33	
12	4	4,0	
13	3	1,5	
14	3	1,0	
15	5	2,5	
16	2	1,0	Medel: 2,2
17	17	3,4	
18	6	2,0	Medel: 2,7

Sekvensberoende/artikel totalt: 2,3

Figur 5.96 Sekvensberoende modell 907.

1	11	3,67	
2	8	4,0	
3	6	2,0	
4	3	1,0	
5	8	2,67	
6	1	1,0	
7	5	2,5	
8	2	1,0	
9	8	2,0	
10	1	1,0	
11	23	3,28	Medel: 2,45
1	1	1,0	
2	8	2,67	
3	1	1,0	
4	7	2,33	
5	1	1,0	
6	0	0	
7	2	1,0	
8	16	4,0	
9	0	0	
10	12	4,0	Medel: 2,29

Sekvensberoende/artikel totalt: 2,38

Figur 5.97 Sekvensberoende modell 908.

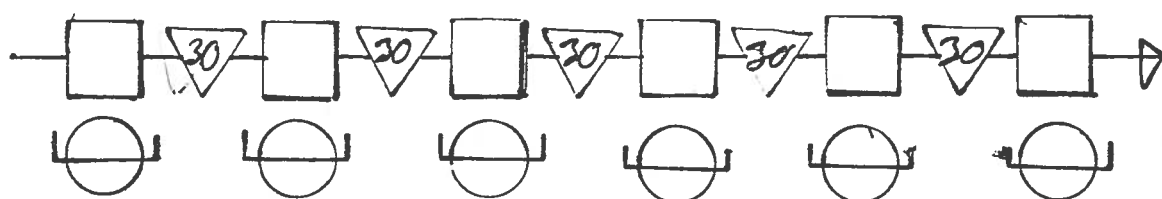
Sammanfattning

- Intressant moduluppbyggt produktionssystem, med bufferter i form av rondeller, medger för denna produkt och cykeltid låga förluster.
 - Vid extremt korta cykeltider och lätta objekt uppstår behov av fixturer.
 - Att bestämma samband mellan konstruktionsvariabler och monterings-
tid har inte visat sig meningsfullt beroende på få observationer, liten spridningsobservation emellan och kort cykeltid (hög hanteringsförlust).
-

5.3.2 Produktion_av_motorsågar

Motorsågstillverkningen hos Jonsered utförs på liner, varje innehållande sex olika stationer. Montörstätheten är vid varje station lika med ett. Önskemålet är att varje arbetare skall kunna de andras arbete som jobbar utefter samma line. Detta är för närvarande inte uppfyllt, då personalomsättningen för tillfället är hög. Transporten av de sågar som är under hopsättning sköts för hand medelst en rullbana. Maximal buffert mellan stationerna med avseende på tillgänglig plats bedöms till högst 10 st.

$$C = 3 \text{ min}$$



Figur 5.98 Produktionssystem för motorsågar odreven line, buffert max 10 objekt.

Ingen provning eller kontroll utförs på linen, utan all sådan verksamhet utförs i angränsade lokaler direkt efter det att motorsågen färdigmonterats. Siste man vid linen hänger upp sågen, efter det att han märkt den på en konveyor.

	STN 1	STN 2	STN 3	STN 4	STN 5	STN 6	
Maskinell utrustning	TLV	TLV	TLV	TLV	TLV	TLV	TLV=tryck-luftverkt.
Fler än 2 händer	—	—	—	—	—	—	
Långa artiklar	Inga	Inga	Inga	Inga	Några	Inga	
Tunga artiklar	—	—	—	—	—	—	sidan under ov-n
Skvethet	si un ov 23 0 0	si un ov 7 0 II	si un ov I4 0 I	si un ov 0 0 2	si un ov I2 0 3	si un ov 7 0 4	
Ant. vridningar	0	5	I	I	4	2	
Sekvens	I3 bundna IO fria	I5 bundna 3 fria	I3 bundna 2 fria	7 bundna 3 fria	I2 bundna 3 fria	9 bundna 2 fria	
Basobj. h-form	Inga mätbara skillnader mellan stationerna						
Basobj. strl.							
Basobj. tyngd							
Tid för enskild art.	0.09	0.30	0.17	0.24	0.19	0.20	Min.
Fixturer	Inga	Inga	mkt enkel	Inga	Inga	Inga	
Möjlighet till arbetsförberedelser	Ja	Nej	Ibland	Nej	Nej	Ja	
LTL-tid	2.75	2.75	2.74	2.71	3.06	2.66	
Uppmätt stationstid	2.00	2.65	2.60	2.40	2.85	2.20	

Figur 5.99 Tabell över motorsågsmontage.

	ART.	FE.	FP.
r_{I-6}	-0.10	-0.47	-0.12
r_{2-6}	0.57	0.53	0.59

Figur 5.100 Korrelation mellan artiklar, fästpunkter, fäst-element och monterings-tid. I kolumnen r_{1-6} är samtliga stationers värden medräknade men i r_{2-6} har station I utesluts, och man får då ett mycket "bättre" värde på r .

Produktmomentkorrelationen är mycket känslig för extremvärden. I vårt fall har vi små tidsskillnader mellan de olika stationerna, största skillnaden är 2.85-2.00 alltså 0.85 min. Med så små skillnader så påverkas resultatet, i detta fallet korrelationstalet, starkt med endast måttliga skillnader mellan stationerna i fråga om exempelvis antalet artiklar, antalet fästpunkter och fästelement. Olika faktorer som kan påverka tidsåtgången vid de olika stationerna är följande:

- Operatörens vana
- Materialfel, toleransavvikelser
- Materialbrist
- Operatörens arbetstakt varierar enligt den s k Weibullfördelningen, man får alltså varierande resultat beroende på vilken tid under arbetspasset man gör sin tidsstudie.

I vårt fall har vi på station I en van operatör som förarbetar, arbetar snabbt och har tid att ta längre pauser än de andra, för att de skall "hänga med" så att bufferten inte skall bli för stor mellan station I och II. Operatörerna på stationerna IV och V är relativt nyanställda och har också ett högt värde på tidsåtgången av varje enskilt arbetsmoment.

I vårt fall fick vi enligt tabellen på föregående sida ett korrelationstal för alla de sex stationerna, som är negativt. Om man utsluter station I i beräkningen av r får man ett värde som varierar mellan 0.57-0.59.

Trots att station I har flest artiklar, fästpunkter och fästelement än de övriga stationerna, arbetar han snabbast, beroende på att han är van. Han förarbetar genom att i förväg träbrickor på skruvarna och trä dem i sina resp. hål på sågen.

Om man bara ser till tiden/ant. art., så ligger station IV klart högre än de andra stationerna, vilket kan förklaras av att operatören på stationen nyss är anställd, han har också en detalj som ibland "kärvar". Operatören hann ej heller att förarbeta något.

Möjlighet till arbetsförberedelse studerades, här fanns den stora skillnaden mellan de olika stationerna. Station I har i detta fall en klar fördel jämfört med de övriga, där egentligen bara station VI har möjlighet jämte station I att utföra några arbetsförberedelser.

Vi ser att "orättvisan" till arbetsförberedelser medför stora skillnader mellan observerad tid och MTM-tid. Möjligheter till arbetsförberedelser påverkas här av:

- I Systemkapaciteten på den enskilda stationen, det vill säga om en station har flera basobjekt inne.
- II Konstruktionen medger att förmontage oberoende av basobjekt, det vill säga operatören sammanför tillsattsmaterial till större enheter, vilka sedan "giftes" mot basobjektet.

Förklaringen återfinns i bägge punkterna ovan.

Operatören på station I har fler basobjekt inom räckhåll än de övriga, dvs han når basobjekt i pallar. För att se närmare på punkt II har en sammanställning av rangordningen av stationerna gjorts, map tid och sekvensbundna artiklar.

.STATION	I	2	3	4	5	6
Fria/bundna	0.77	0.20	0.15	0.43	0.25	0.27
Rang ---"---	I	5	6	2	3	4
Rang observ. tid	I	5	4	3	6	2

Figur 5.101 Antalet fria/bundna artiklar samt observerad tid rangordnas, för att se om något samband kunde upptäckas.

Station I har högsta kvoten fria/bundna artiklar, vilket beror på att just den stationen finns det flesta antalet muttrar plus brickor, vilka räknas som fria. Rangén på den oberoende tiden stämmer bra överens gentemot rangén fria/bundna.

Sammanfattning

1. Möjlighet till metodglidning påverkar monteringstiden.
Om metodglidning kan ske dikteras bland annat av tillgång på basobjekt (systemkapacitet) och antalet till basobjektet bundna artiklar. I båda fallen ges möjlighet till arbetsförberedelse. Vana operatörer väljer gärna en station med sådan möjlighet.
2. Sambandet mellan antalet artiklar, antalet fästelement och monteringstid har funnits lågt, vilket förklaras av den korta cykeltid (hög hanteringsförlust).

Arbetsorganisation

1.1 Meningsfullheten hos arbetsuppgiften och organisationsutformning

Sociotekniska systemskolan

Begreppet sociotekniska system framkom i samband med de kolgruveundersökningar som forskarna vid Tavistockinstitutet i London utförde under början av 50-talet (E.L. Trist & Bamforth 1951). De studerade de sociala konsekvenserna av en mekaniseringsprocess (longwallmetoden) där lag på 40 - 50 personer hade en specialuppgift och sitt eget ackordssystem.

Lagen optimerade sina egna betingelser, men eftersom de var beroende av varandra uppstod konflikter inom organisationen. Forskarna jämförde longwallmetoden med smågrupper med flexibla arbetsroller, vilka hade ansvar för hela kolbrytningsuppgiften. Jämförelser visade att den lilla gruppen var överlägsen både vad gällde produktivitet och arbetstillfredsställelse. Dessa studier gav insikt om hur den teknologiska strukturen inverkar på sociala systemet och vice versa.

Tavistockforskarna kom fram till att produktionsorganisationen måste betraktas som ett sociotekniskt system där systemets output kräver aktivitet både inom det sociala och tekniska systemet. Under 60-talet arbetade Thorsrud & Emery (1969) fram konkreta förslag till nya organisationsprinciper som prövades vid fyra norska statsföretag. Forskarna arbetade med utgångspunkt från synen på företaget som sociotekniskt system och förslaget gick ut på i samband med en omfattande arbetsutvidgning ordna de anställda i självstyrande grupper.

Det sociotekniska synsättet uppfattar arbetsorganisationen som ett sammansatt sociotekniskt öppet system och inte som tidigare organisationsskolor begränsa sig till antingen det sociala (Human Relations) eller det tekniska (Scientific Management). Den sociotekniska synen kan användas på vilken typ av arbetsorganisation som helst.

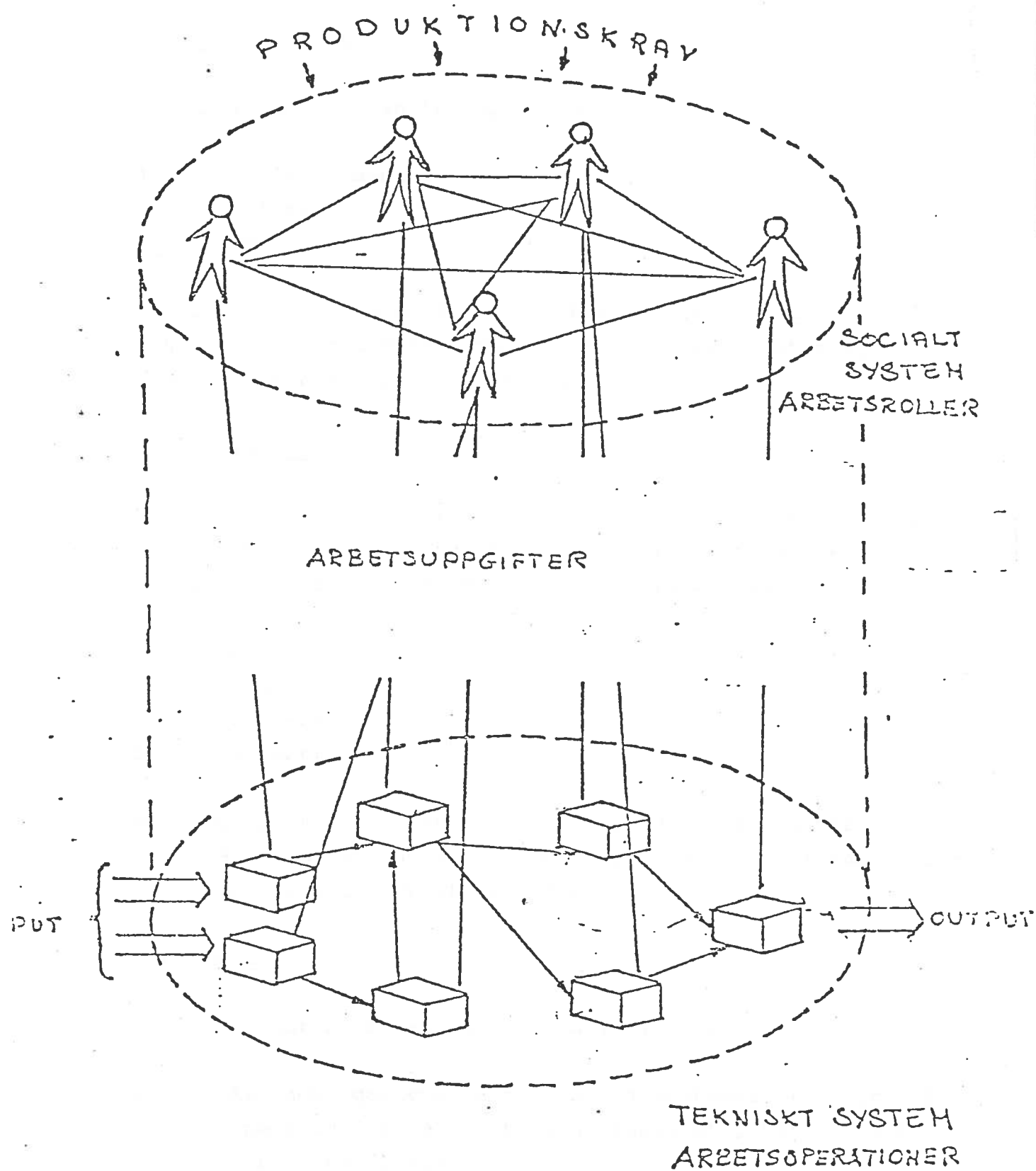


Fig. 6.1 - Det sociotekniska systemet

men är ingen garanti för detta. Om flera arbetsuppgifter ingår bör dessa vara så olika varandra som möjligt för att ge variation.

När det gäller variation är detta begrepp mycket besvärligt att mäta. Turner & Lawrence (1966) misslyckades med att relatera sitt begrepp till arbetsuppgifternas innehåll. Eller var det så att variationen ej kunde skiljas från autonomin? Eller att den var underordnad autonomin Karlsson (1979). En studie av upplevelse av variation är av största betydelse för att kunna bedöma faktorer som påverkar variationen positivt och negativt samt variationens betydelse för upplevelsen av arbetet. En ledhund för produktionstekniker och fackliga representanter står på önskelistan.

Vid utformande av ett nytt produktionssystem måste hänsyn tas till att variationen i arbetet skall vara tillräckligt stor för de flesta operatörer. Analyser av Carnell (), Klovstedt (1979) och Karlsson (1979) visar att variation ej är lika viktigt som autonomi men att den ej är oväsentlig. Exempelvis ville operatörer med 45 min cykeltid ha både svetsning och slipning p g a variation trots att upparbetningen (autonomin) var mindre vid svetsning. Karlsson & Lantz (1975) fann att en bra station vid en driven line eller att ladda och plundra en punktsvetsrobot upplevdes lika av de 10-tal operatörer som provade på arbetet. Vid diskussioner med operatörerna ansåg de att "en dag i veckan på en bunden station ej spelade någon roll ". När kravet på uppmärksamhet blir alltför högt ger det variation att ha ett monotont arbete. Exempel på detta är att en autonom arbetsgrupp som tillverkade bil-dörrar vid Saab-Scania i Trollhättan önskade få in ett monotont jobb (att punktsvetsa fast gångjärnen i dörren) som variation (avkoppling) till de i övrigt mycket kvalificerade arbetena i form av kortbågs svetsning av synliga svetsar, slipning och riktning. D v s ett riktigt monotont jobb ger variation om jobbet i övrigt är skicklighetskrävande. För ytterligare diskussion kring variationsbegreppet se Lindér (1980).

Meningsfullheten i arbetet relativt inställningen till arbetet är en intressant fråga. Karlsson (1979) redovisar 3 olika inställningar till ansvar för kvlitet och kvantitet. Den första inställningen ca 25 % i det aktuella fallet var att ansvar är positivt i sig. Den andra inställningen ca 70 % var att ansvaret "är priset för frihet, man bör ta så lite som möjligt, bara det ej blir klagomål". Den tredje inställningen var mer maktrelaterad så att man ansåg att "ansvaret är priset för frihet men företagsledningen vinner på det här ekonomiskt". Man ansåg att "själv vann man bara frihet men företaget tjänar pengarna".

Dessa data härrör från Trollhättan och regionala skillnader spelar säkert stor roll vilket bl a Johannisson i Växjö (1978) och nationalekonomiska institutionen i Umeå visat. Turner och Lawrence (1965) skiljer också på town workers och city workers. Svensson (1981) visar på att inställningen till ansvar är positivt i smidesgruppen vid Volvo, Arvika. Storstadsstudier resp studier av specifika regioner torde här vara av intresse inte minst med hänsyn till Webers tes om protestantisk-etisk arbetsmoral som Blood och Hulin (1968) visar har stor betydelse för inställningen till arbete. Zetterbergs (1978) livsstilar har förmodligen också ett inflytande över inställningar till arbete. Vad gäller rollteorin så spelar säkert kombinationen arbetsroll, fritidsroll och familjeroll ett avgörande för inställningen till arbetet. Den yngre finländske ungkarl som flyttar från Finland till Sverige förlorar dels sin arbetarroll och (jordbrukare, skogsarbetare) dels sin familjeroll (familjen kvar i Finland) och dels sin fritidsroll (jakt, fiske, kamrater). Enligt Goffman (19) så mortifieras han totalt. Exempel från Göteborg visar att kategorin finska ungarlar är starkt överrepresenterade vad gäller psykiska besvär och alkoholism. Jag vill här poängtera att idag är på många orter flertalet av de nyanställda i industrin invandrare varvid det noga bör beaktas om detta problem är för handen.

Det talas ofta om begreppet yrkesstolthet i samband med meningsfullt arbete. Man påstår att arbetsinnehållet skulle medföra yrkesstolthet. Vi vill här påstå att det så ej är fallet. Meningsfullt arbete och yrkesstolthet är skilda dimensioner. Yrkesstolthet är istället kopplat till den allmänna status arbetet har. Löneläge, rätt att använda viss utrustning samt krav på utbildningstid är vanliga faktorer som påverkar yrkesstolthet. Därför vill vi varna för att blanda ihop yrkesstolthet med arbetsinnehåll. Begreppet socialt betingad arbetsdelning är kopplade till yrkesstolthet. Den socialt betingade arbetsdelningen, t ex att viss formell utbildning krävs trots att denna ej är nödvändig för att utföra arbetet är mycket vanlig inom industrin. Detta är vanligen kvarlevor från skråsystemet och förhindrar jobintegration. Undersökningar av svetsare i varvsindustrin Karlsson (1969) visade att yrkesstoltheten var mycket låg hos svetsare trots att det tog ca ett år att komma upp i arbetstalet. Orsaken till detta var dels den korta grundutbildningen (2 veckor) dels det relativt låga löneläget. Samma typ av arbete vid raffinaderibyggnad och liknande hade hög yrkesstolthet (Hofman 1977) p g a dels högt löneläge dels krav på att "klara ut jobbet själv" eftersom arbetet var ett entreprenadjobb. Vid varven hade produktions teknikerna "klarat ut jobbet i förväg".

Meningsfullhet och yrkesstolthet är skilda dimensioner men de samvarierar ibland som ovanstående exempel visar.

Arbetsberikning sker genom att fler arbetsuppgifter av ansvars karaktär läggs på operatören samtidigt med att han producerar. Denna typ av arbetsuppgifter är t.ex. kontroll, justering, transport, underhåll, övervakning o s v. I detta fall måste man dock vara noga med att tillse att endast ge operatören tilläggsaktiviteter under hans obelagda tid. I annat fall minskar flödes hastigheten med ökade kostnader i form av kapital bindning (material i arbete). En mer ekonomisk lösning är en arbetsorganisation där tilläggsaktiviteter handhas av en särskild operatör som ej producerar och att operatörerna har arbetsrotation även på denna uppgift, än att sprida ut tilläggsaktiviteter på de olika operatörerna. Arbetsberikning ger administrativ autonomi men förutsätter ansvar och för ansvaret nödvändig feed-back.

Arbetsrotation upplevs av många operatörer som besvärande, speciellt om de arbetar vid en driven line. Den station de kan medger att de kan tänka på annat och arbeta i en viss rytm. När de skall lära sig en ny station upplever de inlärningsstiden som besvärlig. Gäller det flera svåra stationer blir inlärningsstiden lång. Under upplärningsstiden kan operatören ej uppnå en arbetsrytm och tänka på annat. Det är först efter att operatören har roterat på flera stationer som han anser rotation vara värdefull i arbetet. En ytterligare faktor som ökar motståndet mot rotation är de stora skillnaderna mellan olika stationer (beläggning, fysisk belastning, upp- arbetsningsmöjlighet) vilket medför att om man har "en bra station" vill man ogärna rotera på sämre stationer.

För att arbetsrotation skall upplevas positivt måste rotationen ske mellan arbeten med olika karaktär d v s olika grad av bundenhet, arbetstyngd och skicklighet samt olikartat arbetsinnehåll t.ex. svetsa, transportera, städa, utföra underhåll, justera etc. Arbetsrotationen måste ske mellan arbeten av olika slag för att ge variation. Ett riktigt monotont arbete eller s k "skitjobb" ger variation i relation till arbete med stora krav på skicklighet hos individen.

En arbetsorganisation behöver inte organiseras som en självstyrande grupp för att individerna skall uppleva arbetet som meningsfullt och ha administrativ autonomi. Exempelvis behöver en verktygsavdelning där operatörerna arbetar enskilt med kvalificerade arbeten, vilka kräver lång utbildningstid och långa problemlösningssmoment ej organiseras i formen självstyrande grupp. Operatörerna har vanligen en mycket hög grad av teknisk och administrativ autonomi i sin arbetsorganisationsform.

Många projekt vilka syftat till arbetsutvidgning har ofta betecknats som självstyrande grupper. Projekten har gått ut på att förbättra den enskilda individens psykiska arbetsmiljö och inte varit inriktade på grupper. Ofta har arbetsutvidgning möjliggjort en övergång till självstyre, men detta steg har sällan tagits. Många s k självstyrande grupper är enbart tekniska system som medger viss teknologisk autonomi, d v s viss upparbetning utan ansvar och feed-back.

Det sociotekniska synsättet har i praktiskt organisationsarbete fört fram begreppet självstyrande grupp som lösningen på alla organisationsproblem. Även om det är ett praktiskt sätt att organisera arbetet på så är det inte alltid nödvändigt. I många fall har man också organiserat om arbeten som i hög grad tidigare innehållit hög grad av självstyre och variation till självstyrande grupper. Den sociotekniska skolan tänker sig ett samband mellan att tillgodose den enskilda individens psykologiska behov i arbetet (främst autonomi), och arbetstillfredsställelse. Arbetstillfredsställelsen skall i sin tur leda till en bättre arbetsinsats (i vid mening) och således högre produktivitet (kvantitativt och kvalitativt). Hur detta skall genomföras i praktiken är mycket vagt formulerat i teorin. Vi övergår till att se på begreppet autonomi i formen självstyre och självbestämmande.

Styrning

Hur skall teknisk autonomi kunna erhållas i komplexa teknologiska system?

Hur genomförs en organisationsform med stor flexibilitet?

Hur genomförs administrativ autonomi?

Om man börjar att se på begreppet meningsfullt arbete så bestod detta av variation och administrativ autonomi. Den administrativa autonomin består av självbestämmande i det dagliga arbetet. Detta är möjligt genom tillämpande av målstyrning istället för direktstyrning.

Administrativ styrning kan uppdelas i direktstyrning och målstyrning. Direktstyrningen kan vara av teknisk slag t.ex. det löpande bandet eller relationer mellan styrande och styrd. I det senare fallet är det överordnade-förmän, kontrollanter etc som utför styrningen genom direkta order. Målstyrningen kan vara både av individuell eller gruppkaraktär.

I gruppstyrningen kan individen mer påverka utformningen än i direktstyrning men gruppstyrningen kan hårt styra individen. Direktstyrning innebär ofrivillig-tvångsmässig styrning. Direktstyrning genererar knappast något engagemang eller positiv inställning i arbetet. Målstyrning genom gruppstyrning, där de olika medlemmarna har att lösa sin uppgift gemensamt, kan skapa engagemang och positiv inställning i arbetet.

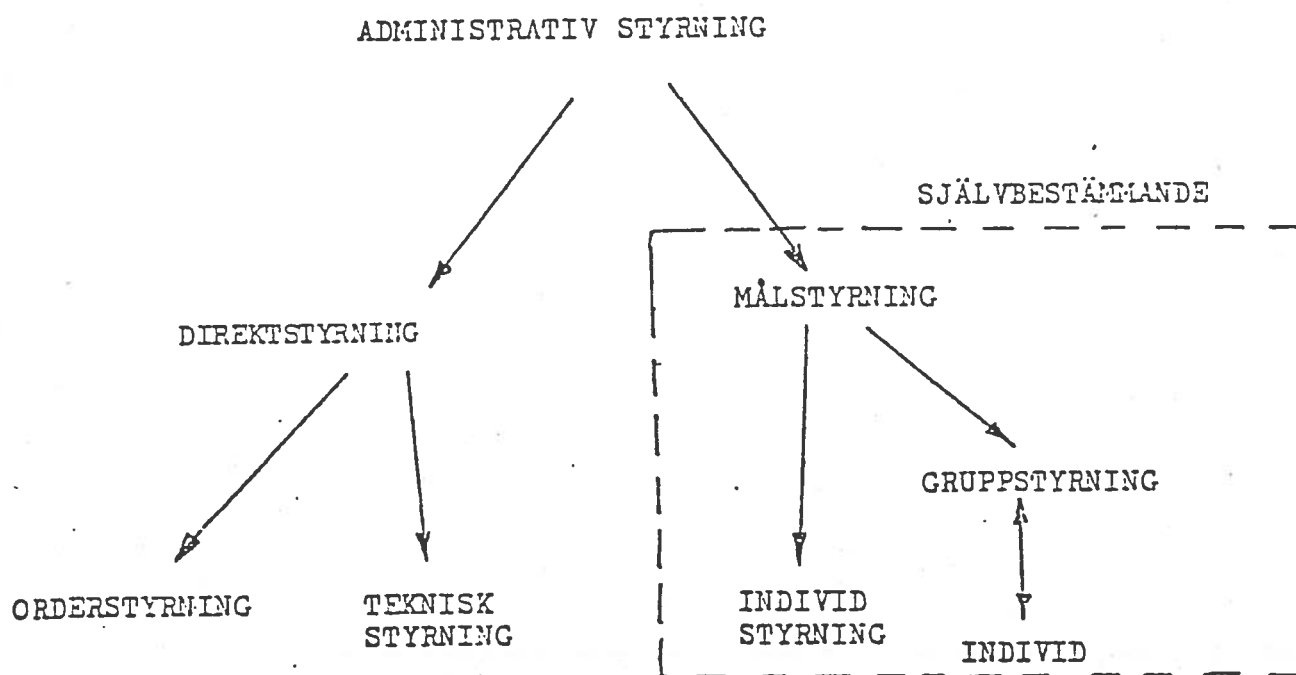


Fig. 6.2. - Uppdelning av administrativ styrning.

Målstyrning ger en hög grad av autonomi, men för att få denna autonomi fordras ansvar. Det är omöjligt att ha någon form av självbestämmande om direktstyrning förekommer i form av teknisk styrning. Att förändra den administrativa styrningen från direktstyrning i form av orderstyrning till målstyrning i form av gruppstyrning är relativt enkel men att förändra teknisk styrning till gruppstyrning är mycket svårt eftersom det kräver förändring i den teknologiska strukturen.

Ansvar

Att ha ansvar medför en påfrestning, det är priset för frihet men samtidigt ger det självbestämmande genom friheten och den informationsfeed-back, som är nödvändig för ansvaret. Genom friheten ökar tillfredsställelsen i arbetet och genom informationsfeed-back får man ofta en ökad motivation. Tillfredsställelsen och motivationen är de stimulerande delarna av ansvaret.

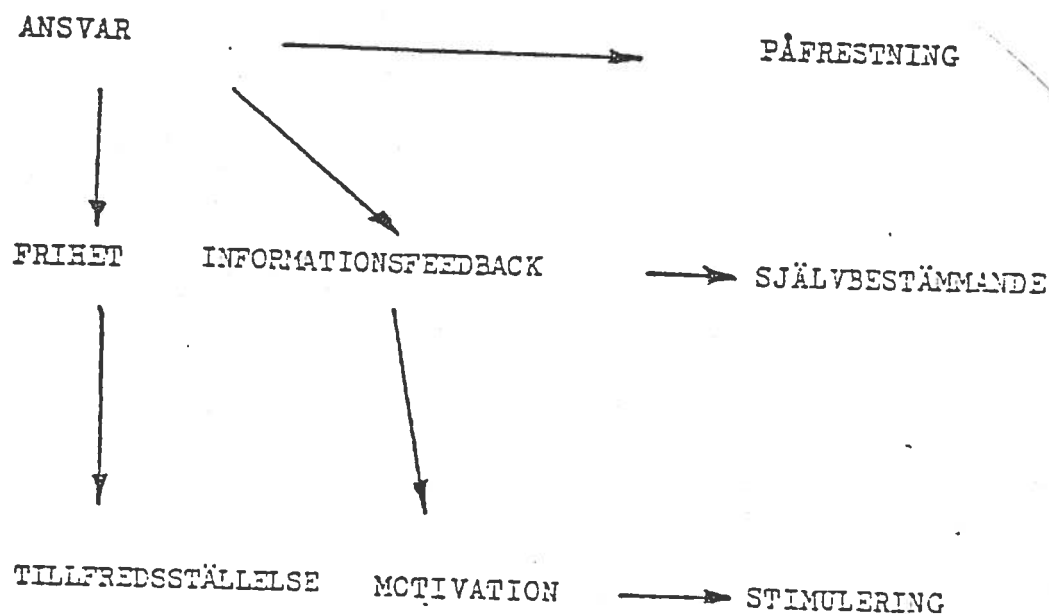


Fig 6.3 -- Uppdelning av ansvar.

När man organiserat den tekniska strukturen så att teknisk autonomi erhållits så måste målstyrningen organiseras vanligen i formen gruppstyrning.

1.2 Autonoma arbetsgrupper som organisationsform

Det har i praktiken visat sig att genom att organisera arbetet som en självstyrande grupp är det i de flesta industrier lättare att tillgodose människans psykologiska krav på arbete. Smågruppsforskningen har sedan länge varit etablerad inom beteendevetenskapen och den samlade kunskapen inom området är avsevärd.

En tanke bakom organisationsformen självstyrande grupp är att få en så flexibel organisationsform som möjligt, vilken skall vara ett alternativ till den hierarkiska organisationen. Organisationens flexibilitet antas göra den mer lämpad för att verka i en föränderlig omgivning.

När det gäller alternativa organisationsformer till den hierarkiskt uppbyggda pyramidmodellen, så är dessa litet behandlade i litteraturen. Alternativen är en decentralisering eller kaos. Trots detta existerar det organisationsformer vilka kan betraktas som organiserade kaos. Man kallar dessa multistrukturerade organisationer. En multistrukturerad organisation kännetecknas av att arbetsfördelningen inom organisationen snabbt kan förändras.

Vid ständigt förändrade arbetsvillkor kräver ett redan komplext förlopp att olika arbetsmoment ändras i relativ storlek och ordningsföljd. Arbetsvillkoren kräver en inre flexibilitet vilken är svår att uppfylla med en arbetsorganisation med sträng arbetsfördelning. Det enda försvaret för en sträng arbetsfördelning är en teknologi som kräver en specialiserad förmåga som inte kan ersättas och som dessutom är så överlägsen i teknologiskt avseende att den uppväger förlusten till följd av stelheten. I dagens föränderliga miljö är den multistrukturerade arbetsorganisationen användbarare än en stel arbetsdelning.

Arbetsuppgifterna är inte bundna till speciella medlemmar utan kan i viss mån växla mellan medlemmarna. Den multistrukturerade organisationen är extremt flexibel och kan mycket lätt anpassa

sig till förändringen. Herbst indelar de multistrukturerade organisationerna i tre olika typer; den sammansatta självstyrande gruppen, matrisgruppen och nätverksgruppen.

Den sammansatta självstyrande gruppen karakteriseras av att alla medlemmar kan utföra alla arbetsuppgifter.

		Medlem			
		A	B	C	
Arbets- uppgift	1	X	X	X	
	2	X	X	X	Antalet möjliga organisations- former blir $3 \times 3 \times 3 = 27$ st
	3	X	X	X	

Matrisgruppen kännetecknas av att någon eller några medlemmar utför vissa arbetsuppgifter men att alla medlemmar kan utföra övriga arbetsuppgifter.

Exempel på matrisgrupp är en grupp där någon specialist ingår.

		Medlem			
		A	B	C	
Arbets- uppgift	1	X			
	2	X	X	X	Antalet möjliga organisations- former blir $3 \times 2 \times 2 = 12$ st.
	3	X	X	X	

Nätverksgruppen kan sägas utgöra ett specialfall när det gäller multistrukturerade organisationer.

Herbst beskrivning av nätverksgruppen är oklar och får karaktären av att det rör sig om alla organisationer som är löst sammansatta vad gäller relationerna mellan medlemmar. Jag skall försöka förklara vad nätverksorganisationen mer konkret kan innebära.

I nätverksgruppen arbetar medlemmarna individuellt eller i små grupper t, ex, par. De träffas gemensamt lågfrekvent för att kontrollera att de ligger rätt i förhållande till målen.

Nätverksgruppen ger den enskilde medlemmen stor individuell frihet. Man kan tänka sig två huvudtyper av nätverksgrupper i tillverkningsindustri. Den ena skulle kunna vara en s k flödesgrupp där olika produktslag förädlas vid olika arbetsstationer. Varje medlem har en specialistfunktion t.ex. svarva, fräsa, borrar eller montera. Den andra är en organisation där endast ett produktslag förädlas vid flera parallella arbetsstationer. Varje medlem utför samma arbete på produkten. I båda nätverksgrupperna är flexibiliteten hög. I flödesgruppen kan medlemmarna planera in ordningsföljden på de olika produkterna på olika sätt beroende på leveranstider, operationstider och sekvensberoende mellan olika operationer. Genom att snabbt kunna förändra planeringsprogrammet blir organisationens flexibilitet mycket hög.

Medlemmarna i denna organisationsform kan var och en vissa specialuppgifter som de skall utföra, de har ett visst inbördes beroende kopplad till en tidsplan och det finns ett visst sekvensberoende mellan arbetsuppgifterna. Ofta förändras arbetsuppläggningsplanen under arbetsperioden, jämför projektsgruppens nätverksplan och verkstadsgruppens leveransplan.

Medlem			
A B C			
	1	X	Antalet organisationsformer
Arbetsuppgift	2	X	varierar beroende på hur
	3	X	medlemmarna omfördelar
	4	X	arbetsuppgifterna under
	5	X	arbetsperioden.
	6	X	

I nätverksgruppen med parallella arbetsstationer kan medlemmarna varandras arbete. De kan då omfördela arbetet så att medlemmar från andra arbetsstationer hjälper till vid arbetsstationer där det uppstått problem. Genom denna flexibilitet minskar inte flödet i systemet. I de fall medlemmar i nätverksgruppen med parallella arbetsstationer har många tilläggsaktiviteter i form av underhåll, kvalitetskontroll, justering, transport etc

tenderar gruppen att likna den sammansatta självstyrande gruppen. Detta förutsätter dock att medlemmarna kan rotera på tilläggsaktiviteterna.

		Medlem			
		A	B	C	
Arbets- uppgift	1	X	X	X	T_1 = tilläggsaktiviteter
	T_1	X	X	X	
	T_2	X	X	X	

Det har skrivits förvånansvärt lite om hur själva omorganisationen till självstyrande grupp skall tillgå och de praktiska problem som uppstår vad gäller regler för gruppens ansvarsområden samt beteendet inom gruppen. Hela denna process medför ofta att en attitydförändring måste ske hos de inblandade i ett produktionssystem. Det gäller inte minst personer med styrfunktioner såsom kvalitetskontroll, arbetsledning och produktionsteknik. De flesta operatörer är inte vana vid ökat ansvar på grund av att de under åren frångått detta allt mer. En attitydförändring mot ökat ansvarstagande är därför nödvändigt.

De multistrukturerade organisationerna förutsätter att medlemmarna har tillräcklig utbildning för att klara flera arbetsuppgifter. Utbildningsprogrammet blir därför centralt i det praktiska organisationsarbetet. Utbildningen måste påbörjas i god tid och omfatta alla gruppernas kommande arbetsuppgifter. Gruppen måste även ha helt klart för sig sitt förhållande till övriga företagsfunktioner annars riskerar man att inkörningstiden blir orimligt lång.

Utbildningen i sig förutsätter dock att det bestämts vilket ansvar gruppen skall åta sig exempelvis kvalitetskontroll, underhåll, produktionsansvar, transporter och justering. Utbildningen förutsätter också att det bestämts i vilken grad som medlemmarna skall kunna de i gruppen ingående arbetsuppgifterna.

Utbildningsplaneringen bör börja med en probleminventering.

- Vilka är problemen i avdelningen?
- Vilken organisation avhjälper dessa?
- Vilken utbildning krävs?

Det är viktigt att utbildningen sker i direkt anslutning till en teknisk förändring, eftersom den då upplevs som mer meningsfull av deltagarna än om den sker alltför tidigt. Operatörerna måste utbildas i sin primäruppgift, dels för den eventuella längre cykeltiden, dels för att kunna rotera. Till primäruppgiftsutbildningen kommer utbildning i tilläggsaktiviteterna:

- Kontroll, justering och felåterföring.
- Underhåll av utrustning.
- Ställarbete.
- Transport, t ex truckförare.
- Administration (budget, rapportering etc)

Utbildningens omfattning bestäms av den organisationsform vi väljer, men organisationen bestäms av vad som är en rimlig utbildningstid. Utbildningstid och organisationsform hör intimt samman. Ska sammansatt grupp väljas eller ska matrisgrupp väljas? Ska vi välja en matrisorganisation, så att gruppen får tillgång till vissa specialister?

Det enklaste sättet att göra en analys av vilken organisation som är lämplig och vilken utbildning denna kräver, är att ställa upp en matris med avdelningens arbetsuppgifter samt de serviceuppgifter den kräver som kolumner och operatörerna som rader.

Låt X beteckna att operatören har arbetsuppgifter och U beteckna att han behöver utbildas. Det är viktigt att vid val av organisationsform se till att underhållet integreras i gruppen, så att det finns ett gemensamt ansvar vid produktionsstörningar. Kontrollera att ansvarsgränserna är rimliga, att de är kopplade till probleminventeringen och att utbildningstiden är rimlig.

Arbetsuppgifter och serviceuppgifter													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...
Operatör													
1	X	U	X	U	X	X	X	X	U	U	U	X	...
2	X	X	X	U	X	X	U	X	U	X	U	U	...
3	X	X	X	U	U	U	U	X	U	U	X	X	...

Genom att använda sig av arbetsintegration (multistrukturerad organisation) innehållande diverse serviceaktiviteter så minskar vanligen personalbehovet med 20-30%.

Normalt ger detta inte några problem med avskedande av personal eftersom företagets istället ökar sin produktion. I de fall produktionen varit konstant har naturlig avgång 15%/år under en tvåårsperiod (som omställningen normalt tar) utjämnat minskningen i personalbehov.

Gruppen måste ha de kommande arbetsuppgifterna helt klara för sig före uppstart. Så snart gruppen börjar kunna det producerande arbetet (arbete in tid) blir den obenägen att lägga ner arbete på "nya" arbetsuppgifter.

En väsentlig del i utbildningsprogrammet är vem som skall vara gruppens formella ledare. Detta kontaktmannaskap bör rotera mellan medlemmarna för att slippa en alltför hierarkisk organisation, som lätt kan uppstå om kontaktmannen väljes. Gruppens närmaste chef måste också utbildas, främst i fråga om kunskapen vad gäller smågruppsledning, sin nya ledarroll och de nya arbetsuppgifter som han fått från sin närmaste chef och som ersätter de arbetsuppgifter som gruppen tagit över.

Gruppens närmaste chef måste verka som ett stöd för gruppen när denna startar upp sin verksamhet, som vanligen innehåller ett väsentligt utökat ansvar och yrkesmängdkunnande.

Övriga befattningshavare inom företaget som kan tänkas komma i kontakt med gruppen bör delges sådan information om gruppens arbetssätt att de accepterar gruppens självständighet.

1.3 Reglering av arbetsgruppens ansvar

För att få en gynnsam utveckling i gruppen mot ökat ansvarstagande måste gruppens målsättning vara väl definierad. Klara regler för beteendet mot andra avdelningar och klara avgränsningar är en förutsättning för ökat ansvarstagande inom gruppen.

Regler som reglerar beteendet inom gruppen bör också utvecklas så att *ej fungerande, dåligt fungerande* ~~dysfunktionella~~ normer ej utvecklas. Detta medför att vissa byråkratiregler med nödvändighet måste ingå i målstyrningen av gruppen.

Följande områden bör regleras i form av klara regler för en självstyrande grupp:

- 1 Avgränsning mot andra avdelningar.
 - 1.1 Avgränsning mot annan grupp vid skiftgång.
 - 1.2 Utlåning av personal till andra avdelningar vid hög frånvaro.
 - 1.3 Regler angående transportarbete och materialrekvisition.
 - 1.4 Kontrollinstruktion.
 - 1.5 Justeringsinstruktion.
 - 1.6 Underhållsinstruktion.
 - 1.7 Arbetsorganisation med möten mellan förman och mellan andra avdelningar.
 - 1.8 Regler för rationaliseringsarbete.
 - 1.9 Regler för budgetansvar.
- 2 Beteende inom gruppen.
 - 2.1 Inskolning av nya medlemmar.
 - 2.1.1 Information.
 - 2.1.2 Upplärning.
 - 2.1.3 Inkörning.
 - 2.2 Rotationsschema. Finns inte kravet på rotation i en grupp kommer medlemmar med högre status att skaffa sig de bättre arbetsuppgifterna och formellt ledarskap i formen kontaktman.

- 2.3 Stöttningsregel. Saknas denna regel kommer medlemmar som är klara med sin arbetsuppgift att lämna gruppen. Det är här väsentligt att förklara för gruppen att det är negativt ur gruppens synpunkt med ett sådant beteende. Vid SAAB i Trollhättan ställdes krav från operatörerna på denna regel eftersom det var svårt att förmå vissa medlemmar att hjälpa till.
- 2.4 Kontaktmannens arbetsuppgifter.
- 2.5 Rekrytering av nya medlemmar.
- 2.6 Betalningsregler.
- 2.7 Permissionsgivning.
- 2.8 Städinstruktion.
- 2.9 Produktionsplaneringsinstruktion.
- 2.10 Tidsunderlag - om gruppen är tidstuderad.
- 2.11 Löneregler. Lönen vara utformad som prestationsöverenskommelse för att slippa raka ackord. Philips i Holland har haft negativa erfarenheter av självstyrande grupper med raka ackord. Arbetarna i grupperna upplevde sig stressade i denna löneform.

Vid införande av autonoma arbetsgrupper måste systemet regleras. Dels för att gruppen skall känna att de har "ryggen fri", dels för att arbetsledningen skall kunna ställa frågor om i vilken grad gruppen uppfyller reglerna. Reglerna är ett måste för ett gott samarbete mellan arbetsledning och grupp. Saknas regler kommer konflikten att uppstå där fackliga representanter får en besvärlig situation liksom arbetsledning. Regler bör vara få, annars finns risk för oöverbyråkratisering. Regler bör finnas i ett avtal mellan fack och företagsledning. Om arbetsgruppen finner att en regel ej fungerar, skall den lämnas in förslag till ändring (utformad i samråd med arbetsledaren). Ändringsförslaget behandlas av fack och företagsledning. Nedan följer en beskrivning av reglering av en arbetsgrupps ansvar vid SAAB-SCANIA i Trollhättan.

Var
sid 513?

2.

Vid återföring till gruppen av felaktiga objekt måste pågående grupp justera avgående grupps produktion. Klara avgränsningar mellan skiftgrupper är därför ett krav vid skiftgång för att undvika konflikter.

Gränsbetingelser av teknologisk karaktär i socio-tekniska system.

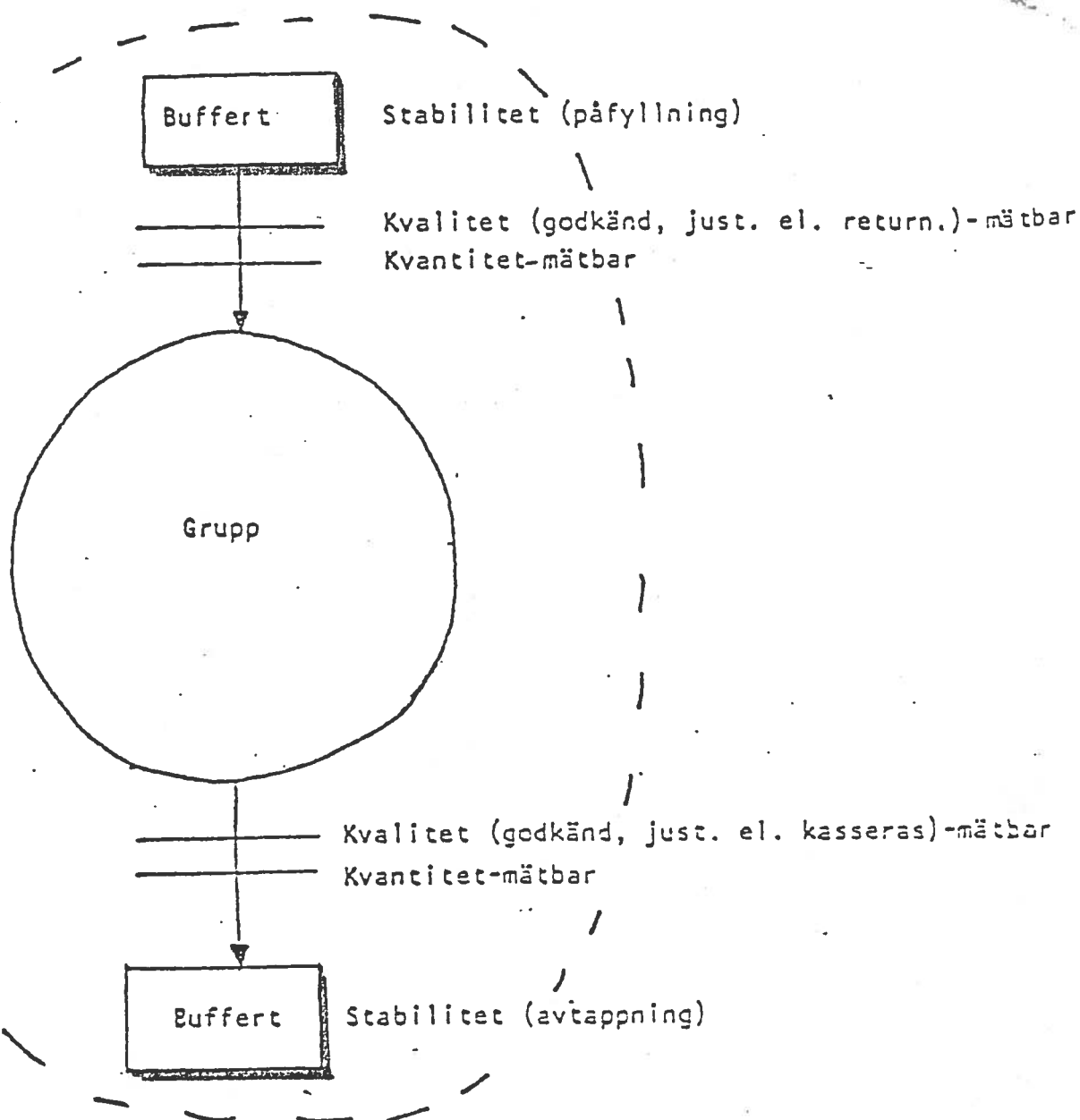


Fig. 6.4 Geografiskt avgränsat utrymme.

Eftersom gruppen påtar sig ansvar måste den även få information om resultatet. Det sätt på vilket gruppen informeras om resultatet (administrativt via möten eller via teknisk utrustning) måste lösas praktiskt. Inte minst viktig är löneformen. Löneformen bör vara sådan att denna stimulerar till en övergång från hierarkisk organisation till självstyre.

Vid start av en grupp så dimensioneras gruppen efter det arbete den skall utföra samt hur stor frånvaron kan förväntas bli. En ersättare på 6 - 8 operatörer d v s ca 10 - 15% frånvaro brukar vara en rimlig storlek. Ersättarjobbet bör rotera i gruppen. Större grupper än 8 - 10 personer är mindre lämpligt men det är bättre att ha en grupp med 12 - 15 medlemmar med klara gränser än att göra två grupper av dessa med diffusa gränser.

Ökat grupp- och individansvar

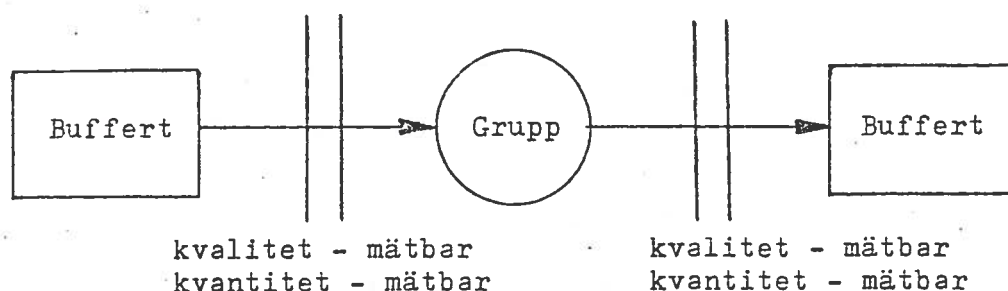
Reglering av det sociotekniska systemets gränsvillkor när arbetsorganisationen har formen självstyrande grupp

Om den självstyrande gruppen skall kunna få tekniskt och administrativ frihet måste det finnas klart avgränsade ansvarsområden och regler för beteendet mellan gruppen och den omgivande strukturen.

För att gruppen skall ha teknisk autonomi måste tillräckliga buffertar finnas före och efter gruppen så att de själva kan bestämma sin arbetstakt. Det får också finnas ett klart uttalat produktionsprogram för längre perioder än en dag, samt vissa tillåtna variationer i kvantitet, per dag, per vecka, per månad etc. Klara kvalitetsnormer måste också finnas så att gruppen vet om de skall godkänna, justera eller returnera inkommande material. De bör också veta hur de skall bedöma den färdiga produkten, d v s godkänna, justera eller kassera den.

Gruppen bör även ha ett klart avgränsat geografiskt område för vilket de har ansvar (städning etc). Om samma geografiska område måste användas av två skiftgående grupper bör klara regler finnas för hur mycket material avgående gruppen skall lämna i buffertar, vilket underhåll och vilken städning som skall utföras.

Gruppernas självkontroll bygger på att de har en viss teknisk autonomi i förhållande till produktionen i övrigt. Autonomin kan beskrivas med följande figur.



Figur 6.5

Innebörden i figuren är att det tekniska systemet medger

att gruppen kan kontrollera hur mycket material, som kommer in och lämnar gruppen;

att gruppen vet när material som kommer in och lämnar gruppen skall returneras, justeras eller kasseras. Gruppen har ett kvalitetsmål i form av minimum fel-poäng (tidigare hade man kostnad för justering per detalj, med detta var olämpligt);

att buffert före och efter gruppen ger möjlighet att producera i egen takt.

Lönen är fast timlön med prestationsöverenskommelse (1,12 MTM). Gruppen skall producera 158 karosser per vecka eller 10-11 karosser per arbetsplats och dag. Man får ha en avvikelse inom gruppen på ± 3 karosser per dag och $+ 3$ per vecka. Överproduktion ger ingen högre lön, varför grupperna ej behöver känna ackordshets.

Genom autonomin har förutsättningarna skapats för gruppen att ta eget ansvar för vissa beslut. De punkter där grupperna kan ta eget ansvar är

- o att produktionsprogrammet följs,
- o kontroll av inkommande material,
- o justering av felaktigheter på inkommande material,

- o returnering av felaktigt material,
- o returnering av transportskadat material,
- o transport inkl transportbeställning
- o underhåll av handmaskiner samt daglig översyn av svetsaggregat, jiggutrustning, flänsmaskiner och limpumpar,
- o städning,
- o inskolning av nya medlemmar,
- o rätt att ge ledighet utan betalning (en dag max)
- o materialrekvisition (budget finns)
- o kontakt med svetsservice och jiggservice vid produktionsstörningar
- o förbrukningsmaterial (budget)
- o rationaliseringsarbete inom avdelningen via förslagsverksamheten
- o kontroll av egen produkt samt uppföljning i efterföljande produktionsavsnitt
- o felåterföring vid stickprovskontroll av färdiga produkter
- o justering av egna produkter
- o budget, omfattande indirekta timmar för ersättare och extra personal,
- o ombalanseringar (tidsformer används, arbetsledaren kontrollerar balansen).

Vid ökat ansvarstagande utgår ett gruppansvarstillägg. Detta tillägg är en ersättning för sådana arbetsuppgifter som inte kan mätas med Verkstadsföreningens-Metalls arbetsvärderingssystem. Det ansvar som kan delegeras till en produktionsgrupp är uppdelat i fem huvuddelar

- o produktionsansvar,
- o kvalitetsansvar,
- o ekonomiskt ansvar
- o socialt ansvar (inga utstötningsmekanismer).

Antagandet inom varje del kan ske i flera steg, vilka successivt ger ökad ersättning. Maximalt kan ansvarstillägget uppgå till 100 öre/timma.

Grupperna har regler för hur arbetet inom gruppen ska bedrivas. Dessa utarbetar de själva tillsammans med arbetsledarna. Reglerna godkänns gemensamt av verkstadsingenjören och gruppen och finns nedtecknade i den pärm som varje grupp har. Tycker gruppen att en regel inte fungerar i praktiken formulerar de om den och diskuterar den med arbetsledaren. Regeln godkänns därefter gemensamt av gruppen och verkstadsingenjören.

Reglerna omfattar dels gruppens ansvar i förhållande till andra avdelningar, dels interna frågor, t ex när och hur rotation skall ske, arbetsfördelning, etc.

Alla grupper har en pärm med följande innehåll:

1. Förteckning över gruppmedlemmarna
2. Arbetsorganisation
3. Balansering
4. Arbetsinstruktion (inkl tidsstudier)
5. Justeringsinstruktion
6. Stödinstruktion
7. Transportinstruktion
8. Kontrollinstruktion
9. Underhållschema
10. Exempel på materialrekvisition
11. Exempel på passerkort för permission
12. Exempel på transportbeställning
13. Regler för grupparbete
14. Returnering av felaktigt material
15. Returnering av transportskadat material.

Punkterna 7, 12, 14 och 15 ingår ej i line-out-gruppernas åligganden, eftersom deras transporter sköts automatiskt.

Under punkt 13, regler för grupparbetet, finns tolv regler:

1. Vilka arbetsuppgifter som gruppen svarar för
2. Hur arbetsrotation skall ske
3. Vilken arbetstakt som gäller
4. Buffertar
5. Stöttning
6. Intagning av ny gruppmedlem
7. Inläarning av nya gruppmedlemmar
8. Kontaktmannaskapet
9. Ersättarens arbetsuppgifter
10. Permission
11. Rationaliseringsarbete
12. Betalning

Arbetsuppgiften som kontaktman roterar veckovis mellan medlemmarna

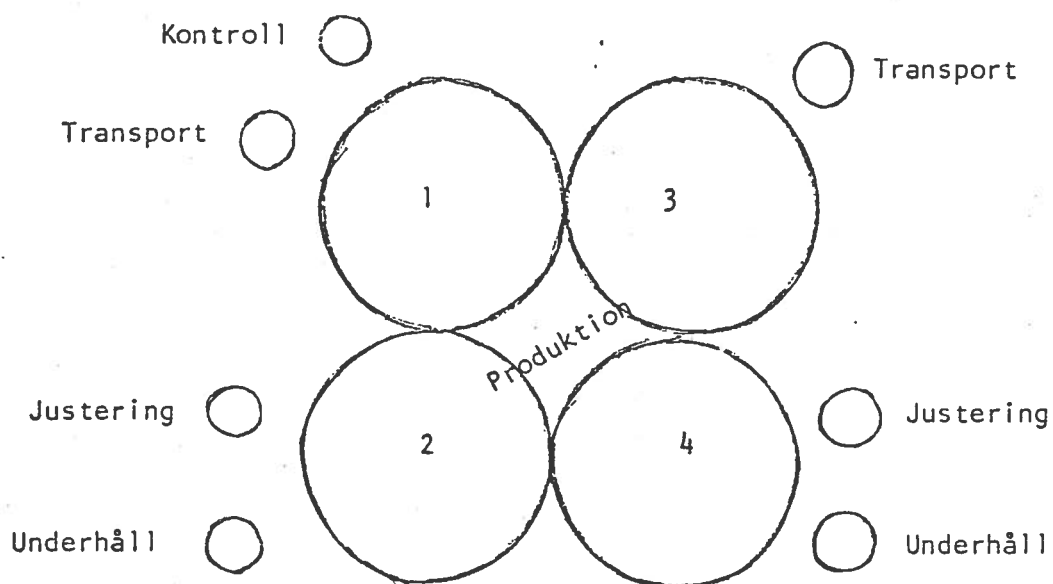
- o Kontaktmannen sköter kommunikationen mellan grupperna och andra företagsfunktioner (kontroll, underhåll, transport etc). Kommunikation i linjen sker dock genom förmanen.
- o Kontaktmannen kontrollerar att produktionsprogrammet följs.
- o Kontaktmannen skall sköta produktionsrapporten samt veckovis inrapportera resultat.
- o Kontaktmannen skall via produktionsstopp kontakta vederbörande instans (svetsservice, jiggservice etc).
- o Kontaktmannen svarar för förbrukningsmaterial samt underhåll på handmaskiner och handverktyg.

Fördelning

Arbetsorganisation 99-CC

Vänster

Höger



Varje sida har en kontaktman. Kontaktmannaskapet roterar mellan transportaren och justeraren var 14:e dag.

BALANSERING

ordelning

		Tim/vecka
		145,635
Verktid lucka	125 st/dag	
förd.tid	5%	7,282
		<u>7,282</u>
		Σ 152,917
Verktid takbalk	55 st/dag	9,405
förd.tid	5%	0,470
		<u>0,470</u>
		Σ 9,875
Verktid akterspegel	100 st/dag	29,883
förd.tid	5%	1,494
		<u>1,494</u>
		Σ 31,377
Ej direkt producerande personal		37,1
förd.tid	8%	2,968
		<u>2,968</u>
		Σ 40,068
Tim/vecka tot.		Σ 234,23
Personlig tid 3%	} 6%	14,054
Plan. tid 3%		<u>14,054</u>
		Σ 248,291
Prestation 1.13		
Antal man	$\frac{248,291}{1.13 \times 41,0} = 5,35$	
∴ 6 man		

Justering

99 CC lucka

Just. 10 st luckor/vecka enl klockstud.

1,9 tim/vecka

" takbalk och akterspegel

2 tim/vecka

i övrigt se tidsstudie.

Städinstruktion 99-CC

Utrymme	Ansvarig	Frekvens	Anmärkning
1. Allmänna utrymmen inom avdelningen, bl a transportgången.	Transportörer	1 gång/vecka dagligen	Sopas + hålla ordning på material
2. Borden vid rastplatsen.	Transportörer	Dagligen	Torkas av
3. Skåpet innehållande svetsglas o dyl	Kontaktman	Efter behov	Hålla ordning och rekvirera material
4. Reparationsvagnar	Underhållsman	Efter behov	Hålla ordning på material
5. Justeringsplats	Justerare	1 gång/vecka dagligen	Sopas + hålla ordning på verktyg
6. Resp. stationsområde	Resp. operatör	1 gång/vecka dagligen	Sopas + plocka in och handmas
7. Varje fredag skall operatören tillse att hans arbetsplats är städad.			

Transportinstruktion 99-CC

Transportör ur grupp 1.
Ansvarar för linedelen.

1. Transporterar framdelar från framdelslinan till stn 20 + returnerar framdelskärrorna.
2. Beställer vid behov medar (tel 329) samt detaljer till stationer utefter linan.
3. Tar hand om inkommande detaljer för vidarebefordran till resp. station. Vid behov placera backar i lagringsställen.
4. Slaktar tomma backar och placerar på där för avsedda platser.
5. Hämtar stolbalk till stn. 30.
6. Sopar allmänna utrymmen, bl a transportgången varje fredag.
7. Håller ordning inom avdelningens allmänna utrymmen.
8. Vid byte skall avgången transportör tillse att erforderligt antal detaljer är framtagna.

Transportör ur grupp 3.

Ansvarar för sidojiggarna.

1. Transporterar såväl höger som vänster sidor till stn. 30.
2. Beställer vid behov detaljer till sidojiggarna.
3. Tar hand om inkommande detaljer för vidarebefordran till resp. jigg. Vid behov placera backar i lagringsställena.
4. Slaktar tomma backar och placerar på där för avsedda platser.
5. Tömmer eller byter skrotbacken vid behov.
6. Torkar av rastplatsens bord minst en gång per dag.
7. Håller ordning inom avdelningens allmänna utrymmen.
8. Vid byte skall avgående transportör tillse att erforderligt antal detaljer är framtagna.

Underhållsschema 99-CC

Objekt	Typ av underhåll	Anmärkning
1. Hängande punktsvetsar	a) Filning av elektroder + provsvetsning	
	b) Byte av elektroder	
	c) Byte av elektrodhållare	
	d) Byte av vattenslangar	
	e) Byte av läderskydd	
	f) Byte av manöverkabel	
	g) Byte av anslutningar till vattenslang	
	h) Dimsörjare-kontroll	Påfyllning olja vid behov
	i) Luftrenare-kontroll	
	j) Allmän rengöring av utrustning	
	k) Tångens upphängning - kontroll	

Objekt	Typ av underhåll	Anmärkning
2. Kortbågssvetsar	a) Matarenhet pistol-smörjning "- "- -renblåsn. b) Luftmotor i pistol-smörjning c) Trådmunstycke-byte d) Inloppsmunstycke-byte e) Svetskabel-byte f) Slirkoppling-rengöring g) Allmän rengöring av såväl verk som pistol. h) Byte av svanhals + hel pistol.	Specialolja
3. Handmaskiner	Samtliga maskiner: Allmän rengöring Smörjning	Varannan dag OBS. Dimsmörjning skall ske varje dag
4. Telfer	Manöverkabel - kontroll - byte	
5. Fjäderblock	Byte av fjäderblock Spänning av fjäder	
6. Övrigt	Dimsmörjare på jiggarna påfyller.	Vid behov
7. De underhållsansvariga skall vid avgång (efter en vecka) se till att erforderligt antal elektroder är filade och defekta elektroder är utbytta.		

Fördelning

Kontrollinstruktion

Kontroll av fem luckor utföres varje dag. Kontaktmannen som i 99CC-bagageluckegruppen har hand om kontrollen besiktigar luckorna tillsammans med kontrollanten.

Innerplåt: Kontr. fri från rost och m-fel. Sprickor och slagmärken förekommer i ganska stor omfattning.

Viktigt att den yta som går mot tätningslist ej är ojämn p g a pressrynkor, slagmärken m.m (Risk för läckage).

Även andra synliga ytor bör av utseendeskäl vara fria från större ojämnheter.

Ytterplåt: Fri från rost och m-fel.

Viktigt att plåtar med slag- och skräpmärken i riktning utifrån och in åtgärdas före sammanbyggnad (åtkomlighets-skäl).

Sammanbyggnad:

Kontr. att lim pålägges runt hela luckan och i tillräcklig mängd.

OBS. Fel på limningsutrustningen får ej medföra olimmade luckor! Överflödigt lim borttorkas.

Kontr. av p-svets skall ske 1 gång/timma. Tillse att psv.-elektroderna är i gott skick och att tången hålles vinkelrätt mot svetsstället. Hålles tången snett får man ovala punkter med försämrad hållfasthet och ojämn yta som följd.

Kontr. att jiggas och fastspänningsanordningar ej är så förslitna att detaljerna blir felaktigt placerade.

Kontr. särskilt noga att 825093/94 Gångjärnsfäste och 825095/96 Fäste är ordenligt svetsade. OBS. 825082 Tapp (i Fäste) får ej lossna vid brytprov.

Kontr. ytan efter slipning. Kontr. flänsen med mall efter riktning. Kontroll i TFI kan göras i samband med prod.-kontrollantens uppmätningar.

Kontr. svetsn. av Gångjärnslagring 825047/48 till Takbalk bakre 825042.

Kontr. att jigger och fixeringar ej är slitna.

Kontr. att tätn.medel placeras på rätt ställe och tillräcklig mängd.

Kontr. att tätningsmedel torkas bort i hålen.

Bakdel. Kontr. av psv. 1 gång/timma.

Kontr. att jigger och fixeringar ej är slitna.

Kontr. av svkb. Hål skall lagas. Högar med svets och elektrodändar på utsidan måste slipas före kommande psv.

Kontr. att detaljer för låsinfästning är rätt monterade på Tröskelplåt 825041.

Stickprov omfattande 5% av dagsproduktionen tas ut. Om stickprovet innehåller felpoäng överstigande kvalitetsmålet, trappas stickprovet upp till 100%, varefter det successivt trappas ned vid förbättrad kvalitet. De vid stickprovet uttagna produkterna återsänds till gruppen för justering även om gruppen poängmässigt ligger under kvalitetsmålet. Justering sker på gruppnivå så att någon eller några i gruppen justerar även andra gruppmedlemmars fel.

EXEMPEL PÅ HUR MAN FYLLER I ETT MATERIALKORT FÖR REKVISITION.

3267		Analyt. o. undersök.		Ansett för		Riktning	
1		2		3		4	
5		6		7		8	
9		10		11		12	
13		14		15		16	
17		18		19		20	
21		22		23		24	
25		26		27		28	
29		30		31		32	
33		34		35		36	
37		38		39		40	
41		42		43		44	
45		46		47		48	
49		50		51		52	
53		54		55		56	
57		58		59		60	
61		62		63		64	
65		66		67		68	
69		70		71		72	
73		74		75		76	
77		78		79		80	
81		82		83		84	
85		86		87		88	
89		90		91		92	
93		94		95		96	
97		98		99		100	

EXEMPEL PÅ HUR MAN FYLLER I PASSERKORT FÖR PERMISSION,

SCANIA		PASSERKORT	
Detta kort skall lämnas till portvakten vid utpassering.			
Inskr. Nr	Y. X-esson	3267	
Nr	Namn	Avd	
den datum 1970-01-01 kl 12-00 för utpassering			
kontakthandens underskrift			
Arbetsledare			
IN 9901627 500x50 73-05 11703			

EXEMPEL PÅ HUR DEN FYLLES
I TRANSPORTBESTÄLLNING

526

STANDARD

TRANSPORTSEDEL

Magasin

Truck nr XXX

Buffer-
plats



XX LIDEN XXX

Detaljn

XXXXXXXX

Antal

X

Pall

Förråd

Parlir NERLYFT

Förråd

Parlir

Best av

NORM

Datum

X/X

Kl

X.X

Behov

Datum

X/X

Kl

X.X

MIN. 2

TIKARS
SKILLNAD

IN 9901642 1500x50 + 3 73-03 127176

X = IFYLLES AV OPERATÖREN ELLER DEN
OPERATÖR SOM HAR TRANSPORTANSVAR

Returnering av felaktigt material

På grund av att material skickas tillbaka från karossverkstaden till pressverkstaden, och att pressverkstaden i många fall ej vet om detta, samt att pressverkstaden ej vet vad det är för typ av fel på materialet, har man stora svårigheter att planera för justerarna.

I en del fall kan det även hända att man fått bryta presslinerna på grund av att det inte funnits riktigt material. I vissa fall har det även vid genomgång visat sig vara obefogat att skicka tillbaka materialet.

På grund av ovanstående är det nödvändigt att kontaktmannen fyller i en just. blankett och lämnar denna till PPKDB R Turesson varje vecka.

- §1 Vid stor omfattning skall kontroll och förmannen kontaktas för avgörande.
- §2 Köpmaterial och delsammanb.material åtgärdas ej och får ej skickas till just.avd. uppställningsplats utan speciell överenskommelse.
- §3 Blanketter för beställning av justeringsarbeten kan rekvideras från PPKDB R Turesson, tel. 528T, 512S.

Returnering av transportskadat material.

Redovisningen omfattar härtillverkat material som skall kasseras.

Kontaktmannen anmäler skadan till MHPT Hultman/Lindén eller
MHP Söderström tel 125T. ✓

MHPT eller MHPM registrerar följande:

Löpnummer

Artikelnummer

Partinummer (pressverket)

eller kostnadsställe (karossverkstad)

Antal artiklar

Vem som anmält skadan

Kontaktmannen lämnar uppgifterna till resp. planerare som redovisar
transportskadan på redovisningsnummer 592-1023.

Regler för grupparbetet

1. Arbetsuppgifter som 99-CC ansvarar för:

- o Produktion
- o Kontroll av produkten
- o Justering
- o Kontakt med avdelning som levererat felaktigt material
- o Transport
- o Underhåll
- o Städning av arbetsplats

2. Arbetsrotation 99-CC

Rotation mellan olika arbetsuppgifter skall ske var 14:e dag (senare en vecka).

3. Arbetstaktregel 99-CC

Prestationen är bestämd till 1.12 MTM och kan ändras endast efter förhandlingar.

I produktionsplaneringens program finns angivet det antal enheter som skall produceras.

4. Buffertregel 99-CC

Vid produktionen skall enheter sändas till buffert enligt produktionens behov.

5. Stöttningsregel 99-CC

Det tillämpas en praxis i grupperna att när stöttning behövs rycker den operatör in som saknar arbete på sin station eller den operatör som har minst att göra.

6. Intagning av ny gruppmedlem 99-CC

Arbetsledaren väljer i samråd med gruppen nya gruppmedlemmar vid extern rekrytering. Både arbetsledare och grupp har veto-rätt, men måste ange giltigt skäl. Vid intern rekrytering deltar fackrepresentant. Regeln som gäller är längst anställnings-tid. Arbetsledaren beslutar även i samråd med gruppen när medlemmar kan lämna gruppen vid omplaceringar inom företaget.

7. Inlärnin9 av nya gruppmemmar

1. Information

- o Information om att arbeta i gruppen av arbetsledaren eller kontaktmannen.
- o Information om kontroll och underhållsarbete sker av respektive funktion genom arbetsledarens försorg.

2. Upplärning

- o Upplärning till kortbågssvetsare av skolningsavdelningen.
- o Upplärning till slipare-riktare av skolningsavdelningen.
- o Praktiskt underhållsarbete tränas tillsammans med underhållsavdelningen.
- o Praktiskt kontrollarbete tränas med erfarna gruppmemmar och kontrollavdelningen.

3. Inkörning

Inkörning av ny gruppmem sker ute i gruppen med en av de erfarna medlemmarna som instruktör (introduktör). För att få verka som introduktör skall samma krav uppfyllas som för att bli ersättare. Introduktören hjälper den nye medlemmen till dess han klarar produktionskörning utan stöttning på respektive station. I mellanfasen då den nye medlemmen klarar sig själv går introduktören in på annan arbete inom gruppen tills dess ny station skall inköras. Vid behov går ersättaren in så att introduktören kan bli tillgänglig för att lära den nye medlemmen nästa station.

Kostnadsmässigt belastar den nye medlemmen skolningskontot tills dess han klarar produktionskörning och introduktören belastar alltid seriekontot så länge han utför arbete inom gruppen.

8 Kontaktmannaregel

- Arbetsuppgiften som kontaktman roterar mellan medlemmarna.
Vikarie ska utses av medlemmarna.
- Kontaktmannen skall fungera som informatör mellan arbetsledning och gruppen och andra företagsfunktioner, ex. teknik, beredning, planering etc.
- Kontaktmannen kontrollerar att produktionsprogrammet följs.
Ansvarar för att alla arbeten blir tillsatta varje morgon och vid behov låna personal mellan grupperna.
- Kontaktmannen skall sköta produktionsrapporten samt veckovis inrapportera resultat.
- Kontaktmannen skall vid produktionsstopp kontakta vederbörande instans (svetsservice, jiggservice, planering etc.)

Svetsservice	tel.	718
Elektriska avd.	"	473
Verktygssavd.	"	422
Röravd.	"	450
Repavd.	"	354
- Kontaktmannen skall ansvara för att rätt antal höger-, servo- och vänsterkarosser byggs samman. Underrättar transportör och stn. 20 om resp. antal.
- Kontaktmannen svarar för förbrukningsmaterial samt underhåll på handmaskiner och handverktyg.
Igångsättning och avstängning av de båda takconveyorna, vatten och huvudströmbrytare morgon och kväll.
Upplåsning och låsning av verktygsskåp och reparationsvagnar morgon och kväll, och att antalet handmaskiner stämmer varje kväll.
- Kontaktmannen ska varje fredag lämna skrotrapporter till orderfördelaren samt lämna information till orderfördelaren i pressavd. hur många enheter som returnerats till justering.
- Som kontaktman kan endast gruppmedlemmar som är helt inlärda på varje delarbetsuppgift av prod.körningen komma ifråga.

9. Ersättare

Antalet ersättare dimensioneras efter resp. grupps storlek och med hänsyn till dess frånvarofrekvens, tex facklig representant i gruppen. Ersättaren budgeteras av arbetsledningen enl. gängse regler.

Ersättarjobben ingår i samma rotationsprincip som övriga i gruppen ingående arbetsuppgifter.

Som ersättare kan endast gruppmedlemmar som är helt inlärd på varje delarbetsuppgift av prod.körningen komma ifråga.

Gruppen avgör när ny medlem kan fungera som ersättare.

Erästtaren skall i första hand ersätta inom den egna gruppen och om ingen ersättning där erfordras står ersättaren till arbetsledningens förfogande och kan då antingen belasta ersättarkontot och då utföra av arbetsledningen anvisade arbetsuppgifter eller lånas ut till andra områden där ersättarhjälp behövs.

Utlåning av ersättare till annat område sker i samråd mellan arbetsledaren och gruppens kontaktman.

10. Permission

Gruppen ansvarar själva för permissionsgivningen inom ramen 1 dag/medlem.

Tillstånd för permission får endast ges om planerad produktion kan innehållas.

Om gruppen för att kunna ge permission behöver personalförstärkning eller måste tillgripa övertid, skall arbetsledningen vidtalas liksom om permissionstiden överskrider 1 dag.

Vid permissionsgivning som faller inom gruppens ansvarighetsområde skall kontaktmannen stämpla närvarokorten och skriva ut passerkort.

Avsteg från denna regel göres vid kvalifikationsdag, då utöver kontaktmannens stämpel även godkännande av biträdande verkstadsingenjör fordras. Kontaktmannen informerar arbetsledningen om vem som givits permission.

11. Rationaliseringsarbete

Gruppmedlemmarna deltar i rationaliseringsarbetet under följande former:

För varje år utarbetas en målsättning för R-arbetet i samråd. Denna målsättning föreläggs beslutsinstans för godkännande. Gruppmedlemmarna lämnar förslag till mer utvecklade lösningar på rationellare tillverkning eller andra kostnadsbesparande åtgärder till arbetsstudie, som ser till att idéerna får en lämplig produktionsteknisk utformning. Dessa lösningsförslag skall samtidigt inlämnas till förslagskommittén med hela gruppen som förslagsställare.

Första namn erhåller förslagspoäng och förslagspengar. (Smågrupper delar) Kvartalsuppföljning göres huruvida lösningsförslagen fyller målsättningen. Utöver denna målsättning kan ändringar i produktionstakten föranleda utökad produktionstekniskt arbete liksom om lösningsförslagen inte täcker målsättningen.

De rationaliseringar som genomföres på initiativ från andra än gruppens medlemmar skall även de räknas i i rationaliseringsmålsättningen.

Förslagsverksamheten.

För beräkning av belöningssummans storlek skall följande normer användas:

Utgångspunkt: Belöningen = halva årsvinsten.

1. Förslag som ger tidsvinst

Belöningen = halva årsvinsten = B

$$B = 1/2 V$$

Årsvinsten V i kr uträknas enligt följande formel:

$$V = n(a + l + o) - \frac{i}{a}$$

varvid

n = antal enheter per år

a = besparing i lön per enhet

l = lönebikostnad

o = omkostnadsbesparing per enhet

i = investeringskostnad

a = antal år för avskrivning

2. Förslag som ger materialbesparing.

$$\text{Belöningen } B = 1/2 \times n \times m$$

n = antal enheter per år

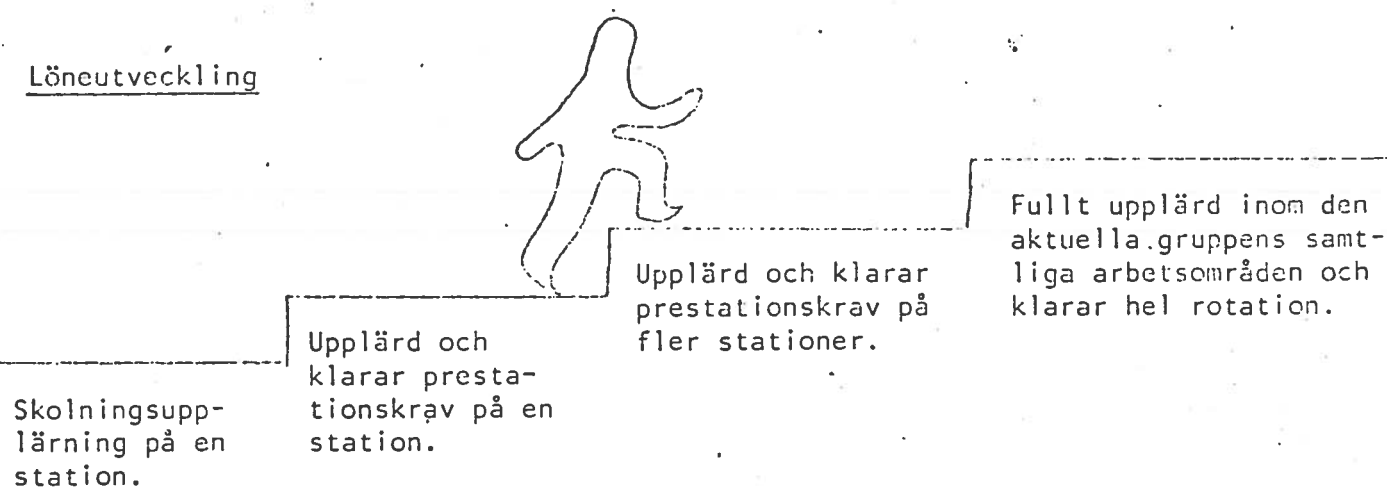
m = materialbesparing enligt senaste standardpris per enhet.

3. Övriga förslag.

Förslag som berör skydds- eller välfärdsåtgärder, ökad trivsel och dylikt samt andra för vilka besparing enligt ovan inte kan beräknas, belönas i normala fall med upp till 600 kr. För särskilt värdefulla förslag kan dock högre belöningar utgå.

12. Betalningsregel.

Lönen varierar beroende på vilka arbetsuppgifter som medlemmen klarar av. Högre arbetskunnighet ger högre lön. Ju fortare medlemmen lär sig en arbetsuppgift desto snabbare når han högre lön. Det är gruppen som bedömer vilken nivå medlemmen befinner sig på.

Löneutveckling

Internt omplacerad personal med minst 12 mån anställning i en följd inom företaget erhåller individuell genomsnittslön under en begränsad tid enligt avtal.

Gruppmerittillägg förekommer i de fall då grupperna tar på sig andra arbetsuppgifter, t ex permissionsrätt, rekvisitionsrätt, rationaliseringsarbete.

Gruppen har högre arbetsvärderingspoäng beroende på ansvaret som gruppen har.

Några kommentarer till ovanstående regler. Rationaliseringsarbete har ibland uppfattats negativt från gruppmedlemmar. Dock har man accepterat detta mål, eftersom alternativet är att produktionsteknikern utför rationaliseringsarbete. Nu har man rätt att välja vad man vill rationalisera.

Vad gäller övertid så har gruppen ansvar för att tappad produktion körs in på betald övertid. Beroende på att det finns inbalanserad störningstid i tidsstudien, så får gruppen ta ut sin upparbetning under dagar efter hur störningarna sker. Vid större störningar, arbetsledningen och kontaktmannen avgör detta, så behöver gruppen ej köra in detta under arbetstid, utan detta körs in på övertid.

De regler som man använder vid SAAB-SCANIA i Trollhättan har med tiden upplevts som fixerade och ingen har något behov av att ändra den, vilket är lite tråkigt, eftersom författaren själv var med och utformade reglerna. Reglernas effekt är dock störst i början av en grupps verksamhet, senare har gruppen internaliserat normerna. Saknas regler kommer den starkes rätt att gälla. De övertar de bästa jobben och vägrar rotera på sämre jobb. De lämnar jobbet när de är klara och hjälper ej till. Likaså kommer konflikten att ske mellan gruppen och serviceavdelningen som kontroll och underhåll, vilka vägrar gruppen att utföra dessa arbetsuppgifter. Vi har i forskning sett flera exempel på detta. Många misslyckanden i Västtyskland beror på avsaknad av regler.

Det är kanske på sin plats att påpeka att ett problem som förekommer ibland är att någon kommer berusad till arbetet. Problemet är svårt för arbetskamrater, fackliga representanter och arbetsledare. En lokal föreskrift har därför utfärdats vid SAAB-SCANIA i Trollhättan och lyder enligt följande:

Alkohol, narkotika och liknande centralstimulerande medel får ej införas till företagets arbetsplatser. Om så önskas kan portvakten förvara inköpt alkohol under arbetstid.

Inom företagets område påträffad alkohol, narkotika och liknande centralstimulerande medel skall anmälas till och omhändertagas av säkerhetstjänst.

Påverkad person kommer att avvisas från arbetsplatsen.

- Bedöms en person vara påverkad skall han/hon tillsammans med två personer, exempelvis arbetsledare och skyddsombud, ledsagas ut.

Är vederbörande påverkad i sådan grad, att han/hon ej anses kunna klara sig själv, skall han/hon sändas hem på ett betryggande sätt (t ex i taxi alternativt jourbil och tillsammans med två personer).

- Vägrar den påverkade att lämna arbetsplatsen begär arbetsledningen hjälp från säkerhetstjänsten, som i samråd med arbetsledning och skyddsombud, eller facklig representant, avgör om polis skall tillkallas.
- Blir den påverkade aggressiv skall polis alltid tillkallas genom säkerhetstjänstens försorg.
- Person får ej med fysiskt våld tvingas till någon åtgärd efter det att han/hon lämnat området.
- Bedöms påverkan vara orsakad av narkotika skall i samråd med facklig representant polis alltid informeras.

Föreskriften är till som hjälp för arbetskamrater, skyddsombud och arbetsledaren.

För att den självstyrande gruppen skall kunna fungera erfordras att den övriga företagsorganisationen, särskilt ledningen och kontrollavdelningen, respekterar gruppens autonomi.

När det gäller kvalitetsansvaret så blir det ofta besvärligt att praktiskt genomföra. Företagen har ofta relativt stora kvalitetsavdelningar där man sysslar dels med besiktning dels löpande allkontroll av produkterna. Vid besiktning sker ett stickprovsuttag på olika ställen i tillverkningskedjan och man mäter att kvaliteten ligger inom kvalitetsmålet för produkten.

Vid löpande allkontroll kontrolleras varje produkt på olika ställen i tillverkningskedjan men under en kort tid (cykeltiden). Allkontroll är vanlig vid drivna liner eftersom risken för att en produkt blir ofullständigt monterad är stor och att detta ofta omöjliggör vidare montering. Justering blir därför nödvändig. På ett förmansområde i serieproduktion finns det ofta flera kontrollanter för totalkontroll och flera justerare, ibland finns också kontrolljusterare d v s kontrollant och justerare i samma person. Besiktningskontrollanten arbetar inom större avsnitt och har högre utbildning än kontrollanter vid allkontroll. Alla kontrollanter lyder vanligen organisatoriskt under en kontrollförmän medan justerare och kontrolljusterare lyder under produktionsförmannen. Förhållandena mellan allkontrollanter och operatörer är ofta spända och upplevelsen av att kontrollanterna leker polis är vanlig.

Det är numera vanligt att man talar om kvalitetsstyrning inom företag. Med kvalitetsstyrning avses den totalsyn som producenten vidtar för att uppnå åsyftad kvalitet i utformning eller utförande av en viss produkt. Kvalitetsstyrning innefattar dels kvalitetssystem dels registrerande, jämförande och påverkande åtgärder. Kvalitetsstyrning kan inte ses som ett isolerat styrsystem. Produktionsstyrningen består av materialstyrning (rätt material i rätt mängd vid rätt tidpunkt på rätt plats), kapacitetsstyrning (belastning av maskiner och operatörer), tidsstyrning (när nödvändiga operationer skall utföras i respektive produktionsenhet) samt kvalitetsstyrning. När det gäller kvalitetssystem så innefattar dessa ansvarsgränser för olika funktioner, metoder för mätning och registrering, informationssystem och system för informationsfeed-back."

Utformningen av kvalitetssystem är av största betydelse för hur den självstyrande gruppens ansvar för kvalitet kommer att utvecklas. I litteraturen om kvalitetsstyrning behandlas system utan större hänsyn till att människor ingår i dem. Systemen behandlas ur en snäv Scientific Management-synvinkel vilket medför att operatörens inställning vanligtvis är starkt negativ mot kvalitetsansvar och att andelen kontrollanter för löpande allkontroll samt justerare blir omfattande. Synen på produktionssystemet är enkelt utförande av arbetsroller utan hänsyn till sociala relationer. Den del som behandlar statistiska metoder för registrering, jämförelse och påverkan på tekniska störningar upptar den största delen i litteraturen. Konstruktion av system för kvalitetskontroll och dragning av ansvarsgränser är lika mycket en social som en teknisk konstruktion.

Risk för överbyråkratisering

Gruppen har som tidigare nämnts ett behov av klara ansvarsgränser. Dock finns alltid risken för överbyråkratisering.

Regler kan med tiden bli allt fler, arbetsinstruktioner och regler blandas ihop så att flera "regler" redan är uttryckta i tidsunderlaget. De många reglerna blir orsak till mängder av möten med olika berörda parter. Mötena protokollförs, varefter protokollen distribueras till alla medlemmar etc, etc. Denna överbyråkratisering stoppas genom ett fåtal regler, undertecknade av företagsledning och fackföreningen.

Gruppens relation till den lokala fackföreningen

En grupp kan utveckla olika slag av värderingar och dessa kan ibland skilja sig från den linje som den lokala fackföreningen beslutat som lämplig. I praktiken kan detta leda till att gruppen själv vill föra sin talan gentemot företaget. Detta är olämpligt, dels ur företagets och dels ur fackföreningens synpunkt. Företaget skulle i så fall bli tvungen att förhandla med flera olika grupper med olika uppfattningar och fackets möjligheter att agera gentemot företaget som en samlad enhet skulle gå förlorade. Det är därför väsentligt att facket har en inre demokrati så att information om fackets ställning i olika frågor kan ges till gruppmedlemmarna samt att dessa har möjlighet att få frågeställningar besvarade av fackliga representer.

Vissa författare anser att självstyrande grupper slår sönder förutsättningen för att ett arbetarkollektiv skall kunna bestå. De verkar således mot de fackliga strävandena.

Man bör sträva efter att få minst en facklig kontaktman inom varje förmansområde (varje förman har 3 - 6 grupper, ca 20 - 50 operatörer). På detta sätt kan grupperna vända sig till sin fackliga representant och få omedelbara svar på de flesta frågor men även få möjlighet att föra frågor vidare till fackets styrelse.

Det är en fördel om det på varje förmansområde finns minst en MTM-kunnig operatör vilken kan handha frågor vad gäller tidsstudieunderlagets relevans vid ombalanseringar. De skyddsombud som finns inom varje förmansområde tillgodoser behovet vad gäller skyddsfrågor.

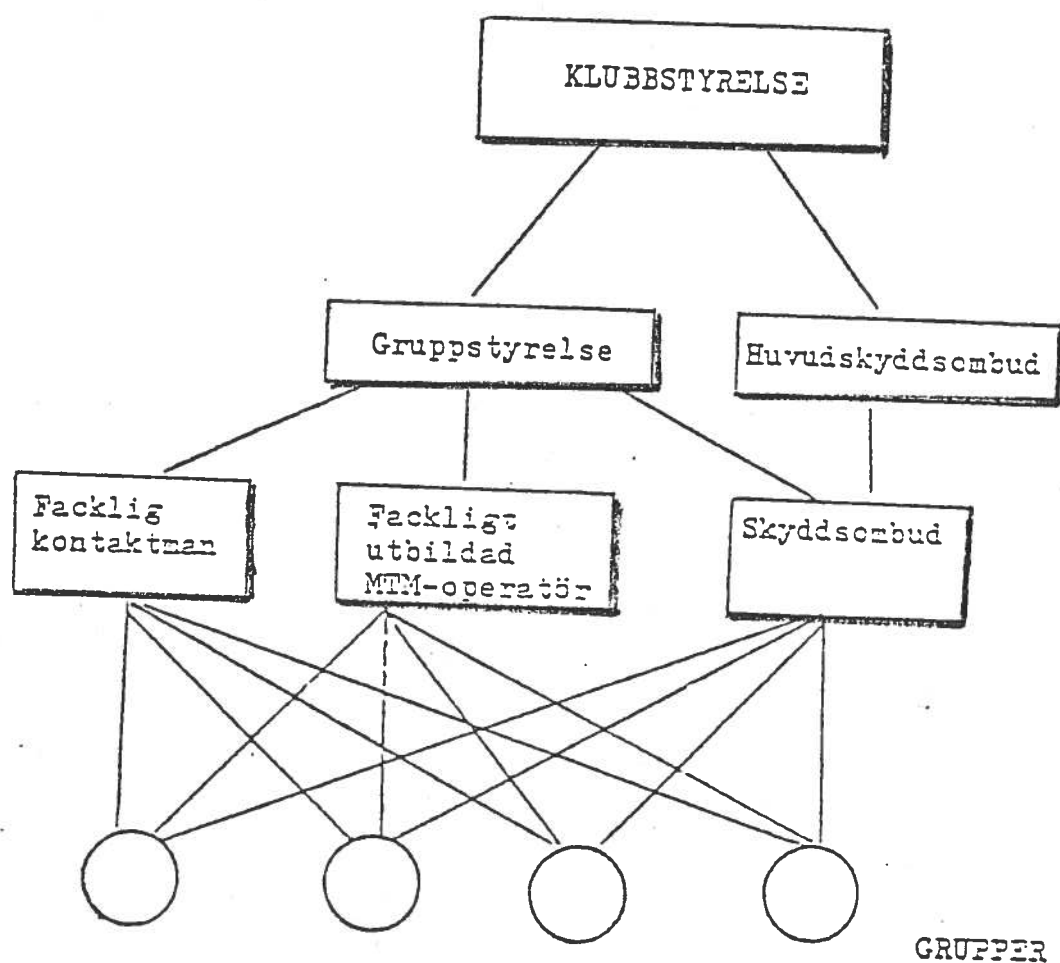


Fig. 5.6- Facklig organisation för ett förmansområde.

Ett system är något som kan uppfattas som avgränsbart. Det är dock alltid svårt att avgränsa ett system i förhållande till andra system. Vanligtvis studerar man ett system och den omvärld som omger systemet. Men det är ofta oklart vilka gränser system har till varandra eller till omvärlden.

Gränserna är också beroende på vilka variabler som man studerar. Man kan därför säga att systemets gränser är beroende av den empiriska process som användes vid studier av systemet. Under denna process omvärderas systemets gränser ett flertal gånger.

När det gäller ett sociotekniskt system så ingår det som ett delsystem i det större system som företaget utgör. Företaget ingår kanske som en division i en koncern och koncernen ingår som en del i samhället. I vissa fall gränsar det sociotekniska systemet till andra system inom företaget (t.ex. materialflödet) men i andra fall gränsar det till företaget (t.ex. lokal lönepolitik, arbetsvärdering, arbetstiden) och i andra fall direkt till omvärlden (t.ex. rekrytering av medlemmar) ibland direkt till koncernen (övergripande policy etc).

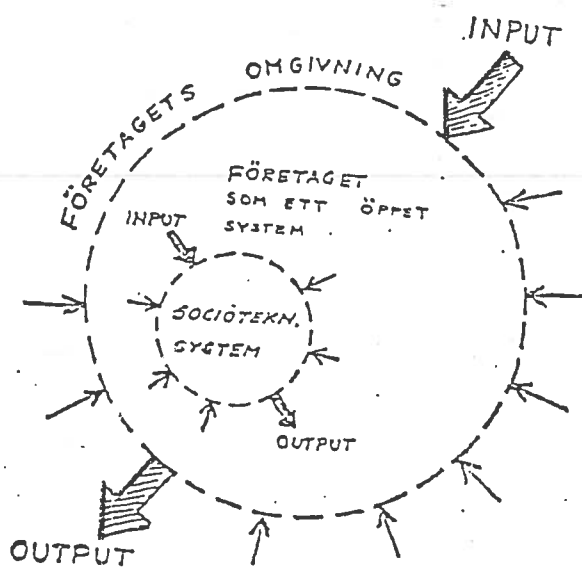


Fig. 6.7 -Företaget och dess omgivning.

De större systemen påverkar starkt ett sociotekniskt system. En ändring i arbetstiden från dagtid till skift, en höjning av produktionstakten, ett nytt arbetsvärderingssystem och därmed nya löneregler medför alla en stark påverkan på det sociotekniska systemet. Medlemmarna i systemet värderar sin

nya situation och handlar därefter. Handlingen kan vara en vild strejk vilket är vanligt i samband med arbetsvärderings-system eller höjningar av produktionstakten. Handlingen kan också vara att säkra nytt arbete inom eller utom företaget.

Förändringar i samhället, såsom förbättrad social trygghet, ger individen ökad handlingsfrihet. Konjunkturförändringar och nya arbetstillfällen skapar möjlighet till en ökad handlingsfrihet för individen. Att betrakta ett sociotekniskt system som ett slutet system får som konsekvens att en mängd händelser upplevs som oförklarliga och orsaken till dessa händelser brukar företagsledningen söka i bristande ansvar hos operatörerna i stället för i förändringen i det socio-tekniska systemets omgivning. Många försök med självstyrande grupper har avbrutits på grund av förändringar i det större systemet. Exemplevis vid textilfabriker i Holland lades fabriker ned på grund av dålig lönsamhet. Vid Philips i Holland på grund av att ^{ens}produktionens produktionslivslängd var begränsad. Vid ett experiment vid en trähusfabrik i Norrbotten på grund av överfyllda lager, orsakade av en lokförarstrejk, medförde att samtliga arbetare permitterades. I Norge vid Norsk Hydro på grund av att Nordsjöoljan och eventuellt medlemsskap i EG blev aktuella frågor etc, etc.

Rekryteringen av medlemmar i ett sociotekniskt system påverkar också systemets beroende på den bakgrund dessa har (skilda anspråk och uppfattningar). En turk från turkiska landsbygden, en finländare, en svensk, alla har de olika anspråk och värderingar vilket påverkar deras handlande gentemot det socio-tekniska systemet.

1.5 Ledarskap vid grupporganisation

För en djupare analys se Fridell och Karlsson, Ledarskap och gruppteori för praktiker (CTH, 1981).

Ledare, är i socialpsykologisk bemärkelse, de personer som vid en viss tidspunkt eller under en viss tidsrymd har mer inflytande än övriga medlemmar i gruppen.

Chefer är formella ledare. De har ålagts ett visst ansvar att lösa uppgifter med organisatoriskt underställd personal. Begreppen chef och ledare behöver därför inte vara identiska.

Ledarskap utövas av chefen och är förmågan att skapa de betingelser som gör att medarbetarens kunskap, förmåga, intresse, initiativkraft och vilja till samverkan koncentreras för att på bästa sätt genomföra förelagda uppgifter med tillgängliga resurser.

I samband med ledarskap talar man ofta om uppgiftsinriktat respektive personalinriktat ledarskap.

En ledare, som anser att uppgiften är det viktigaste utan att ta hänsyn till individen kommer att se sina underlydande endast som redskap för att nå ett gott arbetsresultat. Individernas behov och trivsel bryr han sig inte om. Han kommer med all till buds stående medel att driva på sina underlydande. Eftersom han anser information obehövlig, kommer han ensam att känna till syftet med arbetet och också vara den ende, som har tillräckliga kunskaper för att fatta beslut. Detta medför att de underlydande, när ledaren inte är närvarande, har svårt att inse varför de måste arbeta och därför blir obenägna att göra detta.

En ledare, som anser att individen är det viktigaste utan att ta hänsyn till uppgiften, kommer att lägga ner all energi på att åstadkomma ett gott kamratskap och en trivsamt arbetsmiljö. Hans inställning är, att om de underlydande trivs och inte utsätts för tråkigheter, kommer de att sköta sitt arbete. Han utför hellre arbetet själv än tvingar det på någon. Engagemanget för organisationens mål blir svagt och i stället kommer individens kortsiktiga mål (hög lön, kort arbetstid o s v) att träda i förgrunden.

En ledare, som anser att varken uppgiften eller individen är viktig, kommer att bete sig som en "låt-gå-ledare". Han försöker undgå såväl arbetsuppgifter som de underlydandes krav på honom. Han är passiv.

En ledare, som tillmäter såväl individ som uppgift viss betydelse, kommer att låta sina underlydande delta i planeringen i sådan utsträckning att de känner sig tillfredsställda. Men han låter dem delta endast så mycket som erfordras för att nå måttliga resultat, vilket är hans mål.

Uppstår konflikter i arbetet eller med underlydande, kommer han att försöka kompromissa. Han kommer att göra vad han är ålagd så långt möjligt utan att råka i konflikt. Hans inställning är att stabilitet, enhetlighet, likformighet och stelhet är bättre än risktagning, förändring, framsteg och förnyelse.

Den ledare, däremot, som anser att såväl uppgiften som individen är viktig strävar efter att få sina underlydande engagerade i arbetet. Initiativ och idéer välkomnas och uppmuntras. Trivseln kommer då man känner tillfredsställelse av att uppnå resultat. Alla är lika intresserade som ledaren av att arbetet utförs. Organisationens mål och målen för de enskilda kommer på detta sätt att sammanfalla.

Enligt dessa synpunkter bör alltså en ledares inställning vara att såväl individen som uppgiften är viktig. Vad som anges i modellen är alltså en ledares inställning eller attityd till sina medarbetare och till arbetsuppgiften. Med utgångspunkt från denna inställning kommer han oftast att bete sig på något av de sätt, som skisserats ovan.

Naturligtvis kan man inte bortse från de krav, som bestäms av situationen och arbetsuppgiftens art. Dessa krav medför att en ledare i vissa lägen måste se helt till uppgiften och handla klart uppgiftsinriktat, t.ex. i en kritisk situation. I andra fall måste han kanske helt ta hänsyn och ägna sig åt sina underlydande. Men detta gäller endast beteendet präglad av den aktuella situationen och/eller arbetsuppgiftens art och inte hans grundinställning. Denna har eller behöver inte ha undergått någon förändring.

Utifrån sin attityd kommer en ledare att bete sig på ett visst sätt i situation A, på ett annat i situation B och kanske på ett tredje i situation C beroende på vilka krav som respektive situation ställer på ledaren.

Individens beteende rättas till stor del efter de attityder chefen har. Detta innebär att en chef anpassar sina ledningsprinciper efter de attityder han har bl.a. till underlydande.

Det beteende en ledare uppvisar mot sina medarbetare bestäms bl.a. av vilka antaganden han gör om medarbetarnas vilja att utföra prestationer. Med utgångspunkt från en rad sociologiska studier av ledningsformer inom olika organisationer har man formulerat Teori X.

- 1 Den vanliga människan har en instinktiv motvilja mot arbete och undviker det så mycket som möjligt.
- 2 Eftersom den vanliga människan tycker illa om arbete, måste hon tvingas, kontrolleras, lockas eller hotas med straff för att utföra rimliga prestationer.
- 3 Den vanliga människan föredrar att låta sig ledas, önskar undvika ansvar, har endast obetydliga ambitioner och vill framför allt ha trygghet.

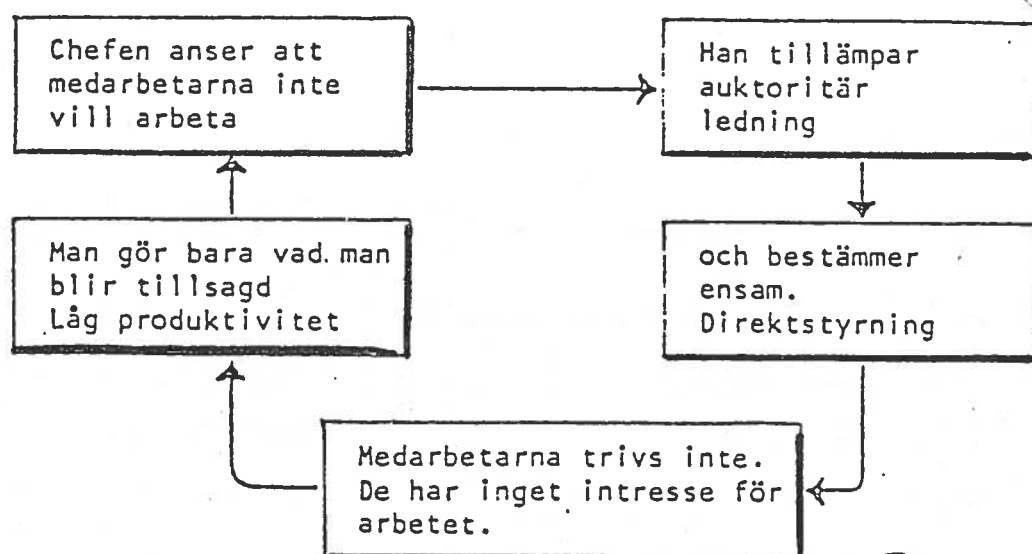


Fig. 6.8 - Självuppfyllande profetsia negativ människosyn.

Med en viss inställning beter man sig på ett visst sätt. Detta får konsekvenser, vilka man observerar. Observationerna stärker den inställning man hade från början, man blir övertygad om att tidigare beteende var rätt o s v. Teori X blir alltså självuppfyllande (s.k. självuppfyllande profetsia).

Man har också formulerat en Teori Y. Den bygger på helt andra antaganden om människan.

- 1 Det är lika naturligt för människan att anstränga sig fysiskt och psykiskt som att vila och koppla av.
- 2 Människan vill leda och kontrollera sitt eget arbete för ändamål som hon känner angelägna. Belöningar och straff har begränsad betydelse.
- 3 En vanlig människa lär sig under gynnsamma omständigheter inte bara att ta utan även söka ansvar.
- 4 De flesta har fantasi, uppfinningsriktighet och behov av att skapa.
- 5 I det moderna samhället utnyttjas genomsnittsmänniskans intellektuella möjligheter endast i begränsad utsträckning.

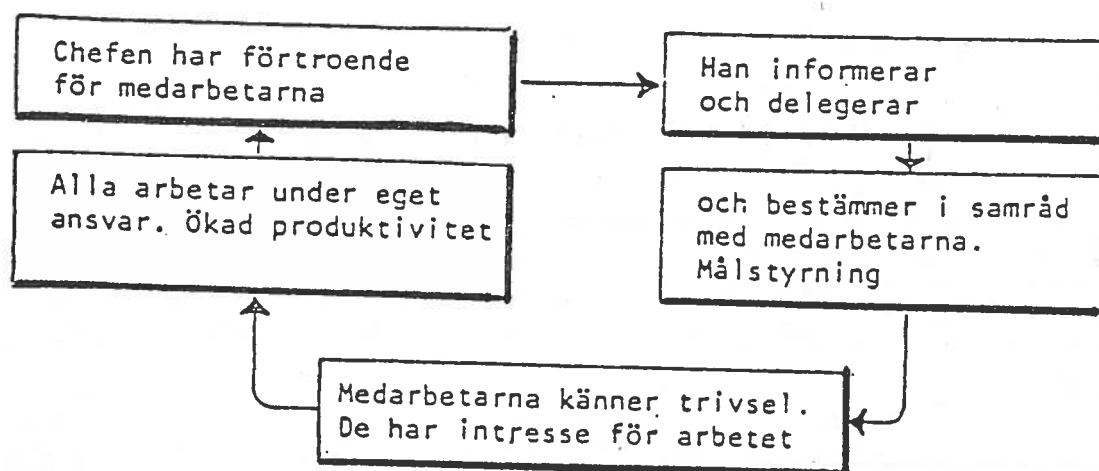


Fig. 6.9 -Självuppfyllande profetsia positiv människosyn.

Om individen ges möjlighet att tillgodose sina behov av att prestera, att engagera sig i uppgifter av olika slag, att uppleva erkännande för utfört arbete osv, blir hans prestationer bättre enligt teori Y. Men dessa möjligheter bestäms av den inställning som chefen har. Den "onda cirkeln" i teori X motsvaras här av omvända förhållandet på grund av att chefen har en positiv människosyn.

Situation och ledarskapsstil

Uppgiftsorienterade ledare är effektiva både i mycket gynnsamma och i mycket ogynnsamma situationer. Man ska försöka anpassa respektive ledarstil till respektive arbetssituation. Det har dock visat sig svårt att vänja ledare som vant sig vid den ena eller den andra ledarskapsstilen, att ändra denna till en för situationen mer gynnsam ledarskapsstil. I de fall man inte kunnat ändra organisationen eller flytta ledaren, har man sökt att utbilda dessa äldre ledare i ny ledarskapsstil. En ledare som tillmäter såväl individ som uppgift viss betydelse kommer att låta sina underlydande delta i planeringen i sådan utsträckning att de känner sig tillfredsställda. Men han låter dem delta endast så mycket som erfordras för att nå måttliga resultat, vilket är hans mål. Uppstår konflikter i arbetet eller med underlydande, kommer han att försöka kompromissa. Han kommer att göra vad han är ålagd så långt som möjligt utan att råka i konflikt. Hans inställning är att stabilitet, enhetlighet, likformighet och stelhet är bättre än risktagning, förändring, framsteg och förnyelse. Den ledare däremot som anser att såväl uppgiften som individen är viktig, strävar efter att få sina underlydande engagerade i arbetet. Initiativ och idéer välkomnas och uppmuntras. Trivseln kommer då man känner tillfredsställelse av att uppnå resultat. Alla är lika intresserade som ledaren av att arbetet utförs. Organisationens mål och målen för de enskilda kommer på detta sätt att sammanfalla.

Enligt dessa synpunkter bör alltså en ledares inställning vara att såväl individen som uppgiften är viktig. Vad som anges i modellen är alltså en ledares inställning eller attityd till sina medarbetare och till arbetsuppgiften. Med utgångspunkt i denna inställning kommer han oftast att bete sig på något av de sätt som skisserats ovan.

Den uppgiftsinriktade chefen har sett till att hans medarbetare har fått goda kunskaper individuellt. Ofta sammanhänger dock detta ledarskap med en kylig attityd mot de underställda ofta dåligt informerade om vad som händer utanför arbetsgruppen. Detta hämmar personligt initiativtagande och ger oro inför uppgiften, framför allt inför nya uppgifter. Chefen är i denna organisationstyp helt ansvarig för effektivitet och produktivitet. Löser gruppen sin uppgift tillfredsställande kommer chefens roll att stärkas. Blir resultatet dåligt, undergrävs hans vidare ställning. Det blir då ovisst, om chefen kan utöva något ledarskap i framtiden.

Den personalinriktade chefen söker sig till sina underställdas emotionella och personliga behov. Han betonar faktorer som samverkan, samarbete och trygghet i gruppen och inriktar sig mindre än föregående chefstyp på att drilla sina underställda i specifika färdigheter. Medan tryggheten i gruppen på ett vis kan bli stor, blir också osäkerheten om man ska klara av uppgiften mycket stor. Detta påverkar på sikt förtroendet för chefen, vilket medför att deltagarna söker dra sig ur situationen. Visar det sig att gruppen inte kan lösa sina uppgifter, är det tvivelaktigt om den bör fortsätta utan chefsbyte. Löser gruppen sin uppgift däremot, fortsätter likväl det bristande förtroendet för chefen och medlemmarna söker ta varje chans att exempelvis maska.

Den uppgifts- och personalinriktade chefen söker kombinera de båda föregående ledaregenskaperna. Han betonar vikten av att gruppmedlemmarna har adekvata egenskaper och han söker samtidigt skapa goda relationer mellan gruppmedlemmarna och mellan sig själv och gruppen genom att diskutera med och informera medarbetarna. Chefen stöder personliga initiativ från medarbetarna och

stimulerar dem till sådana. Vid motgångar söker han tillsammans med gruppmedlemmarna komma underfund med varför ett fel begåtts och därigenom att via förbättrade kunskaper undvika att sådan upprepas.

I dagens industri och offentliga förvaltning har tidigare uppgiftsorienterade chefer ofta inte kunnat övergå till uppgifts- och personalorienterat ledarskap utan istället dragit sig tillbaka och hemfallit åt låt-gå-ledarskap.

Chefskapet för en arbetsgrupp innebär inte att chefen ständigt måste informera och sammanträda med sina underlydande, inte heller att han ska underlåta att i vissa situationer ge klara och direkta order. Chefen får inte heller tveka att handla snabbt, ta beslut och risker, när så erfordras.

Gruppen utvecklas till allt större kunskap och mognad. Gruppens mognadsgrad är bestämmande för val av ledarskap i viss situation. Om vi återgår till begreppen uppgiftsorienterad respektive personalinriktad ledare så kan följande figur uppställas.

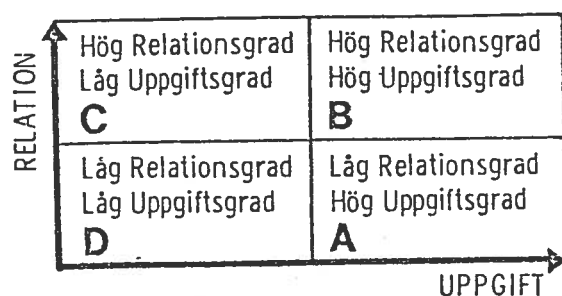


Fig. 6.10 (Hersey & Blanchard)

I rutorna finns fyra stycken ledarstilar A, B, C och D. Alla fyra kan vara effektiva, men det beror på situationen hur effektiva de är. Den lodräta axeln uttrycker graden av ledarens arbete med relationer till de underställda, t ex att personligen engagera sig, lyssna, stödja. Den vågräta axeln uttrycker ledarens arbete för uppgiftens lösande, t ex mål, order, anvisningar och undervisning.

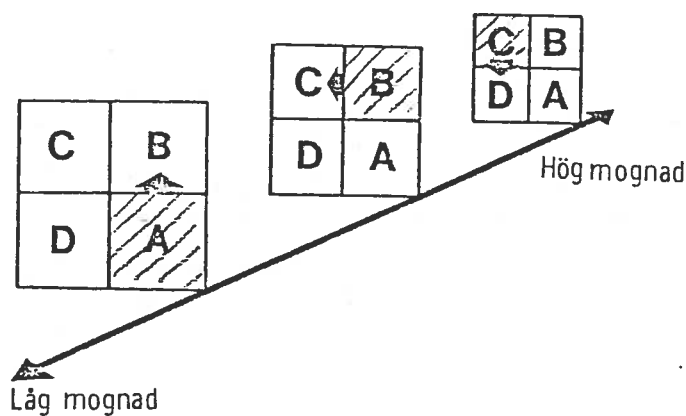


Fig. 6.11

Hersey och Blanchard visar på att under gruppens mognadsprocess (kunskaps- och normutveckling) måste ledaren passera de fyra rutorna motsols.

Om en grupp är välutbildad och har nått en hög mognadsgrad kan ledaren delegera mer och mer av uppgifter till gruppen. För att flytta sig från en ruta till nästa måste ledaren ta vissa risker. Han kan ibland missta sig på gruppens mognad och behöver då gå tillbaka ett steg. Samma gäller om situationen ändras så att gruppen är att beteckna som omogen, t ex byte av produkt eller införande av ny årsmodell.

Forskningen kring ledarskap i olika situationer har behandlats av Fiedler (1967, 1971, 1977). Fiedlers huvudantagande är: "En grupps effektivitet är beroende av förhållandet mellan ledarskapsstil och den utsträckning i vilken grupporganisationen tillåter ledaren att utöva inflytande."

Fiedler har tre situationsvariabler:

1. Ledare - medarbetarrelationer
2. Uppgiftsstruktur
3. Ledarens status i gruppen.

Han anser att en viss ledarstil är mer effektiv i en viss situation än i en annan. Med effektivitet avser Fiedler gruppeffektiviteten. Dock använder han ej denna som enskild variabel utan i stället blir korrelationen mellan ledarskapsstil och gruppeffektivitet hans beroende variabel. Detta medför att man ej vet hur stark gruppeffektiviteten är samt att det blir omöjligt att uttala sig om ledarskapets effektivitet (Landy och Trumbo 1976).

Fiedler anser att genom att matcha ledare och situation (förändra situationen så att den passar ledaren eller förflytta ledaren till en för honom passande situation) så ökar effektiviteten. Kritik mot Fiedlers modell är att situationskaraktäristika ej är oberoende av ledarskapsstil, dvs att ett ömsesidigt beroende skulle vara för handen. (Kerr och Harlan 1973).

Vad blir kvar av arbetsledarrollen?

Arbetsledaren försvinner inte i och med införande av grupper. Dock blir hans arbetsuppgifter förändrade. Han får mer tid över till att planera och deltaga i utvecklingen av sin egen avdelning både tekniskt och administrativt. Han kommer även att vara kommunikationskanal mellan gruppen och företagsledningen. Ett behov av utbildning kommer att uppstå men erfarenheter från Volvo och Saab visar att utbildning bör sättas in när behovet finns hos förmannen och ej tidigare.

När förmannen har befäl över ett antal självstyrande grupper kan han inte utöva något ledarskap över dessa utan enbart chefskap. Detta beroende på dels organisationsformen (självstyre), dels på att han alltför sällan (1 gång/vecka) träffar sina underställda.

Den enda möjligheten att påverka gruppens beteende i önskvärd riktning är "gruppterapeutiskt beteende" från förmannens sida. Detta förutsätter dock en mycket lång utbildning i olika grupp-tekniker, vilket förmannen knappast hinner lära sig. Förmannens roll i gruppssammanhang blir mer lik chefstjänstemannens.

Som framgår av ovanstående ställer det sig utomordentligt svårt att utbilda förmännen till ledare på grund av organisationsformens betydelse för möjlighet att agera som ledare. Utbildningen bör i stället inriktas på chefskap och gruppterapi i de fall han har hand om självstyrande grupper.

Den förman som går från en lineproduktion till en produktion med självstyrande grupper måste ställa om sig vad gäller att delegera ansvar. Utbildningen bör därför behandla inom vilka ramar verksamheten bör bedrivas samt hur grupper beter sig, vad som styr gruppen etc. Utbildningen bör bedrivas i studiecirkelar med verkstadsingenjörer, verkmästare och förmän närvarande. Förmannens arbete består vid självstyrande grupper till stor del av att delge gruppen information och ta emot information från gruppen.

Arbetsledarrollen uppkommer ur behovet att styra och samordna ett ofullständigt system av relationer mellan människor och arbetsuppgifter. En förman som har hand om flera självstyrande grupper slipper ifrån en stor del av arbete med intern reglering genom att gruppen har klara ansvarsområden, en inneboende stabilitet och möjlighet till självreglering. I andra organisationsformer bibehålles ett stabilt tillstånd endast genom ständiga och intensiva insatser från förmannens sida.

Förmannens attityd till gruppen bör vara oreserverat accepterande vänlig och förstående i sina relationer till gruppen. Kritik och angrepp, vilka som regel mer är av känslomässig än intellektuell art, studsar vanligen fullständigt tillbaka mot en sådan attityd. Den kan vara svårt att vidmakthålla denna attityd i obehagliga situationer av press, men förfaller chefen till att försvara sig intellektuellt, är spelet till en viss grad förlorat.

Den kan ibland vara en direkt nackdel om förmannen är alltför kunnig i det manuella arbetet. Hans "duktighet" kan komma att verka som ett för stort krav, en alltför stor uppgift för deltagarna. De ger upp, blir modfällda och kanske negativt inställda till grupparbetet på det hela taget. Om förmannen däremot förstår att appellera till deltagarnas behov av att hjälpa, bidrar hans bristande kunskap i den aktuella aktiviteten endast till att deltagarna känner sig bättre till mods, de stiger i värde och självaktning genom att hjälpa förmannen och det uppstår en bättre sammanhållning i gruppen.

Det är viktigt att förman^{akt}nen inte utnyttjar grupptrycket mot enskilda individer för med gruppens hjälp få dessa utstötta ur gruppen genom utfrysning. Det kan för förman^{akt}nen många gånger vara frestande att försöka få en "besvärlig" gruppmedlem att lämna gruppen i stället för att försöka få medlemmen accepterad av gruppen och anpassad till dess normer.

Ibland händer det att gruppen inte följer uppgjorda regler. Detta kan bero på att inre konflikter förekommer i gruppen, att gruppens omgivning förändrats så att regeln är mindre lämplig eller att regelns innehåll strider mot medlemmarnas uppfattning.

När gruppen inte följer de regler som gemensamt uppgjorts av företagsledningen och gruppen bör förman^{akt}nen fråga dem varför och diskutera detta. Ibland kan en ny och bättre regel upprättas men det kan betyda att förmannens chef och fackliga representanter måste kontaktas.

Förman^{akt}nen bör kontinuerligt diskutera med gruppen, gruppens ansvar, så att detta hålls aktuellt eftersom nya dysfunktionella normer annars snabbt kan uppstå, vilka med tiden upplevs som legitima "så har vi alltid gjort".

Möten mellan gruppen och förman^{akt}nen

Mötenas längd bör ligga på 1-2 timmar och ett eller två möten per vecka är en rimlig frekvens.

Det är inte förman^{akt}nen som skall vara verbalt aktiv, utan deltagarna. När en grupp människor är samlade tycks det alltid råda en viss tendens att minska "friktionen" i gruppen. Om någon, t ex förman^{akt}nen, är mycket aktiv blir de övriga deltagarna tysta och passiva.

Förman^{akt}nen bör "omärkligt" provocera fram argumenten utan att själv bli den talande. En av förmannens främsta uppgifter är att ställa frågor och lyssna med uppmärksamhet och inlevelse på

gruppdeltagarna. Hans aktivitet skall huvudsakligen bestå i att försöka tolka (eller ännu bättre, få de andra deltagarna att göra det) det känslomässiga innehållet i meningen med deltagarnas ord. Förmannen skall kunna "punktera ballongen", få ned samtalet på jorden igen, eventuellt försöka att "allmängiltiggöra" problemen, om de börjar bli alltför högtsvävande - eller tendera att bli mer pinsamma och obehagliga för en deltagare än denne kanske för ögonblicket kan klara av. Förmannens möjligheter att påverka gruppen att lösa en konflikt är beroende av hans inlevelseförmåga och förståelse för de enskilda deltagarnas situation och bakgrund. Den inlevelserika attityden hos påverkaren är ett centralt drag i alla former av påverkan.

För att förbättra aktiviteten på gruppmötet kan förmannen tillgripa olika typer av hjälptekniker, t ex film, olika TV- och bildband. Filmen eller bildbandet kan vara av upplysande eller provocerande slag. Rollspel utförda av deltagarna liksom rollspel inspelade på bandspelare kan också utnyttjas. Man kan också dela upp gruppen om denna är större än 10 medlemmar i mindre diskussionsgrupper, s k bikupeteknik. I dessa mindre grupper kan medlemmarna lättare själva framlägga de ämnen de skulle vilja diskutera.

Det är lämpligt att till några eller något av gruppmötena låta produktkonstruktören och verktygskonstruktören komma och informera om varför produkten ser ut som den gör och varför utrustningen ser ut som den gör.

Gruppen får möjlighet att lära känna de båda och får möjlighet att ställa frågor och informera om produktionsproblem. Gruppen får också möjlighet att lära sig vad som är viktigt och varför det är viktigt ur kvalitetssynpunkt på deras produkt. Något gruppmöte kan också bestå i ett studiebesök på ett annat företag.

Den fackliga kontaktmannen bör använda gruppmötena till att informera gruppmedlemmarna i fackliga frågor samt vara kommunikationskanal mellan verkstadsklubbens ledning och gruppen.

1.2.6 Gruppdynamik

Vårt behov av kontakt med andra människor tillfredställs i viss mån i de grupper som vi tillhör utan att dessa grupper primärt har bildats för att tillgodose just kontaktbehovet. Den tillfredsställelse man upplever i en grupp varierar med graden av likhet med övriga gruppmedlemmar ifråga om intressen, åsikter och värderingar. Gruppsammanhållningen blir starkare, ju starkare de behov är som en person får tillfredsställda genom gruppens verksamhet, desto starkare blir också då det personliga engagemanget i gruppens verksamhet.

Gruppens mål

Gruppen har officiella mål men inofficiella mål kan lätt utvecklas om dessa kan tillgodose de enskilda medlemmarnas behov. Medlemmarna måste alltså uppfatta målen som behovstillfredställande för att acceptera dem. Vad gäller en självstyrande grupp upplever de friheten som behovstillfredsställande och accepterar därför produktionsmålen i form av kvantitet och kvalitet.

Gruppens normer

Människor i grupp är tvungna att kommunicera med varandra. Genom kommunikation förändras åsikter och attityder och anpassas till varandra. Denna anpassningsprocess sker genom socialt tryck (gruppsyck). Resultatet av gruppsycket blir likformigt beteende (konformitet).

Grupptillhörighet leder till konformitet i många avseenden. De värderingar och åsikter som finns i gruppen kommer till uttryck i gillande av vissa beteenden och ogillande i andra. Den som vill bli accepterad upplever belöning eller straff i de gillande resp ogillanden som följer på olika beteenden. På detta sätt styrs beteendet mot konformitet i en rad olika avseenden. Gruppen har vissa officiella normer som visar hur gruppen skall bete

sig för att uppnå sina officiella mål. Vid sidan av de officiella normerna uppstår raskt en rad inofficiella normer i gruppen, normer som siktar till att påtvinga deltagarna ett lämpligt beteende.

Gruppsammanhållning

Gruppens sammanhållning har samband med dess förmåga att influera medlemmar och att förmå dem att visa likformigt beteende. En av de centrala hypoteserna i gruppdynamisk forskning är följande: Ju högre sammanhållning, desto större är trycket mot likformighet (konformitet). Den som avviker blir isolerad och eventuellt utstött. Eftersom ett av individens vanligaste behov är att bli accepterad av andra, kan gruppen använda detta behov för att ändra en persons avvikande beteende.

Den utsträckning i vilken en grupp kan förmå sina medlemmar att visa likformigt beteende beror på vilka områden det gäller. Endast de områden som är av betydelse för gruppens målsättning är relevanta och leder till likformigt beteende. Det är alltså viktigt att förstå att i en självstyrande grupp verkar grupptrycket mot likformigt beteende endast inom de områden som har betydelse för att gruppen skall uppnå sina mål.

Frånvaron i gruppen samvarierar med gruppsammanhållningen, ju högre gruppsammanhållning desto lägre frånvaro. Frånvaron samvarierar också starkt med graden av ömsesidigt beroende för att uppfylla gruppens mål. Det ömsesidiga beroendet medför grupptryck mot närvaro.

Konflikter i gruppen

Det är mycket sällan som en situation är enbart konkurrens eller enbart samarbetssituation. De flesta situationer är en kombination av båda. Konflikt mellan individer är ett specialfall av konkurrens. När det saknas vedertagna regler som kontrollerar beteendet i en konkurrenssituation uppstår konflikt. Gruppens

mål uppnås under en samarbetssituation när gruppens samtliga medlemmar medverkar till målets uppfyllande.

Vid konkurrenssituationer däremot kan endast en eller några medlemmar uppnå målet och vars resultat därefter tillfaller gruppen. I en fotbollsmatch finns en samarbetssituation och en konkurrenssituation. Laget spelar fram bollen men endast en man kan göra mål. Ju fler mål en spelare kan göra ju högre anseende, betydelse för gruppen och eventuellt försäljningspris erhåller han.

Lösningar av konflikter sker inom gruppen på så sätt att gruppen reglerar konkurrenssituationen med hjälp av nya normer.

Lösning av konflikter utifrån sker genom en ny uppsättning regler som på opartisk väg kontrollerar konkurrenssituationen.

Konflikter kan medföra att klickbildningar förändras, individer eller klickbildningar tvingas ur gruppen, ideologin kan förändras, syndabockar kan utses (individen eller klicken) och att extern aggression mot individer eller grupper kan uppstå.

Konflikter varar sällan längre än 14 dagar, därefter har gruppen reglerat konflikten.

Det är viktigt att gruppen befinner sig i en situation som mer påminner om en samarbetssituation än om en konkurrenssituation. Samarbetssituationen i sig medger att konflikten löses lättare. Konflikter mellan klickar kan lösas genom att en samarbetssituation skapas så att "klickarna" blir ömsesidigt beroende brukar skapa ett vänskapsförhållande mellan klickarna.

Ett system med klickar kan dock vara i balans.

En grupp kan alltså vara full av konflikter och ändå balanserad, om dess medlemmar kan delas upp i två helt skilda klickar.

Grupper är instabila under bildandet, ombildandet efter interna konflikter och yttre förändringar. Därefter övergår de till ett mer stabilt tillstånd. Instabila perioder varar ca 14 dagar.

Inre konflikter kan medföra någon eller några av följande händelser:

- 1 Klickbildningar kan förändras.
- 2 Individer eller klickbildningar kan tvingas ur gruppen.
- 3 Ledarskapet kan förflyttas i gruppen.
- 4 Ideologin kan förändras.
- 5 Syndabockar kan utses (individer eller klickbildningar).
- 6 Extern aggression mot individer eller grupper.

Ledarskap inom gruppen

Konflikter mellan klickbildningar kan hållas i jämvikt av en stark informell ledare.

Formella grupper undergår självstabiliserande förändringar i struktur och ledarskap som en konsekvens av interna konflikter yttre hot och skifte i medlemskap. Detta medför vanligen inga effektförändringar i formella grupper. Informella grupper däremot kan helt ändras så att stora effektförändringar kan uppstå.

Den informelle ledaren påverkar aktiviteter och definierar gruppsmål och bestämmer ideologin på ett fristående sätt.

Det informella ledarskapet är ofta delat mellan två typer av informella ledare. En expressiv ledare som motiverar medlemmarna i gruppen att acceptera målen och att arbeta för att uppnå dessa samt upprätthåller inre harmoni och medlemstillfredsställelse. En instrumentell ledare som specificerar vägar och medel för att uppnå mål och koordinera medlemmarnas aktiviteter.

I vissa fall kan en och samma ledare vara både expressiv och instrumentell ledare.

En förman som försöker påverka en grupp försöker vanligen påverka ledaren i gruppen för att han i sin tur skall kunna påverka gruppen. Det är då viktigt att han verkligen väljer den inflytesrike ledaren och inte en mer populär person i gruppen som visserligen är populär men som har litet inflytande i gruppen.

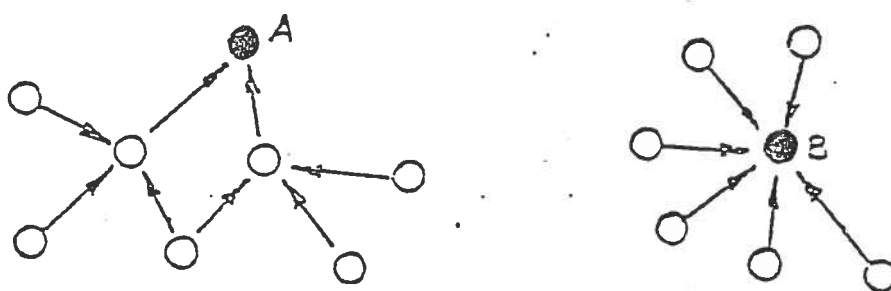


Fig. 6.12-Skillnader mellan populär och inflytesrik medlem.

A är mer inflytesrik än B. Endast två har valt A men eftersom dessa i sin tur valts av fem medlemmar har A kontroll över sju personer. B är mer populär än A. B har valts av fem medlemmar som ej valts av några andra. B är därför mindre inflytesrik än A.

Man har inte funnit något samband mellan popularitet och arbetstillfredsställelse, men ålder är signifikant i relation till arbetstillfredsställelse och acceptans av andra gruppmedlemmar.

B J SPEROFF (1960): Job satisfaction and interpersonal desirability values.

(L Moreno ed, The Sociometry Reader)

I de fall en formell ledare (kontaktman) utses i en självstyrande grupp är det viktigt att detta ledarskap roterar mellan medlemmarna. Att få agera formell ledare ger de svaga i grupperna större självförtroende och gruppen blir mer jämlik i sin statushierarki. Om den informelle ledaren väljs till kontaktman kan han vara väl så odemokratisk jämfört med en förman.

Avvikande beteende i gruppen

Avvikande beteende leder först till ökad kommunikation och ökade försök att influera den avvikande. Men om dessa försök är fruktlösa, tenderar gruppen att inte längre betrakta den avvikande som medlem.

Regler för beteendet inom gruppen och mellan gruppen och andra avdelningar

Vid bildandet av gruppen måste förmannen och gruppen tillsammans fastlägga de officiella normer i gruppen, d v s de normer som skall gälla för gruppens arbete. Representanter för företagsledningen och fackföreningen bör godkänna dessa regler. Dessa normer repeteras på de följande mötena, och det är också viktigt att normerna repeteras av gruppmedlemmarna. Principen bör vara att förmannen så länge som möjligt "talar genom deltagarna".

Vid uppstart av en produktionsgrupp skall om möjligt ansvarsgränserna vara väl kända för samtliga gruppmedlemmar. Man måste tillse att de senast rekryterade i så stor utsträckning som möjligt får samma kunskaper som övriga vad gäller organisatoriska och tekniska villkor som diskuterats fram under planeringsarbetet. Genom att noga gå igenom de tekniska begränsningarna förstår medlemmarna vilka delar i det tekniska systemet som går att förändra och vilka som det ej går att förändra.

Om inte detta kan ske kommer inkörningstiden för gruppen att avsevärt öka på grund av att normbildningen fördröjs och försvåras av skillnader i kunskapen om det sociotekniska systemet.

Orsak till denna tröghet vid uppstart av en ny produktionsgrupp är dels att man ofta har svårigheter att rent hantverksmässigt lära in de utvisade arbetsuppgifterna, dels har svårigheter att få en överblick av det nya och mer komplicerade sociala, administrativa systemet. Från att före start ha haft stora förvänt-

ningar om självständighet och variation upptäcker man vid produktionsstarten att man har problem med att klara uppsatta produktionsmål. Att ha vissa viktiga regler vad gäller gruppens arbete i skriftlig form är viktiga vid starten av gruppen samt när nya medlemmar kommer till gruppen. Det är viktigt att ej blanda ihop regler och arbetsinstruktioner eftersom antalet regler då snabbt ökar till det oöverskådliga. Risker för en överbyråkratisering finns och reglerna bör vara få men omfattande. Under utbildningsfasen innan start av en ny grupp måste medlemmarna vara klara över vilket ansvar de med tiden skall ha i gruppen. Det bör här också tilläggas att det är viktigt att tillse att medlemmarna under utbildningsfasen ej blir inaktiva mellan sina utbildningspass och kommer ifrån produktionen. Kommer medlemmar under utbildningsfasen alltför mycket från produktionen, med ökad fritid som följd får de vid starten svårigheter att arbeta i produktionstakt hela dagen och upplever grupparbetet negativt eftersom deras förväntningar trissats upp.

När gruppen märker att de kan klara produktionsmålen i form av kvantitet strävar de mot upparbetning. Om det då ej klargjorts vilket ansvar gruppen har upplever denna att tilläggsaktiviteter blir ett frihetsberövande.

Ansvar

När gruppen börjar arbeta får den ofta ett behov av att lägga ansvaret på högre chef. Även om gruppen börjar bli aktiv återvänder den gång på gång till förmannen för att få honom att komma med patentrösningen. Deltagarnas förväntningar kan vara en mycket stark press på chefen, och det är frestande att i denna situation ge efter för pressen och börja hålla föredrag, komma med patentrösningar och liknande. Börjar väl förmannen att vara riktigt aktiv. är spelet till en viss grad förlorat. Då har ansvaret blivit hans och inte deltagarnas. och det blir senare mycket svårt att lägga över det på deltagarna igen. De flesta deltagarna blir dock ganska snart på det klara med att de får ut mest av arbetet (större frihet) när de själva har ansvaret.

Detsamma gäller gruppens relation till kontrollfunktionen. Gruppen skall först få ansvaret för kvaliteten och därefter försöka nå ett kvalitetsmål. Gruppen får ej tvingas först visa att den kan uppnå kvalitetsmålet och därefter överta ansvaret. Gruppen har i sådana fall en tendens till att "köra mot kontrollen" d v s hålla minskad kvalitet och försöka få dålig kvalitet genom kvalitetskontrollen, att lura kontrollanten etc. Upplevelsen av kontrollanten som en polis spelar här en betydande roll.

Gruppens sätt att framföra sina åsikter

Gruppen kan framföra sina åsikter på ett mycket mer markant sätt än en vanlig avdelning. Sammanhållningen samt känningen i att agera mot andra avdelningar samt en större trygghet, dels social och dels psykologiskt (högre självkänsla), gör att en grupp står på sig. Linjeföraren i organisationen kan ofta uppfatta gruppens åsikter och uttalanden alltför kategoriskt och svåra att arbeta med i en förhandlings- eller samarbetssituation. Det finns risk för att förmannen kan bete sig enligt "identifikation med angriparen" d v s ha exakt samma uppfattning som gruppen för att stå på god fot med gruppen. Detta gäller speciellt om förmannens högre chefer anser att en förman som inte alltid står på god fot med sin grupp är en dålig chef. Högre chefer måste också ha klart för sig att kraften i gruppens sätt att framföra sina åsikter ej betyder att det är omöjligt att förhandla med gruppen.

Det är i stället så att gruppens sätt att agera är ett uttryck för gruppens styrka och sammanhållning. Det är därför inte svårare att komma fram till kompromisser med en grupp än med en vanlig avdelning. Det är tvärtom vanligen lättare att få en förändring till stånd i en grupp än i övriga avdelningar. Detta beror på att den eller de operatörer som företräder gruppen vet att de har gruppens stöd när de förhandlar.

Autonoma arbetsgrupper medför minskade möjligheter till avancemang

Genom införande av grupper blir organisationen plattare. Den tidigare hierarki som fanns är borta vilket medför att möjligheten att avancera upplevs som begränsad av de produktionsinriktade i gruppen. Dessa kommer därför att lämna gruppen om de har möjlighet till detta. Vill företaget undvika en extern avgång måste möjligheten till avancemang kunna erbjudas. Exempel på sådana tänkbara avancemang är reparations- och underhållsarbeten, vilka kräver stor yrkesskicklighet. Personalpolitiken bör därför vara sådan att endast internrekrytering bör finnas till denna typ av arbeten.

En alltför planerad grupp upplever ingen självstyrd utveckling om de är färdigutbildade vid starten och slår snabbt i taket, vilket en del medlemmar kan uppleva som besvärande.

Gruppgemenskapens fördelar

Tanken med grupparbete är att höja arbetsmotivationen för individen, att ge större mening i jobbet, ge möjligheter att uppleva skapande och större möjlighet att utvecklas.

Genom det större ansvar gruppen har och det stöd man får från gruppmedlemmarna kan man förmoda att individen får större möjlighet att ta initiativ, t ex att ringa upp okända i telefonen. I kontaktmannaskapet består arbetet till stor del i att ta kontakt med olika avdelningar per telefon eller direkt. I grupparbetet ingår en del pappersexercis med blanketter. Man kan förmoda att detta arbete medför att individen får lättare att klara sig i livet utanför t ex på posten, banken, i föreningen etc.

Grupperna har återkommande möten med förmannen. Här lär man sig att tala inför flera människor att motivera sina inlägg samt viss sammanträdesteknik.

De tre ovan nämnda kraven på individen i gruppen (ta initiativ, pappersexercis och mötesteknik) bidrar till att höja individens självkänsla, ansvaret ger kunskap om den egna kompetensen.

Att få uppskattning, att vara omtyckt i gruppen höjer individens självkänsla i form av anseende. En inriktning på ökad hjälpsamhet och sensitivitet är ofta ett måste för att gruppen skall kunna fungera. Personligheten förändras ofta när man tänker på andra och inte enbart på sig själv. Gruppen hjälper därför ofta medlemmar med alkoholproblem. De ställer vanligen upp när någon efter sjukdom kommer tillbaka och vill ha ett lättare jobb i gruppen eller att någon kvinnlig medlem är gravid. De kan i sådana fall omfördela arbetet så dessa medlemmar får enbart lätta arbeten och ej behöver rotera på de tunga arbetena.

I vissa fall kan individer med arbetshandikapp arbeta i gruppen när denna har en lämplig lay-out som medger detta. Dessa behöver ej rotera. Vid SAAB finns exempel där några anställda med fysiska handikapp undantagits från vissa arbetsuppgifter. Vidare har några förståndshandikappade undantagits från rotationen.

Gruppgemenskapens nackdelar

Den press mot likformigt beteende som gruppen utövar kan på enskilda deltagare här upplevas som en hård belastning, speciellt för känsliga personer.

Den utomordentliga nitiskhet med vilken de övriga gruppmedlemmarna bearbetar en olämplig attityd kan återföras dels på de officiella och inofficiella regler som gruppen internaliserat dels på att deltagarna allteftersom grupparbetet framskrider känner ett större och större medansvar för varandra.

Ett fåtal medlemmar trivs inte i gruppen utan lämnar denna eller blir sociala isolat. De är vanligen instrumentellt inriktade och har tidigare ej fått något utbyte av sociala kontakter. De har ofta också uppfattningen att grupparbetsorganisation kan

medföra att de får utföra för mycket arbete i relation till de övriga medlemmarna. Personer som inte "passar in" i grupperna återvänder inte till line-arbete utan har i stället sökt sig till andra arbetsuppgifter. Sådana andra arbetsuppgifter är då ofta individuella uppgifter, exempelvis kontrollarbeten, transportarbeten, fria ackord. Det visar på att det finns ett värde i att ha självständiga individuella arbetsuppgifter som komplement till lagarbete.

Andelen som lämnar grupperna är högst i början efter starten av en grupp och sjunker efter hand.

Att ha en relativt låg prestationstakt när maskinstyrningen är låg medför dock en risk att gruppen arbetar upp så mycket att vissa blir utslagna på grund av den höga arbetstakten. Det bör därför ingå socialt ansvar i gruppens ansvar, så att ingen slås ut på grund av för hög arbetstakt.

I de grupperna roteras alla uppgifter. Detta gäller också uppgiften som kontaktman. Detta är ett system som medvetet införts för att hindra att starkare individer i grupperna tar åt sig "gotte-jobben".

Det har funnits exempel på personer som inte velat ta på sig kontaktmannauppgifterna. Men genom tvånget på rotation och genom stöd från medlemmarna och förmannen, och genom ett arbete av förmannen med träning och stöd snarare än att ta över uppgifterna, så har personer som inte velat ta på sig kontaktmannauppgifterna vuxit in i uppgifterna och klarat dem. Fortfarande har kanske starka personer i grupperna kunnat dominera i beslutsfattandet, men det har skett en fördelning av "gotte-jobben" och kanske också en kapacitetstillväxt hos de svagare personerna.

Styrningen mot en rotation i grupperna är viktig för att hindra utslagning. Det här är en central punkt.



I Volvo-Kalmar-rapporten från rationaliseringsrådet (1976) visar sig motståndet mot rotation när man fått ett "gotte-jobb".

Dessa "gotte-jobb" finns i Kalmar-verken i förmonteringen, där man har stor upparbetning till skillnad från linen. I alla lag växlar man inte arbete mellan förmontering och rak (line) montering. Författarna skriver: "När montörerna på den raka monteringen växlar med förmontering, anses förmonteringen vara bättre tack vare att det är friare. Även om balanseringen är likvärdig och arbetet således kräver samma arbetstakt vid förmontering som vid huvudmontering, finns vid förmonteringen inte den styrning av arbetsförloppet, som transportvagnen vid den raka monteringen ger. "Också vid Kalmar-verken ställs krav på en rättvis fördelning av arbetsuppgifterna. Författarna skriver: "De flesta lagen strävar efter arbetsväxling och att det blir så rättvist som möjligt". Vid Kalmar-verken sker upparbetningen individuellt mot flödesriktningen, se Linder (1977).

Högre Chefers betydelse för systemets överlevnad

Det är väsentligt att förmannens närmaste chef och övriga linjechefer upp till VD har kunskaper angående självstyrande grupper så att de förstår gruppernas verksamhet. Förmannen måste också veta att han har stöd uppåt i organisationen, när han agerar och få riktlinjer för hur han skall agera. En utbildning av samtliga linjechefer vad gäller självstyrande grupper måste genomföras för att organisationen skall kunna fungera. Det är också viktigt att förmannens närmaste chef delegerar arbetsuppgifter till honom eftersom förmannen delegerar arbetsuppgifter till gruppen. Får förmannen ej nya arbetsuppgifter kan han känna sig onödig och bli negativ till organisationsformen självstyrande grupper. Förmannen måste känna att han har linjechefernas stöd för att kunna agera eftersom andra avdelningar och avdelningschefer inom företaget ofta ser kritiskt mot den nya organisationsformen med självstyrande grupper.

Högre chefer måste ibland anlitas vid konflikt när gruppen ej följer regler och gruppen ej beter sig enligt dessa. Förmannen bör ej tvingas att agera gentemot gruppen utan högre chef bör tala med gruppen. Hjälper ej detta bör nästa chefsnivå anlitas. Det är också viktigt att högre chefer ej går in och ger kontraorder till en grupp så att han "slår ut" förmannen. Högre chef bör i stället via förmannen delta för att ej underminera förmannens ställning.

Vid en förändring i produktionsorganisationen kommer en del avdelningar att känna sig hotade, när de lämnar ifrån sig arbete till grupperna. Detta kan gälla så skilda avdelningar som ekonomi, personal, utbildning, underhåll, kontroll och transport. De vill ej lämna ifrån sig arbete och har ofta svårt att acceptera att tala med gruppens kontaktman i stället för förmannen. Samtliga chefer vid företaget bör därför utbildas tillsammans oberoende av nivåer, även om vissa höga chefer får genomgå samma utbildning flera gånger. I denna utbildning måste av de fackliga organisationerna utsedda personer ingå. Denna utbildning är ett krav för att förändringen skall kunna genomföras. Utbildningen bör omfatta gruppdynamik och skälen till att använda autonoma arbetsgrupper. Teknikresonemang bör vara ett tungt inslag i en sådan utbildning. Utbildningen bör ske i studiecirkelform med eventuellt extern ledare. Förändringar i produktionsorganisationen får konsekvenser för jämvikten i hela systemet och förändringar av andra avdelningar blir nödvändiga.

Gruppmedlemmarnas medinflytande

Ett centralt begrepp vad gäller de anställdas inflytande i ett företag är "participation". Med participation avses de anställdas inflytande i beslutsfattande på olika nivåer inom ett företag. Beslut kan vara mer eller mindre omfattande vad gäller konsekvenser och participation kan således beteckna ett mer eller mindre långtgående inflytande för de anställda i styrande av organisationen, och en mer eller mindre långtgående makt när det gäller att påverka besluten. I litteraturen om företagsdemokrati förekommer ett otal definitioner från ömsesidigt påverkande av besluten till samhälleligt ägande av produktionsmedlen.

Man kan göra en distinktion mellan socioteknisk participation och politisk participation. Politisk participation definieras som deltagande i styrelsen och uppställande av företagets långsiktiga mål. Socioteknisk participation definieras som deltagande i produktionsplaneringen, d v s deltagande i det dagliga arbetet. Abrahamsson, 1978, ser socioteknisk och politisk participation som två skilda variabler. Han menar vidare att möjligheterna att minska effekten av alienationen i arbetet inte bör ses som beroende på enbart teknologiska förändringar i arbetsprocessen. Abrahamssons bidrag till teorin om företagsdemokrati ligger främst i att han skiljer på socioteknisk participation och politisk participation. Vissa kritiker mot socioteknisk participation anser att företag som tar initiativ till sociotekniska förändringar är de enda som drar nytta av dessa. Invändningar mot detta är lätt att göra eftersom inte alla spel är nollsummespel och i spelet om företagsdemokrati kan det mycket väl förekomma att både kapitalägare och arbetare kan göra vissa vinster, de förra genom att öka sina inkomster, de senare genom att få en mänskligare arbetsmiljö. Det faktum att produktionseffektiviteten i ett företag ökar som resultat av t.ex. arbetsutvidgning (job enlargement), kan inte tas som enda belägg för att reformen är manipulativ.

Naturligtvis kan man inte bortse från de krav som bestäms av situationen och arbetsuppgiftens art. Dessa krav medför att en ledare i vissa lägen måste se helt till uppgiften och handla klart uppgiftsinriktat, t ex i en kritisk situation. I andra fall måste han kanske helt ta hänsyn till och ägna sig åt sina underlydande. Men detta gäller endast när beteendet präglats av den aktuella situationen och/eller arbetsuppgiftens art och rör inte hans grundinställning. Denna har eller behöver inte ha undergått någon förändring.

Utgående från sin attityd kommer en ledare att bete sig på ett visst sätt i situation A, på ett annat i situation B och kanske på ett tredje i situation C, beroende på vilka krav som respektive situation ställer på ledaren.

Individens beteende rättas till stor del efter de attityder chefen har. Detta innebär att en chef anpassar sina ledningsprinciper efter de attityder han har bl a till underlydande.

Ledarens beteende är beroende av hans attityder, vilka medarbetare han har, vilka uppgifter som ska lösas och hur organisationen är uppbyggd. Inom dessa ramar kommer medarbetarnas grad av inflytande att variera.

Ledaren fattar beslut och ger order.

Detta är vad som uppfattas som det traditionella uppgiftsinriktade ledarbeteendet. Det är också det enda som är möjligt i akuta krissituationer, när man måste handla snabbt. I sådana situationer kommer även de underlydande att förvänta sig - eller kräva - denna form av ledarskap, därför att den tillfredsställer deras behov av säkerhet.

Det är viktigt att klargöra, att detta ledarbeteende bygger på ömsesidigt förtroende och är nödvändigt i sådana situationer. Detta ledarbeteende passar inte i situationer där chefen är beroende av de underställdas aktiva medverkan vid lösningen av mer komplicerade uppgifter. Ledaren fattar beslut.

Ledaren fattar beslut och lämnar motivering.

Vid de flesta tillfällen finns tillräckligt med tid för att ge nödvändiga förklaringar och motiveringar. En tillräckligt omfattande motivering kommer oftast att medföra en bättre insats från de underlydandes sida och en större säkerhet att uppgiften löses även om chefen faller ifrån.

Det finns dock situationer där det inte är möjligt att lämna tillräckliga motiveringar. Det kan t ex vara fallet om chefen själv inte har fått bakgrund till den order som han har tagit emot, eller om sekretesskäl gör att han inte kan ge all information till de underlydande. Dessa begränsningar kommer i de flesta fall att accepteras av de underlydande.

Ledaren lägger fram en plan och inhämtar synpunkter.

Detta ledarbeteende har den fördelen att det engagerar de underlydande i uppgiften att man använder de kunskaper och erfarenheter som finns representerade inom gruppen. Det förutsätter, att de underlydande har erforderliga fackkunskaper och att de kan ges den information som är nödvändig. Det är dessutom nödvändigt att det finns tillräcklig tid till förfogande. Detta ledarbeteende kommer därför att passa bäst vid planläggning och förberedelser av mer komplicerade uppgifter.

Ledaren presenterar problemet och ber om förslag.

Detta ledarbeteende förutsätter fackkunskaper och erfarenheter hos de underlydande, eftersom det gäller det innehållsmässiga i problemet. Ett sådant ledarskapsbeteende kan huvudsakligen förekomma i förhållandet mellan chefen och hans närmast underlydande chefer eller vid arbetet inom en stab.

Det finns emellertid många tillfällen där även de underställdas synpunkter och förslag kan bidra till att chefen väljer en bättre lösning, trots att de inte har så stora fackkunskaper och erfarenheter. Ur spontana tyckanden och idéer kan komma okonventionella idéer eller lösningar, som är väl så bra som de konventionella, grundade på vedertagna kunskaper eller erfarenheter.

Ledaren fastställer begränsningarna och medarbetarna fattar beslut.

Det måste uppmärksammas att chefen inte kan undandra sig ansvaret för beslutet, även om han själv bestämmer sig för att låta de underlydande avgöra frågan inom de begränsningar som han bestämt.

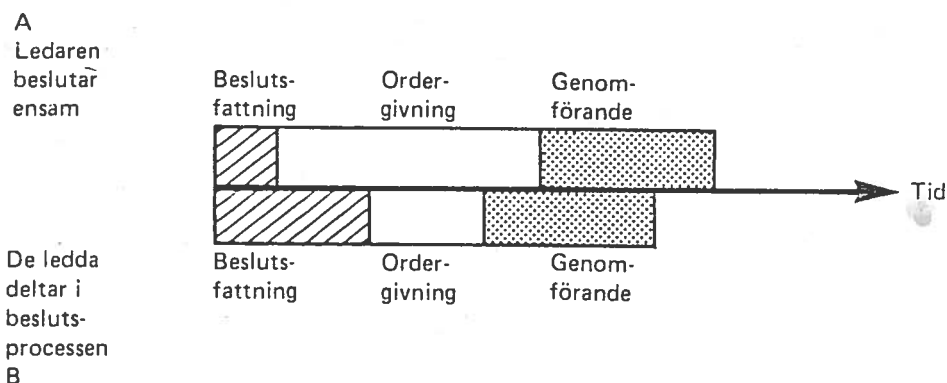
Aktiv medverkan i beslutsprocessen är utvecklande för varje individ i en grupp och påverkar också gruppen positivt. Det är därför viktigt att chefer på alla nivåer stimulerar ett aktivt deltagande, då uppgiften medger det.

Ledaren eller överordnade myndigheter ger medarbetarna allt inflytande.

Inom samhället sker en utveckling mot ett ökat inflytande för enskilda och grupper. Formerna för medinflytandet kan regleras i lagar eller avtal. Ytterst kan härvid allt inflytande i en viss fråga eller beslutssituation ges åt de underställda.

Beslutsformen innebär att de underställda blir ansvariga för besluten. Denna form av medarbetarinflytande engagerar och aktiverar de underlydande mest. Det är alltid situationen som bestämmer graden av inflytande.

En vanlig invändning mot att engagera de underlydande i beslutsprocessen är att det tar för lång tid. Det finns dock situationer där medverkan redan i beslutsprocessen säkerställer en snabbare lösning. Tidsåtgången vid de olika sätten att lösa en sådan uppgift kan åskådliggöras på följande sätt.



Figur 6.13- Tidsåtgång med avseende på grad av involvering

I A har chefen ensam fattat beslutet. Ordergivningen tar relativt lång tid, eftersom de underlydande måste få all information från början. Risken för missförstånd är ganska stor och genomförandet kan ta lång tid, särskilt om de underlydande inte är överens med chefen om riktigheten i beslutet. Kanske därför att de inte känner till hela bakgrunden.

I B deltar de underlydande i beslutsprocessen. Denna tar längre tid än i A, särskilt om de underlydande är ovana. När beslutsprocessen är klar, är de väl medvetna om bakgrunden till beslutet och varför det blev som det blev. Kanske är de också överens med chefen om att beslutet är det bästa. Ordergivningen kan därför förkortas avsevärt. Genomförandet fördröjs inte av någon tvekan i fråga om beslutets innebörd och riktighet.

Vi måste ta hänsyn till två dimensioner när vi betraktar effektiviteten i ett beslut i en grupp. Den ena dimensionen är den objektiva kvaliteten hos beslutet. Den andra dimensionen är acceptansen av beslutet. Skiljer man inte på dessa båda dimensioner blir det komplikationer i en diskussion. En person i gruppen kanske använder termen "bra" för att beskriva kvaliteten hos beslutet, medan en annan gruppmedlem avser acceptansen genom att använda samma term.

Den mest effektiva tekniken när det gäller att lösa problem är tvåstegsmodellen, där man först fokuserar på acceptansen och när denna är säkrad koncentrerar sig på att förbättra kvaliteten. Den traditionella modellen att först uppnå kvalitet och sen försöka (genom övertalning eller ordergivning) få acceptans är mindre effektivt liksom att försöka uppnå både kvalitet och acceptans samtidigt, vilket ofta leder till att intentionerna uppnås.

Det är lätt att sammanblanda organisationsform med ledarbeteende. Man bör dock observera att en fast strukturerad, pyramidlik organisation inte måste vara liktydig med användning av auktoritära ledningsformer. Sambandet kan vara att den fast strukturerade organisationen gör det lättare att förverkliga användningen av vilket ledarskap som helst, demokratiskt såväl som auktoritärt. I ett samhälle, där demokratiska ideologier är förhärskande, kan man således bestämma sig för att demokratiska ledningsformer företrädesvis ska användas. En sådan föresats förverkligas lättast i fast strukturerade organisationer.

Många förutsätter att uppgiftshänsyn bör vara allenarådande eller förhärskande, andra anser att individhänsyn bör dominera. Diskussionen blir därigenom ofta känsloladdad. Den kommer lätt att röra sig om ett onyanserat, orealistiskt antingen - eller. Man bortser från att det är situationen som bör bestämma om uppgifts- eller individhänsyn bör dominera. Praktiskt ledarskap är mer en konstart än en vetenskap.

I och med lagen om medbestämmande (MBL) har många ledare och fackliga funktionärer upplevt sin situation som osäker och besvärlig. Avsaknad av ett medbestämmandeavtal (MBA) har inte gjort saken lättare. För att i någon mån underlätta för båda kategorier redovisas nedan den vetenskapliga forskning som behandlar ämnet. Svenska sociologer (Dahlström 1969, 1971 och Abrahamsson 1975) har varit noga med att skilja på socio-tekniskt medinflytande och politiskt medinflytande. Med socio-tekniskt medinflytande avses det inflytande den anställda har i det dagliga arbetet. Detta kallas ibland självbestämmande. Denna typ av inflytande uppnås genom delegering av ansvar och arbetsuppgifter till den anställda eller till en arbetsgrupp. Denna form av styrning kallas ofta målstyrning, eftersom den anställda eller arbetsgruppen ska uppnå vissa mål ofta i form av kvalitet och kvantitet, men i övrigt fritt kan utforma arbetsfördelning etc. Med politiskt medinflytande avses inflytande på företagets, organisationens långsiktiga planering och policy. Detta inflytande sker via fackliga representanter.

Eftersom alla frågor är förhandlingsbara enligt MBL, måste olika frågor förläggas på olika ledarnivåer. Exempelvis måste löneförhandlingar ske på produktionsdirektörsnivå beroende på frågans art. Arbetsledaren kan i stort sett endast ge information, inte förhandla. S k primärförhandling hamnar vanligen på verkstadsingenjörnivå. Det är alltså viktigt att inte blanda ihop socio-tekniskt medinflytande med politiskt medinflytande, eftersom huvudmännen är de anställda och kapitalägarna. Att en anställd i en bilfabrik får ansvar för att både motor och kraftöverföring ska fungera mot att han tidigare endast monterade dem och de kontrollerades av en kontrollant, är lätt att genomföra. Men att kirurgen ger sjukvårdsbiträdet rätt att utföra blindtarmsoperationer är inte genomförbart, eftersom huvudmannen är landstinget och ansvaret reglerat i lag. Huvudmannaskapet begränsar således socio-tekniskt medinflytande. Representativt medinflytande är också

beroende av huvudman. Bilföretaget kan besluta att lägga ned biltillverkningen och börja med kylskåp istället. Akutavdelningen på ett sjukhus kan inte stänga under vissa tider på dygnet, även om personalen önskar detta på grund av huvudmannen. Inom både socio-tekniskt och politiskt medinflytande finns olika frågor, där nivån på inflytandet är olika viktig. Fack och företagsledning bör därför placera olika frågor på rätt nivå. Nedanstående skala på inflytandenivåer har utarbetats av Blumberg (1968) och kan vara till god hjälp.

Olika typer av deltagande:

- Samråd (arbetarna påverkar besluten, men är inte ansvariga för dem).
 - . Arbetarna har rätt att erhålla information.
 - . Arbetarna har rätt att invända mot beslut.
 - . Arbetarna har rätt att ställa förslag.
 - . Arbetarna har rätt till förhandskonsultationer, men deras beslut är inte bindande för ledningen.
- Medbestämmande (arbetarna kontrollerar besluten och är ansvariga för dem).
 - . Arbetarna har rätt till veto.
 - a temporärt, varefter ledningen
 - 1 kan verkställa sina beslut
 - 2 måste förhandla med arbetarna
 - b permanent
 - . Arbetarna har rätt till samverkan i beslutsfattandet.
 - . Arbetarna har rätt till självbestämmande.

I tidigare organisationer utgick man allmänt från att det enbart var chefens förtjänst om en arbetsuppgift löstes väl. Likaså uppfattade man att chefsegenskaper var något "medfött". Chefer brukade också betrakta sig själva som varande "goda psykologer", något som inte alltid bekräftades av medarbetarna. Det är givet att en del människor är mer eller mindre lämpade

att fungera i ansvarsfulla befattningar. Viktigt är dock att förstå att åtskilliga av de egenskaper som vi kallar "chefs-egenskaper" är sådana som genom träning, erfarenhet och nya kunskaper kan förvärfvas av flertalet ledare. Den utbildningssituation vi här refererar till är s k ledarutveckling. Det visar sig att somliga personer bland dem som uttas till en ledarutvecklingskurs är mer mottagliga för nya rön, medan andra ogärna låter sig påverkas.

Den enda faktor man i forskning funnit vara väsentlig är att ledaren har en viss grad av tro på sig själv, d v s självsäkerhet (Dessler, 1977).

Ledaren har sällan alla de kunskaper och färdigheter som krävs för att lösa en komplicerad uppgift. Gruppens samlade möjligheter att lösa uppgiften blir därför avgörande. För att uppgifterna ska kunna lösas med optimal effekt krävs att chefen:

- har goda fackkunskaper.
- har goda kunskaper om personalens attityder, kunskaper och förmåga.
- har förmåga att ta god hand om sin personal - omvårdnad.
- har den positiva attityd till sina medarbetare som fordras för att åstadkomma engagemang, den aktivitet och den initiativkraft som tar tillvara de underlydandes resurser och tillgodoser deras behov.
- har förmåga att vara öppen och informell.
- har förståelse för lagsammanhållningens betydelse (en väl ledd enhet är effektivare än summan av effekterna hos dess enskilda delar).
- utveckla ansvarskänslan genom att delegera uppgifter så långt det är möjligt och genom att ge stor frihet vid lösandet av uppgifterna.

En chef kommer nästan aldrig att stå inför två exakt likadana situationer. Ledarskapet kan därför inte utövas efter i förväg fastställda mallar.

Genom utbildning får chefen teoretiska kunskaper och vissa praktiska erfarenheter. Den ger honom en god grund för att kunna välja rätt ledarskap i olika situationer.

Enbart utbildning är dock inte tillräckligt för att man ska bli en skicklig ledare. Chefen måste i det dagliga arbetet kritiskt observera sig själv och sitt ledarbeteende. Han måste också utveckla sin insikt om och förståelse för hur människor fungerar under olika påfrestningar. Denna självutveckling, som bl a grundar sig på erfarenheter från samverkan med andra människor, tar i regel lång tid. Den förutsätter ett öppet och lyhört samspel med medarbetarna.

Förutsättningarna för ledarskapets utövande ändras fortlöpande. Den som vill bli en bra chef får därför aldrig stelna i gamla former. Han måste tvärtom alltid vara beredd att anpassa sitt ledarskap till de ändrade förutsättningarna. Ödmjukhet inför uppgiften, förmåga att ändra uppfattning och villighet att diskutera sitt eget ledarbeteende är därför nödvändiga egenskaper hos en chef.

Skilj alltid på följande typer av demokrati:

- Ekonomisk demokrati - fördelning i samhället.
- Företagsekonomi - inflytande på företagets skötsel.
- Självbestämmande - inflytande på det dagliga arbetet.
- Delegering - chef ger underställd/underställda för viss tid ansvar, men bär själv ansvaret (tidsbestämt).
- Autonom arbetsgrupp - gruppen har organisatoriskt ålagt ansvar.
- Samråd - påverkar beslut utan ansvar.
- Medbestämmande - kontrollerar beslut och är ansvariga för dem.

Observera att meningsfullt arbete och participation är mål i sig och att kopplingen till effektivitet är svag.

1.7 Ömsesidigt beroende och grupputveckling

I den tidiga sociologiska forskningen diskuterades ofta faktorer som gruppsammanhållning (group cohesiveness) utan att man tog hänsyn till ömsesidigt beroende i gruppen och de bakomliggande strukturer, som påverkade detta beroende. Karlsson (1979) har visat att gruppsammanhållning påverkas av graden av beroende, som är nödvändigt för att produktionsmålen skall uppnås.

Man kan urskilja tre dimensioner av gruppsammanhållning: funktionell sammanhållning (funktionell integrering), normativ sammanhållning (normativ integrering) och mellanmänsklig sammanhållning (mellanmänsklig integrering).

1. Funktionell integrering. I vilken utsträckning gruppen i helhet stimuleras att utöva sin funktion. Om i vad mån de enskilda medlemmarna stimuleras att identifiera sig med målen (beter sig rätt).
2. Normativ integrering. Den grad i vilken gruppen och den enskilde medlemmen har samma syn på acceptabelt och oacceptabelt beteende och godtagbara attityder, dvs graden av samstämmighet i fråga om normerna (har samma inställning).
3. Mellanmänsklig integrering. Syftar på frekvensen och styrkan av ömsesidiga positiva relationer mellan medlemmarna (kompisanda).

Arbetsuppgiftens art bestämmer graden av ömsesidigt beroende nödvändigt för att fullfölja en given uppgift. Ex. fyra man från en flyttfirma skall bära ner A) en flygel och B) åtta stolar. När männen skall flytta pianot måste de alla medverka samtidigt (det ömsesidiga beroendet är stort), men stolarna kan de dela upp två per man; bära i sin personliga takt, och i den inbördes ordning de själva bestämmer etc. (det ömsesidiga beroendet är lågt). I det första fallet bestämde tyngden av flygeln, riskmomentet etc att antalet män skulle vara fyra (naturlig grupp), men i fallet med stolarna kunde arbetsstyrkan lika väl bestått av två eller en person (konstruerad arbetsgrupp).

Stort ömsesidigt beroende.



Naturlig arbetsgrupp.



Hög funktionell sammanhållning.



Litet ömsesidigt beroende.



Konstruerad arbetsgrupp.



Låg funktionell sammanhållning.

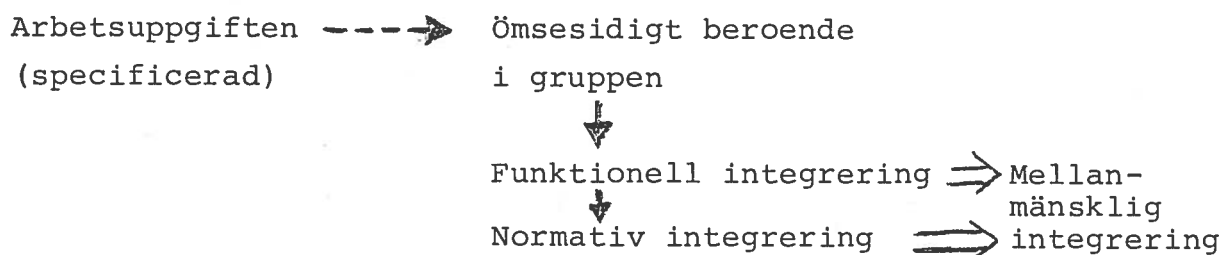


Fig. 6.14

I konstruerade grupper där ömsesidigt beroende i stort sett saknas (arbetsuppgifterna har karaktären av enskilt arbete) sker ingen självklar utveckling av mellanmänsklig sammanhållning. Utvecklingen av mellanmänsklig sammanhållning i en konstruerad grupp sker istället på grundval av normativ sammanhållning.

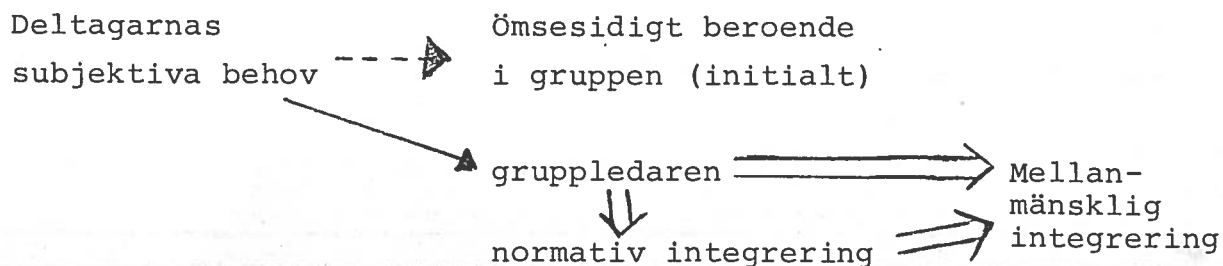
Den mellanmänskliga sammanhållningen (integreringen) påverkas starkare av den funktionella sammanhållningen än av den normativa sammanhållningen. I praktiken innebär detta att mellanmänsklig sammanhållning utvecklas lättare i naturliga grupper än i konstruerade.

FLYGELBÄRARGRUPP



I terapigruppen, måste ledaren ersätta den funktionella integreringen, eftersom eljest den mellanmänskliga integreringen skulle ta längre tid och försvagas då gruppen bildas genom processer via normativ integrering. Detta innebär att ledarskapsfunktionen i en terapigrupp blir avgörande för utvecklingen av de mellanmänskliga relationerna och sammanhållningen i gruppen. En arbetsledare som har en konstruerad grupp får därför verka som en terapeut i gruppen, vilket upplevs som mycket arbetsamt.

STOLBÄRARGRUPP



Arbetsledaren får helt skilda krav på sig i de två ovan beskrivna systemen.

Observeras bör att en duktig arbetsledare liksom en terapeut kan påverka både normativ och mellanmänsklig integrering.

582

Grupper med högt ömsesidigt beroende (tekniskt eller administrativt) utvecklas snabbt mot en fast normstruktur.

Arbetsbrigader i Sovjet utvecklas alltid i två steg. Medlemmar i en grupp arbetar tillsammans tills de får en fast normstruktur. Därefter upplöses gruppen och kring varje tidigare medlem bildas en ny grupp. Medlemmen överför den gamla gruppens normer till de nya medlemmarna (Matejbo 1980).

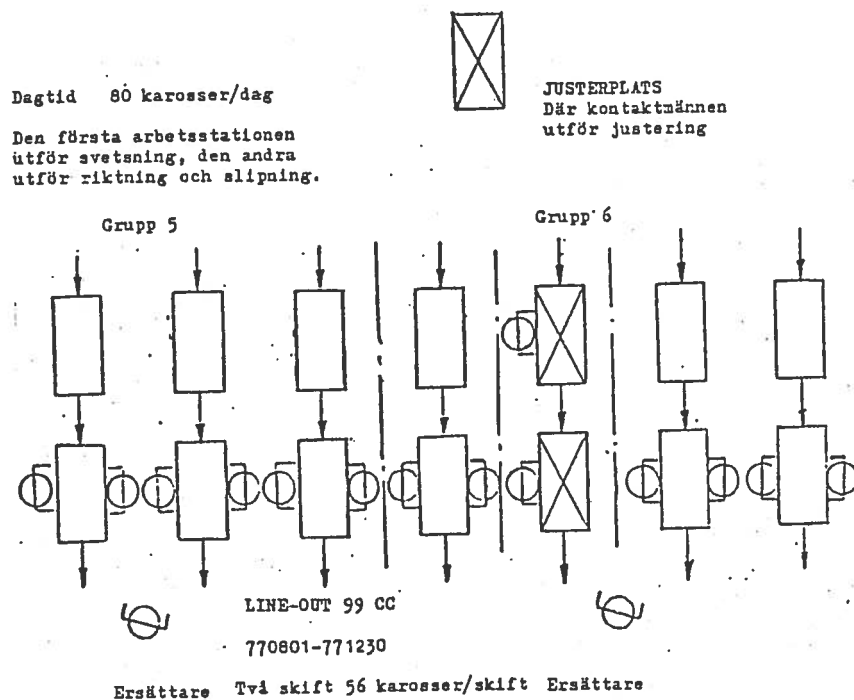
Samma teknik har använts av SAAB-SCANIA i Trollhättan vid start av nya arbetsgrupper. Vid SAAB-SCANIA har man försökt att få minst en medlem med erfarenhet av grupparbete. Grupper som haft svårigheter vid starten att få en fast normstruktur har ofta tillförts en erfaren gruppmedlem, varefter normstrukturen etablerats.

När enmans parallella arbetsstationer används saknas tekniskt beroende. Det ömsesidiga beroendet måste här skapas administrativt och brygga för att gruppen har ansvar för en mängd tilläggsaktiviteter såsom underhåll, kontroll, justering, städning etc.

Justeringen i 99-2-4-grupperna kom att utföras i ett för gruppen gemensamt bås medförde att de operatörer som justerade blev beroende av de övriga i gruppens kvalitet vad gäller uppärbetning. Tidigare var man endast beroende av lagkamratens kvalitet och var han dominant fick den andre justera även hans fel (kamraten kunde lämna bålet när han gjort sitt och överlåta returkarosserna till kompiserna). Laget var den gruppenhet i vilken kvalitet- och justerberoendet var bundet. I och med gemensamt justerbås ökade beroendet till grupp-nivå och operatörerna uttryckte det som "att gruppkänslan blivit bättre med justering i mittbåset, kvalitetsansvaret gäller gruppen ojä bålet". I 99-CC-grupperna där operatörerna gick från justering i eget bås till justering i gemensamt bås, för flera grupper minskade beroendet vad gällde kvalitet och justering så att medlemmarna ojä "kände" för de som justerade. Operatörerna uttryckte det som "ingen kan känna för en stor grupp. Vi borde haft justeringen i mittbåset som 99-2-4-grupperna har". Effekten blev att man försämrade kvaliteten och lät justerbålet göra jobbet. Kontaktmännen vilka hade hand om justeringen fick justera hela dagen och hann dåligt med sina andra göromål.

Ovanstående visar på den effekt ett tekniskt administrativt beroende har för gruppbyggnaden. I 99-CC line-out försvagades grupperna genom ett förgrupperna gemensamt justerbås och därmed också kvaliteten, det var svårt att känna för en så stor grupp kamrater.

I 99-2-4 förstärktes grupperna genom att justeringen skedde i ett för gruppen gemensamt bås. Det tidigare systemet med justering i samma bås som karossen kom från intog ett mellanstadium mellan de två övriga vad gäller gruppbyggnadspåverkan.

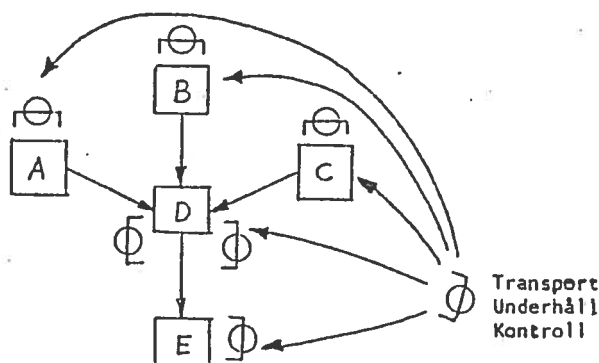


Figur 6.15

Vid den tidigare återföreningen till bålet "fuskade" ibland de instrumentellt inriktade snabbt över sin sida på karossen medan de prestationsinriktade noggrant utförde sin sida. De instrumentellt inriktade hoppades att de skulle vara frånvarande när justerkarossen kom tillbaka så att andra i gruppen fick göra justeringen. På detta sätt fick de instrumentellt inriktade en högre uppärbetning än de övriga. Därför upplevde många arbetet som ett individuellt mål i stället för ett grupp-mål.

På ett liknande sätt kan tilläggsaktiviteten öka beroendet inom gruppen.

Aktiviteter som underhåll, transport, kvalitetskontroll, justering och städning medför att gruppen lättare kan utöva kontroll över sina gränsbetingelser. Den eller de operatörer som handhar dessa tilläggsaktiviteter har beroende riktat mot sig eller från sig.



Beroende av transport, underhåll och kontroll i en produktionsgrupp på 7 man med 5 stationer.

Figur 6.16

Som framgår av figuren är samtliga stationer beroende av transport, dvs materialpåfyllning och transport från arbetsområdet av färdiga produkter. Transportberoendet är en divergerande struktur. Beroendegraden varierar med hur ofta (dvs buffertlagrets storlek vid station) som transporten till respektive station måste utföras. Ju oftare desto större beroende.

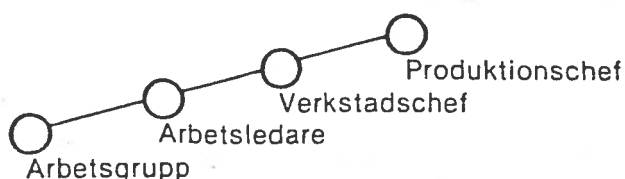
Underhållsberoendet har samma struktur som transportberoendet men graden av beroende varierar med hur stora de tekniska störningarna (i % av arbetstiden) är på de olika stationerna. Kontrollberoendet har även det samma struktur som transportberoendet och underhållsberoendet. Grad av beroende varierar med i vilken grad de olika stationerna påverkar kvaliteten på gruppens slutprodukt (jämför variationsmatrisen).

Kvalitetskontrollberoende består i att operatörerna ej skall bygga in felaktiga detaljer, justera fel på inkommande detaljer samt tillse att den tekniska utrustningen ej orsakar låg kvalitet. Den information om resultatet som operatörerna får från den kontrollansvarige i gruppen medför att operatörerna kan hålla en högre kvalitet. Den kontrollansvarige har kontakt med stickprovskontrollen och det är därför möjligt för honom att informera operatörerna om svårupptäckta kvalitetsbrister som de kan förebygga till dess justeringen minskar.

När transport, underhåll (speciellt förebyggande underhåll) och kontroll fungerar minskar flödesstörningarna i gruppen och justeringen minskar. Effekten blir ökad upparbetning.

Gruppen som profitcenter och planeringspunkt

Profit-center-teorin bygger på att varje arbetsgrupp, varje avdelning skall kunna åtgärda de flesta störningar. Varje enhet har därför ofta endast 3 mål - omkostnad, kvalitet, kvantitet. Modellen är mycket effektiv, men bygger på en långt driven nedbrytning i lokala delmål samt en långt driven decentralisering av serviceavdelningarna. Detta ligger nära tanken om produktverkstäder och flödesgrupper.



Detta låter bra, men är ofta svårt. Speciellt svårt är att återföra servicedata till arbetsgruppen (dvs skilja bort service pga underleverantörsfel eller konstruktionsfel).

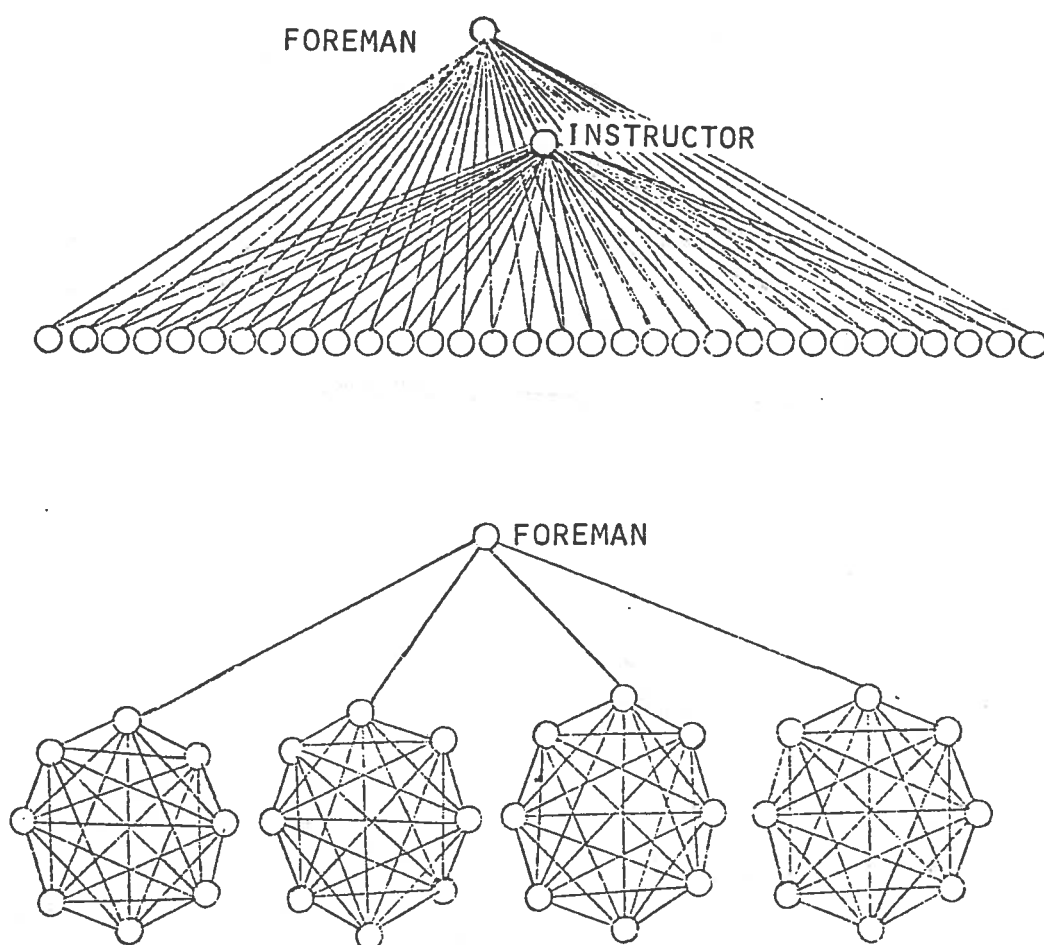
En nedbrytning av det administrativa systemet till gruppnivå kräver ofta en stor förändring av datafiler, redovisning och liknande. Ett stort motstånd från främst ekonomi- och produktionsplaneringsavdelningarna är vanligen det största problemet vid övergång till profit-centers. Nedbrytningen av omkostnaden till gruppnivå ger dels effekt eftersom man vet när man skall vara försiktig och när man skall "slarva", dels genom att grupper inom budgetramen kan omprioritera mellan olika områden.

Följande information krävs till gruppen:

- kvantitet följs upp per dag och vecka - kvalitet följs upp per dag och vecka - omkostnader följs upp per månad.	}	feed-back till arbetsgruppen.

Vid grupporganisation är det vanligt att man vill använda arbetsgruppen som planeringspunkt. Vid en konventionell organisation blir varje operatör en planeringspunkt. Andelen planeringspunkter minskas drastiskt vid grupporganisation och produktionsplaneringen blir enklare. Behovet av avancerade datorsystem minskar.

Nedanstående figur visar skillnaden i antal planeringspunkter i en konventionell organisation och en grupporganisation.



Figur 6.17

I valet mellan manuella eller datoriserade informationssystem i samband med grupporganisation bör alltid följande frågor ställas:

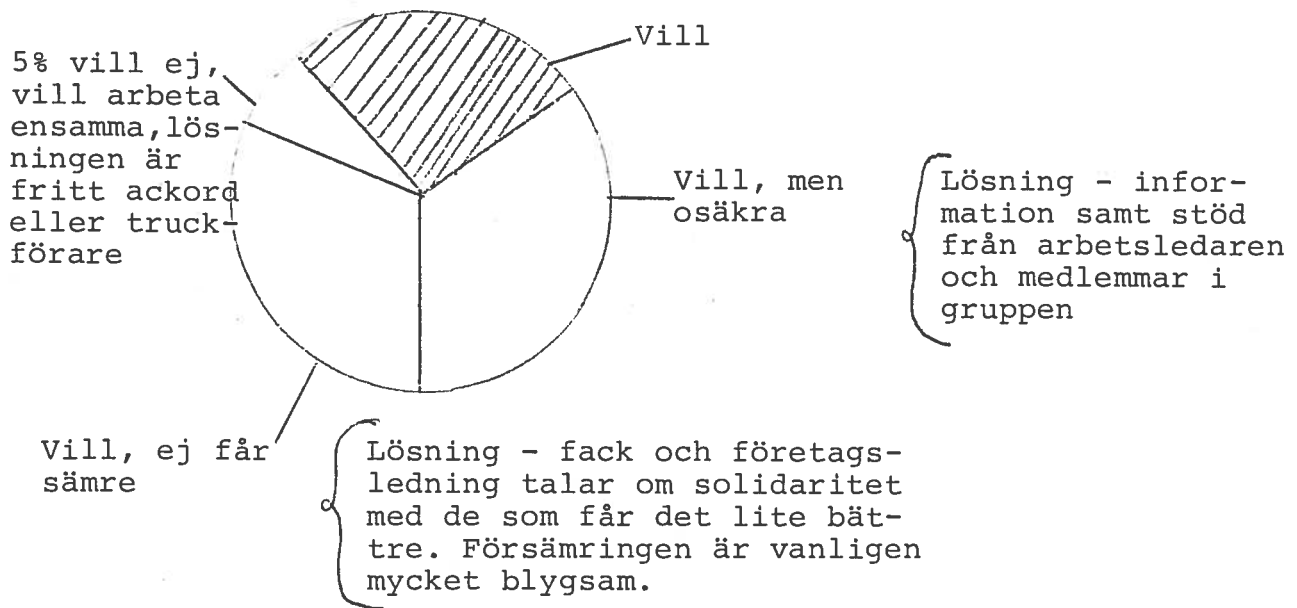
1. Varför datorsystem?
2. Problem före lösning, ej tvärtom.
3. Vem skall använda data?
4. System i relation till andra system?
5. Produceras papper som ej används som styrdata?
6. Krävs decentraliserade datorer?

När dessa frågor är besvarade skall man noga betänka om enkla manuella system (blanketter, kortlåda) kan ersätta eller komplettera datorsystemet.

Problematik vid införande av produktionssystem med autonoma arbetsgrupper

Motstånd mot förändring till grupparbete

Vid övergång till ett nytt produktionssystem möter man alltid motstånd. Nedanstående figur vidar på problemen.



Figur 6.18

Många system har fallit på att man dels ej informerat väl, dels ej framställt informationen på ett enkelt sätt, t.ex. modellbyggnad. Vidare har företagsledningen och facket ofta varit "fega" och ej vågat gå in i en konflikt med den grupp som får en viss försämring (vanligen kontrollanter, justerare, ersättare och underhållspersonal). Försämring innebär att de måste ingå i en arbetsgrupp och utföra även producerande arbete. Daimler-Benz i Stuttgart har dock drivit solidaritetslinjen med framgång. Bl.a. så roterar man mellan för- och slutmontage. I och med att man under de senare åren ökat andelen förmontage upplevs arbetet som mer uthärdigt, när man slipper arbeta hela tiden på linen.

Tjänstemän, speciellt personal med stabsfunktioner, är ofta negativa till utvidgat ansvar för producerande operatörer. Väl utformad information och utbildning är här ett måste, så att dessa tjänstemän förstår fördelarna ekonomiska och mänskliga.

Lönesystem utgör ofta ett hinder för övergång till grupporganisation. Kan man inte utforma ett meningsfullt lönesystem, så blir övergången till grupparbete meningslös.

Uppstartning av nya system

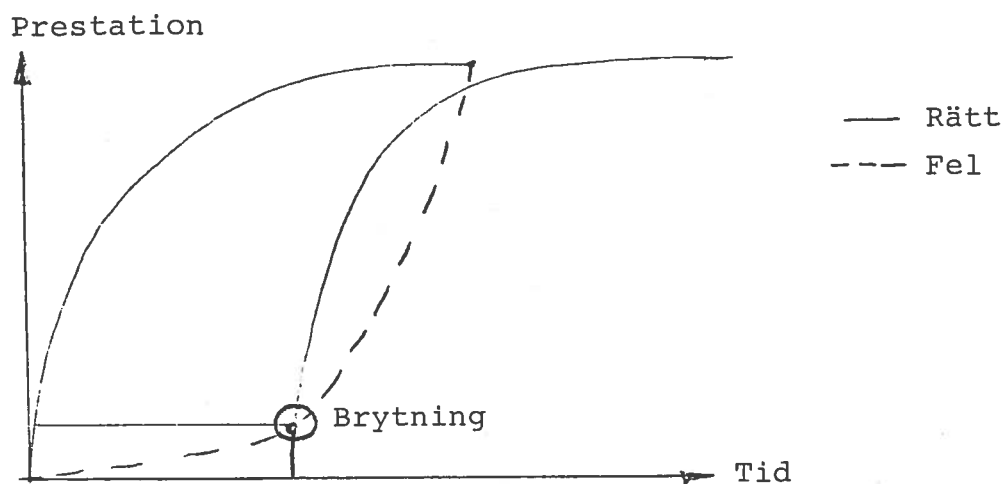


Fig. 6.19

Vid uppstartning av nya produktionssystem bör beaktas:

- Inkörning av nytt system bör ske enligt en faktisk inkörningskurva. Om man genom en felaktig kurva har för långsam start kommer inläringen att vara "för snäll" i början och orimlig i slutet. Dvs träningseffekten blir för svag. Risken för sittstrejker är stor vid felaktig inkörning. Kraven känns orimliga i brytpunkten och är det också. Felaktigheten märks och åtgärdas snabbt vid full takt.
- Det är alltid bäst att starta upp med full takt, men överbemannat. Då upptäcks fel i tidsunderlag samt normer bildas av hur stor prestation som erfordras. Kör in systemet med full arbetstakt och överbemanning, trappa ned arbetsstyrkan inom en förutbestämd tid, t ex en månad. Vid Volvo Buss, Borås, genomfördes en analys av inkörningskedet, vilken i korthet redovisas nedan.

- Om grupparbete finns tillse att arbetsgrupperna har lika kunskap. Dvs att inga A- och B-lag bildas. I annat fall kommer B-lagen att få extra lång inkörningstid pga att mer erfarna operatörer (vilka kan lära upp mindre erfarna operatörer) saknas.
- Det är viktigt att samma grundregler gäller för olika avsnitt inom företaget så att orättvisa ej upplevs.

Erfarenheter från inkörning vid Volvo Buss, Borås

Volvo Buss i Borås består av fyra s k dockor för slutmontering av busschassin. Montering i dockan är uppdelad i tre steg. Tre montörer är verksamma på chassit samtidigt.

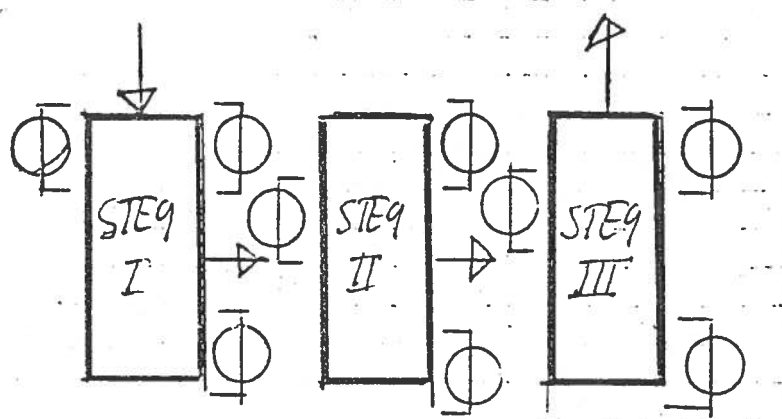


Fig. 6.20 - Docka vid Volvo Buss, Borås

Upparbetning på gruppnivå

I dockan måste montörerna hjälpa varandra och inte upparbeta sin egen cykel. Det veterligen enda sättet att hindra montörerna från individuell upparbetning är att skriva in i avtalet att individuell upparbetning är förbjudet. Flera företag har kommit till denna slutsatsen.

En ökad spridning av monteringsstips måste förekomma. Det är ju trots allt gruppwork i dockan.

Information från andra avsnitt

Vidare måste det talas om varför vissa beslut har fattats. Detta ökar förståelsen för arbetet.

Samordnaren har en utsatt position i dockan. Han sitter mitt emellan montörer och arbetsledare. För att underlätta hans arbete bör han ha vissa kontaktpersoner inom företaget, dit han kan gå då problem uppstår.

Information arbetsledare - grupp

Samrådsmöten (ett oegentligt namn, det borde istället heta gruppmöte), är viktiga att ha. Då måste de också vara meningsfulla för de berörda parterna. De berörda parterna skall kallas i god så att de hinner förbereda sig. Dessa möten måste hållas en gång per vecka och vara i ungefär trettio minuter. Mötena kan handla om kvalitet, produktionsprognoser och utfall, problem i samband med produktionen, monteringstips m m. De skall hållas för att montörerna skall lära sig grupparbete bättre, så att man hjälper till med monteringen, om någon kommit på efterkälken.

Avsaknaden av klara regler för grupperna medförde att arbetsledaren ej kunde diskutera problemet med individuell upparbetsning.

Kvalitetsstyrning

Materialbristerna ger störningar som kan ge upphov till dålig kvalitet. Detta pga de psykologiska effekterna som materialbrister ger upphov till. Fel byggs in och buss chassit måste senare demonteras under lång tid. Detta upplevdes som meningslöst montage. Montörerna måste få en riktig kvalitetsutbildning, så att de förstår hur viktigt det är att hålla hög kvalitet. De skall också få reda på vilka konsekvenserna blir av ett visst fel. Ett förslag till att förbättra monteringskvaliteten i dockan är, att låta gruppmedlemmarna rotera i bufferten efter dockan och utföra justering. De skall där gå igenom kontrollkortet och återföra felen till den enskilde montören i dockan och också kontrollera kvarvarande chassier i dockan.

För att stimulera montören till att lära sig mer kan man införa en typ av lönetrappa, där stegen kan vara att ha lärt sig

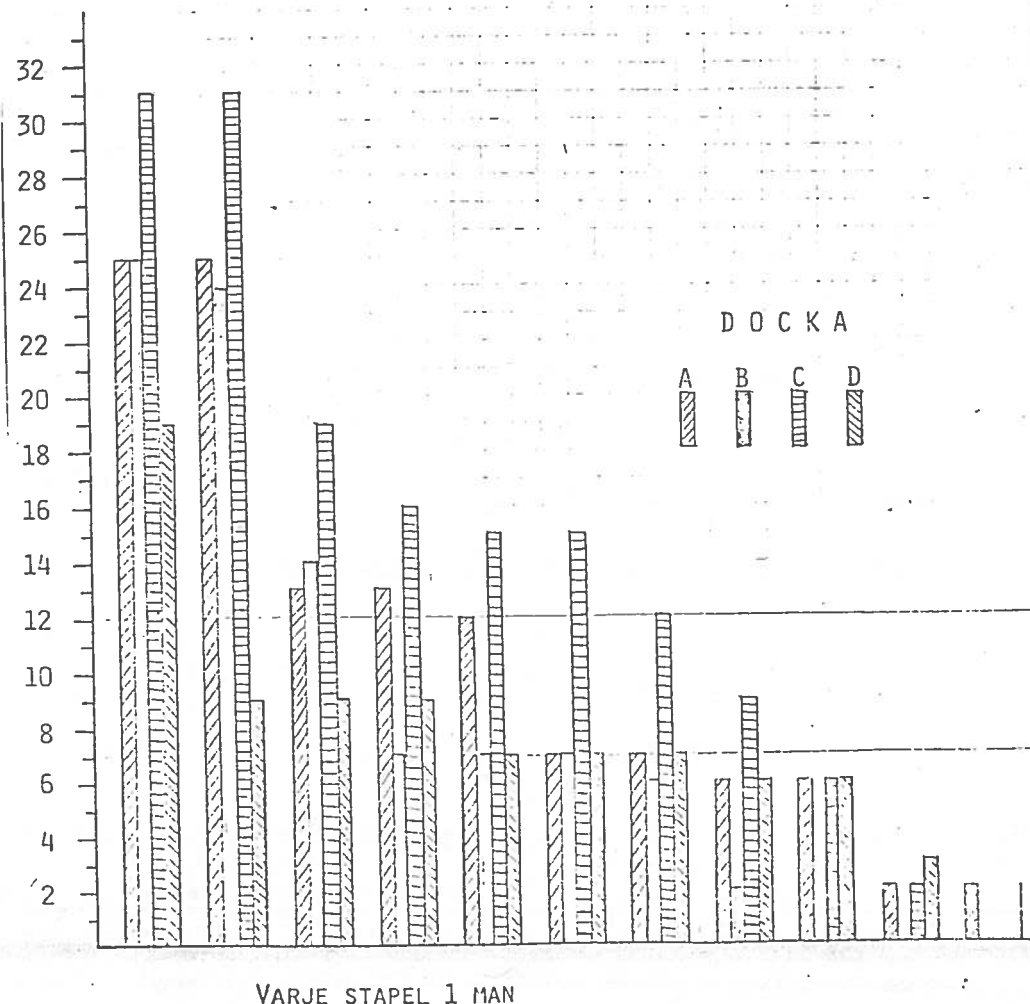
1. eget arbete
2. eget steg
3. hela dockan

Det existerar ingen belöning för att kunna fler stationer. Noterbart är hög avgång till förmontage (100%). Andel anställda med < 6 mån. är övervägande. Nedanstående diagram visar att när andelen intern personalomsättning är hög beroende på företagets expansion, så minskar kunskapen snabbt i dockan med åtföljande produktionsproblem. Hur ojämna dockorna är kunskapsmässigt framgår av diagrammet.

ANSTÄLLNINGSTID I DOCKORNA, BUSSMONTERINGEN

* DOCKA	A	11 MAN	VARAV	5 MAN	≥ 12 MÅN	6 MAN	≤ 7 MÅN
"	B	8 "	"	3 "	≥ 12 "	5 "	≤ 7 "
"	C	10 "	"	7 "	≥ 12 "	2 "	≤ 7 "
"	D	10 "	"	1 "	≥ 12 "	6 "	≤ 7 "

Månader



* INKL. SAMORDNARE, EXKL. ERSÄTTARE

Delegering

Långtgående delegering under inkörningsperioden visade sig vara ett problem. Under inkörningsperioden behövs extraordinära beslut fattas av högre chefen som stöd för arbetsledare och gruppmedlemmars agerande.

Erfarenheter i samband med inkörning och inläring kan sammanfattas:

- Inkörning olämpligt genomförd. Man borde startat med fulltakt och dubbel bemanning i en docka, därefter skulle nästa docka gått igång. Annars saknas prestationsnorm. Problem att uppnå takten "kändes för hårt" enligt många.
- Löneformen i kombination med expansion gav internt personalomsättning av kunnigt folk (att bilda en speciell pool med kunnigt folk som har ansvar för avancerad justering, men också är ersättningsskyldiga i arbetsgrupperna är den vanliga lösningen).
- Avsaknaden av regler medförde att det ej fanns så mycket att tala om på gruppmötena, men trots detta fanns ett behov i grupperna "att tala ut".
- En underskattning av behovet av planerade inlärningsförelöpp samt kvalitetsutbildning.
- Det kan ta mycket lång tid att ändra på när ett beteende är inlärt. Om man åsidosätter kvalitetsutbildning, mon-törsinstruktion och "samrådsmöten" kommer man in i en ond cirkel där man får mindre och mindre tid för dessa aktiviteter samtidigt som produktionen sjunker.

Den tid dessa aktiviteter tar, tjänas snart in genom att produktionen flyter bättre och att produkten blir bättre.

Ovanstående problem har åtgärdats av Volvo Buss, Borås, men erfarenheterna är typiska för inkörningsproblematik i nya monteringsystem. Det skall framhållas att montörer, arbetsledning och produktionstekniker deltog mycket aktivt i utvärderingen av inkörningsproblematiken tillsammans med forskargruppen. Man vet nu "precis hur man skulle ha gjort".

Vi tackar Volvo Buss för deras aktiva medverkan att sprida kunskap kring erfarenheter från deras fabrik, vilken kan sägas vara ett "pilot plant" för montage av bussar, lastvagnar eller fordon av liknande storlek.

Myter om autonoma arbetsgrupper

I samband med autonoma arbetsgrupper har en del felaktiga uppfattningar kommit omlopp vilket medfört att många experiment misslyckats. Att dessa myter testats har berott på att man dels önskat prova om någon förbättring skett ("det kostar inte så mycket att prova"), dels att kravet på en förändring varit stort och ledningen känt behov av att fatta beslut. Nedan redovisas de åtta vanligaste myterna.

1. "Om man låter de anställda få det bättre genom mer meningsfulla arbeten så skall de bli mer moraliska dvs lägre personalomsättning, lägre frånvaro, högre produktion och högre kvalitet". Att blanda ihop meningsfullt arbete med individuellt beteende är felaktigt eftersom arbetsinnehållet ej påverkar individens normstruktur och värderingar i någon högre grad.
2. "Variation får man genom förlängd cykeltid". Det är den totala variationen i arbetssituationen som betyder något, inte cykeltidens längd. Variation är dessutom inte lika viktigt som att slippa ifrån maskinstyrd arbetstakt.
3. "Grupparbete är bra, vi bildar grupper av de anställda". Grupper skall vara naturliga dvs ha gemensamt mål och arbetsområde och ett ömsesidigt beroende mellan medlemmarna. Ofta har man kallat stora avdelningar på 20 pers. eller mer för grupper. Detta är inte meningsfullt eftersom "gruppen" är för stor och saknar definierat arbetsområde

4. "Grupparbete innebär att gruppen skall få göra som den vill". Det finns ingen grupp som fungerar utan regler för ansvar och beteende inom gruppen. Lokala avtal måste tecknas annars tar "de starka" i gruppen befälet och "Vilda Västern" gäller.
5. "Folk måste lyda order, annars fungerar det ej". Detta bygger på att sanktioner finns, både positiva och negativa. I svenskt näringsliv är de flesta sanktioner reglerade i avtal och den sociala tryggheten stor. Att få folk att lyda genom sanktioner är därför omöjligt. Motivation att följa regler är därför vad som är realistiskt.
6. "Folk vill ha ansvar". "Folk vill inte ha ansvar". "Förr var folk mer ansvars-kännande". Att blanda ihop personlighetsdraget ansvar med organisatoriskt ålagt ansvar är vanligt. Förr hade folk mer organisatoriskt ålagt ansvar (sämre social trygghet). Idag är många tveksamma inför ansvar eftersom de ej prövat på ansvarets stimulering utan bara ser till negativa sanktioner i samband med ansvar.
7. "Det måste till akademisk kunskap för att starta autonoma arbetsgrupper". Akademiker har ofta med sin utvecklade semantik och sina teoretiska modeller för att beskriva verkligheten "kört över" praktiker (produktionstekniker, arbetsledare och operatörer) i företagen. Praktikerna vilka har den företags-specifika kunskap, vilken är en förutsättning för att starta autonoma arbetsgrupper har ofta aldrig fått säga sin mening om praktiska ting, vilka senare medfört misslyckanden.
8. "Lönen har underordnad betydelse om man trivs". Lönen är ett bevis på kompetens och således en värdemätare människor emellan. Skillnader i köpkraft är ej lika viktiga som statusfunktionen.
Sociologer (Lenski 1956, Zelditch och Andersson 1966) använder begreppet statuskristallisering för att beteckna att det finns samband mellan utbildning, lön och status. Med stark statuskristallisering avses hög utbildning, hög lön hög status resp. låg utbildning, låg lön och låg status. Svag statuskristallisering förekommer vid exempelvis hög utbildning, låg lön och hög status. Människor strävar mot stark statuskristallisering och tillmäter därför lönen stor betydelse.

.1.10 Avslutande kommentarer

Några viktiga punkter att tänka på vid utformandet av arbetsorganisation

De system som tillgodoser de psykologiska behoven har oftast också produktionstekniska fördelar i form av liten balanseringsförlust, liten extra hanteringstid, stor upparbetning under cykeln och under dagen samt litet personalberoende, vilket medför produktionssäkerhet.

- 1 Låt dem som ska arbeta i den nya arbetsorganisationen delta i projektgrupp som utformar denna (operatörer, arbetsledaren, produktionsteknikern). Genom samrådsverksamhet fångas problem upp, men där löses inga praktiska problem - de löses i projektgruppen. Använd gärna perspektivskisser eller modeller vid projektarbetet.
- 2 Planera utbildningen väl av operatörer, arbetsledare och produktionstekniker samt informera andra avdelningars chefer och funktionärer.
- 3 Tänk på att lösa den tekniska autonomin och utför en lay-out, som underlättar en vettig arbetsorganisation.
- 4 Tänk på att det fina pausrummet behöver kompletteras med ett enkelt bord och stolar i omedelbar anslutning till arbetsplatsen, så att man kan ta en kopp kaffe och ändå ha kontroll över produktionen.
- 5 Bygg utrustningen för de längsta (190 cm). Låt de övriga ta pallar eller lyftbord att reglera arbetshöjden med. Bygg gärna en provarbetsplats och låt operatörerna prova.
- 6 Knyck inte andras arbetsorganisationer. Utarbета en som passar det aktuella fallet. Det finns inte en enda riktig arbetsorganisation.

- 7 Utforma regler för arbetet inom gruppen och klarlägg var ansvarsgränsen går mellan andra avdelningar och gruppen. Skriv in dessa regler i ett lokalt avtal.
- 8 Tänk på att systemet måste upplevas som rättvist dels inom systemet, dels i relation till andra system.
- 9 Mellangrupsrelationer måste vara så utformade att det ej uppstår osämja mellan grupper t ex att elitgrupper bildas.
- 10 Utbilda projektgruppen i "produktionsteknik". Betänk att kunskaper kring produktionssystem är begränsad även bland akademiker och fackliga representanter. Försök reda ut alla myter under utbildningen.
- 11 Försök att se realistiskt på denna nya arbetsorganisation. Förändras arbetet från pina till medelbra så är mycket vunnit. Man kan ej alltid nå till högsta nivån ifråga om meningsfullhet.
- 12 För att uppnå effektivitet så är det viktigare att försöka minska andelen indirekt arbete (låta detta ingå i gruppen) än att höja gruppens arbetstakt.
- 13 Löneformen bör vara utformad efter totalkostnad och leveransdatum. Övriga variabler är av underordnad betydelse.
- 14 Det är meningslöst att lära folk för mycket. Bättre med "driftsingenjör" (tjänsteman eller kvalificerad specialist) i gruppen vid komplex utrustning och/eller dator.
- 15 Operatörerna lämnar gruppen när de blir kunniga (intern personalomsättning). De måste få gå vidare men i så fall utgöra ett juster- och ersättargång med anknytning till sina gamla arbetsgrupper, vilka annars utarmats kunskapsmässigt. Platser som specialister i gruppen

bör reserveras för kunniga gruppmedlemmar som vill vidare. Detsamma gäller kvalificerade kontroll- och underhållsarbeten.

- 16 Det är ofta ett problem kring arbetsansvar att få fram feedback som är snabb (1 dag) och ej utvärderad (d v s exakt felangivelse). Detta kräver ibland förändringar av redovisningssystem och datorprogram. Ofta krävs också decentraliserade datorer och/eller terminaler.
- 17 Betänk att för hög grad av arbetsdelning ger problem både för arbetsledning och underställda i form av att ledaren måste kontrollera och att de underställda ej kan sköta sig själva. Informationsbehovet ökar samtidigt som samordningen försvåras vid för stor grad av arbetsdelning.
- 18 Spela med arbetsorganisationen när det ej går att lösa tekniskt, t ex rotation på monotont arbete var 5:e dag.
- 19 Det finns ofta en ovilja att lära av andra företags erfarenheter eller av andra avdelningar inom företaget. Man sätter sig ej in i systemen utan "uppfinner hjulet" vid utformandet av den nya arbetsorganisationen eller "suger upp" förenklade sanningar.
- 20 Informationssystemen i företagen gömmer ofta viss data och kunskap. Bristfälligt beslutsunderlag i kombination med att den gamla organisationen upplevs som säkrare (man vet vad man har, men inte vad man får) att nya förslag förkastas.
- 21 Ett vanligt problem är att man utvecklar ett förslag långt istället för att parallellt projektera två eller fler lösningar. Detta låser handlingsfriheten vid värdering.

- 22 En organisation som ger möjlighet till successiv utveckling eller som medger snabb återgång till den gamla organisationsformen upplevs av beslutsfattarna (fack och företagsledning) som säker att satsa på (risk-minimering).
- 23 Ofta diskuteras extremlösningar vilka förkastas i ett tidigt stadium, varefter ingen utveckling sker. Mindre radikala alternativ är ofta mer konstruktiva.
- 24 Man vill ogärna offra kostnader i vissa avseenden för att totalt sett få större vinst. Man vill ha vinst på alla områden. Detta gäller både sociala och ekonomiska vinster. "Man tar bara russen i kakan".
- 25 Fack och företagsledning måste gemensamt bära ansvaret för att en ny arbetsorganisation skall komma till stånd. Förtroende mellan de båda parterna är nödvändigt och om detta saknas så måste företagsledningen i första hand initiera samarbetet. Fackorganisationer är till sin karaktär defensiva och ej vana vid denna typ av åtaganden.
- 26 Policybeslut (fack- och företagsledning) i form av brev eller att man bestämt sig för specifik organisationsform påskyndar och underlättar tekniska och administrativa lösningar för att uppnå policyn.
- 27 Felaktiga konsulterande specialister kan spolia framsteg. Tre typer av suboptimering är vanliga:
- supertaylorister (slavdrivare)
 - supermjukpsykologer (puss och kram)
 - superfrihetssociologer (anarki)

Dessa inriktar sig på en aspekt när verkligheten är mångfacetterad. Nya specialister närmar sig i form av automations- och kapitalrationaliseringsmissionärer.

- 28 Japan, Västtyskland och Sverige har med sina traditionellt centraliserade fackföreningar små lönedifferanser mellan yrkeskategorier och hög utbildningsnivå stora möjligheter till arbetsintegration över avdelningar.

Utvecklingstendenser inom arbetsorganisation

Kraven på arbetsorganisationer i en nära framtid kan sammanfattas i följande punkter:

- 1 Framtida system måste medge:
 - 1.1 Flextid.
 - 1.2 Frånvaro p g a samhällskrav, t ex utbildning. Idag står denna frånvaro för ena hälften medan sjukdom står för andra hälften.
 - 1.3 Kvinnor skall kunna arbeta i systemet.
 - 1.4 Handikappade skall kunna arbeta i systemet.
 - 1.5 Äldre skall kunna arbeta i systemet.
 - 1.6 Konkurrensskäl ger fler typer och varianter samt kortare serielängder och kortare produktlivscykel.

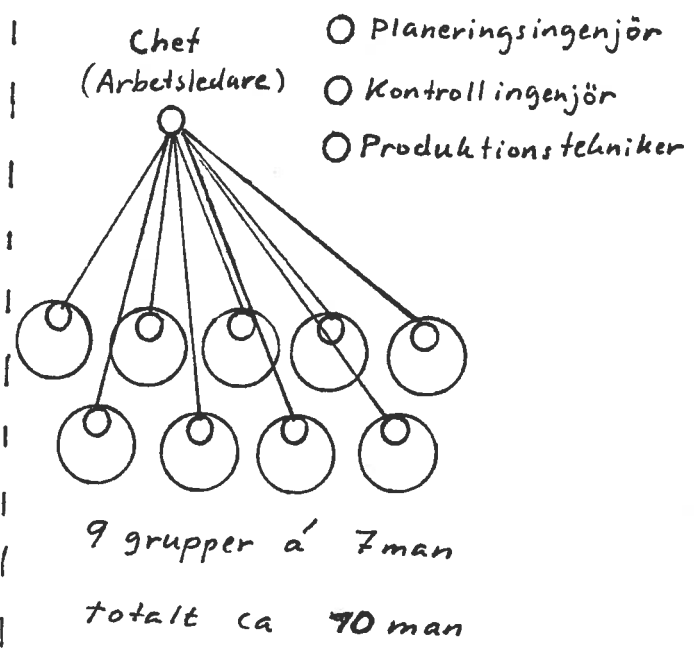
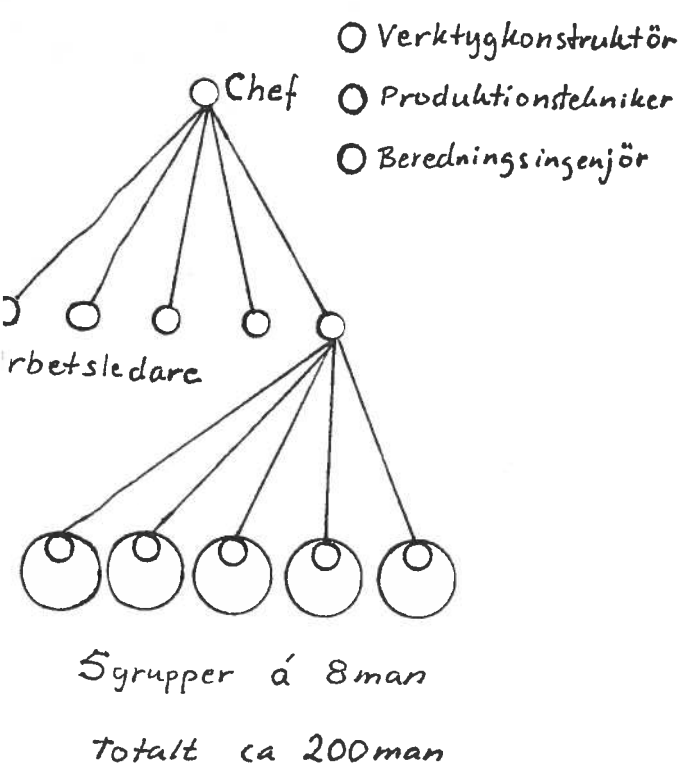
- 2 Ökad mekanisering inom komponenttillverkning och förmon-
tage medför att arbetsplatsen där handikappade nu kan utföra arbete kommer att försvinna. Förmon-
tationen upplevs som bättre än slutmontage p g a
möjlighet att sköta sig själv. I framtiden blir enligt
delphisstudier (Bullinger 1981) dessa arbetsplatser
allt färre. Slutmontaget, vilket är mycket svårt att
mekanisera inom överskådlig tid (fram till år 2000)
återstår som ett problem i företagen. Svårigheten att
rekrytera personal till dessa om de är i formen drivna
liner är uppenbar. Andra systemlösningar för slutmon-
tage blir nödvändiga och den mekanisering som då ak-
tualiseras är:

- Högmekaniserade helautomatiserade "öar" (Bright 1958).
- Operatörsstyrd hjälputrustning av typen skruvmultipel, manipulator och hjälplyftare.
- Typbunden utrustning kommer att minska.
- Kombinationer av datoriserade transportdon och enkla manuella don.
- Decentraliserade datorer och materialstyrningssystem.

3 Organisatorisk flexibilitet över gruppnivå

Dagens grupporganisation måste utvecklas mot högre flexibilitet. Tänkbara sådana former är:

- 3.1 Flera grupper har gemensamma tilläggsaktiviteter (som de eventuellt roterar på).
- 3.2 Det kan existera specialgrupper med hög kunskapsnivå ur vilka specialister inkallas till grupperna vid behov.
- 3.3 Flera grupper kan ha en specialist i grupperna som ansvarar för att en avdelning tidigare i kedjan levererar rätt utrustning till grupperna. Specialisten måste behärska både gruppernas och tidigare avdelnings teknologi.
- 3.4 Flera autonoma arbetsgrupper bildar en egen avdelning. Avdelningen blir autonom och styrs av en chef med befälsrätt och flera driftsingenjörer som är rådgivare till arbetsgrupperna via dessas kontaktmän.



Figur 6.21 Två exempel på autonoma avdelningar. Tjänstemän verkar i arbetsgrupperna hel- eller deltid på en komplex utrustning eller komplex produkt.

Löneformer

I mindre företag har idag 35% av arbetarna någon form av prestationslön mot 28% 1977. I stora företag fortsätter ackorden att minska, men minskningen är nu den lägsta på många år. (SAF-kongressen i november 1980). Bland småföretagen planerar 23% att övergå till prestationslön och 6% ämnar införa det även för tjänstemän. Problemet under slutet av 60-talet med de "fördömda ackorden" är kanske på väg att lösas, eftersom prestationslön inte innebär ett rakt ackord utan premielön. Jag skall försöka gå igenom olika löneformer och knyta den till existerande teorier om belöningar respektive incitament.

2.1 Problemet rakt ackord

Det raka ackordet (MTM-studerat) är ofta en suboptimering. Denna suboptimering kommer sig av att man istället för att se till totalkostnad per producerad detalj (inkl. materialkostnader, lagerkostnader, maskinkostnader och kontroll-justering-kassation) och leveransdatum, ser till den enskilde operatörens arbetsinsats utifrån en moralisk aspekt (folk skall arbeta hårt enligt protestantismens etik).

Idag har man ofta en löneform som är uppbyggd kring en mängd olika småpremier kring ett fritt ackord. Sådana premier kan vara kvalitetspremier på 10 öre, närvaropremier på 10 öre, anställningstid 10 år etc. Dvs man vill belöna när folk gör "ett bra jobb". Denna form av belöning har vanligen ingen som helst effekt. De som gör ett bra jobb, gör detta pga personlighetsdrag och gör det utan någon premie. För det stora flertalet är premierna för låga, för att upplevas som meningsfullt.

Uppfattningen att det är viktigt att få fram kvantitet och sedan justera och kontrollera eller kassera har fått stor spridning i västvärlden. Ansvar för kvalitet har minskat hos de anställda, eftersom de ofta saknar information om vad som är viktigt och vad som är mindre viktigt. Information från kontroll- och justeravdelningen sker sällan och när det sker, sker det ofta i form av "bra" eller "dålig" kvalitet. Detta strider mot veder-

tagen teoriutbildning inom området meningsfullt arbete, enligt vilken återföring av fel bör ske inom en dag med exakt beskrivning av felets art.

Jag vill påpeka att operatörerna också saknar information om serviceproblem, dvs åtgärder efter det att produkten är levererad till kunden. Att återföra denna data till operatören är av största betydelse.

Det raka ackordets problem är dels att det premierar kvantitet framför kvalitet, dels att det bygger upp lager av förädlade detaljer mellan operationsslag eftersom operatörernas arbetstakt varierar. Effekten blir ökad kvantitet vid viss maskin och utrustningsinvestering, men också en ökad kostnad för kvalitetskontroll, justering och kassation samt ökad kapitalbindning för produkter i arbete och lagerytor för dessa produkter.

Det skall dock framhållas att i de fall rakt ackord med betalning efter antal godkända enheter, så är det nog förmodligen det enklaste styrinstrumentet för produktionsplaneraren.

Problemet med att planera när tidsunderlag saknas är uppenbart och tidlön utan någon form av tidsplanering är ett stort problem för produktionsplaneraren. Något kvantitetsmål nedbrutet på dag och vecka är ett måste för att en tidlön skall fungera (se Riggs 1981). Götaverken motor, som tillämpar tidlön har funnit att kvantitetsmål är ett måste. Vi har dock observerat att tidlön utan kvantitetsmål ofta fungerar som ett negativt incitament. När några i en avdelning eller arbetsgrupp börjar ta allt längre raster eller börjar arbeta i allt lägre takt så blir de övriga upprörda över att "de måste jobba medan de andra litar sig". Av "rättvisa skäl" börjar även majoriteten att sänka sin arbetstakt i arbetsgruppen eller i avdelningen. Krav på arbetsledningen och facket ställs att "de skall hålla efter de lata" från övriga medlemmar och relationen inom arbetsgruppen försämrar. Förespråkan för tidlön glömmer ofta att kvantitetsmål (uppsatta genom förhandlingar) är ett måste för denna löneform för att undvika ovanstående problem.

Att diskutera löneformer är alltid intressant, inte minst när någon form av gruppbonus eller gruppäckord gäller. Vid grupper större än 10-12 personer fungerar ej denna löneform, eftersom om någon "sackar" så går också musten ur de andra, eftersom de ej "vill jobba för andra som litar sig". Volvo Buss, Borås fick minska sina lag från 20 man till 12 man.

Vid rakt gruppäckord i små grupper fungerar detta fint så länge elitmänniskor eller jämspelta människor finns i grupperna. När gruppen blir ojämn inbördes sker omedelbart utslagning av medlemmar, väl beskrivna vad gäller bygglag.

Utslagning av medlemmar är ett problem, eftersom de får omplaceras internt (svårt finna arbete) eller tas omhand av samhället. En större förståelse mellan företag och samhälle för att vissa personer ej klarar en fullgod arbetsinsats, torde kunna ske så att en person med 75% arbetsinsats betalas till 75% av företaget och 25% av samhällsmedel. Ett mer nationalekonomiskt synsätt bör här vara möjligt.

När det gäller löneform så har man alltmer övergått till premielön i någon form. Rädslan för produktionssänkningar och när man tar bort ackordet, är orsak till dessa. De större effekterna det raka ackordet har genom att "trycket från ackordsoperatörerna drar övriga avdelningar (material, underhåll) med sig", saknas i premielönen. Det kända problemet att ackordstak sätts av operatörerna, undgår upptäckt av metodförbättringar, som förr alltid analyserades och medförde sänkt ackord. Idag uppmärksammas sällan metodglidningen pga produktionsteknikernas konflikträdsla, har utnyttjats positivt. Ett företag med en produkt med hög materialkostnad och lika arbetskostnad, lät sina operatörer (9st), vilka hade gruppäckord, tillgodogöra sig alla metodförbättringar och i detta fall även konstruktionsändringar i form av det raka ackordet. Denna inställning medförde ett stort antal innovationer av operatörerna samt ett snabbare genomlopp av produkten (minskad kapitalbindning), samt ett relativt högt löneläge för operatörerna i regionen. De anställda upplevde systemet som mycket bra liksom även företagsledningen.

Ackordsproblemet är intressant att studera närmare ur inlärningskurveaspekt. Att jobba hårt känns stressande och under inläring av ett arbete i serieproduktion, så känns det mycket stressande. Men efter en tid så flyter jobbet och det går bra, man känner att det fungerar. Detta är normalt, ca 80-85 MTM. Att sen höja sin takt känns svårt, men det går och man uppnår en högre takt, 100-105 MTM. Men denna gång tog det relativt längre tid. Att ytterligare öka takten tar relativt ännu längre tid, inlärningskurvan planar ut. Jag vill påpeka att genom MTM-underlaget finns en reell takt så "dras" operatören över ett flertal som han upplever oöverstigliga hinder.

Alla som arbetat i denna arbetsform kan konstatera detta. Detta betyder vidare att om ej detta "drag" fanns skulle han förmodligen stanna på ca 50 MTM, eftersom det känns "hårdare" att jobba snabbare, dvs han saknar referenspunkt i form av MTM-norm eller ekonomisk norm. Dvs "en halv" arbetsprestation skulle utföras, dvs ett fördubblat löneläge för företaget. Detta är företagets syn, ekonomiskt krasst. Om vi ser på operatörens upplevelse, så upplever de flesta tränade operatörer att 100-105 MTM är en lagom snittarbetstakt på dagen, förutsatt att arbetet ej är vid en driven line.

Arbetstakten upp till ca 130 MTM är dock vanliga vid fria ackord och dessa upplevs som stressande av personalen. (Vad gäller billiner så körs dessa med 108-115 MTM, men här är det andra faktorer som ger stress, såsom ej ackumulerbar upparbetsning, bundenhet och monoton, se Karlsson (1979)). Jag vill påstå att lönestress - "att klämma en 25-öring till" är en viktig orsak till att operatören känner sig stressad. Vid långa cykeltider bör man uppmärksamma inlärningskurvans utplaning och undvika alltför höga MTM-takter, med tanke på inläringstiden. Enligt tyska forskare ej över 108 MTM för "Medelsvensson".

2.2 Löneformer vid autonoma arbetsgrupper

En intressant löneform är prestationsöverenskommelsen som ibland används vid autonoma arbetsgrupper. Denna löneform bygger på att arbetsgruppen har en prestation t ex 112 MTM som de skall klara. Denna omräknas i antalet enheter per dag och per vecka. Löneformen ger möjlighet till att prestationen kan variera inom t ex ca $\pm 10\%$ per dag + 5% - 0% per vecka. Om man producerar mindre minskar lönen i direkt relation till produktionsbortfallet (härvid räknas större maskinella andra typer av störningar bort som operatörerna ej kan påverka). Denna löneform bygger dels på att man inom gruppen kan börja på en lägre kunskapsnivå (lägre arbetsvärdering) och med tiden lära sig fler arbetsuppgifter.

Man kan således utvecklas kunskapsmässigt och lönen ökar enligt den traditionella arbetsvärderingen. Bonusen är utformad efter vad gruppen skall ha ansvar för. Har gruppen ansvar för en viss del t ex kvalitet, justering är bonusen 50 öre, har den fler aktiviteter är den 70 öre och har gruppen även administrativt ansvar i form av visst budgetansvar kan bonusen vara 100 öre eller mer. Denna form av löneform bygger på stora tillägg ej på små deltillägg. Det är i detta fall viktigt att gruppen får uppföljning av resultat. Fack och företagsledning måste här kontinuerligt följa upp gruppens ansvar (4 ggr/år). På nästa sida följer ett exempel från SAAB-SCANIA i Trollhättan där ovanstående löneform tillämpas.

2.3 Betalning i produktionsgrupper

Allmänt

Den här beskrivna löneformen är avsedd för medlemmar i självkontrollerande produktionsgrupper.

Gruppansvarstillägget är en ersättning för det ansvar för olika uppgifter som arbetsledaren eller andra funktioner kan ge åt gruppen och som inte kan mätas med Verkstadsföreningens - Metalls arbetsvärderingssystem.

Gruppansvarstillägget utbetalas endast om kraven enligt arbetsvärderingen är uppfyllda. Gruppansvarstillägget utbetalas lika till alla gruppmedlemmar.

Lönens uppbyggnad

Lönen baseras på lineförtjänst i aktuell AV-grupp.

Ovanpå detta kommer gruppansvarstillägget och anställningstidstillägget.

✓ AT-tillägg
Gruppansvars- tillägg
Lineförtjänst inkl. premie

2

Gruppsvarstillägg

Gruppsvarstillägget beror på vilket ansvar för olika uppgifter, som delegerats åt gruppen.

Det ansvar som kan delegeras till en produktionsgrupp är uppdelat i fyra delar:

- Produktionsansvar
- Kvalitetsansvar
- Ekonomiskt ansvar
- Administrativt ansvar

En grupp kan kvalificera sig för de olika delarna i godtycklig ordning. Då en produktionsgrupp åtar sig att arbeta med utveckling av någon av dessa delar utgår den första delen av tillägget. När gruppen sedan utvecklats, så att den övertagit merparten av ansvaret, ökas tillägget.

För att få fullt tillägg krävs att gruppen utvecklats, så att den uppfyller alla krav i denna ansvarsdel. Vissa grupper kan dock inte åta sig så mycket ansvar att de får fullt tillägg.

De olika delarnas värde uttrycks i poäng där produktionsansvar och administrativt ansvar ger 30 poäng vardera och kvalitetsansvar och ekonomiskt ansvar 20 poäng vardera.

Högsta gruppmerittillägg utgår alltså vid 100 poäng.

Produktionsansvar

Produktionsgruppen skall för att ha fullt produktionsansvar:

- Självständigt klara styrning och planering för att uppfylla ställda kvantitetsmått med ställda kvalitetskrav och själva ha förmåga att avhjälpa vissa störningar.

- Ha ansvar för underhåll av viss utrustning, städning och ordning på arbetsplatsen samt själva kunna avhjälpa fel eller kunna anskaffa hjälp inom företaget i samband med störningar för att avhjälpa dessa.
- Självständigt klara styrning och planering för att sköta transport av material till och från gruppen och för att styra materialflödet, beställa material och trucktransporter samt att veta vilka företagsfunktioner som har gränsande transportansvar.
Dessutom ha förmåga att tidigt upptäcka materialbrister och vidtaga åtgärder.

Kvalitetsansvar

Produktionsgruppen skall för att ha fullt kvalitetsansvar ha förmågan att självständigt kontrollera eget arbete, justera fel, återföra fel från tidigare produktionsavsnitt, inhämta information om gruppens kvalitetsnivå i efterföljande produktionsavsnitt samt vidtaga lämpliga åtgärder.

Gruppen skall dessutom självständigt kunna klara störningar i material och utrustning, som kan påverka kvaliteten, samt organisera sig kring uppkomna problem och ha kunskap om företagets kvalitetsnormer.

Ekonomiskt ansvar

Produktionsgruppen skall ha för att ha fullt ekonomiskt ansvar:

- Självständigt klara styrning och planering för att producera rätt mängd till rätt kvalitet med kalkylerade kostnader för såväl direkt produktionsarbete och indirekt produktionsarbete som för förbrukningsmaterial.

Dessutom ha förmåga att tillgodogöra sig ekonomisk information, själv göra ekonomisk uppföljning samt vidtaga åtgärder vid överskridanden.

- Ha förmåga att själva vidtaga kostnadsbesparande åtgärder och att fylla eller överträffa ställda rationaliseringsmål.

Administrativt ansvar

Produktionsgruppen skall för att ha fullt administrativt ansvar:

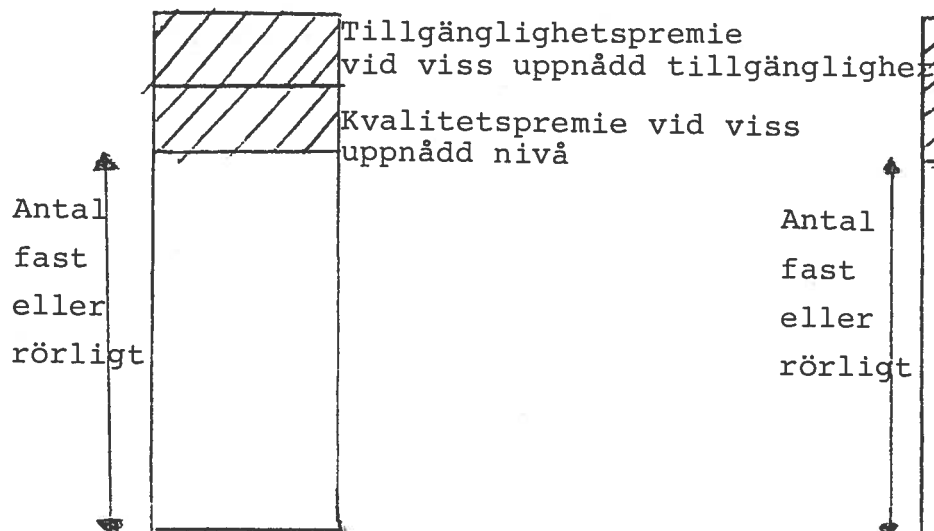
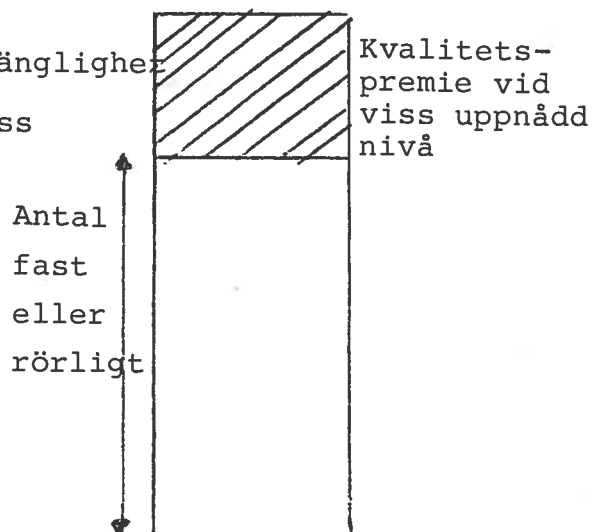
- Ansvara för personalplanering genom att självständigt kunna planera och förutse gruppens storlek med hänsyn till omsättning och rekrytering samt ansvara för inlärnin g av nyanställda.
- Gruppen skall också svara för att nya medlemmar får möjlighet till god anpassning i gruppen och att det finns en social stabilitet i gruppen.
- Ha förmåga att själva sköta skyddsarbete inom gruppens eget verksamhetsområde.
- Ha förmåga att självständigt väl sköta ledighetsbeviljning så att gruppen ändå uppfyller produktions- och kvalitetsmål.
- Självständigt kunna sköta kontakter med andra avdelningar och ge information till de parter utanför gruppen, som på ett eller annat sätt är beroende av gruppens aktiviteter.
- Själva ha förmåga att ta initiativ till och delta i produktionstekniskt arbete, som exempelvis metodstudier, balansering, layoutarbeten och projektarbeten.

HandläggningSammanställning

<u>Faktor</u>	<u>Poäng</u>			
	<u>Steg_1</u>	<u>Steg_2</u>	<u>Steg_3</u>	<u>Summa</u>
Produktionsansvar	10	10	10	30
- kvantitet				
- underhåll				
- transport				
Kvalitetsansvar	6	7	7	20
Ekonomiskt ansvar	6	7	7	20
- direkt och indirekt				
- produktionskostnad				
- förbrukningsmaterial-				
kostnad				
- rationalisering				
Administrativt ansvar	10	10	10	30
- personalplanering				
- skyddsarbete				
- ledinghetsbevilj-				
ande				
- kontakter				
- produktionstek-				
niskt arbete				

I samband med detta vill jag påpeka att premielön idag är mycket populär. Jag vill därför visa på två exempel hur en sådan kan vara utformad vid två olika typer av arbete. Det tidigare ackordet premierar ju kvantitet före alla andra faktorer. Men det finns stora risker med premielön. I materialintensiva industrier eller industrier med hög material- och utrustningskostnad finns risk att man konstruerar felaktiga lönesystem. Enligt vedertagen teori om meningsfullt arbete skall operatören när han lämnar arbetsplatsen för dagen, veta hur han ligger till lönemässigt, detta ger en känsla av trygghet hos operatören. Om man låter, för operatören opåverkbara faktorer ingå i premien, kommer lönen att påverkas av t ex inköpspriset på material eller av underhållsavdelningens effektivitet.

Vi har vid företag funnit exempel på att hela premien varit helt opåverkbar från operatörernas sida. Vid monteringsarbete med billig utrustning måste operatörernas premie baseras på kvantitet (helst taksatt) och kvalitet. Material är här inte intressant även om det utgör en stor kostnad, material är ej påverkbart. Ett exempel från ett företag visade att man givit operatörerna mera tid för att de skulle göra bättre kvalitet. Pga lönesystemets utformning utförde de istället fler detaljer med samma låga kvalitet, eftersom "det lönade sig". När utrustningen är dyr, så kör operatörerna ofta mycket hårt tills utrustningen får driftstopp, de sätter sig då och vilar samt får ut väntetid. Vid dyr utrustning bör därför utrustningens tillgänglighet (medför visst ansvar för underhåll, speciellt förebyggande) ingå i premien.

A Dyr utrustningB Dyrt material

Tillgänglighet ca 100 öre eller mer

Kvalitet ca 50 öre eller mer

Om man ej uppnår de två nivåerna
bortfaller premierna.

Kvalitet ca 100 öre
eller mer.

Till dessa två fall kan läggas ansvarspremie om gruppen åtager sig ansvar (autonom arbetsgrupp) för administration och ekonomi.

Grova riktlinjer är att vid rörlig kvantitet bör bonusen vara ca 10%, vid fast kvantitet ca 5%. Det bör här sägas att används ej tidsstudiematerial (MTM, klocka) så måste alltid planerad kvantitet meddelas arbetsgruppen med antal/dag $\pm$ värde och $\pm$ värde per vecka.

Många företag med fast lön glömmar bort detta viktiga planeringsinstrument på mikronivån. Vid lågserie- eller enstycksproduktion är det i många fall möjligt att operatörerna själva utför beredningsarbetet och därmed underlaget för offert. De kan sedan ha ansvarsbonus för antal/dag och leveransdatum. Fast lön med bonus måste dock alltid bygga på antalet antal enheter per dag. Detta är mycket viktigt pga följande.

Om personer med fast lön periodvis arbetar med hård arbetstakt

kan de ej i lugn och ro sitta och ta sig en kopp kaffe, eftersom arbetsledningen kan tro att de litar sig. Ett fast antal detaljer medför att operatören kan ta ansvar för dagsproduktion och ha "ryggen fri" mot arbetsledningen.

Arbetsledningen slipper "jaga folk" och relationen arbetsledning - operatörer blir betydligt positivare.

Kompensation för kvalifikation är idag mycket låg i de existerande arbetsvärderingssystemen. Höga prestationer i form av snabbhet och skicklighet samt lång utbildning ger mycket få arbetsvärderingspoäng medan bristfällig fysisk arbetsmiljö ger många arbetsvärderingspoäng. Eftersom företagen inom verkstadsindustrin har få bristfälliga fysiska arbetsmiljöer idag så blir konsekvensen att "latmansjobb", "smörjobb" och "gottejobb" inom verkstadsindustrin har samma lönenivå som mer påfrestande och kvalificerade arbeten. Detta medför vanligen upplevd orättvisa och lönesystemet blir ett negativt incitament för de mer kvalificerade och högpresterande. Problem yttrar sig i brist på kvalificerad arbetskraft inom verkstadsindustrin och överskott på okvalificerad arbetskraft. Intresset att vidareutbilda sig är lågt eftersom "det ej lönar sig". Problemet upplevs som ytterst besvärligt för både fackliga representerer och företagsledning på lokalplanet. (En studie av upplevd rättvisa vid olika belöningssystem utförs av docenterna Törnblom & Jonsson vid sociologen i Göteborg).

De skriver:

Under senare år har equityteorins begränsningar uppmärksamats alltmer. Distributiv rättvisa kan nämligen även bygga på andra principer eller regler för fördelning av resurser. "Equality" (jämlighet, d v s alla får lika mycket, oavsett vad man bidrar med) och "need" (behov, d v s fördelning efter behov, oavsett ens bidrag) utgör exempel på andra rättviseregler.

Otvivelaktigt spelar förtjänstprincipen en stor roll i västerländska samhällen, och människor uppfattar ofta denna regel som korrekt och rättvis. Men människan är inte av naturen en equityorienterad varelse. Att detta kan tyckas vara fallet i många sammanhang måste tillskrivas de speciella historiska och kulturella förhållanden under vilka vi socialiseras. Olika kulturer skiljer sig i fråga om vilken rättvisepincip som är den dominanta. Dessutom tillämpas olika regler inom en och samma kultur. Man kan alltså anta att tillämpningen är situationsbunden, vilket leder till frågor om hur rättvisa definieras i en given situation, och om vilka de faktorer är som påverkar val och tillämpning av rättviseregler.

Diskussioner kring lönesystem rör sig ofta om MTM eller ej. Den takt operatörerna arbetar i är ej intressant utan istället om hur de kan sänka sin arbetstakt genom bättre underhåll, högre kvalitet etc. Man får här välja det system som ger den lägsta totalkostnaden (kapital- och lönekostnader) per producerad enhet. Vi kan påpeka att vissa förluster i delsystem får accepteras mot att man gör vissa vinster i andra delsystem. Under vår forskningsperiod (1978-1981) har vi funnit att man ej vill betala något för att få vissa vinster. I detta sammanhang vill vi påstå att vår O-systemskalkyl är ett instrument som visar att man kan spela med delsystem i produktionssystemet. Trots förluster i vissa delsystem fås ett totalt effektivare system. Totalsystem skall jämföras med totalsystem. Vi vill här påpeka svårigheterna i att utveckla ett nytt produktionssystem som är följande:

- 1 Krav på systemet - ekonomiska, sociala och ergonomiska.
- 2 Tekniska lösningar för att tillgodose kraven kräver innovation.
- 3 Reglering av systemet - arbetsorganisation inkl lönesystem.

Ur vetenskaplig synpunkt är speciella incitament av intresse. USA företag har med framgång provat normativa bedömningar (bl a Lookhead) där operatören med speciellt hög kvalitet fick en speciell skinnjacka av företaget. Denna skinnjacka blev en statussymbol som inspirerade till en högre kvalitet. Att ha lotteri på närvarokorten har också provats i USA. Vinsten i form av kapitalvaror som kameror, radio, stereo, TV och även personbilar har haft drastisk effekt på närvaron. Ett svenskt företag provade att ge varje medlem i arbetsgruppen ett kilo kaffe per vecka om de höll vissa kvantitets- och kvalitetsmål. Effekten av detta var utomordentligt stor. Vi vill här inflika att orsak och verkan är belagd men att metoderna ur etisk synpunkt kan synas suspekta och förmodligen skulle varken fack eller företagsledningar i Sverige acceptera de i USA använda metoderna.

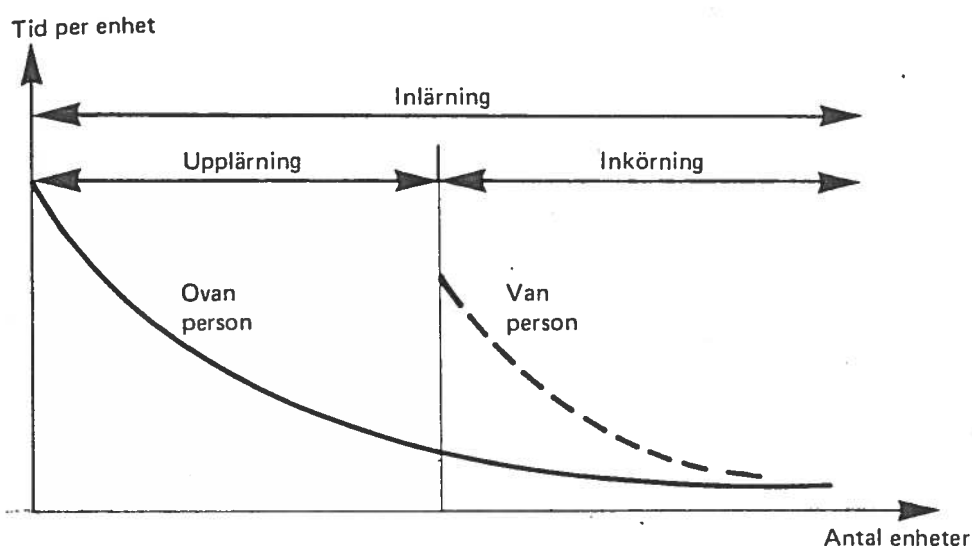
Avslutningsvis skall tilläggas att genom att tillföra arbetsgrupper aktiviteter av icke-producerande karaktär, så minskar det andelen rent produktionsarbete, vilket medför att arbetstakten ej upplevs så hård under dagen som om man enbart hade producerande arbete.

Upplärning, inlärnin g och inkörning

Det är intuitivt känt att tiden som åtgår för att tillverka en detalj, sjunker ju fler detaljer man tillverkar. Detta kan illustreras med nedanstående figur.

Det har visat sig att inlärningskurvan får utseendet enligt ovanstående figur oavsett om det gäller en enskild individs eller en hel arbetsgrupps inlärnin g. Många forskare har sökt efter det matematiska sambandet för inlärningskurvan. Amerikanen T P Wright var en av dem. Han var verksam inom flygplans-industrin och publicerade sina resultat på 1930-talet. Wright ställde upp ekvationen

$$T_s = \frac{T_1}{s^m}$$



Figur 6.22 Inlärningsförloppets två faser

T_1 = tiden det tar att utföra arbetscykel (eller enhet) nr 1

T_s = tiden det tar att utföra arbetscykel (eller enhet) nr s

m = exponent för cykeltidens avtagande med enheternas stigande ordningsnummer i serien, m brukar variera mellan 0,322 och 0,5

s = antal tillverkade enheter

Logaritmnas ekvation 1:

$$\log T_s = m \log s + \log T_1 \quad (\text{ekvation 2})$$

I ett log-log-diagram fås då en rät linje.

Ekvation 2 ger:

$$m = \frac{\log T_1 - \log T_s}{\log s} \quad (\text{ekvation 3})$$

Wright så emellertid genom experiment att kurvan inte blev rät utan krökte då han prickade in sina experimentellt funna värden. Genom att införa ackumulerade medelvärde för de s första stycktiderna i serien T_{sc} , fick han en rätare linje i log-log-diagrammet.

$$T_{sc} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + \dots T_s}{s} \quad (\text{ekvation 4})$$

Ekvationen kommer därför istället att lyda:

$$T_{sc} = \frac{T_1}{s^m} \quad (\text{ekvation 5})$$

m = exponent för cykeltidens avtagande med ackumulerat antal i tillverkningsserien.

Wright fann att för montering av flygplan (långcykliskt arbete) sjönk T_{sc} till 80% av det ursprungliga värdet vid en fördubbling av monterat antal. Därför talar man om 80%-regeln, när man avser den lagbundna ändring av tidsåtgång som åtföljer en förändring av seriestorleken. Det händer t o m att man går så långt att man avser hela inlärningsfrågan när man talar om 80%-regeln och inte tar hänsyn till att siffran 80% gäller i en specifik tillverkning i en viss bestämd miljö. Man bör observera att i talet 80 ligger såväl ökning av manuell färdighet som normalt förekommande successiv förbättring av verktyg, service osv. Dessutom kan många likartade arbetsmoment, t ex nitning, ingå i samma enhet, varför deras inlärningsseffekt adderas inom varje enhet. Insättning av $T_1 = T_1$, $T_s = 0,8 T$, $s = 2$ i ekvation 3 ger $m = 0,322$. Vid 80%-regeln gäller alltså att $m = 0,322$.

Om man studerar ett enkelt, kortcykligt jobb, bör man inte bli förvånad om det följer t ex en 95%-regel. Anledningen till skillnaden i procenttalet är att för ett kortcykligt arbete finns det färre sätt att utföra cykeln. För ett långcykligt arbete finns det i allmänhet flera olika sätt. Man kan där också planera arbetet bättre.

Ur ekvation 5

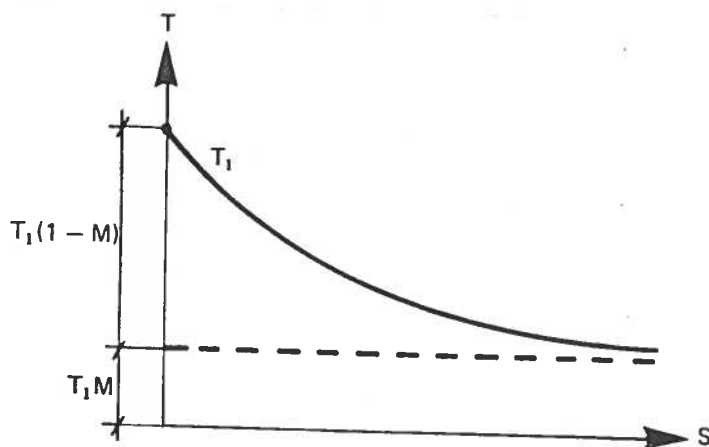
Ur ekvation 5 ser vi att högerledet kommer att gå mot noll vid mycket stora s . Holländaren Johannes F. de Jong ansåg därför att operationstiden borde innehålla en fast och en rörlig del. Den fasta delen satte han till $T_1 M$ och den rörliga till $T_1 (1-M)$. M är ett tal mellan 0 och 1 och anger den del av tiden som inte går att reducera under inlärningsförloppet. De Jong tillämpade Wrights ekvation (ekvation 1) på den rörliga delen och fick

$$T_s = T_1 M + T_1 \frac{(1 - M)}{s^m} \quad (\text{ekvation 6})$$

Ekvation 6 kan omskrivas till:

$$T_s = T_1 \left(M + \frac{1 - M}{s^m} \right) \quad (\text{ekvation 7})$$

Ekvation 7 kallas för de Jongs ekvation.



Figur 6.23 De Jongs ekvation inprickad i diagram.

De Jongs ekvation kan användas oavsett hur lång cykeltiden är. Vid korta cykeltider behövs 2 000-3 000 detaljer för att komma upp i takt. Vid cykeltiden 15 minuter - flera timmar behövs 200-300 enheter för att komma upp i takt. Man brukar sällan ha cykeltider över 60 minuter, eftersom inlärningsstiden då blir mer än 5-7 veckor. Genom att tänka på en del viktiga faktorer kan man förkorta inlärningsstiden. En redovisning av dessa följer.

1. Faktorer som påverkar inlärningsstiden vid monteringsarbete.

Vid utformandet av långa cykler finns det många faktorer man särskilt bör ta hänsyn till. Vi har här gjort en listning över en del av dessa faktorer och tagit upp deras betydelse för inlärningsstiden. Dessa faktorer är:

Prototyper
 Monteringsanvisningar
 Sprängskisser
 Objektets utseende
 Detaljernas antal
 Skydda detaljer
 Asymmetri
 Materialets exponering
 Sekvens
 Inpassarörelser

En prototyp är en färdig detalj, som ska tjäna som förebild till den övriga produktionen. Den kan man gå och titta på om man är osäker. För att man verkligen ska ha nytta av prototypen måste man se till att besvärliga partier inte skymms av kåpor eller dylikt. Man kan alltså tänka sig att som prototyp ha en endast delvis monterad detalj, som visar de partier som anses besvärliga. Användandet av prototyp är nog svårt att realisera i vissa sammanhang, exempelvis vid korta serier eller vid stora, dyra detaljer, då man ju låser mycket kapital. Vid användandet av buffert mellan stationerna kan föregående monterade detalj tjäna som förebild för nästa.

Monteringsanvisningar bör finnas vid varje station. Som monteringsanvisning kan en pärm med tempon, foton och tid från varje tempo användas. Notera att den tid som står ska vara i minuter vid angiven ackordsnivå, inte någon normalt看 som måste räknas om.

Sprängskisser eller bilder visande detaljen kan också hängas upp vid stationen. Därmed slipper montören springa till pärmen för att se hur den ska sitta.

Objektets utseende har stor betydelse för hur lätt man kan lära in en cykel. Det är mycket lättare att komplettera ett större objekt än att bygga någonting av små detaljer.

Detaljernas antal inverkar också på inlärningstiden. Ju fler detaljer man har att montera, desto lättare är det att glömma någon.

Skymda detaljer bör i möjligaste mån undvikas då de är lätta att glömma och därför förlänger inlärningstiden.

Asymmetri bör eftersträvas hos detaljer som annars kan monteras fel.

Materialets exponering är viktig vid monteringsarbete. Är materialet dåligt exponerat finns risk för att någon detalj glöms bort. Det kan ju inte vara bra att ha alla monteringsdetaljer liggande i en salig röra. God materialexponering sänker inlärningstiden och därmed inlärningskostnaderna.

Med hjälp av palett eller julgran underlättas monteringsarbetet. En palett är en låda eller en bricka med materialet som ska monteras. Där finns exakt så mycket material som behövs. När paletten är tom, vet montören att han monterat allt. Före själva monteringen måste naturligtvis paletten iordningsställas. Antingen gör montören det själv eller också någon annan. Gör montören det själv kan han ha en liten lista att gå efter, där det står vilka och hur många detaljer som varje palett ska innehålla. Genom att planera jobbet väl kan han ställa i ordning flera paletter på en

gång. Då någon annan ställer i ordning paletterna kan dessa skickas till montören via transportmedel (transportband eller slingor i golvet) - s k flytande paletter.

Principen för julgran är densamma som för palett. Enda skillnaden är att i julgranen hänger detaljerna på en ställning.

Även det sekvensiella beroendet är stort. För att påskynda inläringen bör materialet inte placeras i nummerföljd utan efter "naturliga kriterier", dvs efter tempon eller efter "färdig produkt". Det är lättare att montera, om monteringen sker i logisk följd. Man kan då se produkten växa fram. Om man bara kan arbeta i en viss sekvens, underlättar detta inläringen.

Frekvensen inpassarörelse påverkar inläringstiden. Ju fler inpassarörelser, desto längre inläringstid.

2. Funktionsinläring.

Pedagoger använder begreppen additativ inläring (typ lära in meningslösa stavelser) och funktionsinläring (typ lära in hela meningen med dess betydelsefunktion). Vid korta cykler blir inläringen av additativt slag, vid längre cykler blir den av funktionsslag. I klartext innebär det att man lär sig en längre cykel relativt snabbare än en kort.

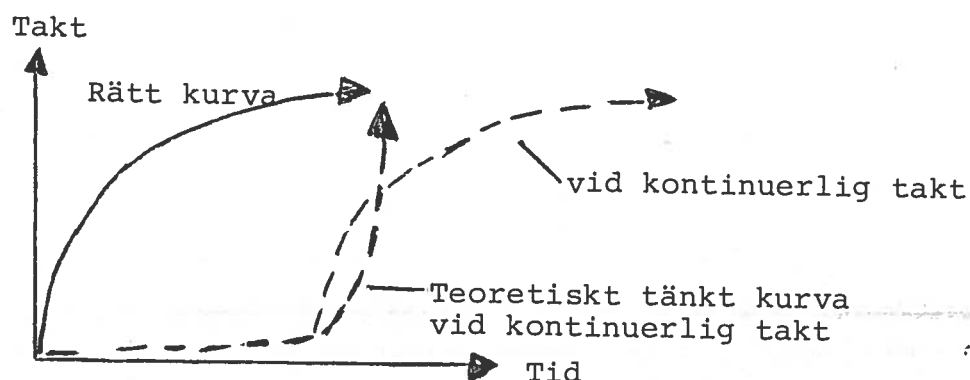
3. Matrisinläring

När det finns överlappande arbetsuppgifter inom en produktionsgrupp kan inläringstiden vara mycket lång utan att påverka utbildningskostnaden. En operatör kan kanske utföra 90% av gruppens arbete, men genom att byta bort de 10% som fordrar högre skicklighet mot 10% som han klarar, kan han ändå göra 100% arbetsinsats. Allt eftersom han blir kunnigare kan han överta fler och fler arbetsuppgifter tills han kan samtliga. Jämförelser kan göras med det gamla inläringssystemet, som fungerade på samma sätt.

Erfarenheter från line-out-systemet vid SAAB-SCANIA i Trollhättan visar att på detta sätt kunde operatörerna vid 45 - 60 min. cykeltid redan efter 4-6 veckor utföra arbete i full takt (112 MTM) trots att hela arbetsinnehållet (svetsa, slipa, slå ut bucklor) krävde ett halvårs inlärnings-tid. Likaledes kan operatören i en arbetsgrupp lära sig fler arbetsuppgifter om matrisorganisation tillämpas, se kapitel .

4. Träningens utformning

- 4.1 Skilj ut lätta moment från de svåra och låt operatörerna träna mer på svåra momenten.
- 4.2 Inse att de långsamma tar ca dubbellt så lång tid att lära sig som de snabbaste.
- 4.3 Det är ingen skillnad att lära sig teoretiskt eller praktiskt. Dock har personer som ej är tränade att läsa in instruktioner svårt att lära sig på detta sätt. Studien har visat att ca 80% av operatörerna i en verkstad har svårt att tillgodogöra sig skrivna instruktioner. Man bör därför tillse att någon visar före hur man utför momentet och att operatörerna därefter provar själv. Muntlig instruktion är nästan lika ineffektiv som skriftlig enligt pedagogisk forskning kring industriarbete.
- 4.4 Lär upp folk i korta intensiva pass med långa vilotider emellan. På detta sätt får de en uppfattning om förväntad arbetstakt och följer inlärningskurvan. "Att vara snäll mot folk i början" och låta dem arbeta med låg takt kontinuerligt ger låg inlärnings-effekt. När sedan takten skall höjas upplevs det som ett oöverstigligt hinder av operatören.



Figur 6.24

4.5 Några praktiska råd som bygger på erfarenheter.

Utbildning av äldre kräver "varför" därför är viss överutbildning nödvändig. Använd lärlingsutbildning, lär upp en så lär han de andra i gruppen. Korta teori avsnitt, gå snabbt över till praktiska övningar. Använd arbetsledaren i utbildningen. Tillse att arbetsledaren får samma utbildning som operatörerna så att han ej känner sig utanför. Använd anpassat studiematerial, ställ krav på att interna experter utarbetar detta. Låt om möjligt operatörerna träna i på speciellt uppbyggda provarbetsplatser. Genomför utbildning i samband med en större teknisk förändring, förändringsvetskapen höjer operatörernas motivation för att lära sig.

5 Inläarning av långa cykeltider vid montagearbete

Pedagogisk forskning visar att instruktionen har ringa effekt på möjlighet att lära in långa arbetscykler. Det är istället arbetets innehåll (bl a konstruktionens utseende) som bestämmer möjligheten att lära in en viss arbetsmängd.

Vi inleder med några observationer och erfarenheter från olika företag. Hur lång kan arbetscykeln göras och vad är lagom omfattande arbetsroller? Låt oss först se på ett lätt monteringsarbete (t ex montering av hushållsmaskiner eller personbilsinredningar) med korta delmoment eller andra uppgifter med motsvarande grad av variation.

Normal arbetscykel är 1-3 minuter. För de flesta personer har arbetscykeln vid sådant arbete kunnat förlängas åtminstone upp till 20-25 minuter med bibehållen effektivitet. (Med bibehållen arbetseffektivitet menas här ca 110 MTM-takt vid s k linearbeten, ca 120 vid fria arbeten).

Vid tyngre monteringsarbete (t ex montering av jordbruksmaskiner och lastbilschassin) och liknande arbetsuppgifter, där varje delmoment tar längre tid och där alltså den mängd som ska läras

in och den information som ska behandlas är mindre per tidsenhet räknat, blir även den möjliga arbetscykeln längre. 20-25 minuter kan här ofta motsvaras av 50-60 minuter. Dessa observationer gäller för de fall där den normala arbetscykeln tidigare var 1-2 minuter.

En förlängd arbetscykel medför ökade utbildningskostnader, men exempel från VW-verk i Salzgitter visar att man genom att placera materialet på ett sådant sätt att efterkontroll kan ske har uppnått cykeltider på 62 minuter och kunnat begränsa inläringen till ca två veckor. Materialet var i detta fall ordnat på en "palett" där samtliga monteringsdetaljer till en bensinmotor placerats. Som en jämförelse kan sägas att bensinmotormontering (yttre detaljer) med cykeltiden 37 minuter tar ett år i inläring, när materialet inte är ordnat så att efterkontroll kan ske (Saab-Scania i Södertälje).

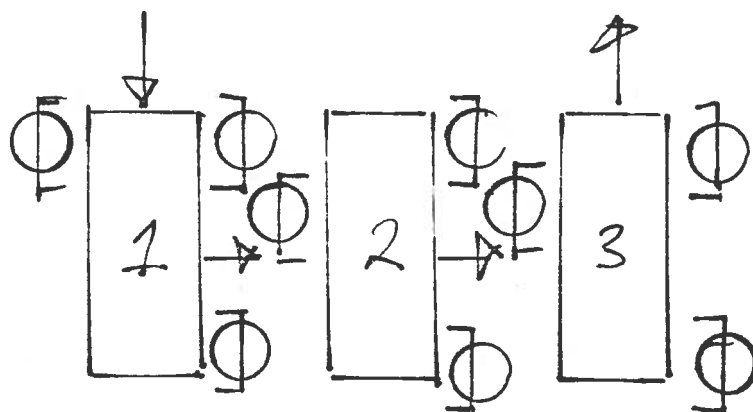
De forskare från tekniska högskolor i Darmstadt som utförde analyserna vid VW-verk fann att vissa operatörer kunde utföra arbetet på 32 min (62 min enligt MTM 112). Dessa använde sig av en högre metodgrad och därför filmade forskarna dem för att lära de övriga montörerna denna snabbare metod. Att lära ut denna metod misslyckades dock. Man kan här dra paralleller med att även om man sett i TV hur Björn Borg spelar tennis så klarar man ej att göra om prestationen (Rosenbroch 1976). Vid mycket långa cykler blir metodglidningen hög. Empirisk data visar att organisationsmöjligheten är mycket högre vid långa cykeltider. Om arbetet dessutom är i grupporganisation ökar organisationsmöjligheten ytterligare. Vid truckmontage 17,5 tim cykeltid (en operatör monterar en truck själv) så kan skickliga montörer periodvis metodglida 50 %. Inläringstiden var 6 månader och arbetstakten ca 95 MTM. Rosengren (1979) stöder detta. Följande empiriska data visar på de stora skillnaderna mellan olika produkter vad gäller inläringstid.

<u>Produkt</u>	<u>Cykeltid</u>	<u>Takt</u>	<u>Inlärningsstid</u>
Segelbåt 7,7 m (Express Albin Marin) Kristinehamn	12,5 tim	95 MTM	1-3 veckor
Busschassi (Volvo Buss)	2 tim	115 MTM	4-8 veckor
Personbil (Volvo, Kalmar)	20 min	112 MTM	3-6 veckor
Spis (Husqvarna)	12 min	112 MTM	1-3 veckor

Det bör här påpekas att om personer först lärt upp sig på line så förkortas naturligtvis inlärningsstiden. Stiga använder sig av denna metod, liksom som Saab-Scania växellådor i Göteborg. En montör monterar själv en åkbar gräsklippare på 2 timmar vid Stiga och en montör monterar själv en växellåda på 40 min. Vid montage av värmeväxlare har cykeltider på 2 dagar varit möjliga. Parca Norrahammar. Vid stora havskryssare, Comfort 32, har man 30 tim cykeltid och vid Najad 37 har man 104 tim cykeltid. I båda fallen gäller det inredningssnickeri. Värmeväxlarna och båtarna är till stor del självinstruerade genom sin självklara uppbyggnad.

Vid Volvo Buss, Borås, genomförde vi tillsammans med arbetsledningen och operatörerna en studie av inlärningsförloppet i en grupp.

Volvo Buss i Borås består av fyra s k dockor för slutmontering i busschassin. Montering i dockan är uppdelad i tre steg. Tre montörer är verksamma på chassit samtidigt.



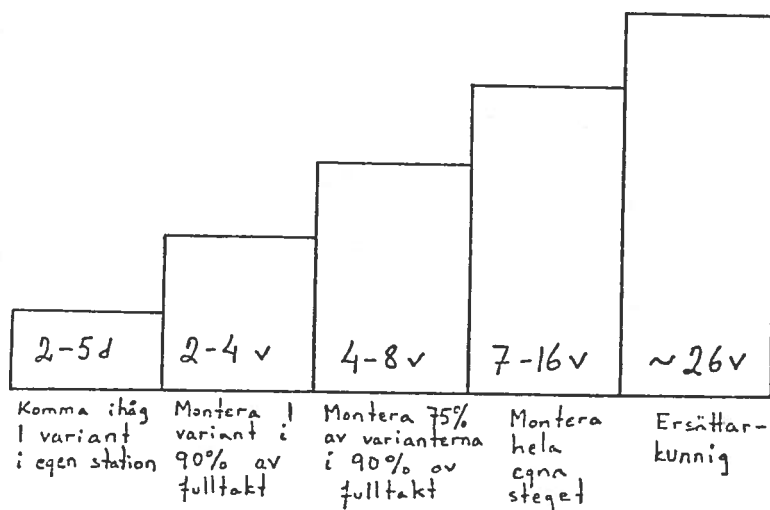
Figur 6.25 Montering vid Volvo Buss i Borås. Monteringstid 20 timmar.

- Systemet är i princip en kort odriven line och därmed störningskänslig (3 stationer lika känsliga som 10). Speciellt känsligt när montörstätheten är hög och konstruktionen låst i sekvensen.
- Att hämta material i en vagn till varje arbetscykel går bra liksom att lära sig hitta material och läsa instruktion.

Vid montering av bussar i s k docka vid VBoF kan man utnyttja funktions- och sekvensuppläggning av arbetet. Detta får till följd att man kan utnyttja s k funktionsinläring. Med hjälp av funktionsinläring kan en cykel läras in mycket fort, montören märker när han gör fel. Detta får till följd att de Jongs teori ej stämmer. Enligt de Jong skulle det ta sex månader att lära in en två timmars cykel (som man har i VBoF). Med funktionsinläring kan man lära sig bussens hela dockmontering, ca 20 tim, på samma tid.

Alltså: Det är inte cykeltidens längd som är avgörande för inläringstiden, utan arbetsinnehåll och uppläggning.

Vi har gjort en analys om hur lång tid det tar att lära in olika avsnitt vid dockmontering baserad på intervjuer.



Figur 6.26 Inläringstid vid funktionsinläring av 2 timmars-cykler VBoF.

Nybörjare fick en monterings-sats för en station lagd i en verktygslåda. D v s en form av kassett används. I många fall blev utbildningen eftersatt p g a följande:

- Arbetsledarens brandkårsplanering. Han har planerat då det uppstått en kris. Detta har fått till följd att inlärnings-förloppet har brutits sönder.
- Produktionsprogrammet går före inläring. Med detta menar vi att man har prioriterat antalet, men ej satt sig in i hur dessa har varit monterade från dockan. Kvalitet eftersatt i utbildningen.

- Montörens introduktionsprogram på 4 veckor skall ge honom en helhetsbild av sitt arbete. Detta erhåller man lättast genom att gå med en erfaren montör under arbetspass där han hinner gå igenom hela cykeln från början till slut. 80 % av en arbetsstyrka lär sig ett arbete bättre genom att följa med än att läsa in. En förutsättning för all inlärning är att verktyg finns och fungerar. Annars lär man in ett felaktigt beteende som är mycket svårt att korrigera.
- Materialbrister är hämmande för inläringen. Cykeln bryts. Detta försämrar helhetsbilden. Bristerna påverkar även nästföljande montör (han kanske inte kan montera då en detalj fattas). Om nästföljande montörer kan fortsätta att montera, kan fel byggas in (en detalj fattas). Det blir sedan jobbigt och tar mycket tid för justering att åtgärda detta. Det här ovan sagda gäller då bussmonteringen är sekvensiellt upplagd. Materialbristerna förekommer oftast vid nya och ovanliga varianter. Man har alltid en tid vid arbetets början då man arbetar upp sig till fulltakt. Muskulerna värms upp. Detta får man börja om med efter en materialbrist (om arbetet då legat nere). Vi vill påpeka att vid Volvo Buss har man förmontage med cykeltider kring ca 1 timma och arbetstakten 115 MTM.

Montering av busskyl, 1 timmas monterings tid, kräver 1 veckas inlärning, då konstruktionen består av att stoppa artiklarna i hål. Liknande fall med 2 dagars cykeltid för värmeväxlar-montage existerar, d v s stoppa rör i gavlarna med hål.

Vissa förmontage vid Volvo Buss bl a byggs av trycklufts- och hydraulventiler med ett stort antal varianter, tar ändå upp till 6 månader att lära sig. Den längre cykeltiden och den med denna ofta sammanbundna kunskapen gör att personal lättare kan

omplaceras vid produktionsförändringar, eftersom de inte behöver vidareutbildas. Vid frånvaro kan de på grund av sin högre kunnsig-
het ofta rycka in på avdelningar utanför det egna området. Kra-
vet på speciella ersättare för ett speciellt arbetsområde minskar
och organisationens flexibilitet ökar. Se vidare nästa avsnitt.

6.4.1 Ergonomiska aspekter på monteringsarbete

När det gäller ergonomi så är det inte i första hand hjärta-lungor som belastas utan rörelseapparaten. En koncentration på rörelseapparaten har därför skett från forskargruppens sida. Ett praktiskt problem är att översätta de medicinska forskningsresultat som existerar till praktiska, tekniska och organisatoriska lösningar. Det har sedan ett flertal år funnits ett samarbete mellan yrkesmedicinskt centrum vid Sahlgrenska sjukhuset och olika institutioner vid Chalmers tekniska högskola samt sociologi och psykologiinstitutionerna vid Göteborgs Universitet. Vi har i vårt forskningsarbete försökt att framställa dessa forskningsrön på ett enkelt sätt så att produktionstekniker och fackliga representanter kan förstå orsak och verkan. Vi har också försökt att sammanställa material för analys av arbetsställningar, frekvens, last och manuell materialhantering. Den följande framställningen ger först en genomgång av rörelseapparaten samt skillnaden mellan män och kvinnor därefter sker en analys arbetsställning följt av en analys av frekvens last. Avslutningsvis sker en genomgång av problemställningar kring manuell materialhantering.

Rörelseapparaten- Muskelarbete i allmänhetStatisk belastning

Vid statiskt muskelarbete föreligger isometrisk muskelkontraktion. Är belastningen stor uppstår snart en trötthetskänsla i muskeln, efterhand värk och till slut kan inte bördan längre hållas uppe. Endast 50 % av muskelstyrkan kan utnyttjas under 1 minut. Vid längre perioder (5 minuter eller mer) kan 15 % av muskelstyrkan användas. Skall arbetet pågå i timmar sjunker muskelstyrkan till ca 7 %. Orsaken till trötthet är att muskeln under kontraktionen trycker samman blodkärlen varvid blodtillförseln till muskeltrådarna stryps. Om vila införs kan större muskelstyrka nyttjas. Vid 10 isometriska muskelkontraktioner

per minut kan 80 % av maximal styrka presteras. Vid 30 isometrisk muskelkontraktioner per minut kan 60 % av maximal styrka presteras.

Dynamisk belastning

Vid dynamiskt muskelarbete - isotonisk kontraktion - ömsom förkortas och förlängs muskeln. Vid dynamiskt muskelarbete får muskeln större genomblödning än vid statiskt muskelarbete och längre arbetspass med högre muskelprestation är möjliga (20-30 % av maxstyrkan vid dynamiskt arbete mot 10 % vid statiskt arbete). Om arbetstempot ökas så att pauserna blir kortare än ca 1 sek (tiden för ett pulsslag) räcker blodförsörjningen inte till och tröttheten kommer lika snabbt som vid kontinuerligt statiskt muskelarbete.

Muskelkraft och kontraktionshastighet

Sambandet mellan en muskels kontraktionshastighet och den kraft muskeln kan prestera är omvänt proportionellt.

Procent av maximal
isometrisk kraft

Procent av maximal
kontraktionshastighet

50 %

25 %

25 %

50 %

I klartext innebär detta att lätta objekt hanteras betydligt snabbare än tunga objekt. Vid "bromsning" av en börda exempelvis från bänk till golvnivå (negativt muskelarbete) kan 100 % muskelkraft användas.

Arbetssituation och muskelarbete

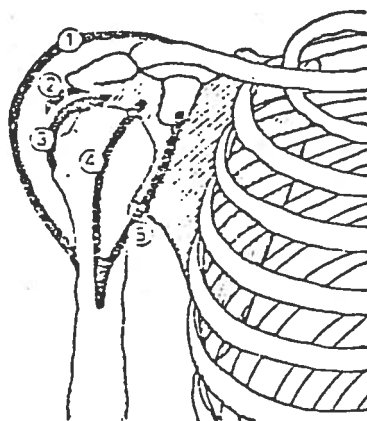
I de flesta arbeten förekommer en blandning av statiskt och dynamiskt muskelarbete. Exempel härpå är muskelarbete utfört med fingrarna. Skulder- och armmuskulaturen fixerar därvid händerna i lämpligt läge. Analyser av belastningar är därför ofta mycket svåra att utföra i praktiska livet.

Kort beskrivning av rörelseapparaten

Skuldran och axeln

Via nyckelbenet står skuldran i förbindelse med bröstbenet. Skulderbladet vilar mot bröstkorgen i en muskelbädd och glider vid armrörelser mot denna. Under nyckelbenet hänger skulderbladets axelledparti i försträckningsband som därigenom hålls ut från kroppen. Deltamuskeln ger axeln dess yttre form. Den lyfter upp armen varvid senplattan, som bildas av musklerna som utgår från skulderbladet, fixerar ledhuvudet till den grunda ledpannan i rörelsens början. För att därefter aktivt delta i den fortsatta upplyftningen av armen p s s vid utåtrotation i axelleden. Hela skulderpartiet är muskulärt upphängt i skallbasen och halskotpelaren. En belastning av axeln belastar samtidigt halsryggen.

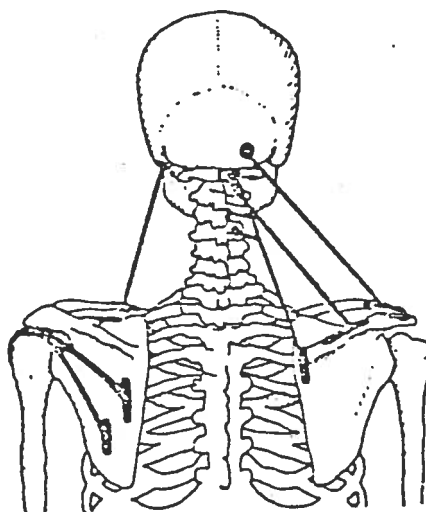
Då armen lyfts ut från kroppen (framåt eller åt sidan) ökar muskelarbetet mera ju längre från kroppen som handen avlägsnas och ju högre upp mot horisontplanet armen lyfts. Tyngden på handverktyget har stor betydelse för belastningen.



Figur 6.27 Höger skuldra framifrån. 1) Deltamuskeln. 2) Slemsäck. 3) Senplatta tillhörande musklerna från skulderbladet (syns ej på bilden). 4) Tvåhövdaade muskelns långa sena. 5) Tvåhövdaade muskelns korta sena. "Biceps" = tvåhövdaad.

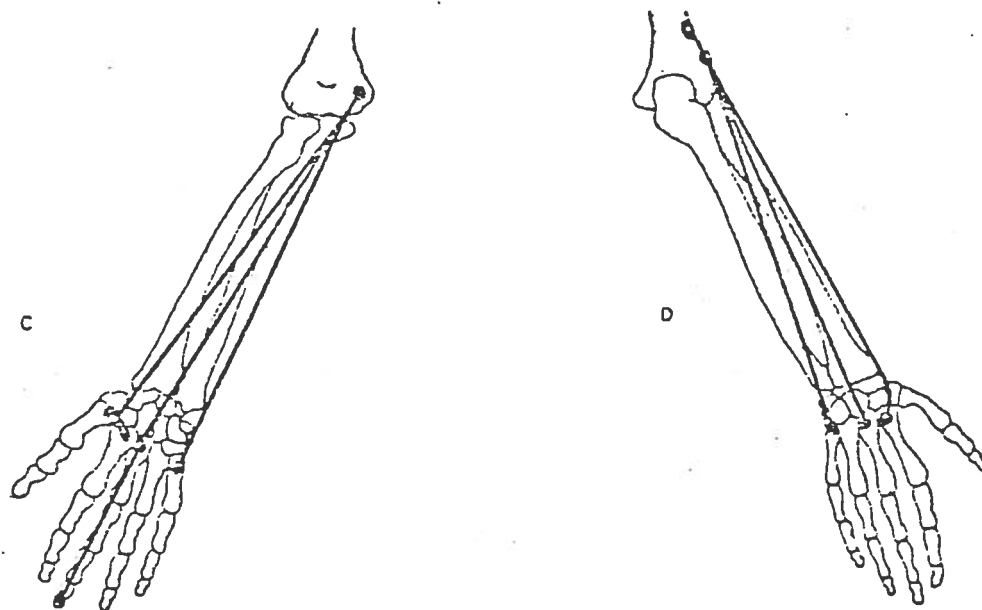
Halsryggen

Framåtsträckta och upplyftade armar ökar det isometriska muskelarbetet i halsrygggradsmuskulaturen, vilken sträcker sig mellan skulderbladet och halskotpelaren - skallbasen. Vid arbete med bägge händerna fördelas belastningen jämnt. Vid ensidigt armarbete uppkommer ett sidoböjnings- och rotationsmoment på halskotepelaren, vilket anstränger ytterligare muskelgrupper. En framåtböjning i halsryggen sker genom en kombination av vinkling och framåtglidning i halsrygggradens leder varvid hakspetsen skjuts framåt-nedåt. Vid böjning mer än 30 grader fås en kraftig ökning i muskelarbetet. Syn- och belysningsförhållanden samt arbetets karaktär kan producera det statiska muskelarbetet innebär en påfrestning på ryggens diskar och leder i ett ytterläge av rörelseomfånget.



Figur 6.28 Från vänster skulderblad utgår musklerna som bildar senplattan kring överarmens ledhuvud. På höger sida ses musklerna mellan skuldergördeln och skallen-halsryggen.

Armens rörelser i förhållande till bålen sker genom samverkan i alla de olika lederna och fogarna som ingår i skuldergördeln. Rörelsen utmärks av ett stort omfång och inom vissa delar av detta sker den med stor kraft. Armbågsleden tillåter dels böjning, dels sträckning samt utåt- och inåtrotation av underarmen. På armbågsledens ut- och insida (epikondylerna) fäster de muskler som böjer och sträcker i handleden och fingrarna. Närmare handleden övergår de i långa senor av vilka flera löper i senskidor. I benfåran mellan armbågsspetsen och inre epikondylen ligger en nervstam. Ett tryck mot området ger en utstrålade smärtsensation som mest förnimmes i handens lillfingersida; "änkestöten".



C. Höger underarm sedd framt. D. Höger underarm-hand bakifrån.
 Muskulaturen från med handledens böjare och sträcker i handleden.
 Observera fästet vid en fingerböjare. Observera armbågsledens utsida, epicondylen.
 fästet på insidan av armbågsleden, epicondylen.

Figur 6.29

Överarmen

Styrkan i armbågsledens böjare (biceps) är störst när överarmen är något tillbakaförd i axelleden och vinkeln i armbågsleden är 90 grader vinkel.

Underarmen

Vid en vridande roterande rörelse medsols (t ex åtdragning av en mutter med nyckel) i underarmen-handen sker rörelsen bäst med böjd armbågsled (90 grader) varvid styrkan i överarmsmuskeln (biceps) kan utnyttjas. Vid uträtning av armbågen belastar motsvarande roterande rörelse mindre muskelgrupper som är fästa vid armbågsledens yttre epikondyl, risken för belastningsbesvär, epikondylit, ökar.

Handen

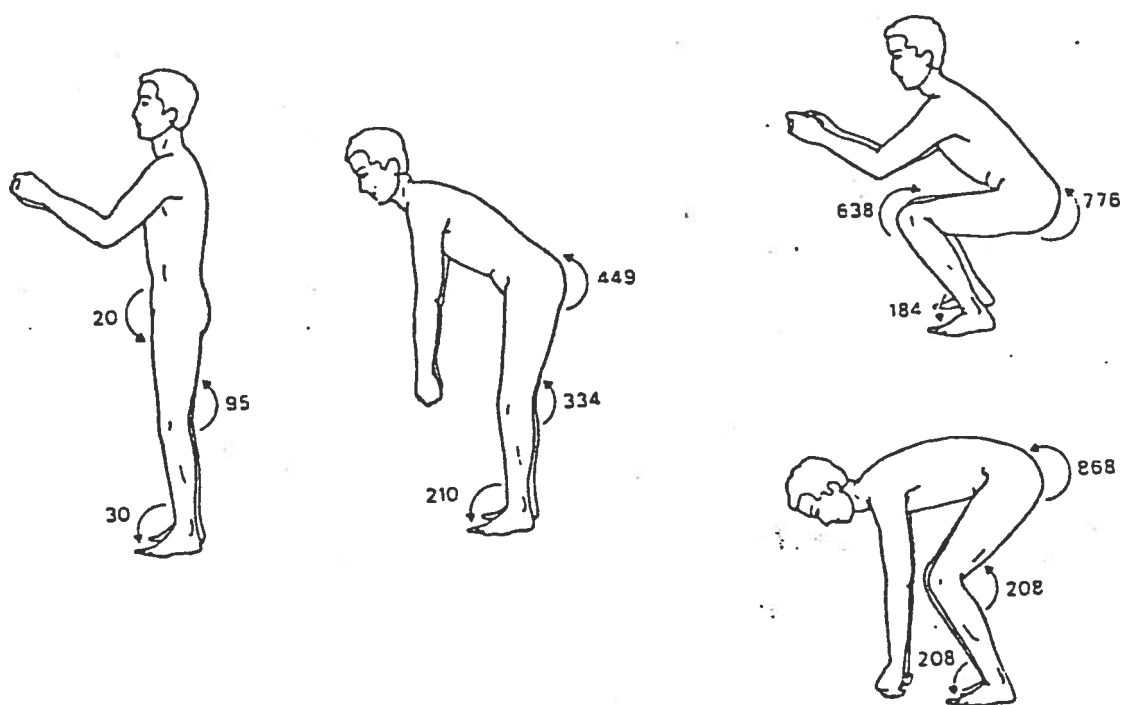
Handled, mellanhand och fingrar har tillsammans ett mycket stort allsidigt rörelseomfång. I huden, framför allt i fingertopparna, förekommer rikligt med nerver och sinnesceller som registrerar tryck, beröring, smärta och temperatur. Normal känsel i handen är av stor betydelse för dess funktion. Vid bortfall av signalerna från huden till nervsystemet blir kontrollen över kraft och finmotorik försvårad. Även om synen tas till hjälp är precisionsarbete med en dylik hand omöjlig att utföra.

Ställningen i handleden är av betydelse för fingrarnas funktion. En lätt bakåtböjning översträcker fingerböjarna vilket ger större kraft i handgreppet, omvänt försämras styrkan i fingrarna vid framåtböjning i handleden.

Om handleden riktas utåt samtidigt som vridning skall utföras (skruvmejseln) försvagas styrkan i handgreppet. Många verktyg är ofta utformade som skruvmejseln vad gäller funktion, vilket medför att maximala styrkan i handgreppet ej kan utnyttjas. Handverktygens handtag är ofta underdimensionerade vad gäller anläggningsytan mot handen så att fingerstyrkan ej kan utnyttjas maximalt. Greppet får dock inte vara större än att en omslutning kan ske.

Höftleden

Ensidig belastning av höftleden förekommer ofta när pedaler ska manövreras i stående arbetsställning. Ställningen ger statisk belastning av muskler i ben, säte och rygg. Om dessutom handgrepp ska utföras i denna situation ökar den statiska belastningen. För en ovan person är denna situation mycket snabbt tröttande: sjukliga förändringar i höftleden gör att muskeltkraften i sätes- och lårmuskulaturen avtar, vilket ger en ökad känslighet mot belastning.



Figur 6.30 Vridmoment i kgcm i höft, knä och fotled i olika symmetriska kroppsställningar för en 175 cm lång och 76 kg tung man. Vid jämvikt utövar muskulaturen ett lika stort vridmoment i motsatt riktning. Efter Chaffin, D B & Baker, W H.

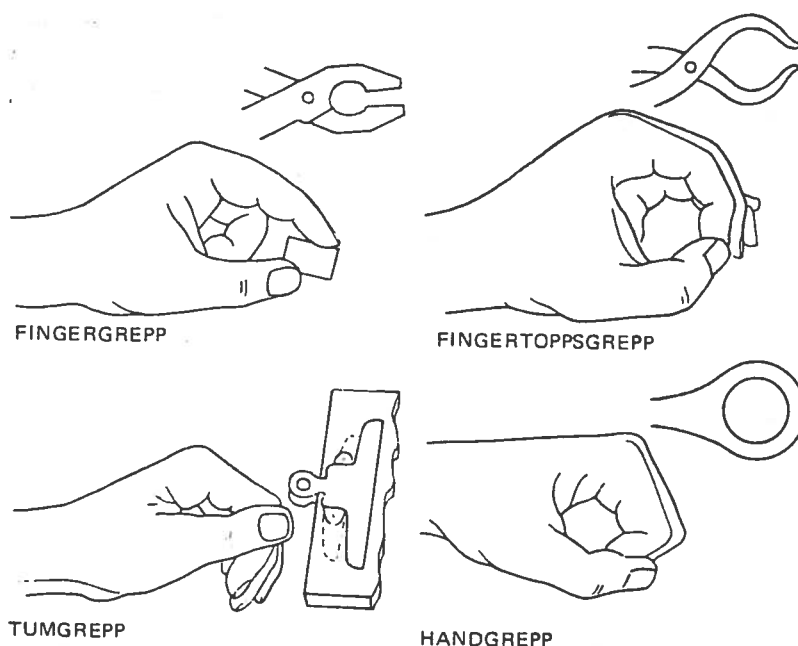
Knäleden och foten

Vid stående fördelas belastningen på knäleden över stora ledytor. Med tilltagande böjning blir den viktbärande broskytan mindre och mindre. Knäskålen pressas samtidigt av muskulaturen hårdare mot lårbenets broskytor. Böjning mer än 90 grader minskar knästräckarens momentarm och muskelpkraften avtar. Vid lyft med rak rygg bör därför inte knäböjningen drivas för långt. Meniskskada i knät uppstår vid utåt- eller inåt-vridning av underbenet i förhållande till lårbenet. Man bör därför vid knäböjning tillse att foten har samma riktning som lårbenet.

Fotbesvär uppträder vid långvarigt stående; fotmuskulaturen överansträngs och förstärkningsbanden kring vristen och fotvalvet tänjs ut. Fettet under hälpartiet blir ibland öm, antingen i mitten - "polishäl", eller i periferin - "randomhäl". Ett höjt fotvalv ger oftare fotbesvär än en plattare fot; anläggningsytan är mindre. Foten utnyttjas för pedalarbetare. I viloläge bör fotställningen vara bekväm så att onödigt statiskt muskelarbete undviks i underben-fot. Dessutom bör manövreringsmotståndet vara lågt.

Grepp

Vad gäller forskning kring grepp så är det vanligtvis så att man mätt upp klämkrafter för olika grepp.



Figur 6.31 Olika grepp.

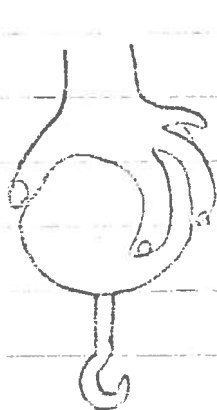
Hand- och fingerstyrka vid olika grepp^{x)}.

Fp och testmetod: 15 "normala" män utövade maximala krafter vid grepp

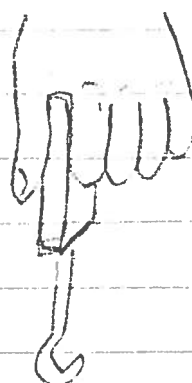
Grepp	Maximal kraft N		
	Genomsnitt	S A KP	Variation
Fingergrepp	95,6	24,0	67,6-140,1
Fingertoppsgrepp	93,4	21,4	55,6-124,6
Tumgrepp	103,2	21,4	71,2-133,5
Handgrepp	400,4	71,2	284,7-533,8

x) Morgan: Human Engineering Guide to Equipment Design. Mc Graw - Hill Book Company, New York. 1963. Reviderad 1972.

När det gäller kvinnor är maximalstyrkan ca 50-60 % av männens. Vid Chalmers tekniska högskola utförde vi en mer praktisk test. Vid plockning av detaljer ur en back är klämstyrkan ej så intressant som möjligheten att lyfta en detalj med ett visst grepp. Vi fann att de flesta detaljer ej kan hanteras med kraftgrepp utan med kombinerade pinch och nyckelgrepp. Vi konstruerade därför två grepp - en metallkula $\varnothing$ 80 mm för pinchgrepp och en träplatta 10 mm tjock för nyckelgrepp.



Pinch



Nyckel

Figur 6.32 Pinch- och nyckelgrepp.

Vi lät en grupp på 10 manliga teknologer och psykologistudenter samt en grupp på 10 kvinnliga psykologistudenter prova maximalkraft för lyft från 50 cm över golv till bordshöjd.

Vi fann följande:

	Pinchgrupp	Nyckelgrupp
Män	15 kg	10 kg
Kvinnor	5-10 kg	5 kg

De kvinnor som var relativt kortväxta (ca 160 cm) hade kortare fingrar så att de ej nådde om kulan tillräckligt bra och därför klarar de endast 5 kg. Det bör här tilläggas att i monteringsarbete är detaljernas yta mycket olika (plast, gummi, lack, metall) vilket i de flesta fall minskar möjlighet till god friktion, vikterna minskar härvid. Ofta används också handskar vilket minskar vikterna med i genomsnitt 20-25 % (Morgan 1972).

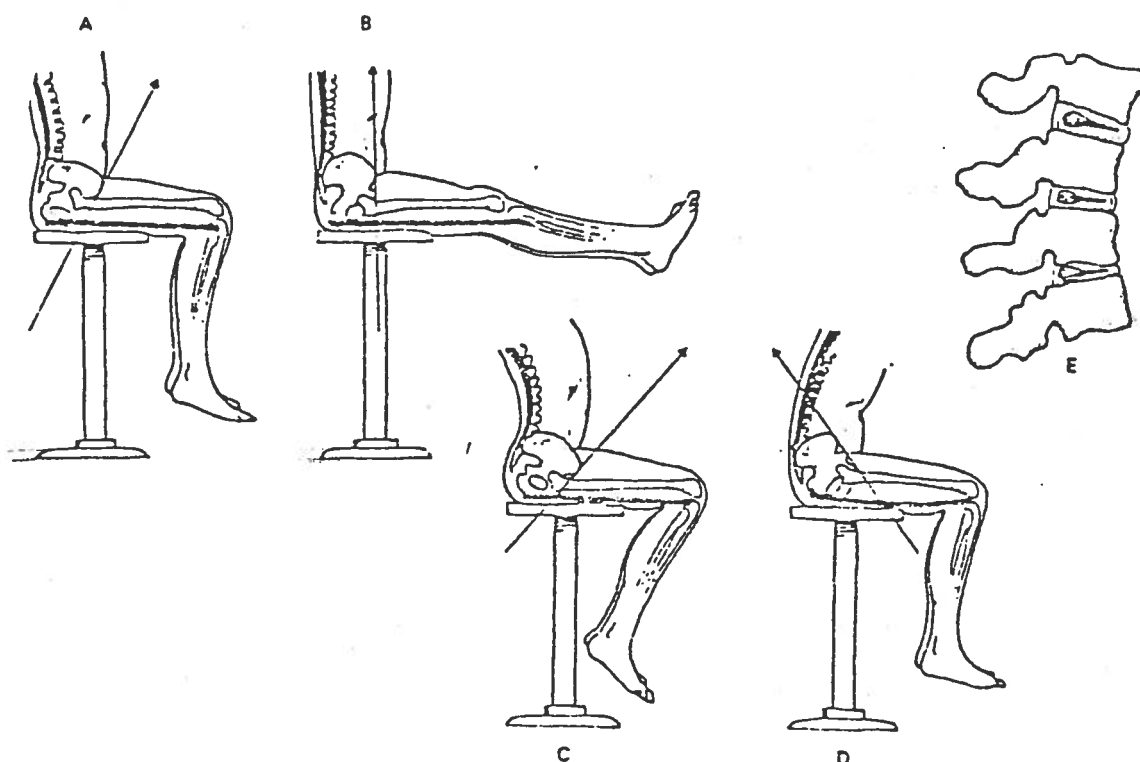
Tilläggas bör att när detaljerna är oljiga så försämrar detta ytterligare lyftförmågan. Om vi ser på forskning kring manuell materialhantering så utgår man oftast i experimentsituationen från kraftgrepp där kvinnor och män vanligen klarar 50 resp 70 kg (hänga i trapets i en arm). Vi vill här påpeka att erfarenheter från personvagnmontage (slutmontage) visar att man måste införa hjälplyftare vid vikterna 5-10 kg. I de flesta fall 5-7 kg. Detta medför att män ofta ej använder lyftaren p g a större kroppstyrka medan kvinnor alltid måste använda lyftarmen.

Att stå, sitta, lyfta och bäraAtt stå

Att stå i avslappnad ställning innebär inget större muskelarbete. Kroppens lodlinje ligger något framför vristen. Jämvikten bibehålls framför allt genom muskelaktivitet i vadmuskulaturen. Falltendensen framåt balanseras av ryggsträckarna. Belastningen på fötterna är sällan symmetrisk utan tyngden förflyttas omväxlande på höger och vänster fot. Det överlag statiska muskelarbetet görs härigenom dynamiskt. Stillastående en längre tid innebär att en större del av blodvolymen samlas i den nedre kroppshalvan, då den "perifera blodpumpen" inte är aktiv, som vid gång, vilket kan ge upphov till åderbräck speciellt vid övervikt.

Att sitta

När man sitter är sittbensknölna det mest belastade partiet av sätet. Tippning framåt och bakåt av bäcken och kropp sker kring en horisontell axel mellan knölna och under stödytan. Knäledernas ställning inverkar på spänningen i musklerna på lårets baksida (se figur).



Figur 6.33 Svanken i länd-korsryggen i sittande är beroende av böjningsgraden i knälederna.

- A Sittande med aktivt insvankad ländrygg. Pilen visar bäckenlutningen.
- B Sträckning i knälederna ökar spänningen i muskulaturen på lårets baksida, bäckenet tippas bakåt, ländryggen planas ut.
- C Avslappad sittställning utan aktivitet i ryggmuskulaturen. Denna ställning upplevs som regel tröttande om ländryggen är belastningskänslig.
- D Avslappad sittställning utan aktivitet i ryggmuskulaturen. Denna ställning upplevs som regel tröttande om ländryggen är belastningskänslig.
- E Belastningen på diskarna i ställning D förskjuts mot bakre delen av diskomfånget.

För sittande arbete bör en plan eller något insvankad ländrygg eftersträvas. Detta minimerar diskarnas påfrestning. En avlastning av ryggen kan ske med hjälp av ett ryggstöd liksom en lutning framåt med stöd mot arbetsbänk, samtidigt som man för in fötterna under stolsitsen. De negativa effekterna på blodcirkulationen, som sker vid stående, saknas vid sittande arbete. Dessutom frigörs fötterna för arbetsuppgifterna. Som helhet åtgår mindre energi vid sittande arbete än vid stående; mindre muskelarbete. Genom att bålen stöds bättre, kan armar och händer utföra rörelser med större precision.

Att lyfta och bära

"Det är lättare att bära än att lyfta".

Lyft ska ske med benen ej med ryggen för att undvika belastning i ryggmuskulatur och diskarna i ryggraden. Det är svårt att generellt uttala sig om hur stor börda som man kan lyfta. Poulsen (1970) utförde en undersökning på 25 kvinnor och 21 män mellan 17 och 60 års ålder från skilda yrken och utan pågående ryggbesvär. Följande min-maxvärden uppmättes.

Från golv till bordshöjd		Från bordshöjd till ansiktshöjd	
Kvinnor	Män	Kvinnor	Män
31-63 kg	65-110 kg	19-26 kg	29-42 kg

Skall lyftet utföras upp till 6 gånger per minut under delar av dagen rekommenderar författaren 50 % av de uppmätta värdena. Vid enstaka lyft rekommenderas 75 %. Ett lyft bör utföras i "andningstakt". Att bära är lättare än att lyfta om bördan ligger i bordshöjd. Det är lämpligt att luta kroppen bakåt för att minska påfrestningen på ländryggen. Få värden på lämpliga vikter är framtagna, för säckar (typ cementsäckar) gäller att män kan klara 50 kg med låg frekvens och 18 kg högfrekvent (Carlsöö -75).

Som tumregel har kvinnor 50 % av mäns styrka i armarna och 70 % av mäns styrka i rygg och ben.

Rörelseapparaten i arbete och risken för skador

När det gäller skador i arbetslivet är ryggsador de vanligaste. Dessa är mycket komplicerade dels vad gäller diagnos, dels orsak till uppkomst varför de ej behandlas här utan hänvisning sker till speciallitteratur. Skador i de nedre extremiteterna är ovanliga varför vi koncentrerar oss på skador i halsryggen, skuldran och armarna.

Skador i halsryggen

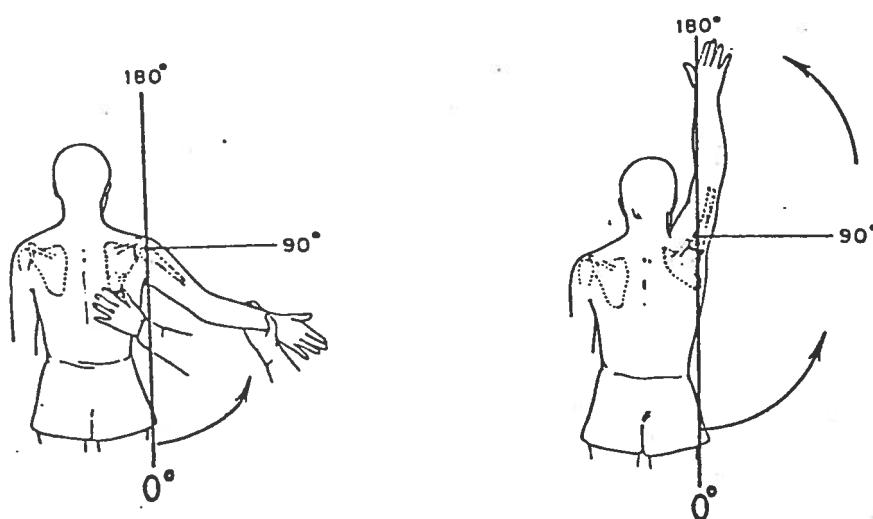
En felaktig ställning av huvudet medför att diskarna mellan halskotorna pressas samman samt att musklerna i nacken ansträngs. Arbetsställningar där "framskjutet huvud" är nödvändigt bör undvikas. En felaktig huvudställning kan dels orsaka diskbråck, dels muskelvärk (statisk belastning).

En arbetsställning där armarna hålls högre än axelpartiet orsakar muskelvärk i nacken (isometriskt arbete). Men även lätt lyftade armar belastar nackmuskulaturen och därför bör stöd användas.

Vid psykisk stress sker isometriska kontraktioner i nackmuskulaturen. Kontraktionerna samlar avfallsprodukter i musklerna och hindrar blodtillförseln.

Skador i skuldran

Skulderskador är bland de vanligaste i arbetslivet och kan ofta hänföras till ensida rörelsemönster. Stora armrörelser med armen utåtriktad över skulderhöjd bör undvikas eftersom dels denna rörelse är olämplig, dels snabbt orsakar muskeltrötthet eftersom vridningen av skulderbladet aktiverar stora muskelgrupper.



Figur 6.34

- Bristning i skulderbladets övre utskottsmuskel (supraspinatus-muskel)

Denna svarar för lyftning av armen uppåt-utåt 80-120 grader och vrider överarmen utåt.

Skada kan uppkomma vid tunga lyft eller kast då ett starkt motstånd mot denna vridning föreligger.

Personen känner då en stark smärta vid upprepning av denna rörelse i området 80-120 grader, men har mindre ont i övriga områden. Allmän muskelsvaghet och ömhet i området är också vanligt. Vila (sjukskrivning) i 8-12 veckor blir följden.

- Inflammation i samma muskel

Kan uppkomma vid långvarig och upprepad lyftning av en vikt i och över axelhöjd samt upprepad utåtvridning av överarmen. Belastningen är ej så stor att muskelbristning sker. Tex arbete där man lyfter saker upp och ner från höga nivåer och dylikt kan orsaka detta.

Personen får då en kraftnedsättning vid rörelse av armen uppåt-nedåt. Han känner en lokal ömhet samt smärta vid belastning i rörelseområdet.

Smärtstillande medel och vila (sjukskrivning) i 1-3 veckor blir följden.

- Samma skador som i supraspinatus¹ kan förekomma i infra spinatus-muskeln
- Slemsäcksinflammation

Slemsäcken ligger mellan skulderbladets övre utskottsmuskel och benutskott och är utsträckt ca golfbollstor (se bild A).

En bristning i övre utskottsmuskeln kan ge upphov till blödning i slemsäcken med inflammation som följd. Upprepade ensidiga rörelser under belastning kan liksom en blödning i slemsäcken orsaka en inflammation. Denna inflammation kan ge ökad vätskeansamling i slemsäcken. Utgjutning åstadkommer en spänning och orsakar smärta i fram- och ovansidan av skuldran.

Vid rörelse av armen uppåt kommer slemsäcken i kläm mot skulderbladets undersida vilket medför smärta. Området blir också tryck-ömt.

Vila (sjukskrivning) i 2-3 veckor föreskrivs.

- Kalkaxel

Redan vid 30-35 årsåldern kan åldersförändring i senor i samband med ansträngning ge upphov till kronisk inflammation med kalkbildning som följd.

Kalken hämmar rörligheten och varje rörelse av armen kan medföra en intensiv smärta. Stora svårigheter att utföra något arbete uppstår och ett operativt ingrepp blir ofta nödvändigt.

- Förslitning av axelleden

Vid långvarig och upprepande ensidig belastning i arbete med en tyngd kan det "smörjande" skiktet i leden nötas ner och en förslitning av ledhuvudet uppkommer.

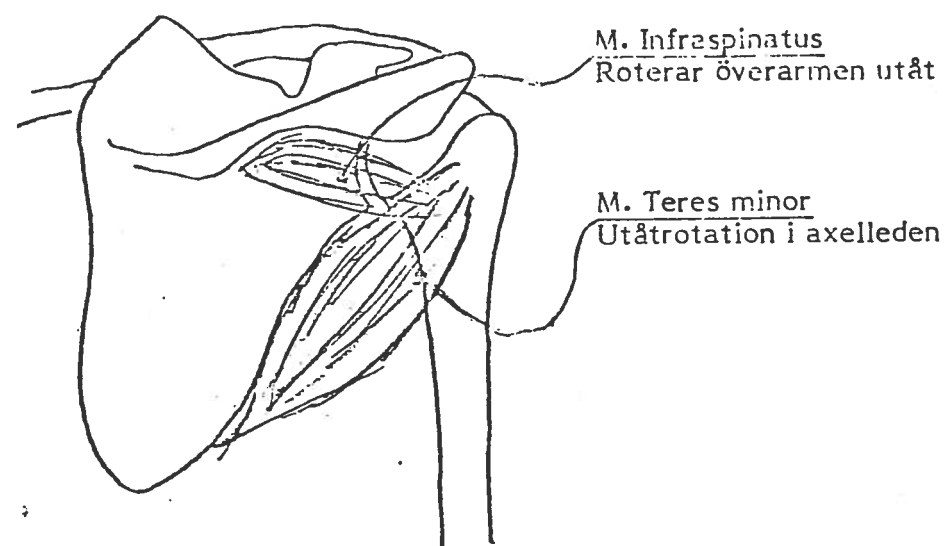
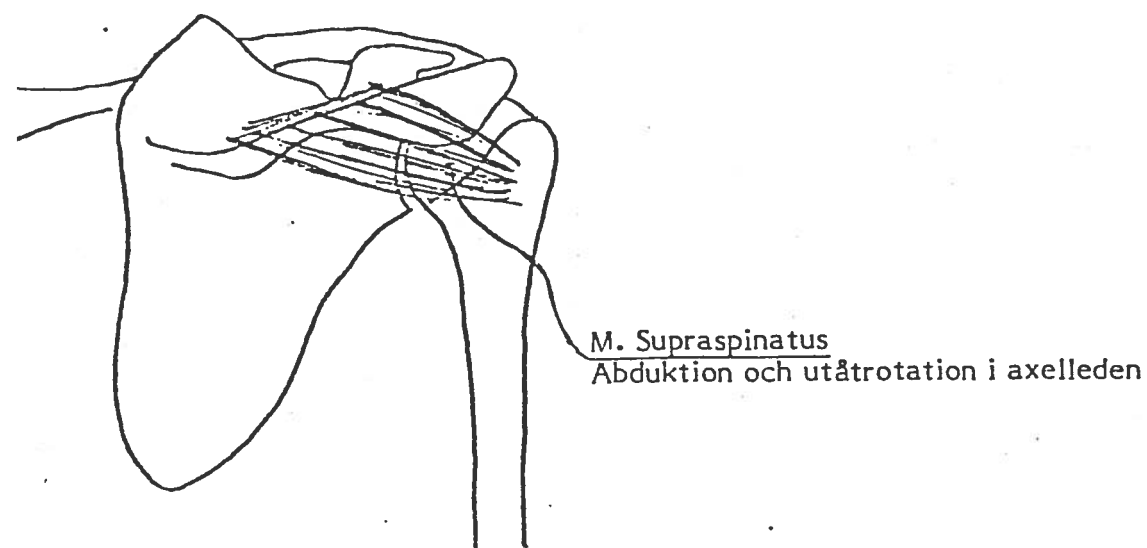
Detta är en allvarlig skada som orsakar mycket smärta och är mycket svår att avhjälpa. En "smörjning" av leden genom insprutning av Cortison kan ge tillfällig lindring och hjälp. Annars återstår att "byta ut" leden mot en konstgjord.

Naturligtvis blir personens prestationsförmåga starkt nedsatt och en tidigare lagd pension kan bli följden.

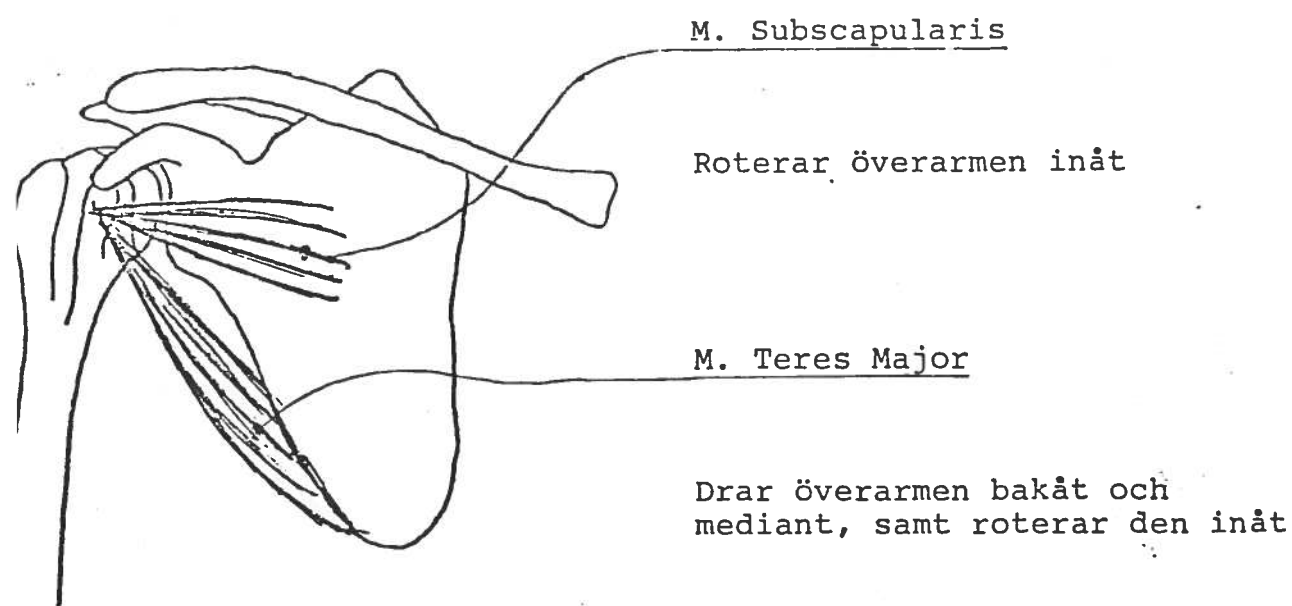
- Smärtsam skulder - armstelhet

Smärttillstånd i skulderregionen utlöses vanligen av förändringar i de komplicerade anatomiska bildningar runt den föga belastade skulderleden som tillåter dess stora rörelseomfång: supraspinatusmuskelnns senplatta, den långa bicepssenan och de många slem-säckar som utgör glidytor mellan de olika muskelskikten. Åldersförändringar i dessa strukturer kan ge upphov till spontana bristningar, förkalkningar och inflammatoriska tillstånd. Särskilt hos medelålders eller äldre människor uppträder därför smärttillstånd i skuldran. En exakt diagnos är ofta svår att ställa; man får nöja sig med beteckningen periarthrititis humero-scalpularis.

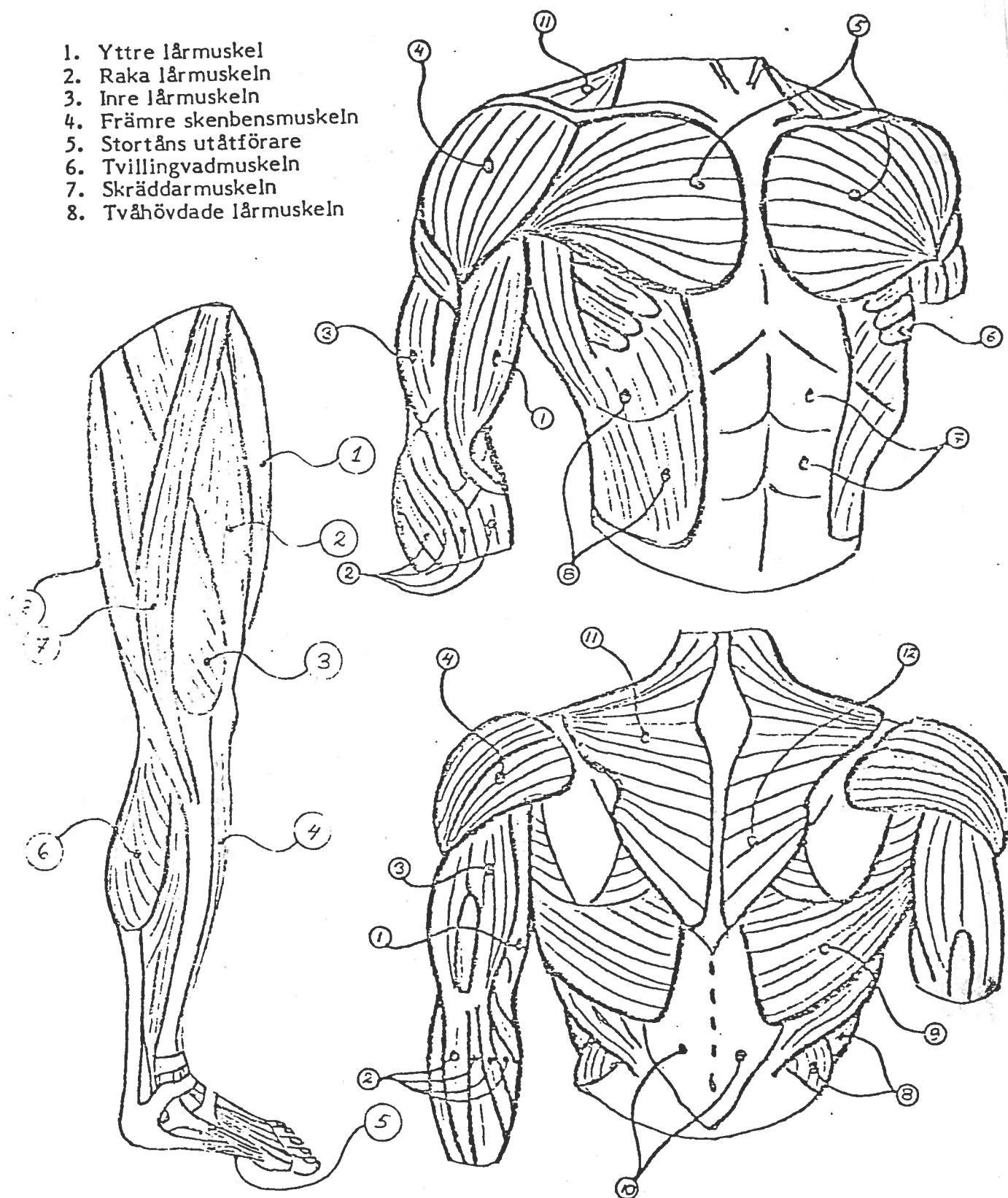
I långdragna fall kan periartriten leda till betydande rörelseinskränkningar i skulderleden (frozen shoulder). Behandling med injektioner av kortisonpreparat så att patienten kan börja systematiska aktiva rörelseövningar.



Skuldran sedd bakifrån.



Skuldran sedd framifrån.



1. Yttre lårmuskel
2. Raka lårmuskeln
3. Inre lårmuskeln
4. Främre skenbensmuskeln
5. Stortåns utåtförare
6. Tvillingvadmuskeln
7. Skräddarmuskeln
8. Tvåhövade lårmuskeln

1. Biceps-tvåhövade armmuskel
2. Underarmsmuskler
3. Triceps-trehövade armmuskel
4. Deltamuskeln
5. Stora bröstmuskeln
6. Främre sågmuskeln

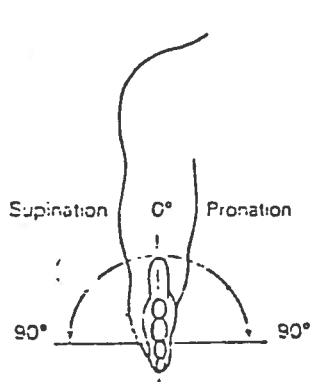
7. Raka bukmuskeln
8. Yttre sneda bukmuskeln
9. Breda ryggmuskeln
10. Breda ryggmuskeln nedre del
11. Kappmuskeln övre del
12. Kappmuskeln nedre del

Figur 6.37

Skador_i_armbågen

Epicondylit

När vridning av underarmen sker med sträckt arm belastas underarmsmuskulnernas fästen (epicondylerna) och risken för belastningsbesvär (epicondylit) ökar. Även handledsrörelser av ensidig karaktär kan framkalla epicondylit. Man skiljer på yttre epicondylit (tennisarmbåge) och inre epicondylit (golfarmbåge). Besvären vid tennisarmbåge är lokaliserade på utsidan av armbågen medan golfarmbågebesvär är lokaliserade på insidan av armbågen. Symptomen i båda fallen är smärtor i armbågen och svaghet i handleden. Åtgärder är vila tills smärtfrihet uppkommit och om detta ej hjälper cortison injektioner. Av ovanstående framgår att vridning av underarmen med belastning bör utföras med böjd arm så att biceps används.



Figur 6.36 Vridning av underarmen.

Slemsäcksinflammation (studentarmbåge) (Borsitis).

En blödning kan uppstå i slem säcken strax nedanför armbågsspetsen orsakad av slag eller fall mot hårt underlag.

Vid en dylik inflammation eller efter långvarigt tryck blir slem säcken nedanför armbågsspetsen utspänd av vätska, rodnad och ömmande. Svullnaden kan spridas till underarmen.

Åtgärder är vila tills besvären upphör och om detta ej hjälper cortisoninjektioner.

Underarmen och handen

Vid arbete med handverktyg, (tänger, skruvmejslar, nycklar, sågar etc) uppstår ofta trötthet i underarmsmusklerna. Detta kan i sin tur leda till:

1 Inflammation i senor och muskler (tendinitis)

Ensidiga upprepade rörelser är orsak liksom ofta dåligt utformade handtag. Symptomen är:

- . Smärtor vid sträck- eller böjrörelser i handleden.
- . Lokal svullnad och ömhet över den angripna muskeln och senan. S k senknarr kan kännas över de angripna senorna på ovansidan av handen och underarmen vid finger- och handledsrörelser.

Behandling

- . Vila. Tillståndet läker då ofta men kan bli långvarigt.
- . Injektioner av blodförtunningsmedlet Heparin under 3-5 dagar med god effekt.
- . Gipsbandage i 1-4 veckor.
- . Medel mot inflammation.

2 Smärtor i handleden

Yngre kvinnor får ofta smärtor i handleden med utstrålning längs ovansidan av underarmen vid ansträngning. Smärtorna försvinner oftast vid vila och arbetet kan fortsätta med stödförband kring handleden. Det skall här framhållas att kvinnor ej bör ha så tunga arbeten att de behöver stödförband kring handlederna.

3 Grepputformning på handverktyg

Greppets utformning på ett verktyg är mycket viktigt för att man ska kunna arbeta effektivt med det. Handen har tre naturliga grepp:

- 1 Pinch-grepp
- 2 Nyckelgrepp
- 3 Kraftgrepp

Det torde vara lämpligt att Pinch-greppet används till lättare arbeten, typ precisionsarbeten vid arbete med handverktyg. Kraftgreppet lämpar sig bäst där stora krafter och moment ska överföras. "Skruvmejsel-greppet" kan sägas vara en kombination av Pinch- och kraftgrepp. Tyvärr är denna typ av grepp inte särskilt bra ur ergonomisk synpunkt eftersom den ger trötthet i handens och underarmens muskelgrupper samt hudirritation i handflatan.

Skruvmejsel

För att få optimalt resultat vid en skruvdragning, lossning, är följande faktorer av avgörande karaktär.

- A Korrekt diameter på mejselskaftet, 3-5 cm.
- B En riktig greppyta. Handen får inte glida. Man måste även tillse att greppytan inte ger upphov till hudirritation.

Vid utveckling av mejslar är det av stor vikt att man kommer fram till en "handriktig" greppyta. Det bästa alternativet idag torde vara BACHO:s senaste modell.

Vid försöken har man inte tagit hänsyn till olika arbetsställningar och inte heller till olika möjligheter, t ex friktionsnedsättning p g a oljiga skaft. En typ av förbättring av skaftet är att ha någon form av nyckelgrepp i kombination med det konventionella.

T-mejseln har ett mycket smalt användningsområde. För att kunna utnyttja den effektivt i det optimala området behövs en spärr av den typ som finns i hylsnyckelsatser. Den senaste tidens, forskning har visat att man, utanför optimalt användningsområde, endast kan tillgodogöra 50 % av muskelkraften. Precisionen blir mycket låg i ett sådant fall varför en operation skulle ta mycket lång tid jämfört med en vanlig mejsel.

Mutterdragare

När man arbetar med mutterdragare av olika typer kommer följande muskler i användning.

Musculæ deltoideus sitter längst upp på ovansidan armen, fästad på nyckelbenet.

Musculæ biceps d v s den vanliga bicepsmuskeln som muskelbyggarna så ofta blåser upp på överarmen.

Musculæ deltoideus håller hela armen uppe och Musculæ biceps håller underarmen i läge.

De muskler som vrider armen är flexormusklerna på undersidan av underarmen. Det finns en liten muskel precis vid handloven som håller nere handen, annars skulle den ju åka upp. Vid själva dragandet används bicepsmusklerna på överarmen samt brachio-radialis- och flexormusklerna på underarmen. Musklerna blir i huvudsak utsatta för dynamisk belastning, dock kanske med undantag av flexormusklerna.

Gemensamt för skift-, hyls- och lednyckeln är handtagets utformning. Det är oftast platt och några millimeter tjockt med runda kanter.

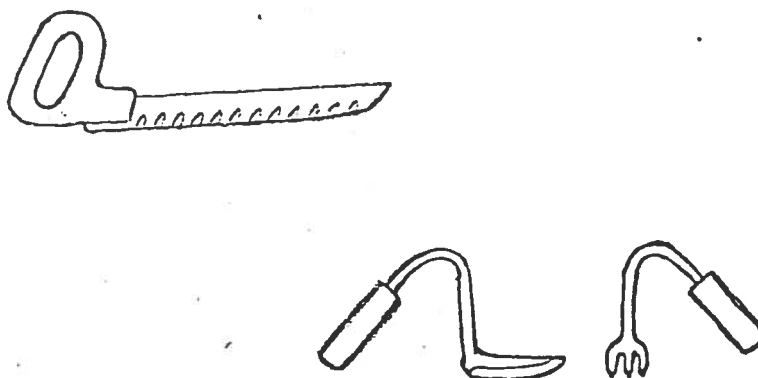
När man arbetar med insektsnycklar är det muttrarna som är försänkta invändigt. Man stoppar således in nyckeln istället för att ansluta muttern med de övriga. Skaftets utformning varierar. Det kan vara platt som de övriga nycklarna men det kan även vara runt eller ha en fyrkantig utformning.

När man har arbetat länge med en nyckel av något slag blir man framför allt trött i musculi deltordeus på ovansidan armen där man känner en lätt domning. Flexormusklerna i underarmen känns också av efter en tids arbete.

Nycklarna är i stort sett bra utformade. Man kan dock tänka sig att införa runda handtag vilket skulle göra verktygen greppvänligare.

Kraftverktyg för handikappade med nedsatt handstyrka

För handikappade finns speciella verktyg utformade där man använder kraftgrepp. Nedan visas en kraftkökskniv och kraftbestick.



Figur 6.38 Handsågen använder sig av kraftgrepp och säkert kan många reglage och spakar utformas så att kraftgrepp kan användas.

Skillnader mellan män och kvinnor i ergonomiska avseende

Irma Åstrand skriver i en artikel i Arbetarskydd nr 4, april 1980, följande som vi väljer att citera i sin helhet.

"Riktig jämställdhet är att kvinnor inte ska tvingas anstränga sig mer än män då de arbetar".

"Att ge män och kvinnor samma arbeten är en falsk jämställdhet. Det drabbar kvinnorna eftersom de är fysiskt svagare än männen".

Det säger Irma Åstrand, professor på arbetarskyddsstyrelsen och specialist på belastningar i arbetslivet. På det här uppslaget visar vi en del av det material hon samlat och som hon stöder sig på då hon säger:

- "Många kvinnor riskerar att slita ut sig i förtid om man inte har ojämn könsfördelning i många yrken".

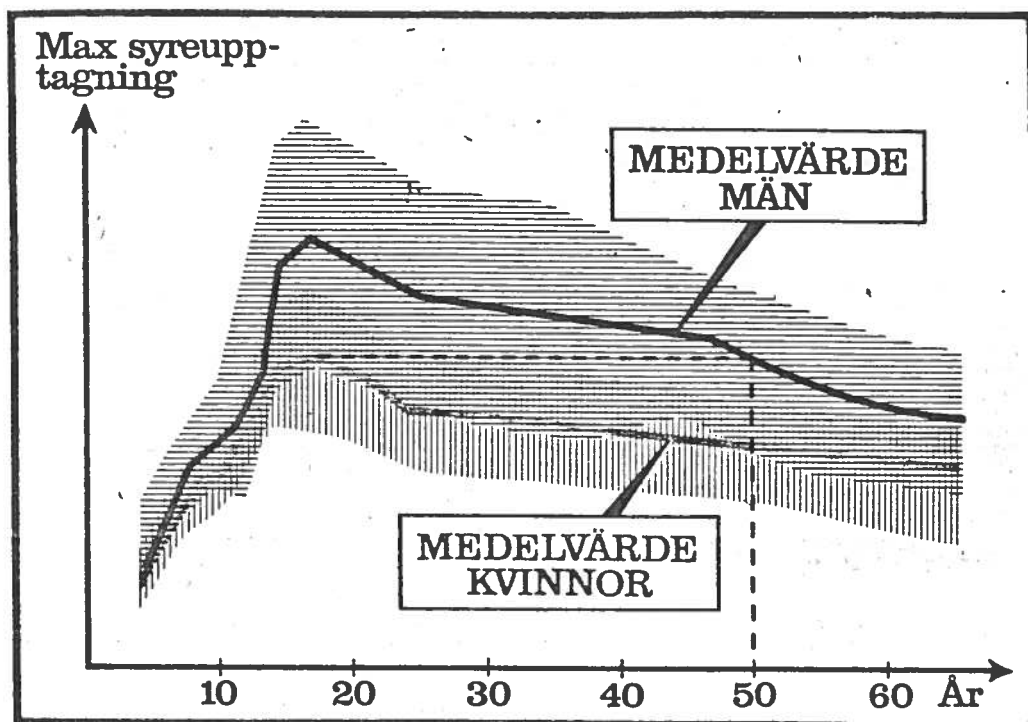
I en del yrken är detta helt uppenbart. Det fordras t ex en Linda Haglund för att en kvinna ska klara av att vara rökdykare. I andra yrken är det mindre uppenbart. Flera traditionella kvinnoyrken är så påfrestande att de inte borde skötas av kvinnor. Det gäller t ex byggstädning, arbete på restauranger, en del vårdarbete.

Ungefär hälften av alla som arbetar i Sverige behöver fysisk styrka för att lyckas i jobbet. Den andelen ändras inte mycket trots att fler och fler arbetsuppgifter mekaniseras och automatiseras. Förändringarna för ofta med sig andra belastningar än dem man ville undvika. I värsta fall blir arbetet i själva verket mer belastande, men på ett annat sätt när man försöker göra det lättare.

Och en sak kan man aldrig ändra på: Kvinnor är svagare än män. Lyftteknik och instruktion kan aldrig ersätta muskelstyrka.

Tabellen visar skillnader mellan män och kvinnor

Fysisk arbetsförmåga (maximal syreupptagningsförmåga)	Kvinnors arbetsförmåga är i medeltal 30 procent lägre än männens. Mindre än två procent av kvinnorna i en viss åldersgrupp når upp till medelvärdet för män i samma åldersgrupp
Muskelstyrka	Män är starkare än kvinnor. Det gäller särskilt muskler i armar och skuldror, dvs muskler som ansträngs i många hårt automatiserade arbeten.
Lyft- och bärarbete	Kvinnor orkar 50-70 procent av vad män orkar. Den vikt som under längre tid accepteras av 75 procent av manliga industriarbetare accepteras av bara omkring 10 procent av kvinnor i industrin.
Arbetstakt	Om alla får välja sin arbetstakt själva blir kvinnornas arbetsintensitet i genomsnitt 30 procent lägre än männens.

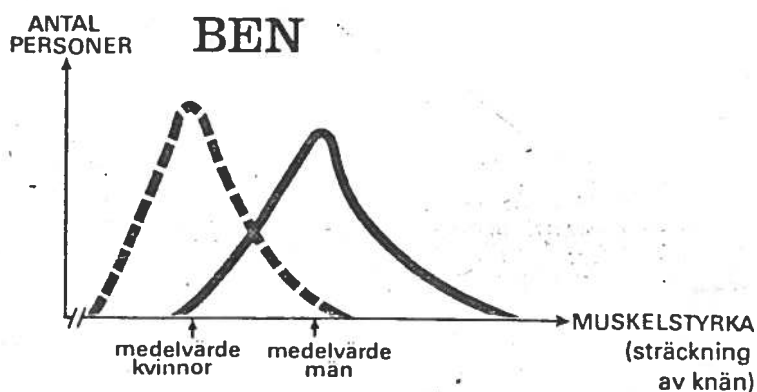
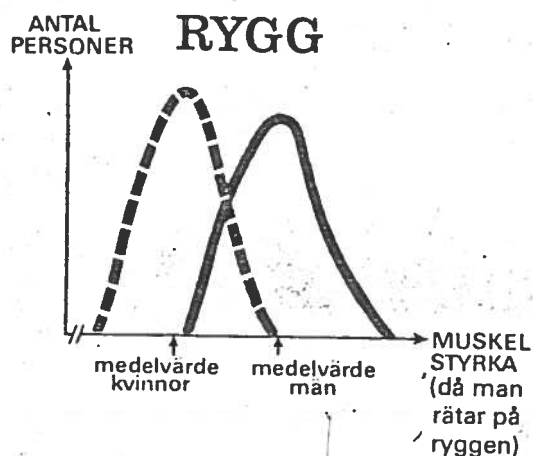


Ung kvinna och 50-årig man orkar lika mycket

Detta diagram visar kvinnors och mäns arbetsförmåga i olika åldrar. Fälten visar inom vilka områden 95 procent av män och kvinnor hamnar. Kvinnornas medelvärde sammanfaller ungefär med värdena för de svagaste männen. En ung kvinna i sina bästa år orkar i genomsnitt lika mycket som en femtiödig man.

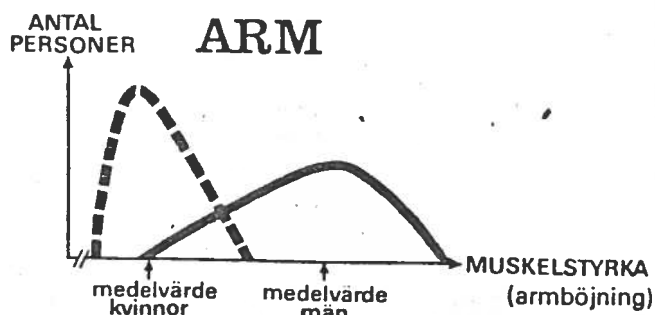
10

Lyftteknik kan aldrig ersätta muskelstyrka



KVINNOR

MÄN



Figur 6.39

Vi vill framhålla i samband med Irma Åstrand artikel att speciellt arm- och skulderstyrka är ett problem i monteringsindustrier som önskar anställa kvinnor. Vid Saab-Scania i Södertälje har man konstruerat en apparat för att mäta dels drag- och tryckkraft samt vridkraft med böjd arm (90°) hos nyanställda kvinnor för att tillse att de är tillräckligt starka för resp arbete (frekvens-last). Det bör också beaktas att studier av rörelsehastighet för olika rörelser visar att män i allmänhet är snabbare än kvinnor. Aldern spelar här in men 20-åriga kvinnor är jämförbara med 60-åriga män. Träning spelar naturligtvis in här, men Henry (1961) visar på skillnader i hastighet på 22 %. Hodghins (1963) kommer till liknande resultat. Kvinnor har dock något större rörelseområde i lederna, vilket Sinelnikoff och Crigorowitsch (1931) visat. Vi vill dock påstå att praktiskt sett är det två problem vad gäller kvinnor i monteringsarbete. Lägre arm, hand- och skulderstyrka samt lägre kroppslängd än män. Vid Saab-Scania i Södertälje fann man att finska kvinnor i allmänhet var 10 cm kortare än svenska kvinnor. När de arbetade vid arbetsplatsen avsedda för svenskor fick de dels olämpliga arbetsställningar dels var deras armar i kortaste laget, vilket ytterligare försvårade arbetet (sträcka sig). Vi har här haft samma problem vid Hugin dammsugarmontage men här har man byggt utrustningen för de längsta och de kortare pallar under sig med en eller flera gummimattor. Eftersom rotation förekommer tar kvinnorna med sig sina gummimattor vid rotationen. Vi nämnde tidigare att kortvuxna kvinnor hade svårt att få grepp kring vissa detaljer. Ett ytterligare problem som upptäcks vid vår forskning är att kvinnor inte orkar trycka in gummibussningar i hål (gummidetaljer av detta slag är högfrekventa vid montagearbete) pga lägre styrka än män i hand, arm och skuldra. Vi har också funnit att kvinnor ofta inte klagar på ergonomiska problem förrän då fått en yrkesskada. De är "tålmodigare" än män, vilket gör att problem av ergonomisk karaktär ej kommer till skyddsombudets och arbetsledarens kännedom förrän kvinnan sjukskrivit sig.

6.4.2 Specifika ergonomiproblem vid montagearbete

Inom ergonomin saknas djupare forskning kring montagearbete. Ofta har man koncentrerat sig på arbetshöjd, stolsutformning, belysning och räckvidd till materialet. De stora problemen vid monteringsarbete är istället arbetsställningar och höga frekvenser med relativt låga vikter. Den ökade andelen kvinnor i verkstadsindustrin har medfört att arbetsställningar (kvinnor är kortare i genomsnitt än män) och höga frekvenser med låga vikter (kvinnor är ca 50 % svagare än män i överkroppen) gett yrkesskador för kvinnor på arbeten där män utan risk tidigare arbetat. Det bör här framhållas att verktyg (el- och tryckluft) är anpassade för män samt att materialhanteringen också anpassats till män, liksom arbetshöjder. De ergonomiska försök som utförts är av laboratoriekaraktär och är ej tillämpliga för praktiker (produktionstekniker och skyddsombud) vilka behöver en enkel manual för vad som är en säker arbetsplats för män resp kvinnor, dels utforma ett produktionssystem. Inom projektet alternativ montering, har vi därför i samarbete med de medverkande företagen försökt utveckla en sådan manual. Manualen har analyserats av YMC vid Sahlgrenska sjukhuset.

Vid vår analys av ergonomiproblem vid de aktuella produkterna har vi funnit att följande ergonomiproblem existerar:

- 1 Vid korta cykeltider är besvärliga arbetsställningar ett problem.
- 2 Vid korta cykeltider måste hjälplyftare av olika slag installeras.
- 3 Vid monteringsarbete med bra arbetsställningar är skador i skuldra och armbåge vanliga p g a hög frekvens även om lasten är låg. Detta gäller speciellt kvinnor som är ca 50 % svagare än män i axelpartiet.

- 4 Personer med lindriga handikapp har svårt att arbeta vid slutmonteringslinor med korta cykeltider beroende på dels arbetsställning dels problemet kombinationen hög frekvens - låg last. Även här spelar kvinnornas lägre kroppsstyrka in så att de kan betecknas som handikappade.
- 5 Att lyfta (plocka) detaljer från ställage, back eller pall är ett greppproblem. Kraftgrepp kan ej användas utan kombinationer av pinch- och nyckelgrepp är vanligast. Vid korta cykler måste därför hjälpflytare användas redan vid 5-7-10 kg p g a detaljens utseende samt frekvensen.
- 6 Kvinnor är kortare än män i genomsnitt och får därför ofta olämpliga arbetsställningar om arbetshöjden ej går att reglera.

En önskan från de medvetande företagen att i allt högre grad kunna använda kvinnor respektive personer med lindriga handikapp på flera arbetsplatser har därför varit vägledande för vår forskning. Både Saab och Volvo personvagnar har idag halva monteringsstyrkan på förmontage och de flesta av dessa har smärre fysiska handikapp. Önskan om att få fram lathundar som produktionstekniker och fackliga representanter kan användas för att analysera arbetsplatser har därför varit ett mål. Tre fall är här för handen:

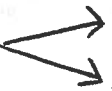
- 1 Handikappad persons arbetsplats omformas.
- 2 Välja arbetsplats till visst handikapp.
- 3 Välja handikappade till existerande arbetsplatser.

I samband med 1, 2 och 3 måste även kvinnor ingå som delvis handikappade p g a lägre kroppsstyrka.

Vi har funnit att kort cykeltid är den vanligaste orsaken till att kvinnor och personer med mindre handikapp ej kan arbeta vid en viss arbetsplats. En förlängning av cykeltiden medför vanligen att varken hjälpflytare eller mekanisering av vissa arbetsmoment blir nödvändiga. Vi skall föra fram två exempel på detta. Vid Saab-Scania i Södertälje monteras dieselmotorn

på en odreven line. Dieselpumpen som väger 20 kg men ligger i bordshöjd i ställaget plockar operatören för hand var 10:e minut. Kraftgrepp kan användas och den låga frekvensen i kombination med en manlig operatör medför att inget ergonomiskt problem föreligger och det saknas behov av hjälplyftar eller annan mekanisering.

Vid Saab-Scania växellådefabrik i Göteborg monteras vissa renoveringslådor av enskilda operatörer i ett parallellsystem. Vid konventionell montage pressas kugghjulen på axlarna med en hydraulisk press. Vid parallellmontaget slår operatören på kugghjulen med ett rör och en hammare. Den långa cykeltiden ca 4 minuter medför att det saknas behov av en press. Den låga frekvensen under cykeln medför att risken för yrkesskada är låg liksom att tidsvinster med pressmekanisering är försumbar. Kort cykeltid ger hög frekvens som ger behov av mekanisering p g a av dels ergonomiska skäl, dels ekonomiska (tidsvinst) skäl.

Kort cykeltid  Mekanisering p g a tidsvinst
Mekanisering p g a ergonomiska (frekvens) skäl

Observera att kort cykeltid är en konsekvens av raka basobjektsflöden. Vi kan konstatera att idag har man i svensk monteringsindustri kommit ifrån de ergonomiska problem som finns i t ex Västtysk industri. Arbetarskyddsstyrelsens skrifter och utbildningsprogram för tekniker, arbetsledare och skyddsombud har här i kombination med den utbyggda företagshälsovården påverkat utvecklingen mot allt bättre arbetsplatser. Arbete med händerna över huvudel förekommer idag knappast i Sverige. Vi bör därför koncentrera på de tidigare nämnda sex punkterna. Kombinationer av arbetsställning i frekvens och last är faktorn som bestämmer om en arbetsplats har tillfredsställande ergonomiskt utförande.

Arbetsställningar

Problemet med olämpliga arbetsställningar är att vid hög frekvens eller statisk belastning under lång period t ex vid korta cykeltider så uppstår yrkesskador. Vid längre cykeltider där man ofta växlar snabbt mellan olämpliga arbetsställningar så ger detta istället gymnastik för kroppen och motverkar yrkesskador. D v s en längre cykeltid medför ofta inget behov av ergonomisk hjälputrustning, vilket däremot en kort cykeltid ofta medför.

För att analysera arbetsställningar har man i Finland utvecklat ett system OWAS (Karhu, Kansi och Kuorinka 1977, 1981). Detta system har vidareutvecklats av Saab-Scania i Södertälje.

Possible relations between inadequate postures and pains or troubles (E Grandjean & W Hürting 1977).

Posture at the work place	Risk of pains in
Standing	Feet and legs (possibly varices)
Sitting without back support	Extensor muscles of the back
Seat too high	Knees, lower legs and feet
Seat too low	Shoulders and neck
Extended arms	Shoulders and upper arms (possibly periarthrititis of the shoulders)
Inadequate grips on tools	Lower arms (possibly peritendinitis)

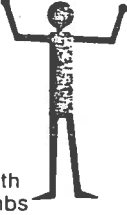
Nedan redogörs för OWAS-metoden. OWAS-metoden innebär att man genom att klassa ryggens ställning, armarnas ställning och benens ställning kan bestämma frekvens och tidsintervall för olika arbetsställningar under en arbetscykel. Nedan visas metoden med ett exempel på en gammal och ny metod att mura tegel över en elektrisk ugn.

BACK

663

	(1)	(2)	(3)	(4)
				
	straight	bent	straight and twisted	bent and twisted
Old method (min)	186	60	4	6
New method (min)	119	28	25	14

UPPER LIMBS

	(1)	(2)	(3)
			
	both limbs on or below shoulder level	one limb on or above shoulder level	both limbs above shoulder level
OLD METHOD (MIN)	198	40	18
NEW METHOD (MIN)	137	34	15

LOWER LIMBS

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
						
	loading on both limbs, straight	loading on one limb, straight	loading on both limbs, bent	loading on one limb, bent	loading on one limb, kneeling	body is moved by the limbs
OLD METHOD	134	10	42	4	10	53
NEW METHOD	118	19	16	5	—	26

AN EXAMPLE POSTURE 215



OBJECTIVE	BRICKLAYING THE DECK AN ELECTRIC OVEN	ADJUSTING THE GUIDE IN THE ROLL UNIT
METHOD		
OLD METHOD (MIN)	14,0	1,5
NEW METHOD (MIN)	0	0,5

BACK: bent

UPPER LIMBS: both below shoulder level

LOWER LIMBS: loading on one limb, kneeling

Fig

Vid Saab-Scania i Södertälje har man testat metoden och funnit att den behöver kompletteras. Knut Lund vid produktionstekniska avdelningen ledde en undersökning 1976 angående de anställda. Synpunkter på arbetstygnd och arbetsställning. Resultatet av denna undersökning visade att 19 % av de tillfrågade ansåg att arbetstyngden var besvärande. Det framgick vidare att 18 % ansåg att arbetsställningarna borde förbättras.

Med dessa siffror som bakgrund beslöt den tekniska ledningen att en översyn av arbetsplatserna med avseende på arbetstyngd och arbetsställningar skall genomföras. Arbetsuppdraget organiserades centralt av produktionstekniska avdelningar, men genomfördes av respektive verkstadsområdes PT-servicegrupp.

Metoden kan i korthet beskrivas som följande:

Ett första grovurval av arbetsplatser som bör studeras närmare gjordes genom en erfarenhetsmässig värdering. Denna värdering utfördes gemensamt av PT, AL samt en representant från verkstadsklubben.

Detaljstudien utfördes av PT med hjälp av blanketterna A och B (Belastningsfaktorer - grad av belastning samt Belastnings - orsaksdiagram). Belastningsfaktorerna enligt beskrivningen på blankett A studeras och belastningsgraden anges med siffrorna 1, 2 eller 3 i kolumnen "belastningspoäng". Eventuella uppgifter som kunde vara av värde för bedömningen fördes in i kolumnen "anmärkning", t ex operatörens uppfattning om vad som är mest belastande.

Om 3:or noteras i protokollet eller om kommentarerna i anmärkningskolumnen bedöms som svårt belastande, prioriteras arbetsplatsen för åtgärd. Orsakerna till belastningen förs in på blankett B. Här finns också möjlighet att göra noteringar om andra arbetsplatsproblem än arbetstyngd och arbetsställningar. Även på denna blankett graderas belastningsfaktorerna från 1 till 3 enligt anvisningar. Orsakerna till belastningen markeras med 1 till 3 beroende på graden av medverkan.

BELASTNINGSAKTORER - GRAD AV BELASTNING

Arbetets benämning		Avd		Artikeldata			Kön	Arb.ti
				Vikt i kg	Frekv. ant/dag	Kg/dag		
op 060		SV-8446						
F		3412						
Belastningsfaktorer	Grader	Be- lastn. poäng	Anmärkning					
Arbetsställning	1 Sittande							
	2 Huvudsakligen stående	2						
	3 Fixerat stående 1)							
Rörelseområde	1 Inom normal arbetsarea	2						
	2 Lyft från/till nivå under knäet							
	3 Lyft från/till nivå över hals							
Rörelseläge (Fysiologiskt läge)	1 Inom (fysiologiskt) normalområde	3						
	2							
	3 Inom (fysiologiskt) ytterområde 2)							
Muskelstyrka	1 Lätt	3						
	2 Normal							
	3 Tung Enhands > 2 kg, Tvåhands > 10 kg							
Precision	1 Ingen A (kontinuerliga rörelser)	2						
	2 Måttlig B+P1 (en korrigeringsrörelse)							
	3 Stor P2-P3 (flera korrigeringsrörelser)							
Fysisk uthållighet	1 Kortvarigt fritt	2						
	2 Långvarigt fritt, kortvarigt styrt							
	3 Långvarigt styrt (t ex linesop., matn.op.)							
Statisk belastning	1 Ingen	1						
	2 Lätt							
	3 Svår							
Psykisk uthållighet	1 - 4	2						
	2 4-20 arbetscykler per timme							
	3 20-							
Beläggingsgrad	1 < 50%	2						
	2 50% - 80%							
	3 > 80%							

OPERATÖR

- 1) Avser även stående på knä eller sittande på huk
2) T ex starkt höger- eller vänstervriden handled eller rygg

BELASTNINGS - ORSAKSDIAGRAM

Belastningsfaktor	Kommentarer	Belastningsgrad	Orsak till belastning										
			Produkt	Teknologi	Automatiseringsgrad	Maskiner - verktyg	Arbetsplatsutformning	Arbetsmetod	Materialflöde (Extern)	Layout (Extern)	Lokal	Organisation	
Buller		2									3		
Klimat (Temp, drag)		1											
Föroreningar (våta partiklar, gas)		1											
Olycksfallsrisk		1											
Arbetsstyngd		2		3									
Arbetsställningar		1											
Bundenhet		1											
Monotoni		2		2									
Isolering		1											

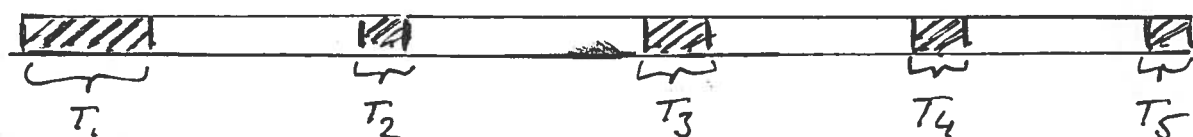
Belastningsgrad 1 = accepteras
 2 = besvärande
 3 = mycket besvärande, bör åtgärdas

Viktning av orsak
 3 huvudorsak
 2 o 1 sekundära orsaker i fallande grad

Med utgångspunkt från undersökningen utarbetade Gert Markström vid Saab-Scania i samarbete med Karolinska Institutet ett ergonomiskt undersökningsprotokoll som tog hänsyn till huvudets läge, arbetshöjden, bålens ställning, arbetssektor, arbetsavstånd, överarmens läge samt handen och handledens läge vid monteringsarbete. Markströms modell visas nedan samt frekvenstablå och fältprotokoll. Problemet är att dels arbetsställningars frekvens t ex i procent av arbetscykeln dels hur länge de enskilda arbetsställningarna varar.

Exempel:

Huvuddel vridet åt vänster.



Figur 6.41

Frekvens 25 %, 5 ggr under arbetscykeln.

Tid 5-20 sek/arbetsställning.

Med utgångspunkt från detta kan konektioner ske.

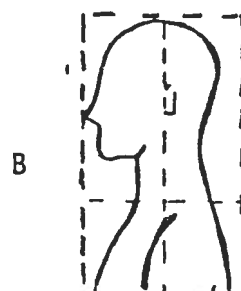
HUVUDETS LÄGE VID MONTERINGSARBETE

RIKTNING

V = Huvudet vridet till vänster
 F = Huvudet framåtriktat
 H = Huvudet vridet till höger

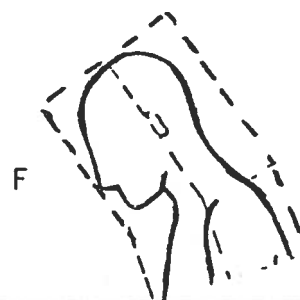
LÄGE

N = Balanserat omkring
 normalläge



B

F = Framåtböjt



F

B = Bakåtböjt



B

Figur 6.42

INDELNING AV ARBETSHÖJD VID MONTERINGSARBETE

Ø = Över huvudhöjd, axelassisterad

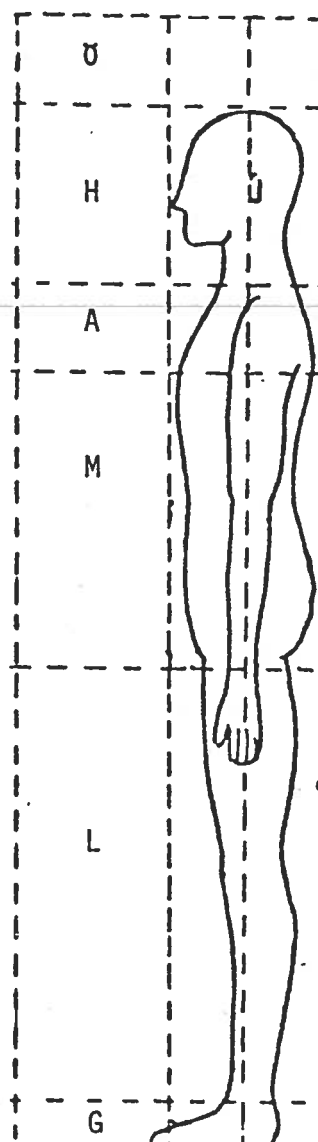
H = Huvudhöjd, överarmsassisterad,

A = Axelhöjd

M = Medelnivå

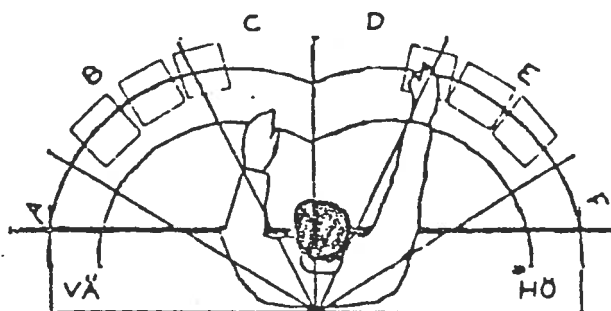
L = Låg nivå, bål- och benassisterad

G = Golvnivå, Bål- och benassisterad



Figur 6.43

INDELNING AV ARBETSSEKTORER



A till F anger aktivitetssektor.

BALENS STÄLLNING VID MONTERINGSARBETET

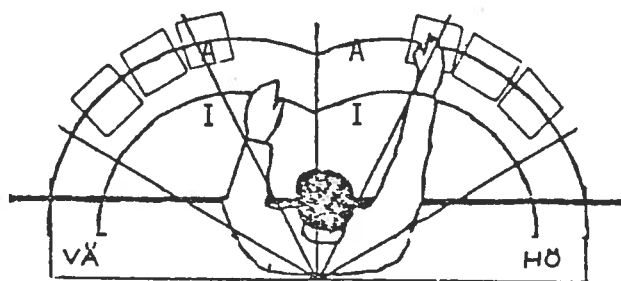
- U = upprätt balanserad ställning
- N = något framåtböjd ställning
- B = markant framåtböjd ställning
- V = bålen vriden mot vänster
- F = bålen i normalställning
- H = bålen vriden åt höger

Figur 6.44

INDELNING AV ARBETSAVSTAND

A = överarmsassisterad underarmsrörelse

I = underarmsrörelse



Figur 6.45

ÖVERARMENS LÄGE VID MONTERINGSARBETE

- FM framåtriktad vinkel 30° - 90° från kroppen
- FL framåtriktad vinkel $> 90^{\circ}$ från kroppen
- N Överarmen löst hängande intill kroppen eller med vinkel mindre än 30° från kroppen
- S Överarmen lyftad ut från kroppen i sidled $> 30^{\circ}$

HANDENS, HANDLEDENS LÄGE VID MONTERINGSARBETE

- P Handleden starkt vriden mot kroppen så att handflatan är nedåt- till inåtriktad (tummen inåt/nedåt)
- O Handleden i och omkring idealläge, handflatan är parallell mot kroppen till inåt/nedåt 45°
- S Handleden vriden utåt så att handflatan är vänd uppåt (tummen ut från kroppen)

[illegible]

TABLÅ - FÖREKOMST OCH SAMBAND MED OBEKVÄMA ARBETSSTÄLLNINGAR

ARBETSSTÄLLNING	ANTAL RADER	ANTAL SAMTIDIGT OBEKVÄMA STÄLLN.
16 ARBETSSEKTOR, vänster A	1	6,0
21 ARBETSSEKTOR, höger F	7	5,715
9 HUVUD, bakåt	5	5,4
15 HANDLÄGE, golvnivå	1	5,0
14 HANDLÄGE, lågt	36	4,611
11 HANDLÄGE, huvudhöjd	19	4,107
31 ÖVERARMSLÄGE, framåt > 90°	23	4,042
10 HANDLÄGE, över huvud	8	4,0
24 BÅLEN, starkt framåtlutad	55	3,908
6 HUVUD, högervridning	98	3,877
12 HANDLÄGE, axelhöjd	73	3,78
27 BÅLEN, vridning vänster	156	3,743
33 ÖVERARMSLÄGE, sidled > 30°	35	3,742
20 ARBETSSEKTOR, höger E	70	3,714
28 AVSTÅND, assistans	232	3,677
30 ÖVERARMSLÄGE, framåt 30 - 90°	141	3,631
25 BÅLEN, vridning vänster	33	3,424
4 HUVUD, vridning vänster	40	3,1
17 ARBETSSEKTOR, vänster B	25	3,08
23 BÅLEN, något framåtböjd	137	2,855
8 HUVUD, framåtlutad	315	2,753
18 ARBETSSEKTOR, framåt C	70	2,558
19 ARBETSSEKTOR, framåt D	329	2,054
7 HUVUD, balanserat	188	1,923
22 BÅLEN, upprätt	319	1,91
13 HANDLÄGE, medium	370	1,886
5 HUVUD, framåtriktat	373	1,813
26 BÅLEN, framåt	322	1,252
32 ÖVERARMSLÄGE, bekvämt	310	1,175
29 AVSTÅND, bekvämt	277	0,904

1

674

[illegible]

																4
	HANDLÄGE	forts														
14	Arbetshöjd	36 rader	4	6	8	16	23	24	25	28	30	31	33			+
	Lågt		1	9	30	1	2	34	8	31	12	1	1			
			,028	,250	,833	,028	,056	,944	,222	,861	,333	,028	,028	~		3,611
15	Arbetshöjd	1 rad	8	24	28	31										
	Golvnivå		1	1	1	1										
			1	1	1	1								~		4
16	ARBETSSEKTOR	1 rad	8	14	23	25	28									
	Vänster A		1	1	1	1	1									
			1	1	1	1	1							~		5
17	ARBETSSEKTOR	25 rader	4	6	8	11	12	14	23	24	25	28	30			
	Vänster B		11	2	13	1	1	4	9	6	7	14	4			
			,44	,08	,52	,04	,04	,16	,36	,24	,28	,56	,16			
			,31	33												
			1	4												
			,04	,16										~		3,08

														5
18	ARBETSSEKTOR	70 rader	4	6	8	12	14	23	24	25	28	30	31	+
	Framåt C		16	10	52	5	4	30	8	9	27	13	1	
			,229	,143	,743	,071	,057	,429	,114	,129	,386	,186	,014	
			33											
			4											
			,057											2,558
19	ARBETSSEKTOR	329 rader	4	6	8	9	10	11	12	15	23	24	25	
	Framåt D		9	43	204	4	6	12	43	1	74	28	11	
			,027	,131	,62	012	,018	,036	,131	,003	,225	,085	,033	
			28	30	31	33								
			125	92	14	10								
			,38	,28	,043	,03								2,054
20	ARBETSSEKTOR	70 rader	4	6	8	9	10	11	12	14	23	24	25	
	Höger E		3	36	38	1	1	5	21	10	20	13	5	
			,043	,514	,543	,014	,014	,071	,3	,143	,286	,186	,071	
			28	30	31	33								
			58	27	7	15								
			,829	,386	,1	,214								3,714

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

Vad gäller korrektion av arbetsställning måste målet vara att minska statistiskt långvariga arbetsställningar. Det gäller inte att i första hand ta bort olämpliga arbetsställningar utan att tillse att de under arbetscykeln ej får för långa sammanhängande perioder. En lång arbetscykel kan innehålla olika, var för sig olämpliga arbetsställningar men eftersom operatören växlar mellan dessa arbetsställningar så uppstår inga yrkesskador. Exempel på detta är Volvos Lastvagnsmontage och Bussmontage där man har cykeltider mellan 20 min - 120 min. Arbetet är dock p g a av tunga lågfrekventa lyft och tung utrustning för tungt för kvinnor. En förlängd cykeltid medför därför ofta att det saknas behov av att korrigera olämpliga arbetsställningar. En förlängd arbetscykel med växling mellan olämpliga arbetsställningar ger ofta istället ett rörligt arbete med liten risk för arbetsskador.

Frekvens och last

När det gäller problem med höga frekvenser så är det kvinnor och personer med smärre handikapp som snabbast får problem med skador. Långtidsverkningar av höga frekvenser är svårare att uttala sig om (YMC).

Chaffin (1981) ger en utförligare analys av detta förhållande, samt påpekar hur viktigt det är att ha lasten nära kroppen. Vid monteringsarbete har vi funnit att rörelser med skuldran är speciellt känsliga vid höga frekvenser. Ett exempel från Saab-Scantias personbilsmontage visade att genom byte från stjärnskruv (vilken kräver tryck från skuldran vid idragning med pneumatisk skruvdragare) till skruv med sexkantsskalle uppstod inga skulderbesvär på de kvinnor som högfrekvent (2,5 min cykeltid) hade detta arbete. Ett annat exempel från Hugin dammsugare i Norsborg visade att plocka en tunn skumplastremsa ur en back vid hög frekvens (26 sek cykeltid) gav skulderskador. Genom att placera skumplastremarna i ett läge högre och närmare så att vikten av armen blev lägre (lägre skulderbelastning) undviks skulderskador.

Nedan redogörs för en studie utförd för att bestämma gränser för arbetsställning, belastning och belastningsfrekvenser under vilka de vanligaste skadorna på armbåge och skuldra ej blir speciellt påvisbara. Syftet med detta är att ange enkla riktvärden som kan ligga till grund för elementära ergonomiska profylaxer för män respektive kvinnor.

Studien har fokuserats kring i huvudsak tre olika rörelser/arbetsmoment, nämligen:

- 1 Vridning med sträckt arm
- 2 Vridning med böjd arm
- 3 Tryck med handflatan framåt

Under arbetets gång har handgreppet visat sig vara av betydelse för rörelserna 1 och 2 varför det medtagits som en variabel i följande analyserna. Studien saknar data för drag av armen bakåt men vi ämnar komplettera den med denna data samt data kring vridning i axelleden.

SKADOR

Generellt kan sägas att de flesta skador på armbåge och skuldra orsakade av "normalt arbete" beror på reducerad blodtillförsel eller förslitning av leder.

Blodtillförseln till en viss vävnad är beroende av dels blodtrycket i vävnaden och dels det tryck i vävnaden som är orsakat av yttre belastningsfaktorer. Blodtrycket är beroende av vävnadens läge i vertikalplanet i förhållande till hjärtat och trycket i vävnaden beroende av belastning av muskler och leder. Om trycket i vävnaden är större än blodtrycket, kommer blodtillförseln till vävnaden att strypas. Detta sker vid en belastning motsvarande ca 60% av maximal muskelstyrka.

Förslitningen av leder är beroende av belastningen av leden, rörelsens frekvens och längden av vilopausar. Vid tätt återkommande höga belastningar utan nämnvärda vilouppehåll är förslitningsfaktorn speciellt stor.

Detta är enkla och relativt välkända begrepp. Generellt kan man alltså säga att stora statiska belastningar i höga lägen samt kraftiga statiska belastningar utan vilouppehåll ur ergonomisk synpunkt är dåligt.

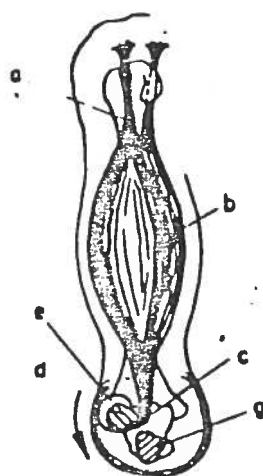
Den ergonomiska problematiken kompliceras dock av bio-mekaniken dvs den anatomiska strukturen och de mekaniska lagarna.

P g a bio-mekaniska effekter kan gränsarna mellan god arbetshygien och ergonomiskt snusk bli hårfina.

T ex den ergonomiska effektiviteten och säkerheten vid skruvrörelser med t ex skruvmejsel, beror huvudsakligen av vinkeln mellan över- och underarm.

Om arbetare har möjlighet eller av omständigheterna tvingas till att placera sig endast någon decimeter ifrån det optimala läget, kan frekvensen av epicondylit eller s k "tennisarmbåge" öka dramatiskt.

Detta kan förklaras genom att biceps muskels funktion inte bara är att böja underarmen utan också är den kraftfullaste muskeln för utåt rotation av underarmen, se fig C.

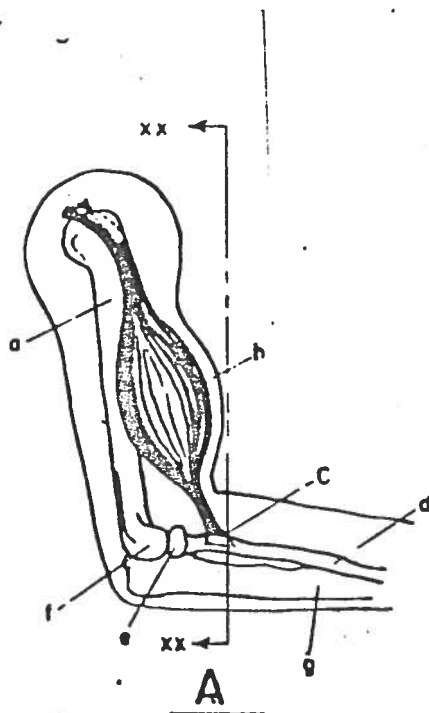


C

x x

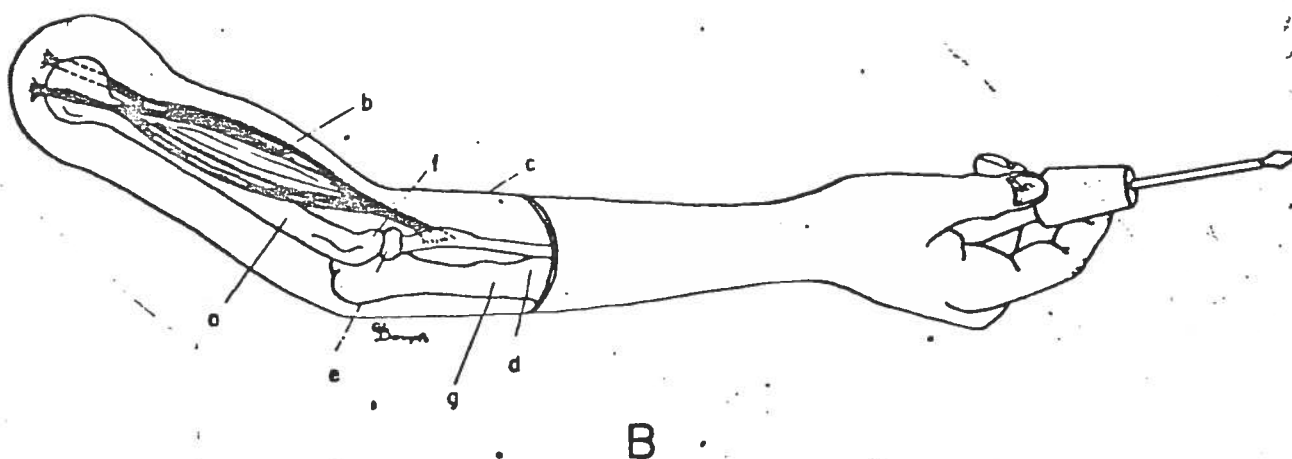
Figur 6.46

När arbetsställningen är sådan att vinkeln mellan över- och underarm är ungefär 90° , arbetar muskeln till mekanisk fördel, se fig A.



Figur 6.47

Ökas vinkeln kommer även muskelbelastningen att behöva ökas för att vidmakthålla momentet med följderna att trycket i armbågsleden kraftigt ökas - se fig B - och risken för "tennisarmbåge" ökar.



Figur 6.48

Av detta exempel framgår svårigheten i att ange enkla riktvärden för elementära ergonomiska profylaxer. Man kan vidare ana betydelsen av den individuella arbetarens skicklighet i att utföra arbetsmomentet på rätt sätt.

Det är alltså vid vridning med sträckt arm som risken för epicondylit är som störst. Följden av skadan blir vanligen sjukskrivning i tre veckor.

En skada som kan uppkomma vid upprepad utåtvridning av överarmen är inflammation i supraspinatusmuskeln dvs skulderbladets övre utskottsmuskel. Den normala följderna av denna skada blir sjukskrivning i cirka tre veckor.

När det gäller tryck med handflatan framåt är risken för skador i handleden det stora problemet speciellt om handledsvinkeln är stor. Inflammation i handleden kan bli följden. Här bör nämnas att handleden befinner sig i sin funktionella utgångsställning när den är ca 30° dorsalflekterad. Ju mer en arbetsutgångsställning, desto mindre ergonomiskt korrekt är den.

BELASTNING OCH MUSKELTRÖTTHET

Genomblödningen i muskeln hindras om muskelkraften överstiger 60% av den maximala kontraktionsstyrkan. Resultatet av detta blir att det successivt samlas allt mer nedbrytningsprodukter i muskeln. Koncentrationen av sådana metaboliter kan bli så stor att det uppträder en ischämisk smärta och man inte förmår kontrahera muskeln längre. Av detta följer att ju kraftigare kontraktionen är, desto tidigare inträder muskelsmärta och muskeltröttheten vid statiskt arbete.

Vid kontraktionsstyrkor på 50% av maximal kontraktionsstyrka och där över inträder uttröttning mycket snabbt, redan inom några sekunder. Först vid en belastning på 15% av maximal kontraktionsstyrka kan man hålla muskeln kontraherad upp till 10 minuter. Även vid denna låga belastning inträder en uttröttning som gör att muskeln successivt blir allt svagare.

Först vid en kontraktionsstyrka understigande 8% av den maximala kan man hålla muskeln kontraherad under längre tidsperioder. Vid en sådan muskelbelastning inträder muskeluttröttning efter ca 1 timme.

Tecken på begynnande muskeluttröttnings kan man faktiskt se redan efter 10 - 15 minuters arbete med så låga belastningar som 5% av maximal kontraktionsnivå.

Den praktiska konsekvensen av detta är att man inom arbetslivet aldrig skall acceptera statisk muskelbelastning även om den är mycket låggradig.

Om muskeln belastas intermittent, dvs om det finns korta viloperioder mellan kontraktionerna ökas muskelns uthållighet påtagligt.

Som ovan nämnts ligger uthållighetsgränsen för en timmes statiskt arbete vid ca 8% av maximal kontraktionsstyrka. Om man istället utför ett intermittent arbete ligger uthållighetsgränsen för en timmes arbete vid genomsnittlig belastning på ca 14% av maximal kontraktionsstyrka. Eftersom det är fråga om den genomsnittliga belastningen kan de enskilda belastningarna vara betydligt större än 14%. Om kontraktionsperioderna och vilopauserna är lika långa klarar man av belastningsnivåer på upp mot nästan 30% av maximal kontraktionsstyrka vid intermittent belastning.

För ständigt återkommande belastningar kan som hygieniskt riktvärde nämnas att en 5%'s belastning under en minut kräver vila i fem minuter.

MUSKLERNAS MEKANISKA VERKAN

En muskel kan mekaniskt sett endast åstadkomma en enda rörelse nämligen sammandragning av muskelns ändar. Detta resulterar i en eller flera grundrörelser. Som exempel kan nämnas bicepsmuskeln, vilken är både en flexor (böjare) och en supinator (utåtvridare) i

armbågsleden. Observera att muskeln vid kontraktion alltid ger upphov till flexion och supination och ej flexion eller supination.

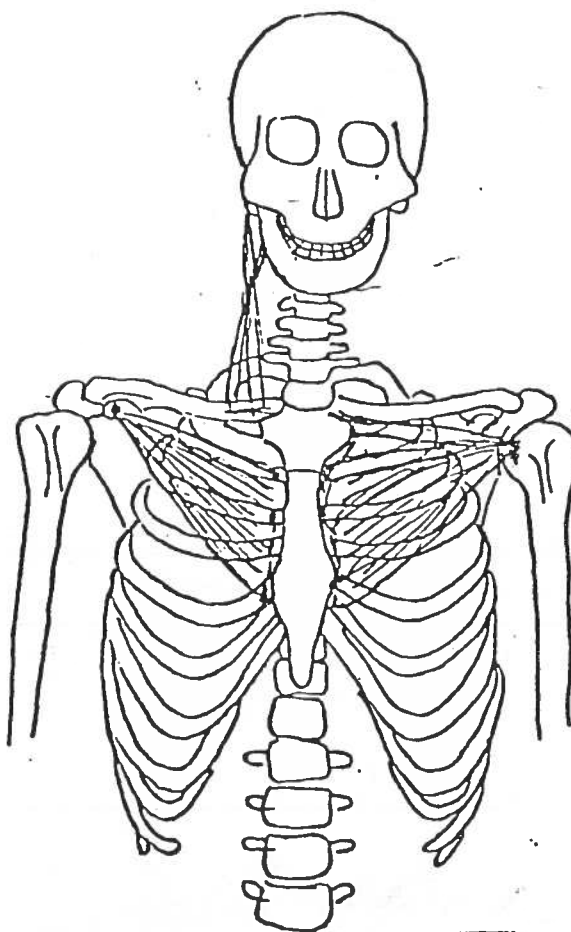
Å andra sidan kan man genom att kontrahera andra muskler hindra att det uppstår någon rörelse.

Om muskeln passerar två eller flera leder, påverkar den alltid samtliga leder den passererar. När en muskel sägs ha en funktion i en led och en annan funktion i en annan led, har den alltid dessa funktioner samtidigt. Bicepsmuskeln passerar såväl axelleden som armbågsleden och påverkar således vid kontraktion båda dessa leder samtidigt.

Ofta kan en muskel ha olika funktion (dragriktning) i olika delar av en rörelsebana. Som exempel kan nämnas m pectoralis major - se figur - vilken extenderar den flekterade armen men flekterar den extenderade armen.

M. PECTORALIS MAJOR

Abduktion (= rörelse mot mittplanet), inåtrotation och flexion (= böjning) i axelleden.
Sänkning av skuldergördeln.



Figur 6.49

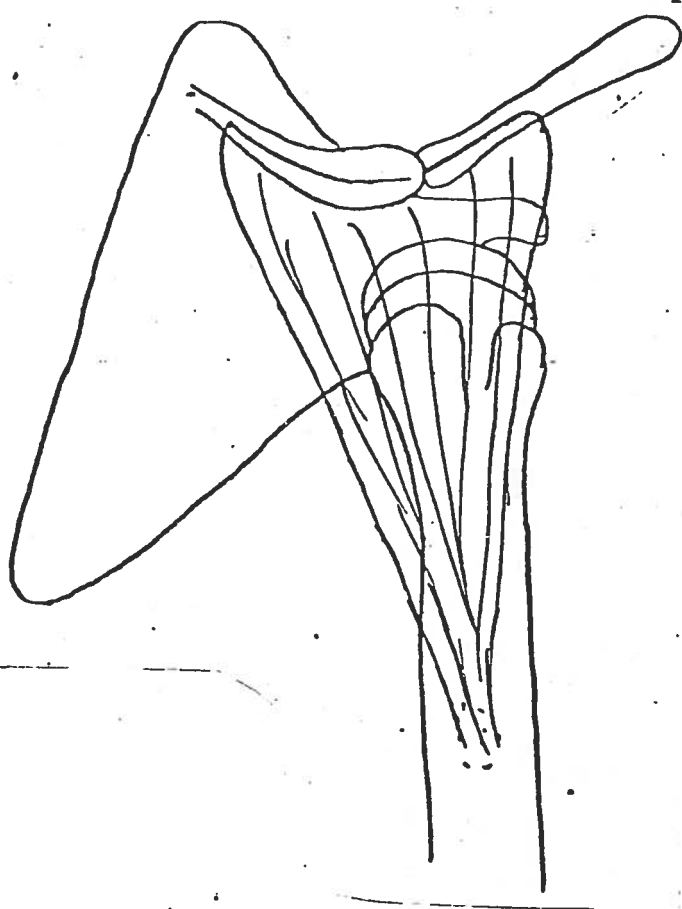
När det gäller flerhövddade och flerbukade muskler har kroppen förmåga att engagera de enskilda huvudena respektive bukarna separat. Ofta har dessa olika dragriktningar och man kan alltså i dessa fall styra vilken dragriktning man vill utnyttja. Ur funktionell synpunkt bör man beakta varje huvud respektive buk som en enskild muskel. Motsvarande gäller även för breda muskler. Ibland kan olika delar av samma breda muskel ha antagonistisk funktion. Som exempel kan nämnas m deltoideus i skuldran, där den främre delen av muskeln åstadkommer flexion, abduktion och inåtro-rotation, den mellersta delen endast abduktion och den bakre delen extension, abduktion och utåtro-rotation.

M. DELTOIDEUS

Hela muskeln abducerar i axelleden.

I utgångsställningen inåtroterar, flekterar och adducerar främre delen.

Den bakre delen av muskeln extenderar (= sträcker) och adducerar.



Figur 6.50

De muskler som samverkar vid utförandet av en viss rörelse, brukar kallas agonister eller synergister, medan de muskler som kan motverka rörelsen kallas antagonister. Vanligen finns mer än en muskel som kan fungera agonistiskt vid en rörelse.

Ofta tas inte alla agonistiska muskler i anspråk för en rörelse, utan istället används endast ett eller ett fåtal av musklerna.

Muskelkoordinationen sker ofta så att de olika agonisterna avlöser varandra. Mycket ofta engageras såväl agonister som antagonister vid en rörelse.

De muskler som är direkt engagerade i en rörelse kallas kinetorer. De kan vara primära eller sekundära, där de sekundära endast tas i bruk om extra stor kraft behövs eller om rörelsen skall utföras hastigt.

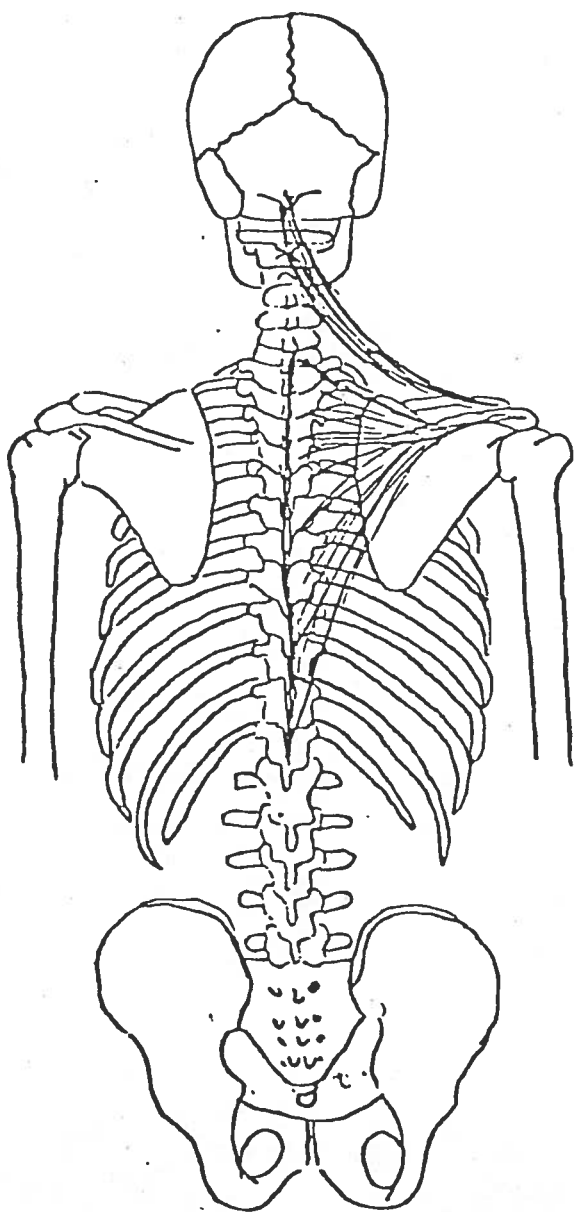
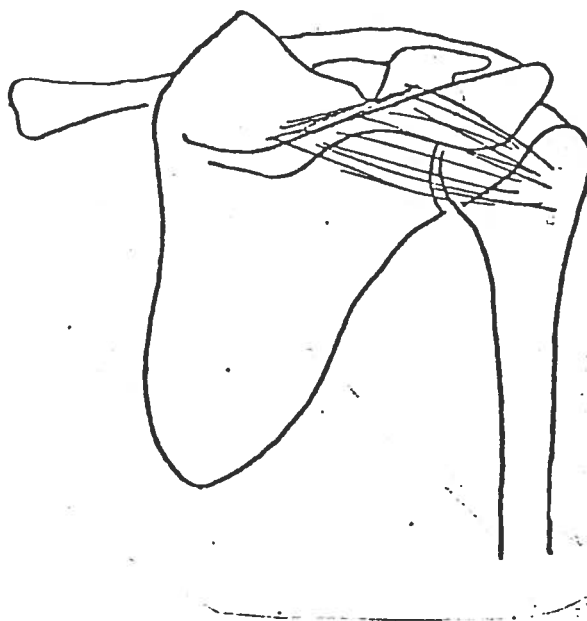
De s k moderatorerna har till uppgift att styra rörelsen, t ex genom att antagonistiskt verka mot den ena funktionen av en agonists dubbel funktion, så att endast den önskade funktionen erhålles.

Andra muskler har till uppgift att stabilisera eller fixera en kroppsdel under en speciell rörelse, och kallas således stabilisatorer.

I många fall måste en kedja av muskler arbeta för att åstadkomma en rörelse. Som exempel på en sådan muskelkedja kan nämnas att det för att åstadkomma en abduktion av armen i skuldran dels krävs kontraktion av axelledens abduktorer (m deltoideus och m supra-spinatus), dels också krävs att skuldergördeln stabiliseras och skulderbladet delvis utåtroteras genom kontraktion av bl a m trapezius och m serratus anterior. M deltoideus har visats tidigare.

M. SUPRASPINATUS

Abduktion och
utåtrotation i
axelleden.

M. TRAPEZIUS

Höjer och bakåtför, resp
sänker skuldergördeln.

Uppåtroterar skulder-
bladet.

Böjer huvudet åt samma
sida (som muskeln), samt
vrider huvudet åt motsatt
sida vid kontraktion.

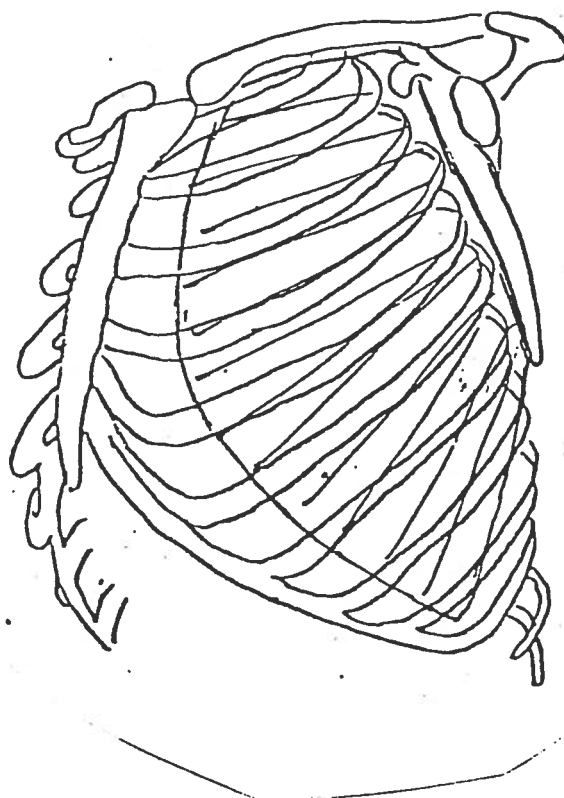
Extenderar huvudet vid
dubbelsidig kontraktion.

Figur 6.51

M. SERRATUS ANTERIOR

Framåtför och
uppåtroterar
skulderbladet.

Lyfter revbenen →
→ inspiration.



Figur 6.52

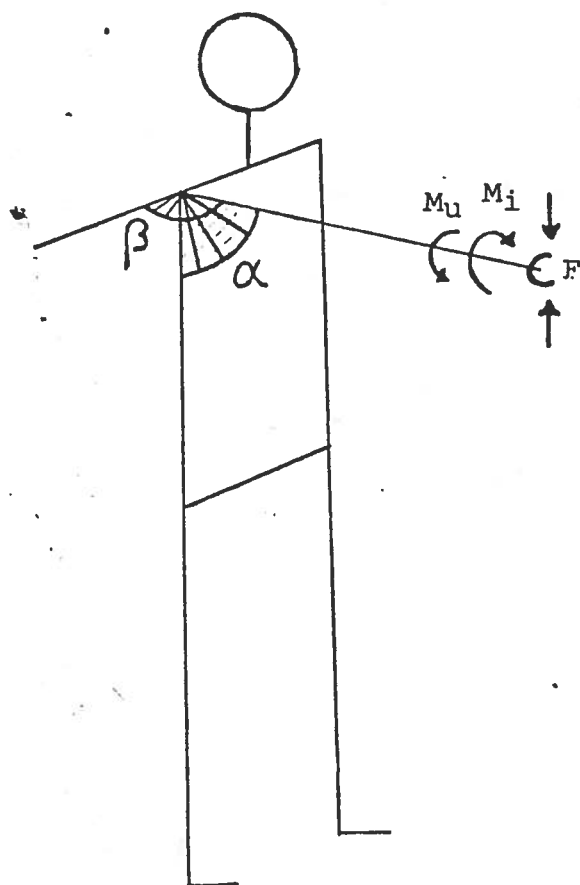
ERGONOMISKA GRÄNSER FÖR ARBETSSTÄLLNING, BELASTNING OCH BELASTNINGSFREKVENSER

Det är naturligtvis mycket svårt att teoretiskt ange annat än mycket generella regler för hur arbetsställning, belastning och belastningsfrekvenser samverkar och påverkar en arbetarpopulations effektivitet och hälsa.

Detta beror på svårigheter i att biomekaniskt avgränsa rörelserna i det anatomiska systemet, samt klarlägga effekterna på det anatomiska systemet inte minst med tanke på individuella faktorer såsom skicklighet, styrka och vana.

När det gäller arbetsställning, är det viktigt att de statiska muskelbelastningarna hålles så låga som möjligt. Det har tidigare nämnts att redan muskelbelastningar på 5% av maximal kontraktionsnivå kan ge tecken på begynnande muskeluttrötning. Om den statiska belastningen överstiger denna gräns så måste arbetsställningen vara intermittent dvs viloperioder måste läggas in i arbetet. Här gäller att en minuts statisk belastning till 5% av maximal muskelstyrka måste följas av fem minuters vila. Ur blodflödes-synpunkt är det vidare viktigt att den statiskt belastade kroppsdelen befinner sig i ett så lågt läge som möjligt eller så nära grundställningen som möjligt. Generellt gäller vidare att arbetsställningen skall vara sådana att musklerna arbetar under bästa möjliga bio-mekaniska förhållanden.

Om vi nu närmare studerar arbetsställningarna för arbetsmomenten vridning med sträckt respektive böjd arm samt tryck med handflatan framåt, kan vi finna några speciellt intressanta ergonomiska aspekter.



F = grepp

M_i = vridmoment inåt

M_u = vridmoment utåt

α = deviation från lodlinjen

β = deviation från axellinjen

Uppskattade medelvärden av
maximal muskelstyrka

	Män	Kvinnor
F (N)	400	280
M_i (Nm)	12	8
M_u (Nm)	8	5

Figur 6.53

När armen befinner sig i sitt neutrala läge dvs $\beta = 90^\circ$ och $\alpha = 0^\circ$ är muskelbelastningen minimal.

Då armen lyfts utifrån kroppen abduceras framåt eller åt sidan (α ökas) ökar muskelarbetet ju högre upp mot horisontalplanet armen lyfts.

De muskler som belastas är axelleden abduktorer (m dettoideus och m supraspinatus), samt skuldergörlidens stabilisatorer (m trapezius och m serratus anterior). Av dessa muskler är m supraspinatus den muskel som får den största statiska spänningen.

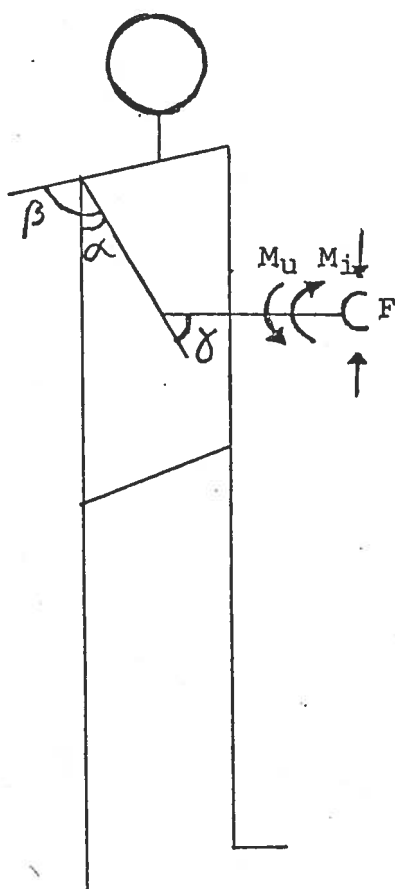
Eftersom m supraspinatus även är en spuinator för överarmen, kommer den ställningsbetingade redan höga statiska belastningen av muskeln att överlagras med.

ytterligare spänning då överarmen vrids utåt.

Vanliga skulderskador kan ofta hänföras just till m supraspinatus.

En annan effekt är att underarmens rotationsmuskler arbetar under ogynnsamma bio-mekaniska förhållanden, vilket kombinerat med ett kraftigt handgrepp ökar risken för epicondylit.

VRIDNING MED BÖJD ÄRM



- F = grepp
 M_i = vridmoment inåt
 M_u = vridmoment utåt
 α = deviation från lodlinjen
 β = deviation från axellinjen
 γ = armbågsvinkel

Uppskattade medelvärden
av maximal muskelstyrka

	Män	Kvinnor
F (N)	400	280
M_i (Nm)	12	8
M_u (Nm)	15	10

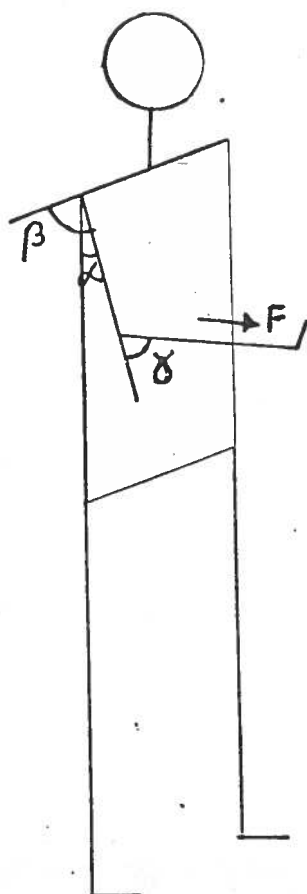
Figur 6.54

Här åtgår det mindre muskelarbete för att hålla armen i läge, beroende på att armens tyngdpunkt ligger närmare kroppen. Det är framförallt armens flexorer som belastas men eftersom dessa har stor kapacitet blir spänningarna lägre än de muskelspänningar som uppträder då armen är sträckt. Vidare arbetar underarmens rotationsmuskler fördelaktigare.

Man bör dock komma ihåg att överarmens abduktions- och adduktionsmuskler belastas vid vridning av underarmen beroende av vridmomentet.

Vidare bör vinkeln γ 's betydelse för armbågens belastning beaktas ur epicondylit-synpunkt. Vid $\gamma = 90^\circ$ är risken minst, och ökar med minskande vinkel.

TRYCK FRAMÅT MED HANDFLATA



F = tryckkraft

α = deviation från lodlinjen

β = deviation från axellinjen

γ = armbågsvinkel

Uppskattade medelvärden av maximal muskelstyrka.

	Män	Kvinnor
F (N)	400	250

Figur 6.55

De acceptabla belastningsfrekvenserna för de olika arbetsmomenten är mycket svåra att ange, eftersom små förändringar i arbetsställning kan vara av mycket stor betydelse. Genom att starkt avgränsa rörelserna, bortse ifrån individuella effekter och med det tidigare nämnda i minnet, kan man dock gissa sig till vilka belastningsfrekvenser som bör anses acceptabla.

Med belastningsfrekvensen avses här hur många gånger arbetsmomentet kan utföras per timma under åtta timmars arbetsdagar och längre arbetsperioder, förutsatt att momenten utföres i en jämn och naturlig rytm.

Belastningen under arbetsmomentet förutsättes statisk intermittent.

Tiden för arbetsmomentets utförande antages till 15 sekunder. De acceptabla belastningsfrekvenserna för olika krafter och moment för vridning med sträckt arm kan nu uppskattas enligt tabellen:

F	5	10	15	5	10	15	5	10	15	% av maximal muskelbelastning gånger per timma
Min	5	5	5	10	10	10	15	15	15	
Frekvens	100	60	25	80	50	20	60	40	15	

Förutsatt att rörelsen avgränsas till området α ca 60° och β ca 90° .

För arbetsmomentet vridning med böjd arm kan följande uppskattning göras av den acceptabla belastningsfrekvensen:

F	5	10	15	5	10	15	5	10	15	% av maximal muskelbelastning
Min	5	5	5	10	10	10	15	15	15	
Frekvens	150	100	50	120	80	30	80	40	20	

Förutsatt att rörelsen avgränsas till området α ca 0° , β ca 90° och γ ca 90° .

Vid tryck framåt med handflatan bör följande belastningsfrekvens kunna accepteras:

F	5	10	15	% av maximal muskelstyrka
Frekvens	150	100	30	gångar per timma

Förutsatt att rörelsen avgränsas till området α ca 0° , β ca 60° och γ ca 90° .

För noggrannare uppskattningar av acceptabla belastningsfrekvenser krävs ingående anatomiska och bio-mekaniska analyser av rörelsen samt kunskaper om hur skador uppstår. Man kan härvid använda sig av intramuskulära EMG-elektromyografi-elektroder för att mäta de enskilda musklernas belastning under rörelsen.

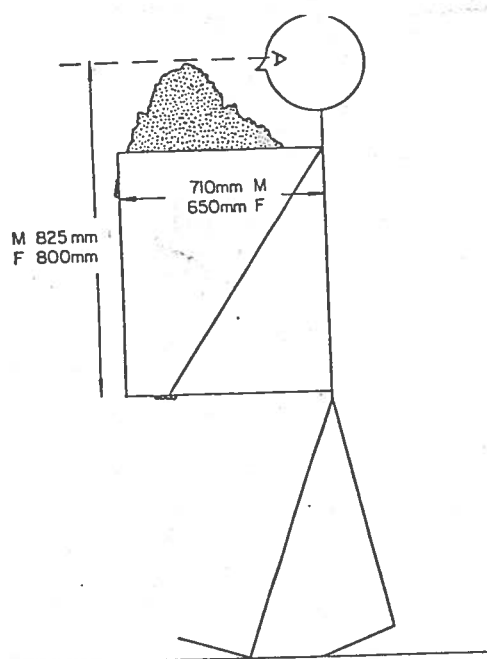
6.4.3 Manuell materialhantering och ergonomi

Vad gäller manuell materialhantering så är forskningen relativt begränsad. Vi ger här en kort genomgång av tidigare forskning. Vi startar med en del data kring att bära lådor och resväskor (Drury 1980). För män är lådor av typen "resväska" den högste receptabla vikten $35,52 - 0,0169 \times \text{bredd (mm)}$ (Mc Conville & Herzberg 1966). En resväska i ena handen eller två väskor dubbla vikten är receptabelt (en väska ger snedbelastning) (Drury 1975). För en konstant vikt på 17,5 kg är lämpligaste låda 120 - 140 mm djup på hinder för benen ju mindre lådan är desto bättre mått över 800 x 300 bör undvikas vid vikter kring 20 kg. Handtag bör finnas och lådan bör vara kompakt. Om lådan är djup och lyftes från golv till bord bör handtagen vara över tyngdpunkten. När lådan lyftes från bord till hylla bör handtagen vara under tyngdpunkten.

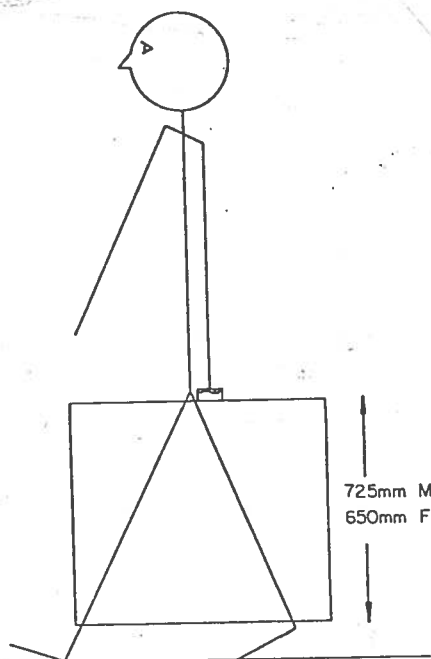
Conclusions: Handle design recommendations

- 1 Use handles on all containers.
- 2 Place handles on containers so as to:
 - a allow the load to be carried with both hands rather than one hand.
 - b allow a 5th percentile female to see over the load.
 - c allow the load to be held with fully extended arms.
 - d prevent the load interfering with the legs while being carried.
 - e allow load to be lifted and lowered without exceeding the range of human wrist movement.
- 3 If the load must be carried by one hand make the load as thin as possible and not more than the heights shown for males and females.
- 4 Make handles or handhold cutouts 115 mm long, with a 25-38 mm diameter bearing surface and a hand clearance of 30-50 mm.

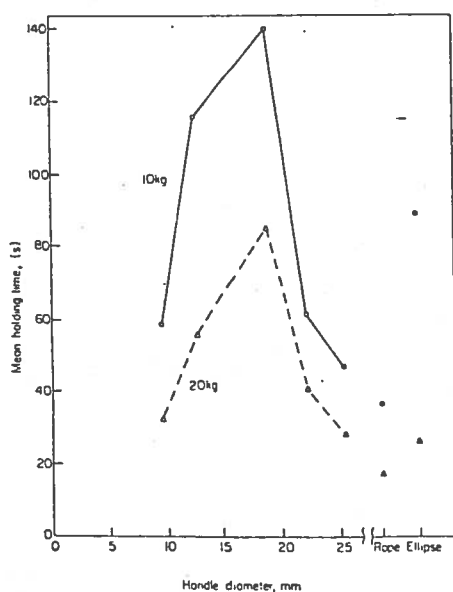
- 5 Design handles to distribute the load over the largest possible surface area of the hand and fingers.
- 6 Prevent high point-loadings by eliminating sharp corners, edges, ridges, and finger grooves.
- 7 Lightly knurl or texture handles to prevent hand slipping.



Figur Anthropometric require-
6.56 ments for two-handed
carrying.



Figur Maximum load heights



Figur Effect of handle dia-
6.57 meter on holding time,
Experiment 1

Vid Chalmers Tekniska Högskola testade vi lyft av lådor med handtag från bord till hylla, samt att bära lådor.

703

Vi har vidare utfört en analys av hjälplyftare och funnit att det vid montagearbete är vikten varierande från 5 kg - flera tusen kilo. Ibland används telfer (lastvagnar och bussar), men ofta klarar man sig med enklare utrustning. Vi citerar ur Transportnytt nr 4 1977, en artikel om maskinella hjälplyftar.

"Vid ergonomiska studier i Västtyskland, som omfattade 66 olika arbetsplatser hos sju olika företag inom maskinbranschen, fann man att den vanligaste lasten som det gällde att lyfta och transportera låg mellan 40 och 63 kg i vikt. Man fann vidare att den vanligaste arbetshöjden, vid vilken det gällde att hålla kvar de lyfta objektet var 1,25 m över golv, vilket kan motsvara normal inspänningshöjd för arbetsstycken i verktygsmaskiner. Det var också önskvärt att skillnaden i höjd mellan ett normalt arbetsläge och ett transportläge skulle vara så liten som möjligt, därför att ryggböjningsvinkeln därvid också kan bli så liten som möjligt.

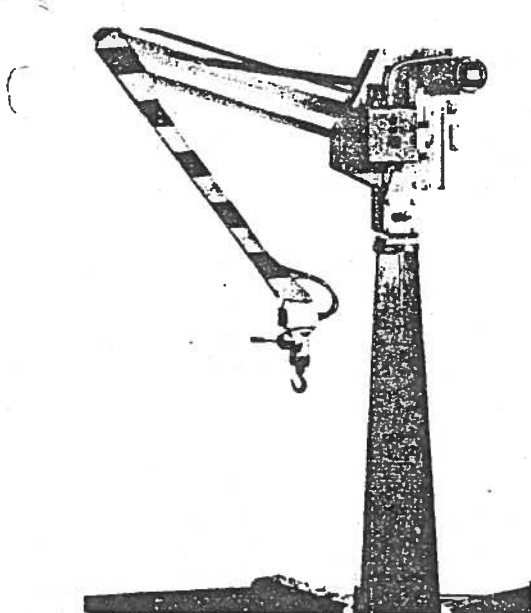
Studierna visade också att den önskvärda lyfthastigheten skulle ligga mellan 15 till 20 m/min vid ackordsarbete. En önskvärd maskinell hjälplyftare borde vidare möjliggöra att den ena handen alltid vore fri för ställarbete, då den andra skulle sköta lyftaren. Slutligen borde en maskinell lyftare vara utrustad med redskap som skulle möjliggöra att ett arbetsstycke kunde gripas på snabbaste och enklaste sätt.

Man kan också allmänt konstatera att det inom många manuella yrken krävs ständiga lyft av föremål mellan 5 till 80 kg vikt. Inom åldersgrupperna över 50 år visar 60 % av alla kvinnor och 80 % av alla män någon form av skelettskador. För hög eller för låg belastning på skelettledderna och särskilt på kotpelaren, ryggraden, medför ibland årtal efter den olämpliga belastningen sjukdomar såsom reumatiska besvär, ryggsnitt och ichias. Man har också konstaterat väsentliga skillnader mellan olika yrkesgrupper t ex mellan transport- och kontorsarbetare, då det gäller frekvensen av sjukliga förändringar i skelettet. Följande procenttal för de två kategorierna visar som synes signifikanta avvikelser: ryggraden 98/37,

armbågen 35/3, knäleden 32/13, höftleden 28/6 och skulderleden 12/5. I dessa studier fann man också att 85 % av alla laster på stationära arbetsplatser ligger under 80 kg i vikt. Detta värde har bildat den övre gränsen för de flesta av hjälplyftarens arbetsområde.

Man skiljer principiellt mellan två olika typer av hjälplyftare-balanslyftare där lastens vikt balanseras ut och man sedan manövrerar med en viss "manupelationskraft". Den andra typen är lyftarmar som är eldrivna och oftast har steglöst variabel lyfthastighet. Vid sidan av dessa två typer finns även en typ som kan sägas vara ett mellanting av telfer och balanslyftare. Denna tillverkas av Demag i Tyskland och säljs under namnet Manulift". Så långt transportnytt.

Vid analys av olika lyftare har vi kommit fram till att hjälplyftare där lasten kan stanna i ett läge typ muskeln är användbara vid höga laster 50 kg eller mer. Kravet på hög hastighet är här ej stort. När det gäller måttliga vikter ≤ 20 kg är lyftare typ Levomal att föredra. Vi vill här påpeka att operatörer är mycket nöjda med lyftare ur levomattyp p g a deras snabbhet ofta viss träning hos operatören. Upparbetning är möjlig på ett till annat sätt än med t ex en konventionell telfer. Ytterligare en typ av lyftare typ balansblock är omtyckt av operatörer. Saab-Scania personvagnar använder denna typ vid förflyttning av dörr från förmontage till linen.



Lyftarm från Invenco i Hedesunda. Den finns för laster mellan 100 och 300 kg, här monterad på hjulförsett stativ.

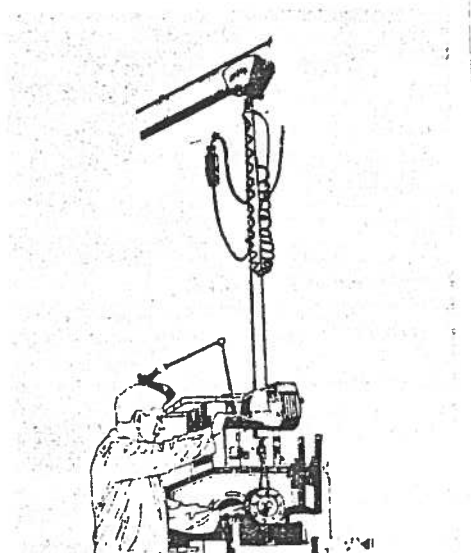
Muskel

Lyftförmåga: upp till 225 kg;
Aktionsradie: upp till 3 m;
Max lyfthöjd: 1700 mm;
Lyfthastighet: 0,5 m/sek;
Drivsystem: eldrift;
Egenvikt: 300-530 kg;
Typ av montage: golv, vägg, tak;
Säljs av: Kockums Automation AB, Landskrona.

Invenco - Lyften

Lyftförmåga: 100, 180 och 300 kg;
Aktionsradie: 2000 - 3000 mm;
Max lyfthöjd: 2400 **Lyfthastighet** 0 - 20 m/min;
Drivsystem: elektrohydraulisk;
Avkänning: hydraulisk;
Egenvikt: exkl pelare 170, 250 och 350;
Typ av montage: golv, vägg och tak;
Säljs av: invenco, Hedesunda.

Figur 6.58



Levo Mat balanslyftare är elektrohydrauliskt driven, här teleferupphängd men kan också monteras på speciell svängarm.

Lero-Mat

Lyftförmåga: 300 - 2500 kg;
Aktionsradie: max 5 m för svängkran typ VLK och VLKS;
Max lyfthöjd: 2 m;
Lyfthastighet: 0,46 - 0,08 m/sek;
Drivsystem: hydrauldrift,
Avkänning: hydraulisk;
Egenvikt: 22 - 36 kg;
Typ av montage: golv, vägg, tak;

Säljs av: Moving AB, Åstorp.

Figur 6.59

När det gäller att lyfta och bära har vi en del forskningsnyheter som finns redovisade i Transportnytt sid 31, nr 8 1981. Vi citerar:

"Olika förutsättningar

Många forskare har arbetat och arbetar med att försöka ta fram riktlinjer när det gäller vilken vikt som kan hanteras manuellt utan att skador, muskel- och ledbandsbesvär uppstår. Lena Erneling, ergonom vid Packforsk, har arbetat med dessa frågor. Vid konferensen visade hon ett exempel på en sådan riktlinje, som genom subjektiva uppskattningar bl a ger följande rekommendationer.

<u>Antal lyft ett lyft var</u>	<u>Acceptabel vikt (kg) att lyfta</u>
5:e sekund	10
9:e sekund	14
14:e sekund	15
1 minut	18
2 minuter	20
5:e minut	25
30:e minut	27
8:e timme	30

Värdena i tabellen gäller för 90 % av den manliga befolkningen samt för vertikala lyft (51 cm) med bördans tyngdpunkt 36 cm från kroppen.

Undersökningar har också visat att problem som uppstår i samband med manuell hantering inte enbart beror på kollits vikt. Varje hanteringssituation och människa har olika förutsättningar och det är därför svårt att bestämma en vikt som är säker att hantera för alla personer i alla situationer.

Ännu ingen lagstiftning

Klart är att en av de viktigaste aspekterna på en förpackning som hanteras manuellt är vikten. Lena Erneling sade vidare att Internationella arbetsorganisationen (ILO) givit rekommendationer om den högsta vikt som får bäras av en arbetstagare. För vuxna manliga arbetstagare rekommenderas en maxvikt av 55 kg. Man säger också i sin rekommendation att motsvarande vikt för kvinnan bör vara avsevärt lägre?

I Skandinavien finns ingen lag som reglerar vilken maxvikt en person får lyfta eller bära. Det finns för närvarande inte heller några direkta anvisningar på vilken vikt som en person kan tänkas lyfta eller bära regelbundet utan att skadas. Arbetarskyddsstyrelsens rekommendationer i Sverige gäller bara för vissa typer av hantering som ex vis hantering av fruset kött och förpackningar för kemiska bekämpningsmedel. Här gäller maxvikten 35 kg.

Man kommer dock inte kort att lämna anvisningar när det gäller manuell hantering. I dessa anvisningar kommer man att föreslå en vikt på 6-10 kg för regelbunden manuell hantering.

I Danmark har man dock givit ut anvisningar om manuell hantering. I dessa sägs att manuell transport av säckar som väger mer än 50 kg är förbjudet. Undantagsvis kan 55 kg accepteras. Förbudet gäller dock inte säckar vid import. Vidare att personer bör hålla på högst 4 timmar per dag med manuell kontinuerlig transport som överstiger 25 kg.

Förare av bil får inte utföra manuell lossning av säckar utan att transportvägen är så utformad att lossning kan ske på jämn mark och att säckarna kan placeras på ett avstånd av högst 5 m från bilen.

Sammanfattningsvis kan sägas att fastslå en vikt som är säker att hantera av alla människor under alla förhållanden knappast går. En sådan vikt kommer att bli så liten att den i de flesta fall inte har någon praktisk betydelse. Det kan kanske röra sig om en vikt på högst 5-6 kg.

Viktigare är därför att följa utvecklingen som man tror pekar på en ökad användning av större enheter som kan hanteras maskinellt samtidigt som det sker en utveckling av enkla och rationella transporthjälpmedel för en varas hela transportväg".

Vi skall här komplettera med ett par uppgifter, dels skillnaden män-kvinnor vid tunga lyft, dels armarnas lägen vid positionering av tunga detaljer eller ensidigt arbete vid t ex en förmonteringsstation.

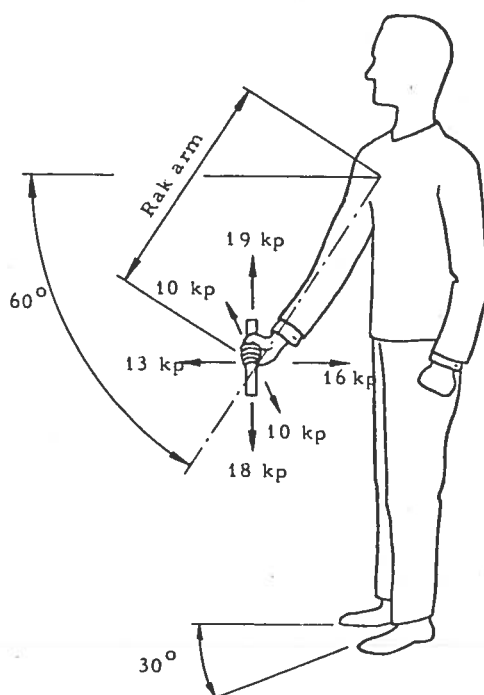
Vid arbetsuppgifter med tunga lyft bör man för att undvika ryggbesvär ej låta vikten överskrida följande maximivärden i kg.

	Män	Kvinnor
Sporadiskt	50	30
Ofta till oavbrutet	18	12

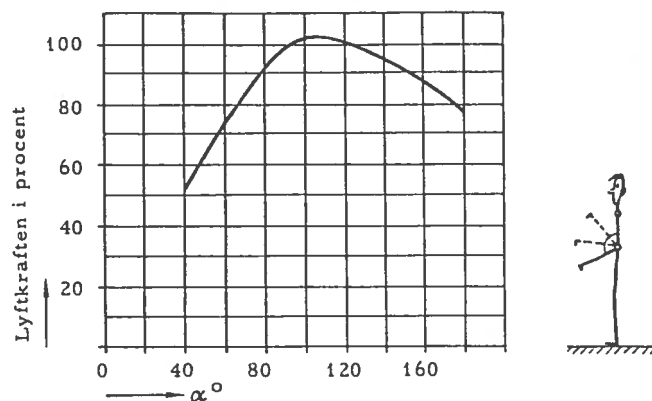
Dessa värden understiger väsentligt vad man maximalt kan lyfta (maximal dragkraft 80 kp per arm vid raka nedåtriktade armar). Värdena ovan bör reduceras vid ogynnsamma förhållanden, t ex vid positionering av detaljer på basobjekt.

Figuren nedan visar de maximala belastningarna i olika riktningar, när arbetaren står och arbetar med armen utsträckt i 60 graders vinkel med horisontalplanet. För en stående arbetare med underarmen horisontell och i 90 graders vinkel till överarmen är den maximala lyftkraften 25-30 kp. I figuren visas hur denna lyftkraft varierar när vinkeln mellan över- och underarm förändras. Böjes underarmen avtar den maximala lyftkraften, speciellt då underarmen böjs uppåt.

Om en arm måste hållas utsträckt bör armens tyngd avlastas i handen. Om sålunda en spak skall manövreras med armen horisontellt utsträckt under en längre tid bör en vertikal motkraft på 2 kp finnas för att begränsa det statiska arbetet. Den maximala lyftkraften med armen utsträckt är ca 15 kp.



Figur 6.60 Maximal muskelstyrka för en man i olika riktningar med armen utsträckt i 60° vinkel (W Rohmert).



Figur 6.61 Maximal lyftkraft vid olika armgåsvinklar i procent av kraften vid rätvinkel (H H Clarke).

Många transporter sker med hjälp av dragvagnar, lyftvagnar och dylikt som dras manuellt. Lastens maximala tyngd för att manuellt dragande skall vara möjligt beror på flera faktorer.

Dragkraften skall övervinna friktionen mellan underlaget och hjul, hjullagringarnas friktion samt underlagets eventuella ojämnheter och höjdskillnader. Den maximala dragkraften beror på vinkeln mellan kraftriiktningen och vertikalplanet. Den helt horisontella dragkraften är ca 70 % av kroppsvikten.

En förändring av hjulstorleken påverkar rullningsmotståndet och förmågan att klara hinder. Studier som utförts har visat att arbetstyngden minskar om man ökar hjulens diameter och bredd utöver vad som hittills varit vanligt.

Följande formel används för att beräkna rullmotstånd.

Rullmotståndet F_{RO} (N)

Rullmotståndstakt f -

Vikten av G (N)

$$F_{RO} = f \cdot G$$

Straßendecke	Rollwiderstandszahl
Luftreifen auf	
Großpflaster	0,015
Kleinpflaster	0,015
Beton, Asphalt	0,015
Schotter, gewalzt	0,02
Teeremakadam	0,025
Erdweg	0,05
Ackerboden	0,1...0,35
Greiferräder auf	
Ackerboden	0,14...0,24
Kettenschlepper auf	
Ackerboden	0,07...0,12
Rad auf Schiene	0,001...0,002

Bosch: Fahrmechanik.

Om något av hjulen går i skena  underlättas instyrningen avsevärt. Volvo och Saab-Scania har använt detta system för vagnar med lastbilshytter.

För att kunna bedöma vagnens möjligheter i monteringsystem genomförde vi en analys av vagnar en ergonomisk synpunkt. Följande framkom: Vagnen dragas av en man med 1500 kg, används vid ASG i Göteborg. Vid vagnar som förflyttas längre sträckor bör lasten för en man ej överstiga 350 kg om vagnar skall kunna förflyttas med lätthet i olika riktningar. Saab-Scania personvagnar, använder sådana för förflyttning av hela karossen eller 3 framdelar av karosser. Volvo Umeåverken använder dessa för plåtfärdiga hytter. Monteringsvagnar används för motorcyklar av Husqvarna, för pumpmontage av Flygt AB (här har man lagt en nålfiltsmatta på verkstadsgolvet för att minska rullmotståndet). Albin Marin använder sig av transport från plastavdelning till slutmontage av handdrivna vagnar (2 man Albin Express). Vid 350 kg vikt gummihjul $\varnothing$ 200-250 och 2 fackhjul + 2 länkhjul kan en man med lätthet transportera på ett verkstadsgolv av normal standard.

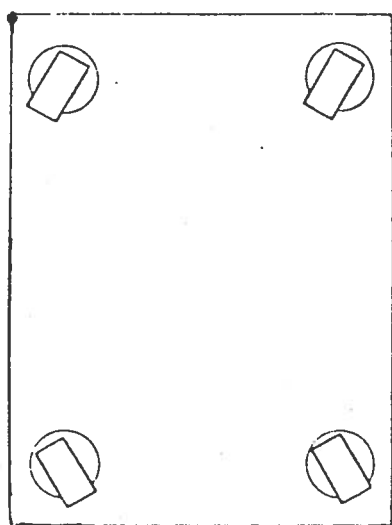
Vilken typ av hjulmontage som bör väljas beror dels på vagn-typen, dels på de lokaler där den skall användas. Användningsområdena för de olika montagen framgår av figurerna på föregående sida. Här påpekas endast det faktum att många länkhjul på en vagn kan göra denna svårstyrd, och dessutom svårstartad om ett eller flera hjul står på tvären. Ett montage med enbart länkhjul (typ 1), bör därför endast väljas om det krävs att vagnen skall kunna skjutas även i sidled.

Hjul: Man skiljer grovt mellan två olika typer av hjul, länkhjul och fasta hjul.

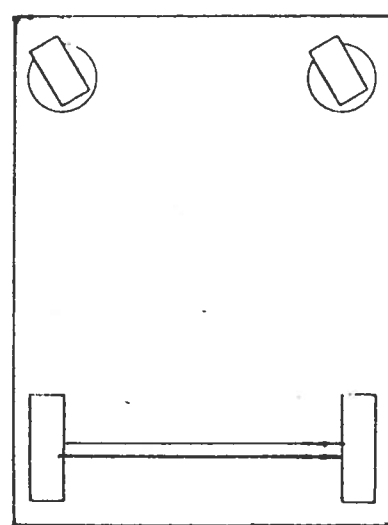
Länkhjulen är vridbara kring en vertikal axeltapp medan de fasta hjulen är fast monterade på en axel och således ej vridbara. Länkhjulen ger vagnen dess rörlighet, de fasta hjulen är lastbärare.

Beroende på vagntyp, utrymme och golvets beskaffenhet kan varierande kombinationer av länkhjul och fasta hjul erhållas.

Nedanstående bilder visar några vanliga utförande av hjulmontage.

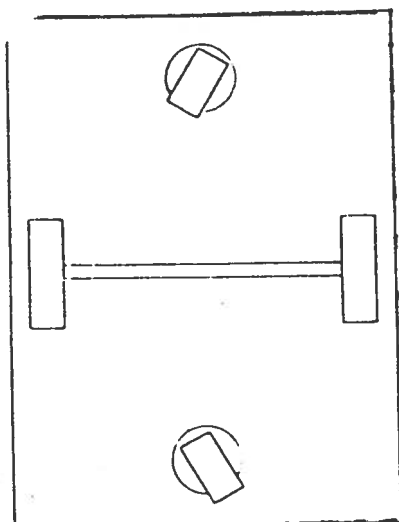


Typ 1. 4 länkhjul.
Detta montage används vid begränsade utrymmen, vagnen kan skjutas även i sidled.



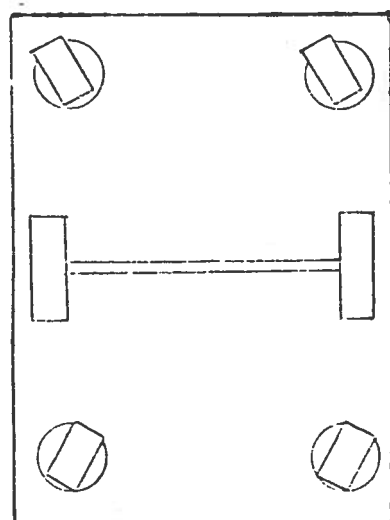
Typ 2. 2 fasta hjul, 2 länkhjul. Detta montage är det mest vanliga. Det används vid längre transportsträckor. Vagnen går lättare att styra än i fall I.

Figur 6.62



Typ 3. 2 länkhjul, 2 fasta hjul placerade i mitten. Vagnen har en liten svängningsradie, varför detta montage används vid begränsat utrymme. Lasten vilar på 3 hjul.

Figur 6.63



Typ 4. 2 fasta hjul, 4 länkhjul. Samma användningsområde som i fall 3, men montaget ger större stabilitet. Lasten vilar på 4 hjul.

Vi har inom projektets ram utfört en studie av enkla bär- och lyftutrustningar.

Med anledning av ett allt mer ökande antal transporter av små styckegods, dvs kollin om cirka 10 till 25 kilo, har ett allt större behov av att underlätta denna behandling uppkommit.

Vid denna typ av godsdistribution förekommer ofta mycket långvariga lyft, då t ex gods skall bäras i trappor m m. Denna typ av bördor orsakar då en mycket stor statisk belastning av muskelaturen i armar, skuldror och rygg. Samtidigt förekommer oftast stora påfrestningar på längd-ryggen.

Funktionskrav på enkel utrustning

1. Utrustningen skall vara utformad så att den ergonomiska situationen för användaren förbättras.
2. Utrustningen skall vara lätt att använda.
3. Den skall kunna appliceras på gods av olika typer och utseende.
4. Utrustningen bör inte förorsaka att transporten tar längre tid.
5. Den bör vara okänslig för klimatologiska faktorer.
6. Den skall anpassas efter användarens kroppsbyggnad.
7. Den skall ha låg egenvikt.
8. Den skall ha lågt pris.

Begränsningar

Undersökningen omfattar endast enkla icke motordrivna redskap, avsedda för hantering av gods med en vikt av mellan 10-50 kg.

Några transporthjälpmedel avsedda för tyngre lyft har dock också medtagits, då dessa kan tänkas utvecklas eller anpassas för lättare lyft.

Utvärderingen har pga tidsbrist måst begränsats till subjektiva omdömen. Några ergonomiska tester eller prov har inte företagits.

Inledning

A Bärselar

B Bärok

A Bärselar

Utrustning av typ bärsele tillverkas idag endast helt hantverksmässigt av sadelmakare.

Då tillverkningen sker för hand har man möjlighet att beställa en bärsele som utformas helt efter sina egna önskemål.

Av de standardtyper som tillverkats bör nämnas:

1. Sele med dubbla remmar, en rem för vardera axel. Remmarna korsas på ryggen och någon förses antingen med en lyftögla eller en lyftkrok på framsidan. (Se bild nästa sida.)

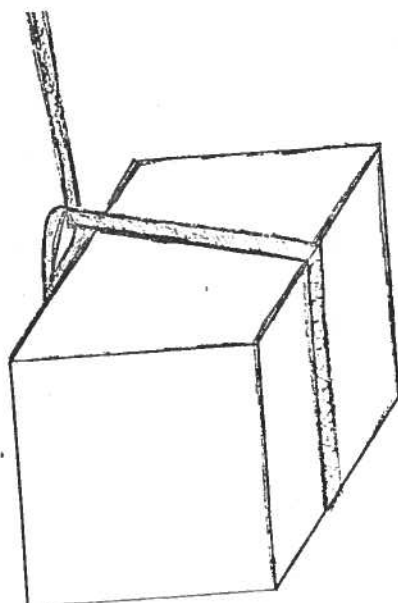
2. Sele av enkelt utförande, dvs med en rem endast över den ena axeln.

Materialet i de båda typerna är oftast av läder (30-50 mm) och sadelgjord (50-80 mm brett).

Längderna på lyftöglorna kan justeras.

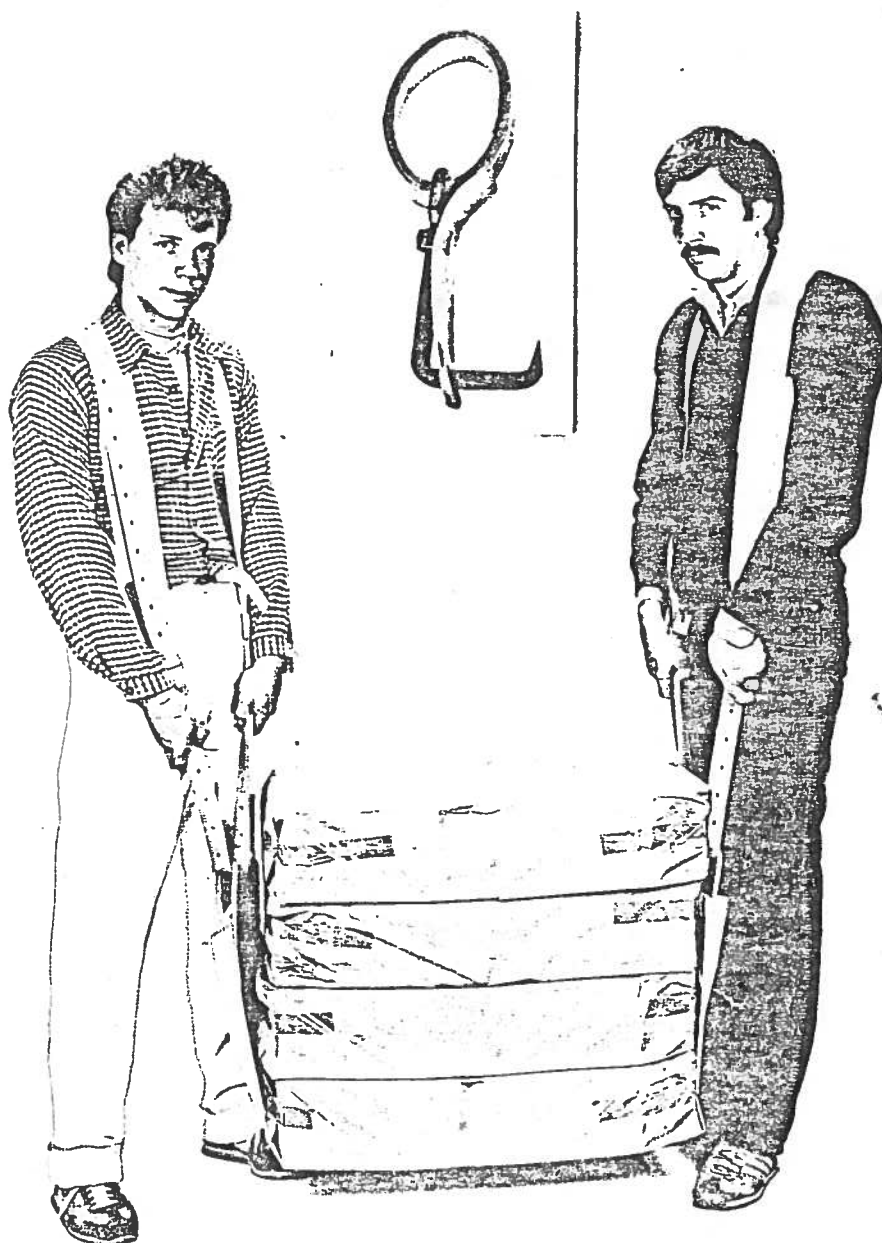
Till ovanstående selar kan också kopplas olika typer av lyftvaggor.

3. En bärrem kallas ofta streck. Remmen drages runt det eller de paket som skall bäras och igenom en ögla i remmens ända. Härefter kan remmen dragas åt och paket-
en kan bäras på ryggen med remmen över ena axeln.



Figur 6.64 Tillverkas av kraftig sadelgjord 50-80 mm bred, 4,5 - 6,0 m långt. Pris 100 kr.

Det klassiska bäroket användes knappast överhuvudtaget idag. En modernare variant av lyftok har dock tillkommit under senare år. Detta lyftok är främst avsett att ge handikappade människor hjälp att bära lättare paket, kassar och dylikt. Oket kan även bäras innanför t ex en rock.



Figur 6.65 Bärselar med dubbla remmar, försedd med lyft-
ögla. Den övre figuren visar lyftkrok.

	Pris pr st.
Lyftsele av 80 mm bred sadelgjord. Förstärkt över axlarna.	
Med dubbelsydd läderrem 35 mm bred av prima läder.	200 kr
Stålkrok med 3-dubbel läderring till selen	100 kr
Samma som ovan, men med skinnöverklädd stoppning över axlarna	tillkommer 50 kr
Lyftvagga för piano o. dylikt. Kopplas i selen.	250 kr

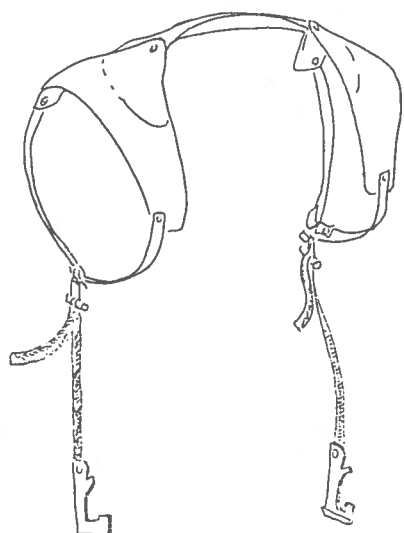
Materialiet i oket är nylonplast, varför det bör tåla låga temperaturer utan att sprödbrott inträffar.

Bärbanden är vävda av nylon och lyftkrokarna är av metall. Selen egenvikt är mycket låg och den är lätt att ta av och på.

Krokarna är så utformade att de antingen kan krokas direkt i ett föremål eller att remmarna lägges runt föremålet och åter krokas i remmen. Remmarnas längder är mycket lätt justerbara.

Selen är mycket enkel och därmed också billig, 60-80 kr.

Det nedan visade bäroket testades vid Chalmers, men vi fann det besvärligt att ta av och på, att plasten skar in samt att öglorna var svåra att anpassa. I övrigt var oket bra. Ett ok integrerat i arbetskläderna med utbytbara lyftdon vore ur vår synpunkt intressant att utveckla.



Figur 6.66

PÅTAGNING

sker enklast genom att träda armarna genom ärmhålen och lyfta oket över huvudet på samma sätt som när man tar på sig en tröja, jumper eller dylikt. Fig 1.

AVTAGNING

Låt oket glida bakåt genom att lösgöra axelpartiet och drag samtidigt nedåt i banden så som fig. 2 visar.

BARBANDETS INSÄTTNING

Spännet visas med fig. 3.

BARBANDETS LÄNGD

regleras med spännet. Plastspärren låser bandet vid belastning av kroken och frigöres när plastspärren lyftes. Det är således mycket enkelt att höja eller sänka kroken för att bekvämt kunna lyfta en borda.

BELASTNING

Bärkrokens belastning bör ej överstiga 50 kg.



Fig 1



Fig 2

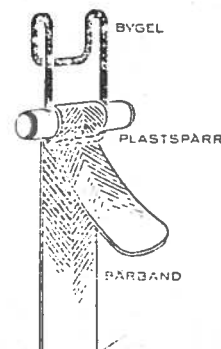


Fig. 3

Avslutande kommentarer till ergonomiska problem.

- Vi vill i samband med de här beskrivna selarna och bäroken påpeka att ok i kombination med lös "korvlåda" på magen förmodligen är en rationell transportlösning, jämför gravida kvinnor.
- I USA och Japan används ofta verktygsvästar i företagen av montörerna. Utveckling av dessa vore också ett intressant område.
- Utveckling av hjälpmedel som gör kvinnor och handikappade starkare i händer, armar och skuldror är önskvärt.
- "Minimanipulator" som positionerar medeltunga detaljer till eventuellt förutbestämda lägen i en fixtur har också stor efterfrågan inom monteringsindustrin.
- Det bör i samband med ergonomi beaktas att två eller fler operatörer kan hjälpas åt vid vissa moment och utrustning byggas för detta.
- När hjälplyftare används måste det beaktas att om lyftaren är för långsam kommer operatören ej att använda den med kanske åtföljande yrkesskada som följd. Det finns i olika fall två vägar att gå. Dels kan detaljen placeras så att den måste hanteras med lyftare, dels kan man öka vikten så att det blir omöjligt att hantera lasten för hand.
- Att kunna ladda en hjälplyftare i förväg, upplevs av operatören som positivt, dels ökar upparbetningen, dels minskar stressen. Lyftare som används synkront upplevs ofta som stressande pga tidspress i kombination med låg hastighet hos lyftaren.
- Luftkuddevagnar ger ofta stora möjligheter till enkel förflyttning av tunga objekt. Volvo:s bussfabrik i Borås använder denna typ för att förflytta sina busschassi.

Pga att vagnarna följer med in i måleriet, så blir de smutsiga och deras funktion försämras samt oväsen uppstår. Det räcker därför ofta inte till med att två montörer skjuter vagnen utan hjälp från fler montörer eller en truck måste till. Vid Volvo har man därför utvecklat en vagn med rullar istället som via ett fjärreglage (typ leksaksbil) körs av montören. Vagnen drivs med tryckluftsmotor.

- När monteringsvagnar används (manuella eller slingstyrda) måste det tillägsas att montören får plats för sina fötter så att han ej behöver stå framåtlutad.
- Det är lätt att få knäskada om man frekvent måste kliva upp och ner på en monteringsvagn typ Volvo Kalmar. Problemet är känt inom båtmontage (båtbyggarknän) där montören går i och ur båten för att passa och justera detaljer. Lösningen här är t ex en monteringsvagn som lyfts i båten med material och verktyg.
- För att förbättra ergonomin kan basobjektet tiltas (lutas, svängas). Vid mindre objekt används svängjigg, exempelvis lastvagnar i både USA och Sovjet vändes hela objektet för att få bättre åtkomlighet. Tiltar för personvagnar används av Volvo personvagnar (ej utbalanserade) och av Daimler-Benz (balanserade). Vid monteringsarbete lågt vid tilt uppstår dock ibland olämpliga arbetsställningar i form av böjda knän.
- När lyftbord används och två montörer med olika längd arbetar på basobjekt samtidigt, måste den kortare använda någon form av pall.
- Det är ofta lämpligt att bryta ut en tekniskt komplex modul från slutmontage till förmontage. Åtkomligheten (ergonomi) förbättras dels på basobjektet, dels vid själva förmontaget (svängjigg kan användas). Förtestning av enheter medför att svåra arbetsställningar vid senare justering undviks. Exempel på detta är SAAB-SCANIA:s personbilsmontage där man brytit ut instrumentpanelen.

- Möjligheten att spela med diverse arbetsuppgifter under en längre cykeltid i ett kollektivsystem, medför att behovet av ergonomiska hjälpmedel minskar (man kan få hjälp av en annan operatör eller utföra arbetet med en annan metod).
- Vid extremt korta cykeltider ökar behovet av fixturer. Dessa fixturer är komplexa att utvecklas och deras funktion är att underlätta inpassarrörelsen. Vid längre cykeltider är fixturer av fasthållande karaktär och är ofta enkla att utveckla. Vid lätta objekt måste nästan alltid basobjektet fixeras. Fixturen är en konsekvens av cykeltid, objektvikt och grad av inpassarrörelse.

6.5 Kvalitetsstyrning

Vi har valt att diskutera kvalitet utifrån följande kriterier:

- 1 Konstruktionsberoende kvalitet.
- 2 Operatörsberoende kvalitet.
- 3 Underleverantörsberoende kvalitet.
- 4 Justerproblem.

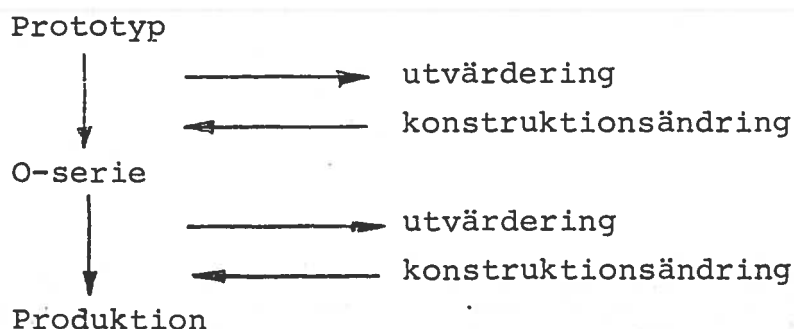
Till att börja med är det utomordentligt svårt att skilja ut kvalitetskostnader externt/internt. Att bryta ned omkostnad respektive felpoäng eller kostnad/objekt för justering i senare avsnitt går lätt. Att skilja ut servicedata och återföra dessa till konstruktion, tillverkning (avdelning-operatör) respektive leverantör är mycket svårt p g a att service- sidan ej kan ange felen tillräckligt exakt.

6.5.1 Konstruktionslösningar på kvalitetsproblem

Det finns två problemområden:

- 1 Att lösa problemen vid nykonstruktion före produktionen startar.
- 2 Att lösa problemen under pågående produktion.

Vid nykonstruktion är ansvarsfördelningen viktig. Tänk på att delat ansvar är inget ansvar. Tidsramarna är viktiga, eftersom tiden för konstruktionsändringar är begränsade.



Större företag bygger upp en hel produktionsanläggning enbart för att testa O-serien. Här arbetar vanliga operatörer och med de verktyg som tagits fram. Exempel på företag med långt utvecklade "pilots plants" är Opel och PHILIPS. Kontrollpersonalen kan nu ta fram alla felaktigheter och härleda dem till konstruktionsfel, materialfel eller operatörsfel. Det finns nu tid att byta material, ändra konstruktionen och ändra verktyg. En ny serie körs etc tills man uppnått takt med godtagbar kvalitet. Vid de flesta företag är detta omöjligt.

När en prototyp tas fram så är det mycket svårt att upptäcka alla kommande kvalitetsproblem vid produktion av produkten. Klart avgränsade områden vad gäller ansvar för delar av produkten (personer) och fasta ändringstider är A och O. Vad gäller skillnader prototypsmaterial och serie-

material så måste även här ansvaret vara klart avgränsat (personer). O-serieproduktionen bör ha samma organisationsform. Med denna organisationsform finns möjlighet att lösa kvalitetsproblem redan på konstruktionsstadiet. Erfarenheter visar att personer bör ha klart avgränsat ansvar för skilda delar av produkten samt att samma person skall ha ansvar för både prototyp och O-serie.

Det finns två intressanta områden att analysera. Det ena är policy, det andra är konstruktionsriktlinjer vad gäller kvalitet. Dessa kan synas vara samma sak men detta är ej fallet. Policyn talar om kvalitetsnivån på olika delar av konstruktionen. Denna är av två slag:

- Policy av konkurrensskäl (funktion och kosmetik)
- Policy av produktansvarsskäl (lagar i olika länder, goodwill).

Erfarenheten visar att när policyn ej är nerbruten på tillräckligt låg nivå (delsystem, komponenter) så blir produkten "ojämn" i kvaliteten. Vissa delar blir alltför noggrant utförda, andra alltför enkelt utförda. Jmfr t ex policy för en USA-bil och en europeisk bil.

Konstruktionsriktlinjer innebär hur en viss policy skall uppnås. Exempel på detta är följande:

- Fixturer för kritiska mått.
- Förmontage i måttfixturer.
- Samma mätutrustning på arbetsplatsen som vid kontrollstation.
- Spel tas upp av täcklist eller tillåts.
- Sammanbyggda komponenter skall kunna testas före de sammanfogas till basobjektet för att slippa tidsmässigt (demontering) omfattande justering.

Analyserar man vad som finns i litteraturen av konstruktionsriktlinjer finner man det är japaner (vilka vidareutvecklat värdeanalysmetoden), tyskar och amerikaner som arbetat med detta. Tillgänglighet på materialet är begränsad, eftersom företagen anser detta vara affärshemligheter.

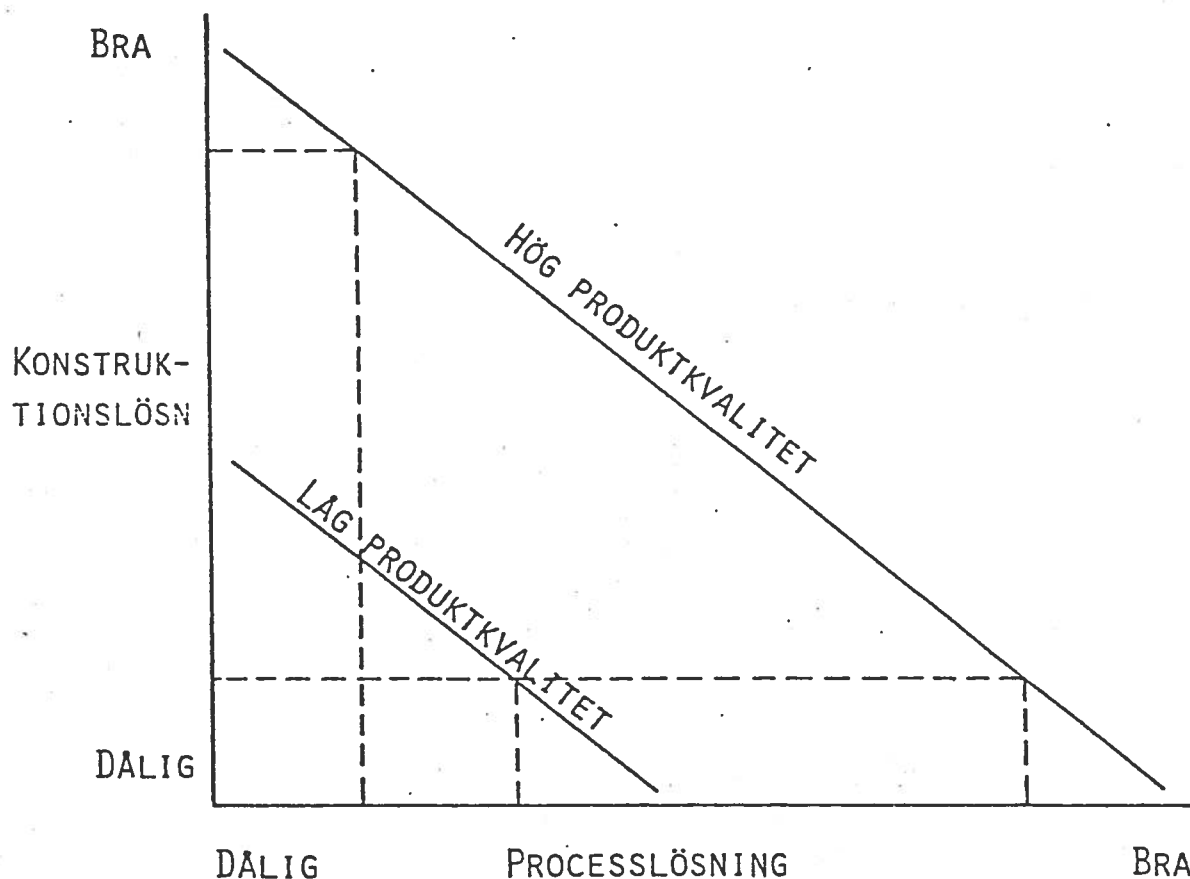
Vid CTH har vi liksom IPA i Stuttgart konstaterat att fel i montage till största delen är konstruktionsberoende. Problemet är bara att mäta detta objektivt. När man talar om hög konstruktionsgrad så avses att tiden för montaget skall vara kort och att justertiden också skall vara kort. Riktlinjer för ett snabbt montage har varit lätt att utforma under vår forskning (CTH + IPA), se kapitel , konstruktionsanalys.

Naturligtvis sjunker justertiden också med minskad monterings-tid och med en ej sekvensbunden konstruktion så minskar demonteringstiden vid justering.

Det problem som forskarna idag ej kan svara på är följande: Vad är konstruktionsberoende (underleverantörsberoende och operatörsberoende avskiljs) justering? Hur skall denna mätas? Hur kan man på ritningsstadiet bedöma en konstruktions behov av justering (typ av justering).

En produkt med låg konstruktionsgrad kräver en hög processgrad (utrustning och arbetsorganisation). Relationerna redovisas i diagrammet nedan.

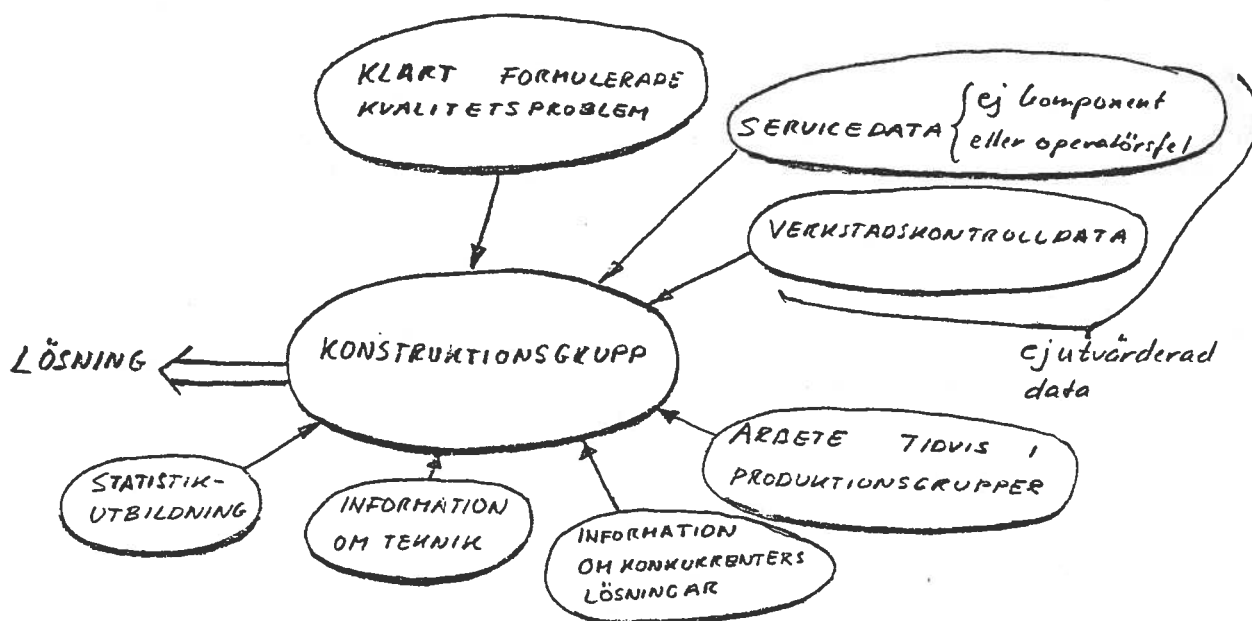
BEREDNING - KONSTRUKTIONSGRANSKNING



Figur 6.67 Samspel mellan konstruktionslösning och krav på process ger avsedd kvalitet.

Organisation och informationsflöde för att konstruktionsmässigt lösa kvalitetsproblem

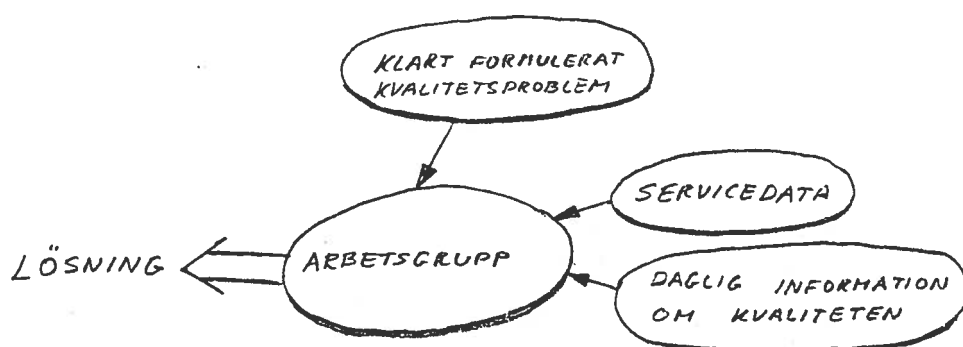
De som kommit längst är japaner och nedan visas en konstruktionsgrupp resp en arbetsgrupp i ett medelstort företag, Cole (1979).



OBS! Konstruktörer rekryteras alltid från produktionstekniker och urvalet är hårt. Konstruktör är "toppen" på teknikerkarriären.

Figur

Konstruktionsgrupp. Gruppledaren är utbildad att leda gruppens diskussioner vid lösandet.



Figur 6.68

Arbetsgrupp. Arbetsledaren är utbildad att leda gruppens diskussioner vid lösandet.

6.5.2 Operatörsberoende kvalitet

I samband med operatörsberoende kvalitet talas ofta om operatörernas bristande ansvar. Man bör då betänka att ansvar är kopplat till vilket kontrollform som används. När allkontroll används kommer endast personer med utpräglad sinne (personlighetsdrag) att utföra arbetet med högsta kvalitet. Men om kontrollanten och justerare "får det bättre" (slipper arbeta) om man utför arbetet med högsta kvalitet så tillser man att det finns "lagom andel fel" (Karlsson 1979) eftersom man annars jobbar "utan att få något för det". Kännedom om skyddsnätet gör även personer med starkt sinne för ansvar "ansvarslösa". Används stickprov så ökar omedelbart ansvars känslan för kvaliteten enligt de flesta studier och finns ingen kontroll (kunden upptäcker felen) så ökar ansvars känslan ytterligare. Vi får följande tre typer av ansvar.

- 1 Allkontroll - personlighetsdrag - svag ansvars känsla.
- 2 Stickprov - organisatorisk "det händer kanske" - stark ansvars känsla.
- 3 Ingen kontroll - organisatoriskt "det händer" - stark ansvars känsla.

Löneformen spelar stor roll för kvaliteten.

Fritt ackord medför med betalning även för icke godkända detaljer låg kvalitet. (USA-undersökningar, Turner 1962). Operatören vinner på kvantitet före kvalitet. Ingen gillar att producera - låg kvalitet (psykologiskt) men prioriterar lönebiten under denna löneform. Lösningen är prestationstak 108-112 MTM och extra tid för justering och kontroll. Denna tid bör vara ca 50 % av den kontroll- och justertid som finns (produktionskostnaden sjunker).

Erfarenheter visar på att kontroll och justering i verkstadsarbete är ca 25 % extra personal. Detta kan minskas till ca 10 %, genom en annan organisation (Karlsson 1979), dels genom buffert mellan operatörer eller parallella flöden, se kap dels genom ovannämnda löneform.

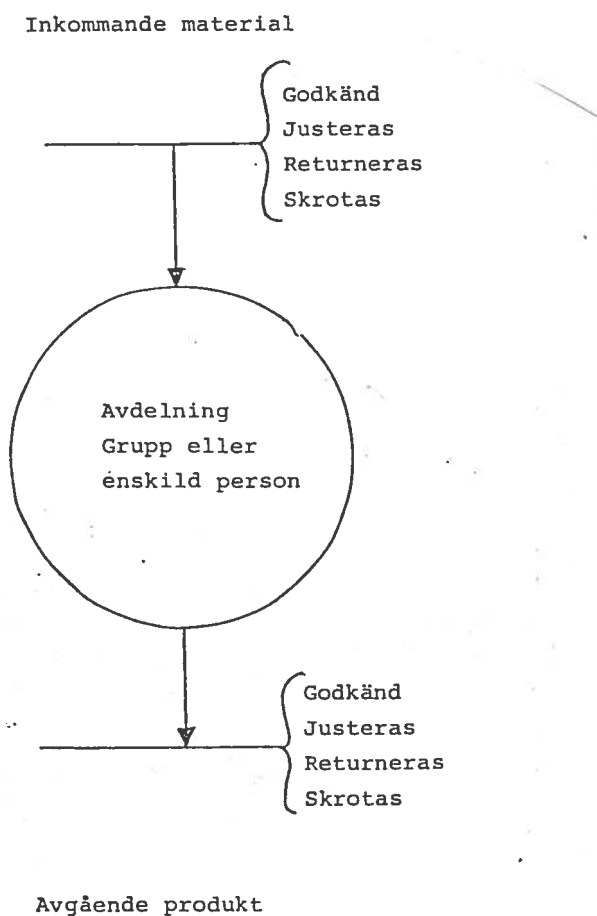
Det är viktigt att operatörerna först får ansvar för kvalitén och sedan försöker nå det uppsatta målet. Om de först skall visa att de klarar målet för att få ansvar när de aldrig målet. Ett exempel från Saab-Scania i Trollhättan visade att närkontrollanten togs bort och gruppen övertog ansvaret så minskade felen med 2/3 på en vecka. D v s gruppen vann tid på att utföra kvalitet.

Grupparbete i sig ger ej en bättre kvalitet. Det är ansvar och tidsvinst vid god kvalitet (slipper justera) tillsammans med klart mål och snabb feedback som ger god kvalitet. Stickprovstest ca 5 % och feedback (information av kvalitetsresultat) på dagen. Om normen ej hålls så trappas stickprovet upp till 100 % för att vid förbättrad kvalitet trappas ned till 5 % igen. Annars "kör man mot kontrollen" och "låter justerare och kontrollanter få arbete". För stor grupp (10-12) ger dock låg kvalitet p g a att arbetsgruppen upplever att om någon i gruppen utför låg kvalitet så lönar det sig ej för de andra att utföra hög kvalitet eftersom kvalitetsmålet redan är ^{spröckt} spånt. Vid mindre grupper är grupptrycket mycket starkt mot medlemmar som ej håller kvalitetsmålet (erfarenheter från Volvo Buss Borås, stöder detta). Nedanstående punkter har visat sig ha stor betydelse för operatörsberoende kvalitet.

- Annan mätutrustning som kan utnyttjas av operatörerna kan "möta Olle i grind", d v s justering kan ske tidigt.
- Möten med avdelning före och efter 1 gång/vecka (någon repr från gruppen + arbetsledaren).
- Underhållsansvar (speciellt förebyggande) har stor effekt på kvalitén.

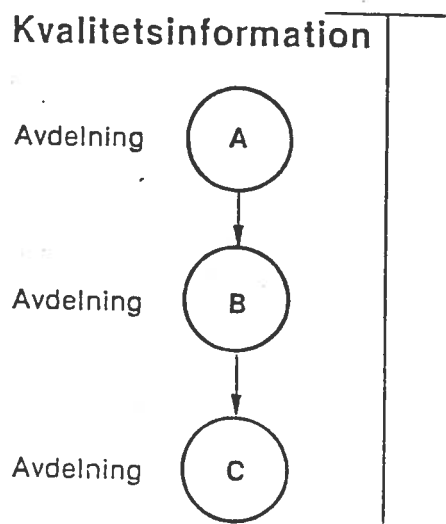
- Budgetansvar (information om vad material, verktyg och justering i senare led) har ofta stor effekt - man vet när man skall vara försiktig.
- Information om andra avdelningars kvalitet på gemensamt papper har ofta stor effekt om jämförelser t ex poäng upplevs som relevanta.
- Återföring av servicedata till operatör är viktigt.

Ett klart mätbart mål måste finnas. Detta mål bör vara utformat i form av tillåtna felpoäng per producerad enhet. Poäng bör användas p g a möjligheter till jämförelser mellan grupper och avdelningar. Det är dock viktigt att operatörerna och exakt vad olika fel kostar att åtgärdas i senare avsnitt.



Figur 6.69
Klara regler för vad som är godkänt, vad som skall justeras, returneras respektive skrotas måste finnas.

Vid kvalitetsstyrning skall arbetsgruppen kunna återföra fel bakåt i kedjan (repr från gruppen) samt ha ansvar för att detta verkligen sker.



När grupp B upptäcker fel från A skall de åtgärda felet (som debiteras A) samt kontakta A. Om fel upptäcks först i C skall C åtgärda felet men både B och A debiteras och båda kontaktas. B borde ha upptäckt felet.

Figur 6.70

Om felen orsakas av underhållssidan åligger det operatören och arbetsledaren att informera underavdelning. När det gäller kvalitetsstyrning av operatörsberoende fel gäller att kvalitetspremier har låg effekt. Storleken är dels ofta för liten dels är det svårt att skilja ut vad som är rent operatörsberoende fel. Detta betyder att i praktiken utgår nästan konstant kvalitetspremien oavsett vad kvalitetsutfallet blir. Denna mikrostyrning tar ej hänsyn till förändringar i mikrostrukturen. A och O vid kvalitetsstyrning är att premier för kvalitet bör vara inbakad i en större premie omfattande mer ansvar i formen autonom arbetsgrupp. Innefattas inte hela ansvaret faller hela premien, vilket gruppen uppfattar som mycket negativt. Likaledes måste gruppen kunna påverka sin utrustning (underhåll) sitt inkommande material och de avdelningar som levererar detta för att kunna ta detta ansvar för kvalitet.

De måste vanligen vinna dels premie, dels tid för att de skall åtaga sig ansvaret. Därför måste både kontroll och justerarbete ingå i gruppens arbete. Om flera grupper har gemensam justerplats måste grupperna rotera på denna. Att kunna tro att folk skall kunna utföra högre kvalitet utan att få något i gengäld är en utopisk tanke.

Att utbilda personalen i vad som är bra kvalitet är viktigt. Det är då främst två frågor som är viktiga.

- 1 Vad händer i efterföljande avsnitt?
- 2 Vad är viktigt (var skall jag fuska)?

Information av typen orsak (i eget avsnitt utförd låg kvalitet) och verkan (effekt i senare avsnitt i form av problem eller justeringsbehov) är mycket viktiga för operatören. Han ^{ska veta} och exakt hur det bör se ut när produkter lämnar hans avsnitt.

P g a av tidspress så kommer operatören alltid att lägga mer eller mindre arbete på olika delar av produkten. Ofta blir kvaliteten ojämn - onödigt extra arbete utförs på vissa avsnitt mot att andra blir undermåligt behandlade. Det är viktigt att operatören under sin arbetstid prioritera rätt. Yrkesmannen fuskar så att det inte märks är ett talesätt som här är av intresse. Att lära operatören var det är viktigt, varför det är viktigt och på vilket sätt arbetet kan utföras snabbast för att uppnå acceptabel kvalitet är mycket viktigt. Talet om att allt är lika viktigt medför i samtliga fall att operatören gör "medelbra rätt över".

En kort utbildning 1-2 timmar har störst betydelse för kvalitetsförbättringen medan en längre utbildning visserligen ger förbättring men ej lika stor. Karlsson (1979) visar att 1 timmas utbildning gav 30 % minskning av felen medan 25 tim vidareutbildning endast gav ca 5-10 % ytterligare minskning. Det är vanligen så att konstruktionsberoende fel i mer eller mindre grad är kompensierbara av operatören genom större arbets-

insats. En klassning av konstruktionsberoende fel, vilka är operatörspåverkbara måste ske, men operatören måste naturligtvis ha något i gengäld för att han lägger ner tid på att kompensera.

Kontrollarbete och synergonomi

1. Tänk på att instrumenten bör vara lätta att läsa av och reglagen enkla.
För närmare detaljer se Ivan Saric: Ergonomisk utformning av visardon. Indikatorer (nr 6). Humanteknologiska Institutet, Box 9036, 171 02 Solna, Tel: 08/82 18 64.
2. Tänk på att synen har lågt uppmärksamhetsvärde. Vid fel bör övervakaren väckas genom ljudsignal eller vibrerande stol. Därefter skall han använda synen.
3. Man blir snabbt blind. Avbyte är viktigt vid avsyningsarbete. Job-rotation, ett måste.
4. Belysningsteknik är a och o vid kontrollarbete.
Erfarenheten har visat att här finns stora pengar att tjäna med små medel. Se ASS belysningsteknik.

6.5.3 Underleverantörsberoende_kvalitet

Underleverantörer står ofta för en stor del av de komponenter som ingår i slutprodukten. Det är därför viktigt att komponenternas kvalitet väl överensstämmer med de krav som ställs på slutprodukten.

Man bör ha som mål att eftersträva att underleverantören levererar komponenter med så bra och jämn kvalitet att något omfattande kontrollarbete inte behöver utföras av mottagaren. För att uppnå detta mål kan följande moment vara till hjälp:

- Tänk igenom och publicera företagets kvalitetspolicy, riktad till underleverantören.
- Använd flera underleverantörer för de viktigaste komponenterna.
- Utveckla metoder för att identifiera bra och dåliga underleverantörer.
- Överför behjälplig, viktig information till underleverantörerna.
- Utveckla metoder att upptäcka avvikelser hos komponenterna på ett tidigt stadium.
- Sträva mot att kunna använda underleverantörens kvalitetsdata - för att slippa utföra detta arbete själv.
- Utveckla sätt att hjälpa underleverantören när kvalitetsproblem uppstår.

Ändamålet med en uttalad kvalitetspolicy är att göra både köpare och säljare medvetna om de åtaganden och ansvar som deras samarbete innebär. Policyn bör innehålla både de krav som köparen ställer på leverantören, och de krav som leverantören ställer på köparen.

Det är eftersträfvansvärt att ha fler än en leverantör av de viktigaste komponenterna. Dels uppstår konkurrens i prissättningen, dels minskar risken för att det plötsligt saknas en leverantör. I detta sammanhang är det dock främst den ökade konkurrensen i kvalitetshänseende som eftersträvas; leverantörens benägenhet att lämna ut kvalitetsinformation ökar.

Denna kvalitetsinformation ger inköpsavdelningen möjlighet att även väga in kvalitetsmässiga aspekter när en leverantör skall väljas. Också i detta fall fyller alltså kvalitetspolicyn en viktig funktion.

Hur väljer man då en kvalificerad underleverantör? - Det kan ske på olika sätt, t ex:

- Om leverantören redan tillverkar den komponent som skall köpas, eller en snarlik, kan utförandet av denna kontrolleras.
- Undersök om leverantörens hittillsvarande kunder är nöjda.
- Undersök de resurser som leverantören förfogar över (maskiner, personal etc).

Det slutliga valet av underleverantör görs av inköpsavdelningen. De måste väga samman alla de faktorer som kan påverka valet. Ju bättre samarbete som finns mellan inköpsavdelningen och kvalitetsavdelningen, desto större är naturligtvis utsikten att kvalitetsaspekten inte kommer bort i detta val.

I vissa fall är det nödvändigt att undersöka en leverantörs förmåga att leverera komponenter av hög kvalitet. Detta främst då komponenten är en vital del i slutprodukten eller då leverantörens förmåga inte är känd tidigare. En speciell arbetsgrupp som besöker leverantören bör då undersöka:

- den maskinpark som användes, dess kapacitet samt i vilket skick maskinerna befinner sig.
- den mät- och testutrustning som finns i produktion, inspektion och testavdelning.
- de procedurer som används för att komma tillrätta med kvalitetsproblem.
- företagets skicklighet med avseende på kvalitet.

Dessutom bör man försöka besvara frågorna:

- Har leverantören erfarenhet av att tillverka den tänkta komponenten?
- Är leverantören van att tillverka enligt speciella krav?
- Vilken råvarukontroll förekommer? Vem utför denna?

I större företag upprättas ofta en lista över de leverantörer som får anlitas. Detta förenklar för inköpsavdelningen, samtidigt som det i viss utsträckning säkerställer att kvalitetskraven uppfylls.

Det kan vara till hjälp för leverantören om de olika egenskaper som en komponent skall besitta, klassificeras efter hur angeläget det är att de uppfylls. Vissa egenskaper är absolut nödvändiga, andra viktiga, men det finns även en del som är mindre viktiga. Eftersom leverantören kanske inte har möjlighet

att koncentrera sig på att alla krav uppfylls, är det viktigt att de egenskaper som är viktigast för köparen får den största uppmärksamheten. Det finns annars en risk att leverantören själv avför vad som är viktigast och hans avgörande kanske inte stämmer överens med köparens. ✓

Det mest använda systemet för klassificering av egenskaper är det som används av USA:s försvar. Ford Motor Company klassificerar så att de "absolut nödvändiga" egenskaperna är sådana som berör säkerheten och de "viktiga" sådana som berör funktionen.

Besläktat med viktandet av egenskaper är fastställandet av "Acceptabel kvalitetsnivå" (AQL). AQL anger hur stor procent felaktiga enheter som accepteras. Fastställandet av AQL för olika egenskaper är viktig när stickprovsundersökningar av de levererade komponenterna skall utföras. När man bestämmer AQL kan man gå till väga på flera sätt:

- utgå från den AQL som leverantören presterat tidigare eller som andra leverantörer med liknande produkter presterat tidigare.
- köpslå - om båda parter har den kvalitets- och kostnadsinformation som krävs.
- anpassa sig till industristandards.
- på försök fastställa AQL.

Fastställandet av AQL innebär en ekonomisk avvägning mellan kostnaden för att förbättra kvalitetsnivån hos leverantören och kostnaden för att inspektera komponenten.

I kontraktet med en leverantör skall det alltid ingå en klausul om den AQL som man kommit överens om.

När man utför en stickprovsundersökning bör man använda sig av standardiserade metoder. Vidare får det beslut som fattas inte vara influerat av den person som utfört undersökningen.

För att kommunikationen mellan underleverantören och köparen skall gå smidigt, är det bra om ett gemensamt "ordförråd" över vanliga fel upprättas. Detta eliminerar missförstånd. Vidare skall gränsen mellan vad som accepteras och vad som inte accepteras i en sändning vara klart definierat. Leverantören bör också veta vilka egenskaper som testas. Ett sätt att stimulera leverantören i hans kvalitetsanstängningar, är att låta resultaten av inspektionerna komma honom till del.

En grundläggande förutsättning i all stickprovsundersökning är att stickprovet är slumpmässigt. Det är inte alltid självklart hur detta skall gå till. Om varan levereras i bulkform och man vet att den är noggrant blandad, tar man "lite här och lite där". Vet man däremot inte detta, måste man förlita sig på slumptal. Man går till väga på följande sätt:

- En större mängd läggs i ett grunt kar. Detta delas upp i rutor (100 st). Rutorna numreras så att nr 1 är överst till vänster och nr 100 nederst till höger. Redan förberedda slumpstalstabeller talar om vilka rutor som skall väljas.

Om varan är systematiskt paketerad numreras varje enhet enligt figur 1, varefter slumptalen används på nytt.

	13	17	21	
1	5	9	9	21
2	6	10	10	22
3	7	11	11	23
4	8	12	12	24

Figur 6.71

Det finns flera sätt att försöka förhindra att fel uppstår eller att upptäcka felen på ett tidigt stadium. Man kan regelbundet besöka leverantören. Men detta är ganska dyrt och används mest då produkten är ny och komplex och då produkten fortfarande är under utveckling, eller då viktiga kvalitets-egenskaper endast kan kontrolleras hos leverantören.

Det köpande företaget kan också lära leverantören hur kvalitetskontrollen bör utföras, eller hur man inför kontroll av processen. Ofta är detta ett bra och billigt sätt att säkerställa kvaliteten, samtidigt som den kan ersätta en del av den kontroll som köparen annars måste genomföra vid varans leverans.

Man kan också begära att de först producerade enheterna levereras för kontroll. Om de uppfyller kraven kan tillverkningen fullföljas. Om inte, ger köparen instruktioner om vilka åtgärder som skall sättas in.

Om det trots allt skulle uppstå kvalitetsproblem, som leverantören har svårt att bemästra, kan ett välutvecklat kvalitetskunnande hos köparen vara till stor hjälp för leverantören. Men det är viktigt att man försöker sätta sig in i leverantörens situation och löser problemet på hans villkor, istället för att påtvinga leverantören det system som köparen tillämpar, vilket kanske inte alls är lämpligt för honom.

Det är vanligt att kvalitetskontroll sker dels hos leverantören innan varan sänds iväg, dels hos köparen när varan levererats. Ofta beror detta på att leverantören inte vill vidarebefordra sina kontrolldata.

I början av ett leverantör/köpare-förhållande är det bra att kontrollen sker på båda ställena. Man får då möjlighet att kontrollera att resultaten överensstämmer. Mycket arbete kan sparas om köparen begär att få del av leverantörens kontrolldata efter denna inkörningsperiod. Givetvis bör köparen emelland åt själv utföra kontrollen för att se om leverantörens data fortfarande stämmer.

Ansvarsfördelning för leverantörs kvalitetskontroll

	Konstruk- tion	Inköp	Lab. eller inspektion	Kvalitets- kontroll
Leverantörskvali- fikationer		M	M	H
Förhandling med lev. om hur specifikationer ska tolkas	M	H		M
Klassifikation av avvikelser	M	M	M	H
Beslut om AQL	M	M	M	H
Planering av inspektioner			M	H
Inspektion av lever- erade komponenter			H	M
Beslut om retur	H	M	M	M
Undersökning av kvali- tet hos leverantör		M		H
Rangordning av lever- antörer efter kvalitet		M		H

H = huvudansvar

M = medansvar

Figur 6.72

Sammanfattningsvis kan sägas att lösningar på bristande underleverantörskvalitet är följande:

1. Byt underleverantör.

2. När byte är omöjligt pga diverse skäl (finns ingen annan, ingår i koncernen etc).

Besök företaget och undersök orsaken till kvalitetsproblemen (utrustning, utbildning, råmaterial etc). Vid besöket bör två kategorier vara närvarande. Personer från "golvet", produktionstekniker, arbetsledare, kontrollanter, justerare.

Någon person från företagsledningen typ produktionsdirektör. De förra för kunskapens del, de senare för besluts- och policyfrågorna. Denna metod har vid de flesta fall visat sig vara mycket effektiv.

6.5.4 Justeringsproblem

Vi har i vår forskning inte kunnat utreda justeringsproblemet fullständigt. Vi hoppas dock kunna göra detta inom ett halvår då två studier är genomförda. Studierna förväntas ge svar på samband mellan konstruktionsgrad och uppkommen justering (basobjektsutformning resp. komponentutformning) samt strategiska vägar att matcha produktionssystem och justerbehov hos produkter.

Studierna kommer att utföras på SAAB 900 och Volvo 7070 Lastvagn. Enligt Juran (1962) är 80% av justeringen konstruktionsberoende, vilket vi också kan konstatera empiriskt. Ett exempel från SAAB 900 visar att av den totala justeringen är 50% passningsfel och 30% ej färdigmonterad detalj. Vid Valmet i Nystad (Finland) monteras SAAB 900 och Simca Talbot i samma fabrik. Av SAAB 900 går 80% av vagnarna till slutjustering mot 20% av talbotvagnarna. Orsaken är skillnad i konstruktionsgrad (fler konstruktörer, enklare konstruktion, möjlighet till konstruktionsförändringar efter pilot plant etc).

Produktberoende justering

Vi kan dock konstatera att fyra dimensioner måste tas hänsyn till vad gäller produktkonstruktion.

1. Toleranser (att trycka en ballong genom ett nyckelhål är betydligt svårare än att slänga en liten kula i en stor låda). Vid snäva toleranser uppstår ofta problemet ej färdigmonterad detalj pga att operatören ej får dit detaljen. Traditionellt anføres att korta cykeltider om ca 1 min. ger en högre kvalitet, eftersom upparbetning är så begränsad att det ej "lönar sig att fuska". Vi vill dock påstå att detta förmodligen ej är den korta cykeltidens orsak, utan snarare att konstruktionen är av hög konstruktionsgrad och att man "därför gör rätt". Jmfr Talbot som är en högvolymvagn (med många konstruktionstimmar nedlagda) med

SAAB 900. Vid låg konstruktionsgrad (Volvo och SAAB) så har förmodligen kort cykeltid motsatt effekt.

Volvo Torslanda (med 1,5 min. cykeltid) har mer justering än Volvo Kalmar (med 4,5 min. cykeltid och möjlighet till 20 min. cykeltid med 5 min. upparbetning). Orsaken till skillnaden är förmodligen att söka i Weibullkurvorna

2. Möjlighet till justering ger justering. Vi har funnit att om konstruktionen är så utformad att det finns möjlighet till justering, så måste justering nästan alltid utföras. Exempelvis vid montage av SAAB:s bildörrar kan båda gångjärnsfästena i karossen justeras inåt-utåt, uppåt-nedåt, vilket ger ett otal kombinationer av justering.
3. Antalet komponenter ger ökad andel justering. Ju fler komponenter som ingår i produkten, desto större är risken att måttnoggrannheten minskar. Exempelvis försvinner hål (överlappas) och senare komponenter får ej plats pga att små avvikelser hos komponenterna adderas till grova avvikelser. Stort antal komponenter och stort antal variantkomponenter ger ofta svåra flerdimensionella passningsfall.
4. Basobjektets utformning och måttnoggrannhet. Om basobjektet har låg mottnoggrannhet så medför detta ökad andel justering. En jämförelse av IPA mellan montage av en vindruta med exakt lika konstruktion på Toyota respektive Daimler-Benz gav följande resultat.
Det tog 3 min. för en operatör vid Toyota att montera rutan mot 11 min. för 3 operatörer vid Daimler-Benz. Orsaken ansågs vara skillnaden i basobjektets måttnoggrannhet och endast en smärre del kunde hänföras till skillnaden i storlek mellan vindrutorna.

Ovan nämnda fyra dimensioner hos produkten påverkar justeringsbehovet kraftigt. Vi har dock funnit att fel förekommer stötvis

i produktionen samt att samma fel sällan upprepas. Vi vill också hävda att svårigheter att skilja ut felen beroende på operatör, konstruktion och underleverantör visat sig med nuvarande kvalitetskontrollsystem vara utomordentligt svårt. Vi skall dock påpeka att antal förhållanden hos konstruktionen och de fixturer som används, vilka vi funnit vara av stor betydelse för justerbeho vet.

- Variantpolicy. När varianter är belägna i förmon taget respektive som fria komponenter (kan demonteras utan att demontera andra detaljer) så minskar andelen justering.
- Lågfrekventa varianter kräver mer justering än högfrekventa. Orsaken till detta förhållande är okänt.
- Sekvensberoende ger lång demonteringstid vid justering om sekvensbrytande verktyg ej kan utnyttjas. Modulerisering med funktionskontroll och justering innan slutlig sammanbyggnad minskar justerbeho vet. Exempel på detta är SAAB 900 där instrumentbräda med klimatenhet, elsystem och front med kylare och lampor är utförda enligt ovan.
I de fall där basobjektet eller delar av detta tillförs sent i monteringsprocessen minskar behovet av justering pga av att risken för ytfinishskador minskar. Exempel på detta är Hugin dammsugare och dörrar till SAAB 900.
- Basobjektet är ej måttnoggrant. Vid montage av personbilar och havskryssare så är basobjektet ofta ej tillräckligt måttnoggrant. En större havskryssare ca 10-12 m, avviker ca 2 cm på bredden och 3-4 cm på höjden (skrov och däck hopfogade). En personbilskaross avviker, tillåtna spel 10 mm (USA) eller ca 2-5 mm (Europa). Exempel på ett måttnoggrant basobjekt är Opel.

Karossen är ihopsatt av stora plåtenheter med få förstärkningsplåtar. Helpressade karossidor och få plåtar i dörrarna

ger så små toleranser att gångjärnen kan svetsas. Att karossidan är helpressad, från torped till bakskärm, ger så små toleranser att man kan svetsa gångjärnen både i kaross och dörr. Rationell montering av dörr.

Vid Hugin dammsugare gamla modellen skulle elmotor monter-
as (föras in med en hand) i basobjektet, som hade formen
av ett rör. Basobjektet som var tillverkat av formsprutad
plast hade måttavvikelser så att kraften ibland uppgick
till 45 kp. En pneumatisk cylinder fick därför installeras
på denna arbetsstation för att utföra arbetet.

Vid havskryssarmontage ligger lösningen i att använda sig
av fixturer som mallar av basobjektets avvikelser samt att
de större komponenter som "ligger närmast" basobjektet till-
formas efter detta. Vidare montage kan sedan ske med för-
tillverkade komponenter och moduler med exakta mått. Vid
personbilar kan kritiska mått mätas kontinuerligt under
tillverkningen av basobjektet i kombination med fixturer.

- Justering är av två slag, förjustering t.ex. avverkning
eller shims på basobjekt och komponenter (vanligt vid
havskryssarmontage) och efterjustering t.ex. byte av fel-
aktig komponent eller flytta komponenter i olika riktnin-
gar (vanligt vid montering av spisar, personvagnar, last-
vagnar).
- Viss felupptäckt och justering endast möjlig vid komplett
objekt. T.ex. bromssystem på fordon.
- Vissa fel kräver flera operatörer vid justeringens utför-
ande.
- Fixturer kan minska behovet av justering. Det finns ett
flertal typer av fixturer och kombinationer av dessa. Vid
basobjektsbyggnad gäller:

1. Tekniskt komplexa med stora justermöjligheter.

2. Tekniskt enkla med små justermöjligheter.

Problem uppstår när fixturen är komplex och det basobjekt den skall fixera är komplext. Mäter man basobjektet efter det passerat fixturen och det avviker justeras fixturen, ny mätning företas etc. Dvs vi får en svängning av måtten hos basobjektet. Mätning → justering → mätning → justering etc.

3. Tvåstegsfixturer är en intressant typ av fixturer.

Albin Marin använder dessa vid montage av plastinrede i Albin Express. Fixtur steg 1 utgår från främre kölbultshålet och fixerar nedre inredningsmodulen i längdriktningen. Fixtur steg 2 utgår från hålen för luckorna i britsarna i inredningsmodulen och fixerar de längsgående ryggbräderna. Tvåstegs-fixturen bygger på att den första komponenten (inredningsmodulen i detta fall) är måttnoggrann.

1. Fixering i montagesituationen: Basobjektet är ofta fixtur t.ex. personbilar (karossen) och lastbilar (ramen). Tunga basobjekt "står kvar" av sin egen vikt. Vid lätta basobjekt måste basobjektet fixeras för att kunna användas som basobjekt exempel på detta är dammsugare.

2. Mätfixtur.

2.1 Mätfixturer för att mäta avvikelser hos basobjektet (se om justering är erforderlig på basobjekt eller komponent) t.ex. passningsfixtur.

2.2 Mätfixtur för tillsatsmaterial (se om justering är erforderlig på basobjekt eller komponent) t.ex. kritiskt mått för modul sammanbyggd i förmontage eller vid motormontage (blue printing).

3. Fixturer för funktion. Provutrustning för kontroll

att artikelaggregaten ligger inom toleransen t.ex. skevhet hos vevstakar i förbränningsmotor.

4. Svängjigg medger rotation av basobjekt för ökad åtkomlighet, vilket ger god möjlighet till justering. Exempel SAAB 900 instrumentpanel och Huskvarna spis-montage.
5. Fixtur som fasthåller och lägesfixerar komponent till annan komponent eller basobjekt. T.ex. Emblem på bagagelucka till personbil.
6. Fixtur som fasthåller komponent för att underlätta transport och hantering av densamma. Vanligen i samband med svårhanterliga komponenter pga vikt, form etc. Exempel på dessa är fixtur för vindruta eller kompletteringsfixtur till hjälplyftare.

Justermodell - förslag

Vi har försökt att utveckla en modell för att beskriva en produkts behov av justering. Modellen ej ännu helt klar, men vi vill visa på vad vi i nuläget kan konstatera.

Justermodellen skall ge följande svar:

- Varför och var justering uppkommer.
- Ange justeringens olika beståndsdelar/typer.
- Ge tidsmässiga konsekvenser av olika slags justering.

Vid all montering är det fråga om att en artikel monteras på eller i något. Justering behövs då monteringen ej kan ske direkt. Vi har då följande

Grundfrågeställningar

F1: Hur exakt är artikeln som skall monteras?

Kan beskrivas genom toleranser på dess kritiska mått, tas

ej med i analysmodellen, då vi ser artiklarna som givna.

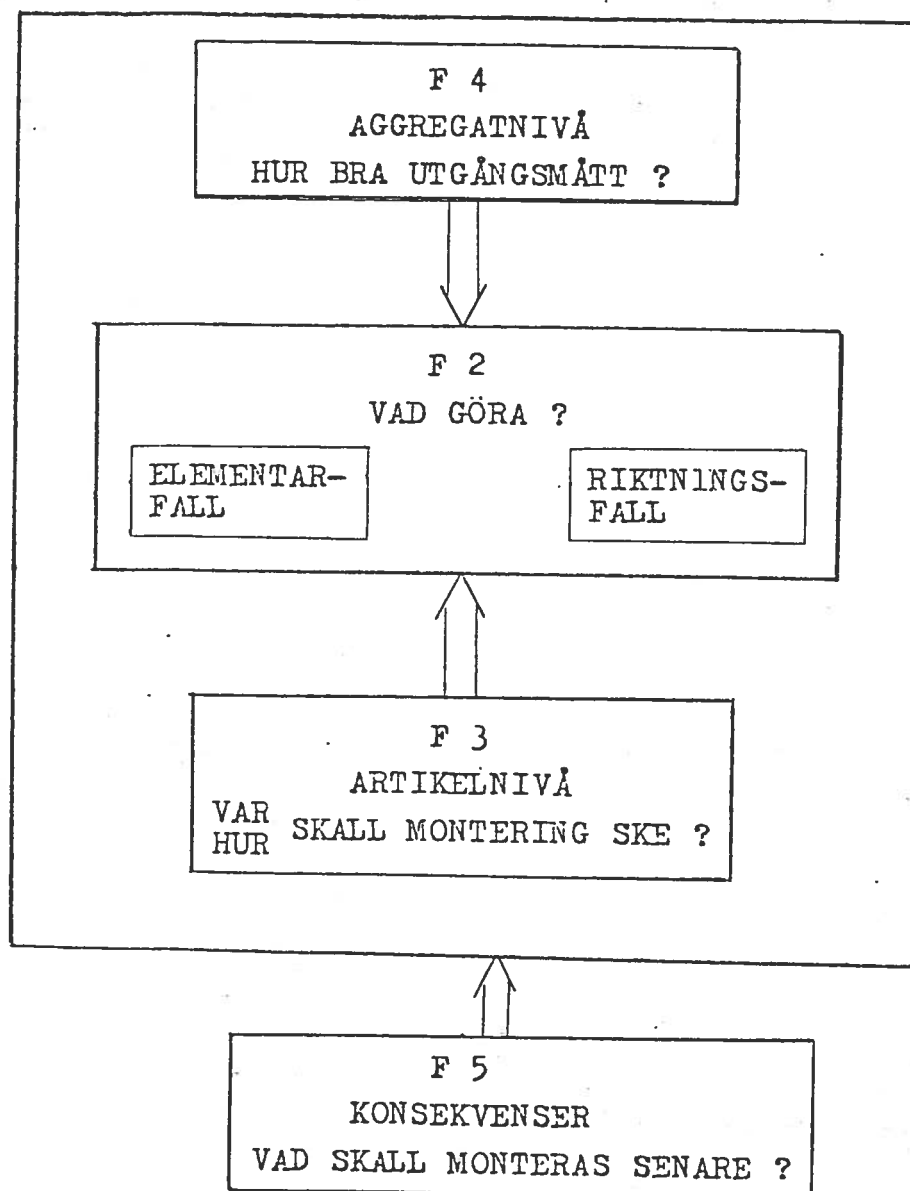
F2: Vad för typ av justering? Avverka, vrida etc.

F3: Hur vet man var artikeln skall monteras och därmed var/
hur justering skall ske?

F4: Hur bra mått i förhållande till varandra har de artiklar
man monterar den aktuella artikeln emot?

F5: Hur många andra artiklar kommer senare att monteras mot
den aktuella artikeln? Detta för att kunna bedöma hur viktig
det är att montera en viss artikel exakt.

Vi bygger upp justermodellen så att justerfallen klassificeras
utifrån dessa grundfrågeställningar, (F2-F5). För varje enskild
artikel som monteras göres en klassificering. Bild visar hur
sambanden mellan de olika "frågorna" i justermodellen kan be-
traktas.



Figur 6.73 Förjusteringsmodell.

F2: Typ av justering - vad göra?

Vad man gör vid justeringen kan dels delas in i ett antal justerfall som beskriver förändring av mått på artikel eller basobjekt dels i riktningsfall av artikel eller basobjekt. Dessutom måste man veta var på artikeln justeringen behöver ske. Vi gör följande klassificeringar.

Fall:

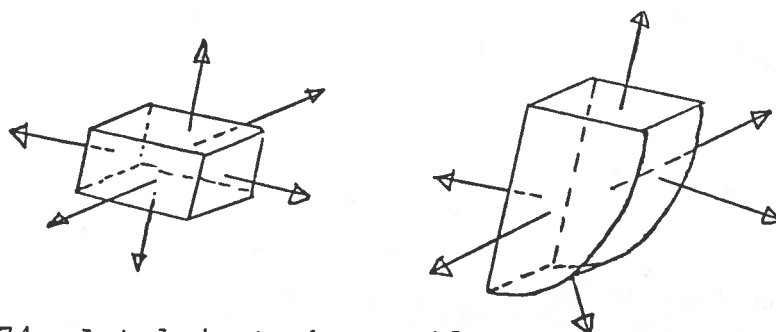
- E1 Avverka på artikel
- E2 Avverka på basobjekt
- E3 Avverka på båda
- E4 Shims på artikel
- E5 Shims på basobjekt
- E6 Samborra

E1, E2, E3: Justermån gör att mått minskas för att möjliggöra montage.

E4, E5: Vid glapp måste mått ökas för att man skall kunna montera.

E6: En speciell typ av avverkande justering är då man behöver samborra i artikel eller basobjekt eller båda för att montering skall kunna ske, vanligen genom skruvförband.

För att beskriva hur omfattande justeringen är måste man även ange hur många sidor av artikeln som justeringen sker på. Det göres genom att varje artikel approximeras med en kub, dvs sex sidor. Ihop med elementarfallen anges vid analys antal justerade sidor.



Figur 6.74 Antal justerbara sidor.

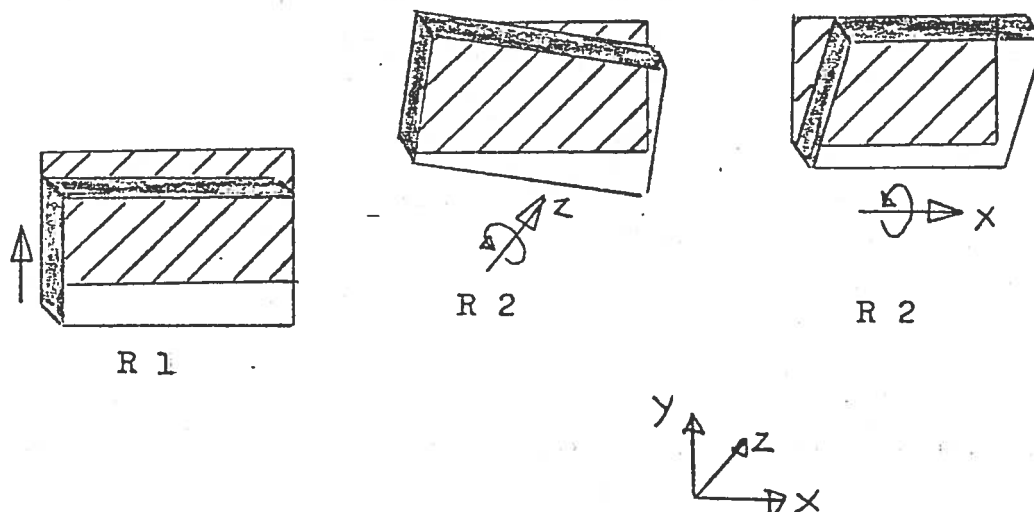
Vid båtproduktion har vi dock observerat att krökta ytor är vanliga och att de ger extra justerproblem. Därför kan det vara lämpligt att särskilt klassificera justering av krökta ytor. Om endast den krökta ytan på högra artikeln i bild 4.5 skall justeras fås enligt metoden på föregående sida två justerade sidor. För att ta hänsyn till att ytan är krökt kan man då t.ex. öka antalet justerade ytor med en för varje krökt yta. I fallet på föregående sida blir det då tre.

Riktningsfall:

Det finns två huvudtyper av uppriktning för att justera, linjär riktning och vridning, vilket ger följande klassificering.

- R1 A Sido och djup av artikel
- B Sido och djup av basobjekt

- R2 A Vridning i olika riktningar av artikel (3 plan)
- B Vridning i olika riktningar av basobjekt (3 plan)



Figur 6.75 Justering genom riktning

Observera att typen av justering för en viss artikel kan innebära flera olika justerfall och riktningsfall samt kombinationer av dessa.

F3: Artikelnivå - var/hur montera?

Då man skall beskriva var en artikel skall monteras i förhållande till fästytorna talar vi om montering på artikelnivå.

Alla artiklar monteras mot basobjektet (direkt eller indirekt) och hur monteringsläget preciseras anger dels hur lätt det är att justera dels hur "exakt" artikeln kan monteras.

Enklast är det att montera om det på basobjektet direkt framgår var monteringen skall göras. Detta kan ske genom att fixpunkt i form av kors, cirkel, klack, spår eller dylikt finns. Det kan också ske genom formbetingad inpassning eller genom ögonmåtsmontering.

Svårare att justera och montera blir det om man behöver mäta sig fram till var montaget skall ske. Ju fler mått desto svårare. Montering med hjälp av fixtur jämföras med att man behöver mäta till en punkt.

Monteringen på artikelnivå klassificerar vi i stigande ordning enligt riktlinjerna ovan. Följande indelning i artikelnivåordning (=Ar) fås:

- Ar 0 Montering på fixpunkt eller med ögonmått
- Ar 1 Mät till 1 punkt eller montera med fixtur
- Ar 2 Mät till 2 punkter
- Ar 3 Mät till 3 punkter
- ⋮
- ⋮

F4: Aggregatnivå - hur bra utgångsmått?

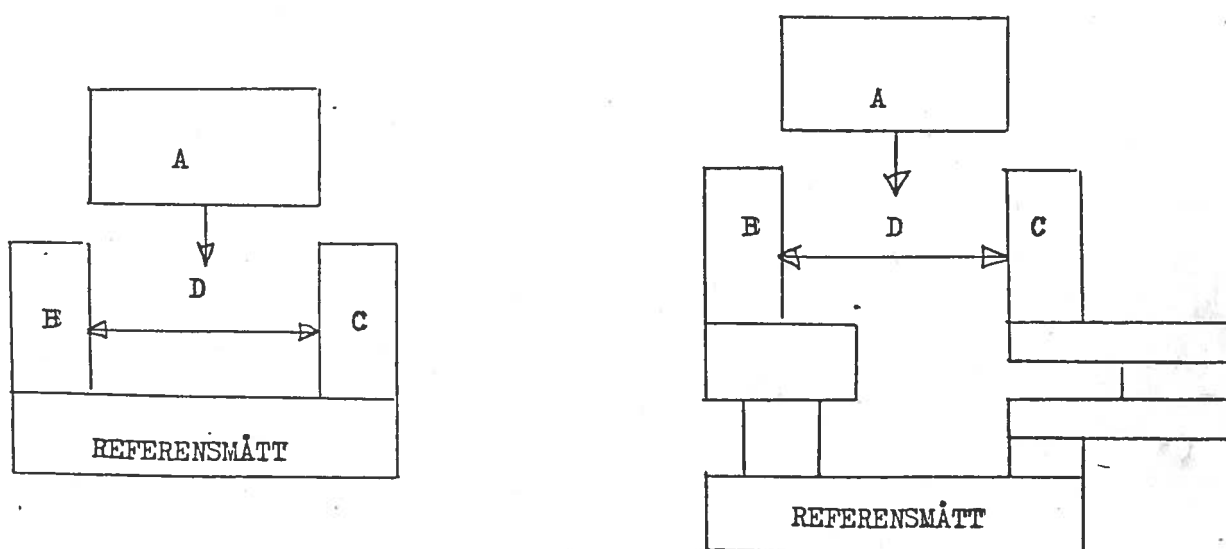
Aggregatnivå vid montering är att man studerar en artikels montering i förhållande till ursprunglig fixpunkt. Då det gäller båtar är skrovet det ursprungliga basobjektet och därmed finns ursprungliga fixpunkter på detta. Artiklar monteras på bas-

objektet och i sin tur andra artiklar på dessa, på detta sätt kommer man allt längre bort från den ursprungliga fixpunkten = högre aggregatnivå.

Ur justeringssynpunkt är det uppenbart att modellen på något sätt måste ange hur "exakta" de ytor den aktuella artikeln skall monteras mot är. För att nedbrinka justeringen är det nödvändigt att monteringsytornas lägen kan förutbestämmas med stor noggrannhet, d.v.s. ha "fixpunktsegenskaper". Detta för att det skall vara meningsfullt att tillverka måttnoggranna artiklar.

Det intressanta är hur bra de artiklar som den aktuella artikeln skall monteras mot samverkar. Antag att artikeln (A) i bild 4.7 skall monteras mot två andra artiklar (B) och (C). Om justering behövs av (A) och hur mycket, beror på hur väl (B) är fixerad i förhållande till (C), d.v.s. toleransen på måttet (D) och vinkelnoggrannheten.

I vänstra fallet är (D) endast ett steg från referensmåttet. Det kan exempelvis vara att (B) och (C) är monterade på gemensam artikel eller att fixtur använts mellan dem då de monterats. I högra fallet är (D) tre steg från referensmåttet m.a.p. (B) och fem steg m.a.p. (C).



Figur 6.76 Montering på olika aggregatnivå

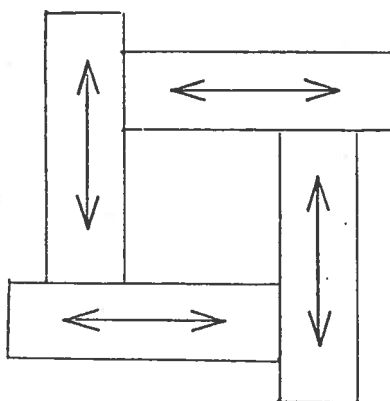
Med utgångspunkt att beskriva hur bra lägen de artiklar monterataget skall mot har, klassificerar vi dem i följande aggregatnivåordning (Ag):

Ag 0 Montering på fixpunkt

Ag 1 Montering ett steg från referensmått

Ag 2 Montering två steg från referensmått

Ytterligare en typ av passning på aggregatnivå kan förekomma. Det är om flera artiklar kan flyta i förhållande till varandra åt alla håll utan fixpunkt, enligt bild 4.8, då montage skall ske. Denna typ av passning får särskilt anges vid klassification, typen förekommer dock mycket sällan i praktiken.



Figur 6.77 Flera artiklar samverkar.

När en artikel justerklassificeras på aggregatnivå fås lika många aggregatklasser som antalet artiklar den aktuella artikeln monteras mot. Huruvida det är viktigt m.a.p. justering att veta detta eller om det räcker med att klassificera efter det

sämsta värdet får bestämmas efter tillämpning av modellen. I och med justerfalls-klassificeringen får vi ju information om hur många sidor på artikeln som behöver justeras.

F5: Vilka konsekvenser har monteringen?

Hur viktigt det är ur justerhänsyn att en viss artikel monteras exakt beror på hur många andra artiklar den skall vara bas för. Alltså då artikeln monterats på basobjektet hur många andra artiklar kommer därefter att monteras på denna.

Klassificeringsgrunderna ovan är ej utformade så att en viss artikels justering kopplas till andra artiklars justering. Därför krävs en särskild klassificeringsgrund som tar denna hänsyn. Av denna anledning anges antal senare monterade artiklar mot aktuell artikel i modellen.

Om den ovan skissade modellen fungerar över huvudtaget vet man inte förrän den tillämpats på existerande konstruktioner. Därefter kan modellen modifieras genom förenklingar och/eller tillägg. Vid modellutformningen har vi strävat efter att täcka upp justering så brett som möjligt. Därför kommer praktiska tillämpningar antagligen att visa var onödiga data medtagits och därmed var modellen kan förenklas.

Tillämpningen av modellen på existerande produkter måste vara sådan att justertiderna för olika artiklar registreras. Resultatet bör då bli att man kan urskilja vilka kombinationer som ger minst justering.

Det bör här påpekas att justering pga spel i många fall ej är behövlig. Vi har funnit fyra lösningar:

1. Tillåta spel (färgfråga, olika färg på artiklar, tex. svart grill - vit kaross).
2. Överlapp
3. Täcklist
4. Kederlist (2-3 min. spel tas upp)

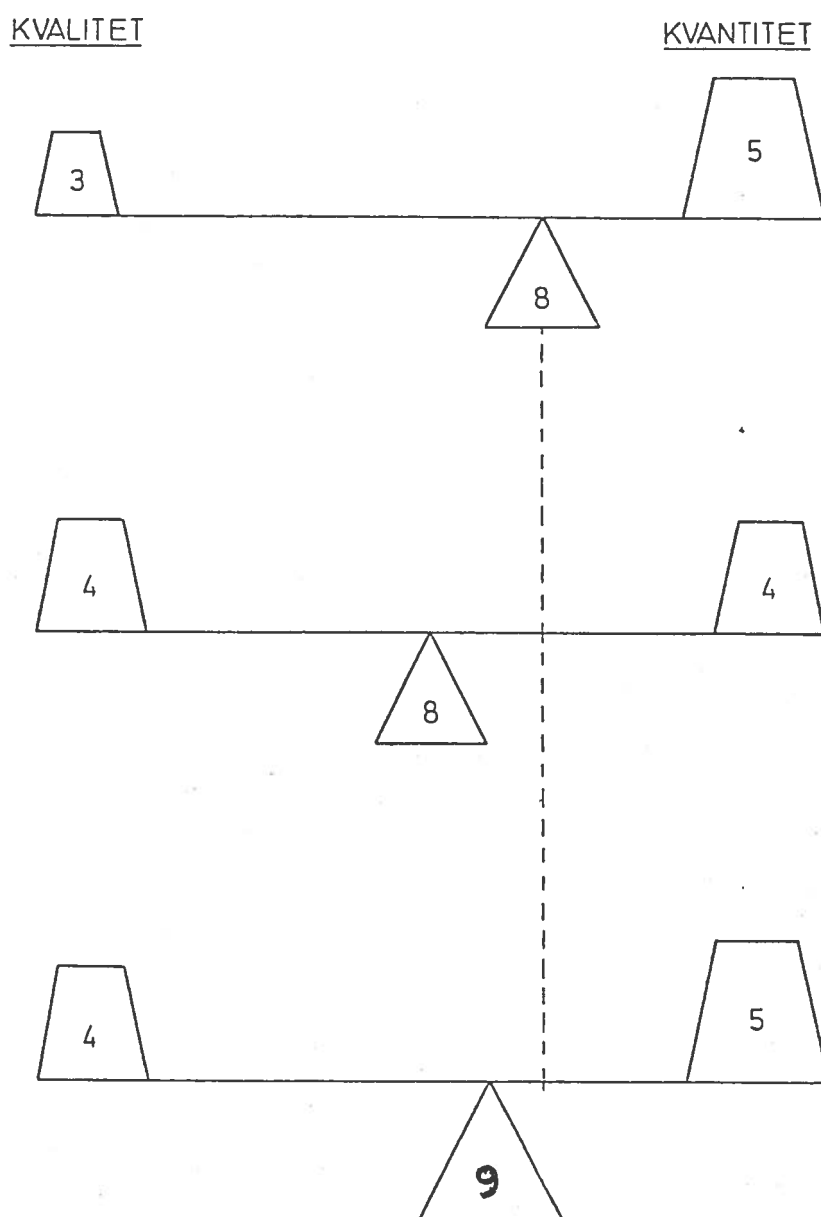
Systemberoende justering

Det är en allmän trend i västvärlden att justeringsavdelningarna ökar i storlek relativt montageavdelningarna (IPA 1981). Orsaken till detta kan vara dels ökad andel typer och varianter i samma monteringssystem samt att produktivscyklerna blir allt kortare, dels förändringar i arbetsorganisationerna såsom lönesystem och arbetskraftens inställning till arbetet.

Monteringsavdelningarnas ökning i storlek och ökad mekanisering kan också ha visst förklaringsvärde för justeravdelningarnas ökade andel.

Vi har också funnit att höga ytfinishkrav medför att andelen kontroll och justering ökar kraftigt. Företagsledningen önskar om en extremt hög finish kräver ökad andel kontroll och justering. Vid jämförelsen med konkurrerande företag upplevs vanligen att dessa ej har så stor andel kontroll och justering. Orsaker till detta tolkas ofta av företagsledningen som att folk slarvar och gör dålig kvalitet, därför har vi mer omfattande kontroll och justering. Vi vill här ge ett par exempel på hur justering ofta sköts av konkurrenter. Man accepterar oftast en lägre finish exempelvis japanska bilar. I USA så sker dessutom mycket justering hos återförsäljaren.

På nästa sida visas relationen mellan kvantitetskrav och kvalitetskrav samt de personalresurser som krävs. Svenska företag för bl.a. pga ovanstående ofta stora kontroll och justeringsavdelningar.



Figur 6.78

Ett problem som ofta ökar andelen justering är att kontrollanter upptäcker fel som kunden normalt ej skulle upptäcka (ej heller chefen för kontrollavdelningen). Orsaken till detta är dels att kontrollanten är mycket kunnig, dels att kontrollanten vill visa hur kunnig han är samt att han är rädd för att ej behövas om han ej upptäcker felaktigheter.

Problemet är speciellt besvärligt när okulärbesiktning används och justeringen är av kosmetisk karaktär. Vid justering av funktionell karaktär uppstår vanligen ej detta problem.

När kontrollsystelet är så utformat att större justeringar ej kan utföras inom slutmonteringsavsnittet blir justeringen relativt sett mer omfattande. Orsaken till detta är av tre slag:

1. Felen byggs in, vilket ger lång justertid.
 2. Felen återförs ej till respektive operatör pga att justeravdelningen är avlägset placerat samt att man ej vet vilket avsnitt som orsakade felet.
 3. Kort cykeltid i kombination med seriellt flöde utan mellanbuffert, se kapitel .
- Genom att införa justerbufferts mellan drivna monteringsliner har SAAB-SCANIA i Trollhättan minskat sitt justerings-

Japanskt angreppssätt för att uppnå minskat justerarbete

Bygger på information från inst. for Japanese studies, Michigan University och gästforskare, professor Haijama Yamashina, Kyoto Universitet och Toyota.

Fixturer och ställarbete

- Bättre fixturer - relativt fler verktygskonstruktörer än västvärlden. Verktygskonstruktörer kör ofta fulltakt i verktyget innan det godkänns.

- Enkla mätfixturer vid varje arbetsplats (feed-back).
- Snabbare ställarbete, konstantmått verktyg, få spännskruv, specialskruv. Ger bättre mått.
- Datsun har låg konstruktionsgrad, samma typ som Volvo - SAAB (små plåtbitar). Datsun har bättre måttnoggrannhet pga bättre fixturer.

Toyota och Opel är mer lika stora plåtbitar $\Rightarrow$ måttnoggrannhet.

Produktutformning

- Lägre ytfinishkrav än svenskar.
- Värdeanalys, men förenklad, används även i kvalitetscirklar.
- Kvalitetscirklar står endast för 10% av kvalitetsförbättringarna - 30% av de som arbetar i produktionen ogillar QC-cirklar pga tvång.
- Ofta arbetar konstruktörer periodvis i produktionen.
- Information- konstruktion - produktion är mycket god.

Japan går nu mot mer marknadsvänliga produkter. Tidigare produktion $\Rightarrow$ konstruktion. Nu marknad $\Rightarrow$ konstruktion.

Underleverantörer

- Trycket på underleverantörer hårt från företaget samt ofta allkontroll på ingående komponenter.

Arbetsorganisation

- QC-cirklarna har haft positiv effekt i Japan.
Ofta dock genom förbättringsförslag (15/årsanställd vid Toyota) omfattande produkt, utrustning och process pga av hög konstruktionsgrad, samt att operatörerna hjälper varandra på linen vid kvalitetsstörningar och stoppar produktionen om kvaliteten ej kan hållas, så är kvalitets-cirklarnas relativa andel av totala kvalitetsförbättringarna blygsam.

6.5.5 En jämförelse mellan västerländsk och japansk kvalitetsstyrning

Ären som följde efter andra världskriget översvämmades Amerika av billiga kopior av originalprodukter, tillverkade i Japan. Cigarrettändare som vägrade tända, radioapparater som kort efter garantitidens slut inte gav ett ljud i fråga sig. Produkter märkta med "made in Japan" hade rykte om sig att vara dåliga.

Idag är situationen en annan. Många japanska produkter, som t ex Seiko, Sony, Toyota säljs till ett förhållandevis högre pris än de konkurrerande inhemska (amerikanska) produkterna och säljer dessutom bra. Amerikanska affärsmän börjar inse att kvalitet kan vara huvudvapnet i den strategiska kampen om marknadsandelar - ibland viktigare än priset. Dessutom börjar de förstå att det är Japan, och inte Amerika, som bestämmer standarden vad gäller kvalitet och tillförlitlighet. Eftersom amerikanerna in i det sista har trott att det är kunskaper i marknadsföring och finansiering som är grunden för succéer, är detta en obehaglig upptäckt.

Företagsledare i de industrier som drabbats hårdast av den japanska exporten - bilar och TV-apparater - gör nu stora ansträngningar för att minska den stora kvalitetsskillnaden. De flesta ansträngningarna liknar dem som Japan redan gjort, men även om resultaten nu börjar visa sig är skillnaden fortfarande stor. Experter befarar att de industrier som ännu inte drabbats, inte förstår det oerhört viktiga i att producera produkter med hög kvalitet.

Det japanska strävandet efter kvalitet har inte varit en företagsstrategi, utan en del i den nationella ansträngningen att bygga upp en ekonomi kring exporten. Att genomföra detta tog ca 20 år. Nyckeln till framgången har enligt kvalitetskonsulten J M Juran varit det mest genomgripande och omfattande utbildningsprogrammet i industrialismens historia. Juran bedömer att mellan sju och åtta miljoner arbetare har genomgått denna utbildning och att i stort sett alla Japans

54 miljoner arbetare på något sätt har påverkats i riktning mot ökad kvalitet.

De japanska företagsledare som var med "från början" är mycket generösa i sitt beröm av de amerikanska konsulterna Juran och Deming, som de ser på som fäder till det japanska kvalitetsundret. Japanerna lyckades dock mer än väl överglänsa sina läromästare.

För Amerika är det nu viktigt att hinna i fatt. I en värld där inflationen ökar, ökar också värdet av att producera produkter av hög kvalitet. Det finns dessutom åtminstone ett land ytterligare i Asien som beslutat följa Japans exempel. I många år har Taiwans regering uppmuntrat tillverkare att öka sin kvalitet genom att gradera företagen med hänsyn till deras produkters kvalitet och beskatta företagen i enlighet därmed. Om kvaliteten understiger vissa krav får man inte heller tillstånd att exportera. Det anses heller inte vara långt kvar till dess att Folkrepubliken Kina följer i samma spår.

Om Amerika skall lyckas genomföra en stor förändring i produktionens kvalitet, måste företagsledningarna där ändra uppfattning om de anställdas förmåga.

Sonys TV-fabrik i San Diego har Sonys kvalitetsrekord: 200 dagars produktion utan ett allvarligt fel. När ett japanskt företag 1974 övertog en amerikansk TV-tillverkare med stora kvalitetsproblem, tog det bara tre år att få fabriken att bli en av de bästa inom koncernen. Philip B Crosby (författare av boken "Quality is free") är anställd på ITT, ett företag som tillverkar samma produkter i många länder. Han hävdar att utan tvivel finns den bästa yrkesskickligheten och den bästa attityden i Amerika.

Enligt A Gunnesson, en gång medarbetare till Crosby, är det företagsledningen som gör de verkligt stora misstagen. Om man analyserar alla fel som uppstår och klassificerar

dem efter huruvida en arbetare har möjlighet att påverka dem, upptäcker man med största sannolikhet att över 80% av felen endast kan rättas till om ledningen agerar - t ex genom att ändra konstruktionen eller genom att byta leverantör.

Med utgångspunkt från J M Jurans artikel "Japanese and Western Quality - A Contest", skall ett försök till analys utföras för att få svar på frågorna:

- Varför finns det en kvalitetsskillnad?
- Vilka är dessa skillnader?
- Hur har de uppstått?

Japan och västvärlden konkurrerar på många områden. För att göra en jämförelse mellan japansk och västerländsk kvalitet har Juran valt en färg-TV som exempel. Detta är ett bra exempel eftersom en färg-TV är en komplex och krävande produkt, som använder sig av den mest avancerade teknologi. Priset gör den till en av de dyrare konsumentprodukterna.

Givetvis har alla exempel en viss grad av unikheter p g a sin speciella teknologi. Men, som vi kommer att se senare, är orsaken till kvalitetsskillnaden mellan japanska och västerländska TV-apparater ofta densamma som för många andra produkter.

Färg-TV

I färg-TV:s barndom fanns det stora svagheter i kvaliteten. Många fel uppstod i de elektroniska rören som användes. Uppfinningen av transistor och vidareutvecklingen av denna, möjliggjorde en markant minskning av antalet fel. Fast transistor uppfunns i USA, var det Japan som först, med hjälp från den japanska staten, tillverkade den första "all-solid-state"-färg-TV:n (1968). Orsaken till att de amerikanska tillverkarna började använda transistor senare var huvudsakligen ekonomiska överväganden.

När den grundläggande teknologins problem hade lösts, var det möjligt för många tillverkare att göra färg-TV. Den normala konkurrensen kunde komma igång.

Kvaliteten hos en färg-TV bedöms oftast med utgångspunkt från tre, inte oberoende karaktäristiska drag:

- bildkvalitén: denna bedöms efter förmågan att återge bilder så att de överensstämmer med originalet i fråga om proportioner, färg etc.
- produktappeal: vilket bedöms efter utseendet, hur bekväm den är att använda, hur lätt den är att transportera och möblera.
- tillförlitlighet: vilket är detsamma som en fungerande service.

Självklart skulle alla tillverkare föredra att tillverka produkter som ur alla dessa synpunkter är bra. Detta är emellertid inte lätt att göra eftersom tillverkning, försäljning och service innebär att både tekniska och ekonomiska kompromisser mellan olika krav måste göras.

I allmänhet har de västerländska tillverkarna tidigare poängterat det som var iögonfallande för konsumenterna, nämligen bildkvalitet och produktformgivning. Man hade framgång med detta och blev därigenom marknadsledande i många år.

De första åren japanerna hade möjlighet att köpa färg-TV, var de starkt influerade av produktens bildkvalitet och formgivning. På senare år har de japanska konsumenterna dock mer och mer värderat tillförlitlighet. Som en reaktion på detta har de japanska tillverkarna lagt sig vinn om tillförlitligheten och blivit ledande på den - något som man fortfarande är idag.

Under mitten av 70-talet var västvärldens färg-TV-apparater trasiga fem gånger så ofta som de japanska. Tydligt var konsumenterna inte medvetna om detta. Uthyrningsfirmor och stora köpare (typ hotellkedjor) uppmärksammade emellertid skillnaden. Allt eftersom detta började påverka marknaden, har västvärldens tillverkare arbetat på att den stora skillnaden skall minska. Det finns data som visar att västerländska tillverkare har förbättrat tillförlitligheten, vilken även japanerna har gjort. Det är inte lätt att bedöma det nuvarande läget, men en god gissning är att västerländska apparater idag går sönder dubbelt så ofta som de japanska.

Det viktiga i denna analys är att kvalitetsaspekten nu är en väsentlig del i kampen om marknadsandelar. Vad som redan är uppenbart i fallet färg-TV, kommer med all säkerhet att inträffa även med andra produkter.

Den nationella metoden att angripa kvalitet

Japan och de västerländska länderna har mycket gemensamt i sina sätt att närma sig produktkvalitet. Det gemensamma kan spåras till att båda har kapitalistiska ekonomier med konkurrens. Det finns också viktiga skillnader, vilka kan spåras till den historiska och kulturella olikheten.

Allmänt beskrivet har stämningarna sedan slutet av andra världskriget varit:

Japan: En känsla av otillfredsställelse kvalitet och ett program för att få till stånd en förändring.

Väst: En känsla av tillfredsställelse kvalitet och ett program för att bibehålla denna.

Båda dessa känslor är helt logiska i relation till den historiska bakgrunden för respektive land. Den industriella revolutionen har sitt ursprung i Europa för ca 200 år sedan. Genom detta blev européerna de första ledarna i den industriella utvecklingen och produktkvalitet. Under de decennier

som följde var Europas överlägsenhet vad det gäller kvalitet allmänt accepterad. Dagens industriledare i Europa är högst medvetna om att andra länder har blivit konkurrenter i kvalitet. Denna medvetenhet orsakar obehag och oro, men har ännu inte lett till det stadium som sätter igång de genomgripande förändringarna.

Den industriella utvecklingen i USA kom senare. I början av första världskriget var USA fortfarande ett utvecklingsland. Därefter skedde utvecklingen snabbt och man blev världsledande i produktivitet och inom vissa områden en konkurrent i kvalitet.

Utvecklingen av den japanska industrin startade ännu senare. I slutet av andra världskriget var Japan fortfarande ett utvecklingsland. Levnadsstandarden var lägre än i väst och japanska produkter hade det sämsta möjliga rykte. Efter andra världskriget blev "industrialisterna" landets ledare. De ville utveckla sitt lands industri men fann att produktkvaliteten var det största hindret. Ingen ville köpa lågkvalitetsvaror. För ett land som saknar råvaror blev oförmågan att sälja varor på export också en oförmåga att tjäna utländsk valuta, vilken är nödvändig för att köpa de råvaror som behövs för att bryta denna onda cirkel. En fullständig förändring av synen på kvalitet var nödvändig och de japanska industrialisterna blev ledare i denna "revolution".

Hur man gick till väga för att skapa denna totala förändring är ganska välkänt och kommer inte att behandlas. Emellertid är vissa aspekter i detta arbete så intressanta och generella att de analyseras nedan.

Policyn att avlägsna kvalitetsproblem före marknadsintroduktion

Arbetet att ta fram en ny produkt är alltid schemalagt, d v s man har fördelat tiden för alla de aktiviteter som är nödvändiga i detta arbete, t ex marknadsundersökning, produktutveckling, tillverkning, marknadsföring. Schemat har en tendens att inte hålla allt eftersom arbetet framskrider.

En av huvudorsakerna till detta är lösandet av kvalitetsproblemen.

För varor med lång livslängd, t ex en färg-TV, är det vanligt att de fel som uppstår har sitt ursprung i

- utveckling och design, 20 - 40%
- komponenternas kvalitet, 40 - 65%
- kvaliteten i tillverkning, 15 - 20%

För vart och ett av dessa brister finns det lösningar. Det är ytterst önskvärt att hitta och tillämpa dessa lösningar innan produkten förs ut på marknaden. Denna process kallas "scrub down". "Scrub down" kräver investeringar likaväl som tid av ledningen, ingenjören och de anställda. I färg-TV-fallet är det bevisligen så att Japan gör en mer fullständig "scrub down" än konkurrenterna i väst. Denna skillnad beror huvudsakligen på företagsledningens policy, vilket skall behandlas senare. Låt mig dess förinnan påpeka att det finns skillnader i den grundläggande finansiella politiken. Tillverkare i väst tenderar att göra större investeringar endast då man känner sig säker på snabb avkastning. Japanska tillverkare tenderar att acceptera en mycket längre återbetalningstid och därmed större risk. Emellertid uppmuntrar den japanska staten detta genom en fördelaktig beskattning, snabbare avskrivningstid samt annat industriellt stöd.

Den amerikanska regeringen har under de senaste åren tvekat, och den nuvarande administrationen har inte visat sig medveten om det väsentliga i att stimulera investeringar i industrin.

De samlade konsekvenserna av dessa policies är att de japanska produkterna blir väl genomarbetade. Man är väl medveten om detta vid lanseringen. I väst är "scrub down" mindre fullständig men tillverkarna är vanligen medvetna om att kvalitetsproblemen inte har lösts fullt ut. Emellertid väljer man nästan alltid att marknadsintroducera för att försöka

hålla schemat och kompenserar detta med två andra beslut.

- Att ha ett väl utbyggt servicesystem.
- Att genomföra en fullföljning av "scrub down" i efterhand.

I verkligheten visar det sig att servicen sällan blir så bra som det var tänkt och dessutom blir det ingen fullföljning av "scrub down", eftersom ingenjörerna har blivit tilldelade jobb med en ny modell - med ett nytt schema som man försöker hålla.

För att konsumenten skall få tillgång till och utbyte av en färg-TV fordras bl a

- en tillverkare som utvecklar och tillverkar apparaten.
- en handlare som säljer den.
- en reparationservice som kan laga den då fel uppstår.

I väst är det vanligt att dessa tre huvudfunktioner utförs av tre oberoende organisationer. Tillverkningen sker i ett fåtal stora företag. Försäljningen huvudsakligen av oberoende distributörer eller återförsäljare. Reparationen av ett stort antal enskilda reparationsverkstäder.

I Japan, liksom i väst, tillverkas apparaterna av ett fåtal stora tillverkare. Däremot sker försäljningen i Japan huvudsakligen av försäljare som är knutna till och ägs (eller kontrolleras) av tillverkarna. Dessutom sker servicen till största delen hos reparationsverkstäder ägda av tillverkaren. Denna skillnad i marknadsstruktur har starkt inflytande på tillverkarnas policy vad gäller kvaliteten.

Betoning av bildkvalitet och produktappeal jämfört med tillförlitlighet

I systemet med oberoende återförsäljare, som förekommer i väst, är det vanligt att handlaren säljer många modeller,

tillverkade av olika tillverkare. I dessa butiker ser konsumenten konkurrerande modeller sida vid sida och tenderar att starkt influeras av vad han kan se, som t ex bildkvalitet och produktappeal.

I fallet med ägda återförsäljare finns mindre möjligheter till sådana jämförelser. Man litar mer på de renommé som tillverkaren har.

Kostnader för service

I väst bär försäljarna och reparationsverkstäderna viss del av garantikostnaderna. Det vanligaste systemet i Japan är att alla garantikostnader bekostas av tillverkaren, vilken innehar rollen som dels tillverkare, dels återförsäljare och dels serviceverkstäder.

En amerikansk tillverkare påstår att tillverkare i USA har liten motivation att förbättra tillförlitligheten eftersom besparingarna av detta skulle komma återförsäljarna och serviceverkstäderna till del i stället för tillverkarna. Stöd för denna teori får man t ex hos serviceföretaget Bell Telephone System. De säljer inte sin utrustning, utan bara sina tjänster. I konsekvens med detta tenderar de att tillverka apparater med utgångspunkt från den totala livskostnaden för dessa. De betalar hellre högre initialkostnader för produkten och kan på så sätt slippa den ännu högre servicekostnaden.

Återföring av servicedata

I väst är det svårt att få bra data om fel som uppstår. Detta eftersom serviceverkstäderna är oberoende företag. I Japan är detta enklare eftersom serviceverkstäderna är en del av det tillverkande företaget.

Som framgår av systemet med oberoende återförsäljare stimulerande för konkurrensen vad gäller bildkvalitet och produktappeal, medan det japanska systemet stimulerar ökad tillförlitlighet.

Kvalitetsplanering

Både i Japan och i väst är man medveten om behovet av kvalitetsplanering. Med kvalitetsplanering menas de förberedelser som användaren önskar samt att säkerställa att produktutvecklingen och tillverkningen tillfredsställer dessa krav. De förberedande stegen är välkända och består av marknadsundersökningar, granskning av tidigare modeller, konstruktion av nya modeller, miljö- och livstidstestning, försöksproduktion etc. Dessa steg utförs av de flesta tillverkare. Det finns dock viktiga skillnader i betoningen av de olika kvalitetsegenskaperna. Det finns också stora skillnader i planeringsintensiteten (d v s hur ofta planering sker), vilket ofta resulterar i att kvalitetsegenskapen tillförlitlighet kommer i kläm.

Produktutveckling

Alla nya produkter är en utmärkt grogrund för kvalitetsproblem. Den största "bidragsgivaren" till dessa problem är produktutvecklingen. Alla större företag lägger ned mycket möda på att förhindra att svagheter i produktutvecklingen leder till problem i tillverkningen eller haverier på fältet. Detta förebyggande arbete tar sig många former men koncentrerar sig kring följande:

Utbildning av konstruktörer

Det är allmänt vedertaget att kräva att produktutvecklare har den formella utbildning i de tekniska ämnena som tillverkningen kräver. I färg-TV-fallet är ämnena bl a elektronik, metallurgi, fasta tillståndets fysik etc. Det är troligt att det inte finns någon större skillnad i utbildningsnivå mellan Japan och västvärlden i detta avseende.

En annan aspekt av utbildningen är den praktiska erfarenheten. I tillverkningen får produktutvecklaren ökad medvetenhet om de problem som produktionspersonalen har, vilket

ger en bättre förståelse för hur man konstruerar produktionsvänligt. I serviceverkstaden får han erfara under vilka förhållanden apparaten används, problem med att diagnostisera fel, svårigheter att reparera etc. Resultatet av detta blir en ökad förståelse för hur man skall konstruera för att erhålla tillförlitlighet och servicevänlighet.

Vad gäller den praktiska erfarenheten är det stor skillnad mellan Japan och väst. Det är vanligt för japanska företag att kräva praktisk erfarenhet innan man får något ansvarskrävande arbete i konstruktionsprocessen. I väst är sådana krav sällsynta.

Ett annat område där det finns en skillnad är utbildningen i ämnet kvalitetskontroll, d v s stickprovsundersökning, variationsanalys, tillförlitlighetsanalys, konstruktion av experiment etc. I Japan är det en regel att konstruktören skall ha genomgått en sådan utbildning. I en publicerad beräkning uppskattas utbildningen att omfatta ca 145 timmar för konstruktions- och utvecklingsansvariga. I väst finns sådan utbildning men utnyttjas dåligt. Det finns t o m de konstruktörer som fast deras utbildning innehåller naturvetenskap och teknik, är nedlåtande mot statistik.

Tillförlitlighet i konstruktionen

Som redan tidigare beskrivits lägger japanerna ned betydligt mer arbete på det s k "scrub down". När det gäller att konstruera komponenter använder sig japanerna också av en större säkerhetsmarginal. Små säkerhetsmarginaler sänker kostnaden men ökar risken för haverier. Japanska konstruktörer dimensionerar i allmänhet med större säkerhetsmarginaler än de västerländska kollegerna. Väst är inte heller lika villig att investera i förbättringsprojekt av typ "studiecirkel i kvalitet".

Underleverantör-relationer

Alla är medvetna om att en färg-TV:s kvalitet är beroende av de ingående komponenternas kvalitet. Eftersom en stor del av de ingående komponenterna köps av underleverantörer, läggs stor möda ned på att skaffa sig bra underleverantör-relationer och därmed bra komponenter.

Två ytterligheter i dessa relationer är:

- En ömsesidig misstro, vilket leder till att stor vikt läggs ned på det kontrakt man skriver - detta innehåller bl a straffklausuler - man håller med andra ord underleverantören på armlängds avstånd.
- Ömsesidigt förtroende, vilket bl a kan få formen av ett gemensamt utvecklingsarbete.

Både Japan och Europa använder sig mest av relationen "ömsesidigt förtroende". USA börjar också att göra det.

Förutom frågan om hur relationen utformas, finns det andra viktiga aspekter:

- Innan en komponent blir accepterad utsätts den för olika tester, för att säkerställa att komponenten uppfyller de ställda kraven. Man testar livslängd och miljötestar.
- För att inte antalet underleverantörer skall bli för stort, väljer man ut dem som uppfyller vissa ställda krav i fråga om kapacitet och ekonomi, vilket också regelbundet följs upp.

För att undersöka om underleverantör kommer att kunna uppnå tillfredsställande kvalitet, undersöker man den produktions- och laboratorieutrustning som finns och avgör om den är väl anpassad för uppdraget. I dessa och andra tekniska bedömningar

agerar Japan och väst lika. Men de skiljer sig åt vid andra bedömningar. USA fäster stor vikt vid den formella organisationen, skrivna procedurer och manualer. Japan däremot sätter tonvikten vid:

- Produktionsvaliditet, d v s den statistiska spridning som processen ger upphov till.
- Hur processen kontrolleras, d v s planerna för detta.
- Företagsledningens policy, d v s om man vill samarbeta, skapa ett ömsesidigt förtroende, ha tekniskt utbyte etc.
- Utbildning i kvalitetskontroll, d v s hur väl all berörd personal är utbildad i detta eller är villig att delta i utbildning.
- Hur man lyckats med tidigare uppdrag.

Acceptabel kvalitetsnivå

Det finns ingen skillnad på hur kvalitetsnivån beräknas i Japan och i väst. Men det finns andra skillnader:

Hur man använder AQL (acceptable quality level)

I USA finns det överenskomna AQL med i alla kontrakt. Dessa fungerar som ett exakt tal med vilket man avgör ev dispyter. Många tillverkare uppfattar denna specificerade AQL som det tillåtna antal fel som accepteras. I Japan däremot ser man AQL som något som minskar motivationen att ytterligare förbättra kvaliteten. Visserligen specificeras ett AQL i kontraktet, men strävan är att finna den bästa leverantören och inte en som bara uppfyller AQL.

Orsaken till detta resonemang är ganska uppenbart, sett med utgångspunkt från en färg-TV:s tillförlitlighet. Den största orsaken till att en TV går sönder är trasiga komponenter.

En TV består av över tusen komponenter och med en AQL på 0.1% blir sannolikheten för att ett fel skall uppstå 100%. Denna multiplikativa effekt har bidragit till att Japan använder PPM (part per million) som enhet för komponentkvalitet.

Tillverkningen

Det finns många exempel på att antalet fel som uppstår vid tillverkningen är mycket färre i Japan än i USA. En amerikansk TV-tillverkare hade en felfrekvens på 150%, d v s 150 funna fel på hundra färdiga apparater. När fabriken sedan kom under japansk ledning sjönk felfrekvensen dramatiskt till ca 3 - 4%.

Det finns flera orsaker till denna förbättring:

- Det förarbete som gjorts för att underlätta tillverkningen.
- Komponentkvalitet; denna kan inte endast härledas från underleverantören. På det ovan nämnda företaget sorteras och testas alla komponenter, så att inga defekta når tillverkningen (och därmed konsumenten). Detta arbete innebär stora investeringar och kräver många anställda, men i gengäld reducerar det behovet av kontroll längs tillverkningslinjen.
- Sammansättningsarbetet; någon större skillnad finns inte här, men Japan tycks lägga större vikt vid mellanstationer vid tillverkningslinjen, vilket ger montören möjlighet att slutföra sitt arbete utan stress - och vid att automatisera för att minimera det arbete som montören måste utföra.

Sättet att organisera kvalitetsarbetet

Japan och USA organiserar sina kvalitetsarbeten på två helt skilda sätt.

Den japanska "kvalitetsrevolutionen" bygger på en massutbildning, som startade med "upper management" och arbetade sig nedåt i organisationen. Denna utbildning gör att kvalitetsaspekten sköts av alla i sitt dagliga arbete. Därför finns det inget behov av en speciell kvalitetsfunktion med många kvalitetsspecialister.

I USA är det helt annorlunda. Tendensen har varit att skapa ett system med väl definierade ansvarsområden, skapa procedurer, metoder etc - allt för att verkställa olika planer. Kvalitetsavdelningen består av ett stort antal olika kvalitetsspecialister. Vissa specialister skissar på planer, andra arbetar på att få dessa godkända, ytterligare andra kontrollerar utfallet mot planen och någon står för rapporteringen.

Relationen till anställda

En av de mest påtagliga effekterna när ett japanskt företag tar över ett västerländskt företag har varit en markant ökning i produktivitet och förbättring av kvalitet. Dessa resultat har ökat intresset för den japanska "style of management".

Vad är det som gör att produktivitet och kvalitet förbättras så markant? Delvis beror det på den allmänna policyn man har i t ex marknadsstrukturen, lanseringen av nya produkter, relationer till underleverantörer, men det är kanske framför allt de mänskliga relationerna som västvärlden bör studera.

Vad är det som gjort det möjligt för kvalitetscirkklarna att få en sådan spridning? Kvalitetscirkklarna och vad de åstadkommit har skapat stor beundran i väst, men fortfarande finns det knappast några kvalitetscirkklar där.

För att förstå de mänskliga relationerna måste man först börja studera den japanska kulturen.

- Av tradition en livstidsanställning, ålder avgörande för lön och befordran, stark ömsesidig lojalitet mellan företag och anställd.
- En lyckad "kvalitetsrevolution", grundad på en massutbildning och vars resultat varje japan har tjänat på - följaktligen en vilja hos alla att arbeta för kvalitet.
- Av tradition en fackförening vars organisation följer ett företag och inte en bransch.

I USA finns det många rester kvar av Taylors sätt att sköta företag. Planeringen var delegerad till ingenjörer, vilket gjorde att förmännens och arbetarnas uppgift blev att genomföra planerna. Taylors system var fantastiskt framgångsrikt när det gällde att öka produktiviteten, men destruktivt vad gäller kvaliteten.

KVALITETSSTUDIECIRKLAR

En definition av "kvalitetsstudiecirkel" kan lyda:

En liten grupp människor (fyra till tio stycken), med ungefär samma typ av arbete, som träffas frivilligt enligt ett regelbundet schema. Syftet är att identifiera, analysera och finna lösningar på problem som har samband med deras arbete.

Eftersom flertalet företag anser att endast förmän och tekniskt utbildade har som uppgift att lösa problem, är det inte så lätt som man kanske tror att skapa ett fungerande studiecirkelprogram.

De tre faser som ett företag passerar i sin strävan att få ett fungerande program presenteras här nedan.

Första fasen: Den första fasen består i att tillgodogöra sig det som finns skrivet i ämnet, samt att försöka utvärdera detta. Man arrangerar seminarier och bjuder in konsulter

som presenterar både det teoretiska och praktiska i ämnet. Eftersom ett lyckat program fordrar att alla nivåer av anställda deltar, bildas en arbetsgrupp av de kollektivanställda, vars syfte också är att göra sig bekant med ämnet och avgöra huruvida företaget skall satsa på cirkelarna. Den positiva inställning som arbetsgruppen oftast ger uttryck åt är en förutsättning för fas två.

Andra fasen: Nu sätter man igång att planera genomförandet. Man beslutar om vilken omfattning programmet skall ha och om vilka avdelningar som skall vara med. Alla avdelningar har ju problem som kan lösas i cirkelarna, både inköp, försäljning, ekonomi och tillverkning. Man undersöker också vilka effekter programmet borde få. De personer som skall ha de samordnande arbetsuppgifterna utses. Detta är ett mycket viktigt arbetsmoment, eftersom dessa personer måste kunna samarbeta både med företagsledning och de övriga anställda, och vara fulla av entusiasm och kreativitet.

Utbildningen av cirkelledare och samordnare är också ett viktigt moment. Antingen kan man köpa utbildningspaket (åtminstone i USA) från konsultfirmor eller utveckla egna.

Tredje fasen: Genomförandet - behandlas senare.

Två företag som lyckats väl med att införa cirkelverksamhet beskrivs nu närmare här.

Detta företag har 9.000 anställda. Det viktigaste steget var naturligtvis när man beslöt att "kvalitetsstudiecirkel" var den bästa lösningen på problem som hade samband med produktionen (work related). Detta skedde våren 1978.

Orsaken till detta beslut var att man i både Japan och USA kunnat påvisa mycket goda resultat av studiecirkelarna och att cirkelarna riktar sig till de anställda, dels i övning i grupparbete, dels i den personliga utveckling som kan väntas av cirkelverksamheten. Deltagandet är också frivilligt.

Ansvar för verksamheten lades på tillverkningen eftersom det annars kunde upplevas som ytterligare en kontrollåtgärd från kontrollfunktionens sida. Tillverkningen skulle med andra ord få kontroll över det verktyg som kunde hjälpa dem att lösa vissa av sina problem. Naturligtvis var det viktigt att få en bred uppslutning så att samtliga chefer på alla avdelningar engagerade sig i arbetet. För att uppnå detta engagemang tog man hjälp av en välrenommerad konsult som kom till företaget och gav två genomgångar, dels en till företagsledningen, dels en till olika avdelningschefer och deras underställda personal. Tiden från denna genomgång tills att cirkelidéerna var accepterade var ca tre till fyra månader.

Man förstod nu att det krävdes en heltidsarbetande "Quality circle manager" (QCM). QCM inledde sitt arbete med att sätta sig in i ämnet. Han studerade litteraturer, besökte företag som hade ett väl fungerande program. Efter detta återstod följande:

Att ha informella presentationer i syfte att klarlägga företagets intentioner för de grupper vars reaktion på programmet var av betydelse för ett lyckat genomförande. Varje grupp har ju olika intressen, som programmet skall ta till vara. Företagsledningen vill ha lönsamhet och inte något som bara ser snyggt ut. Facket vill ha försäkringar om att företagets intentioner är att ge intresserade anställda en chans att göra sina stämmor hörda i problemlösningsarbetet, samtidigt som lösningen skall vara bra både för de anställda och företaget.

Nu anställdes också två personer som skulle koordinera och underlätta genomförandet.

Med hjälp av ledningen gjordes en förteckning över möjliga cirkelledare och man skrev kontrakt med en konsultfirma angående studiematerial och andra tjänster som behövdes för att utbilda cirkelledare och koordinatörer.

I augusti kom utbildningen igång och av de 16 förmän som deltog påtog sig sju frivilliga arbetet som cirkelledare. Under sista veckan i augusti presenterades cirkelidéen för samtliga anställda, som också fick formulär som skulle fyllas i om de ville bli medlemmar i en studiecirkel. Eftersom det inte bör vara mer än tio medlemmar i en cirkel, fick man ibland dra lott om platserna. Första veckan i september fanns det sju fullständiga studiecirkelar redo att börja arbetet.

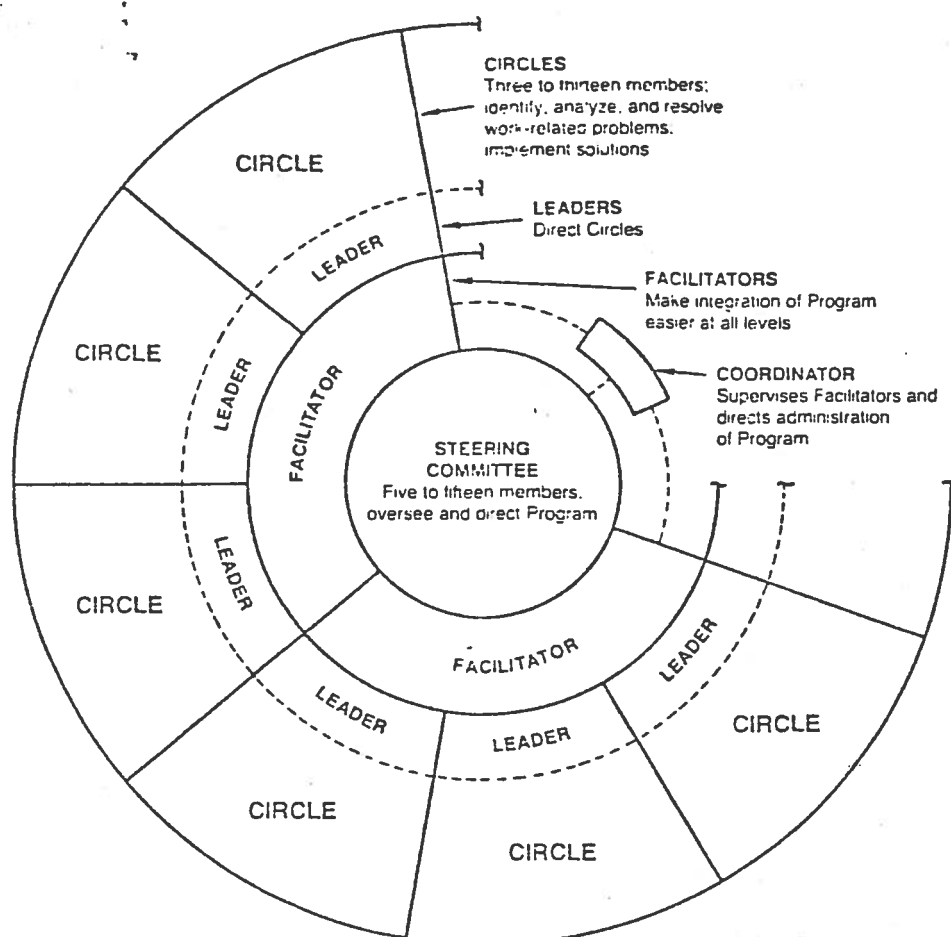
De första sex till åtta gångerna användes till att träna olika metoder att identifiera och analysera problem, som t ex brain storming, orsak - effekt-diagram. Mötena under denna första tid delades i en halvtimme för instruktioner och en halvtimme för träning.

Det intresse som "middel management" visade genom att deltaga i de presentationer som studiecirkelarna regelbundet hade, bidrog i hög grad till att öka det arbete som lades ned.

Redan från början hade man beslutat att cirkelverksamheten skulle bedömas utifrån de konkreta resultat som man åstadkom. Man skulle bedöma både mätbara och icke mätbara resultat. Varje kvartal skulle företagsledningen erhålla rapporter där besparingar, uttryckta i "dollar", skulle specificeras, men också verifieras.

De mätbara resultaten har visat att cirkelverksamheten varit en mycket god investering. Också icke mätbara effekter, i form av ökad arbetstillfredsställelse, förbättrad kommunikation mellan anställda och ledning, ökad säkerhet i arbetet, var mycket tillfredsställande.

I det andra företaget började processen med att en styrgrupp (SG) tillsattes, där representanter för samtliga anställda fanns med. Styrgruppen bildade navet i det organisationshjul som bildades. Se figur nästa sida.



QUALITY CIRCLES ORGANIZATION

Figur 6.79

Den styrande gruppen formulerar och implementerar det som krävs för att få ett fungerande program. Eftersom kommunikationen spelar en avgörande roll, är det viktigt att gruppen regelbundet publicerar, både för de anställda och för människor utanför företaget, vad som försiggår och de framsteg som de olika studiecirkelarna uppnår. Detta för att få maximalt accepterande av studiecirkelidén och maximalt deltagande i programmet.

När programmet väl är igångsatt är det styrgruppens uppgift att ha överinseende och föreslå inriktning i cirkelarbetet. Det är dock inte meningen att styrgruppen skall vara enväldig ledare. En förutsättning för ett lyckat program är en interaktion mellan alla komponenter i organisationshjulet.

Koordinatorerna innehar en nyckelbefattning. I nära samarbete med styrgruppen och cirkelledarna jobbar de bl a för att säkerställa att alla deltagare får den utbildning som är nödvändig. Koordinatören skall också vara väl informerad om det arbete som de olika cirkelarna utför. Detta möjliggör att erfarenheter förmedlas från en studiecirkel till en annan.

Vidare skall koordinatören schemalägga alla aktiviteter.

Cirkelledaren är naturligtvis också en nyckelperson. Under koordinatörens överinseende leder han den utbildning av cirkelmedlemmarna som är nödvändig för att de skall lära sig de olika metoderna. När detta är avslutat återgår cirkelledaren till att bli en bland de andra medlemmarna.

Studiecirkelarnas arbetsuppgift är att identifiera problem i den avdelning som medlemmarna kommer i fråga. När detta är gjort är det helt och hållet studiecirkelns ansvar att analysera och finna lösningar.

6.5.6 Kvalitetssystem enligt P_Crosby

Kvalitet innebär hur väl en färdig produkt uppfyller de krav och kriterier som ställts vid produktens tillkomst. Om kraven är uppfyllda i varje producerad enhet är kvaliteten hög. Det kostar pengar att inte ha kvalitet i sin produktion - då måste man ju rätta till de uppkomna avvikelserna. Att göra en sak rätt från början är alltid billigare än att behöva göra om den.

Problem vid tillförsäkrandet av kvaliteten hos produkterna, uppstår ofta p g a att företagsledningen inte vet hur den viktiga (kvalitets)aspekten på företagandet skall skötas. Ännu större problem uppstår då företagsledningen tror sig veta hur det skall gå till, men har fel.

Det finns fem mycket utbredda missuppfattningar om vad kvalitet egentligen är.

Det första felaktiga antagandet är att kvalitet skulle vara något lyxigt. Men eftersom kvalitet är en fråga om huruvida uppställda krav uppfylls eller ej, är detta antagande felaktigt. Det väsentliga är att krav och kriterier är noggrant och exakt preciserade, så att det inte kan missförstås. Sådana uttryck som "bra" respektive "dålig" kvalitet är meningslösa så länge kvalitetskraven inte är definierade. När man upptäcker avvikelser från ställda krav har man en produkt med dålig kvalitet.

Det andra felaktiga antagandet är att kvalitet är svårhanterligt, ogripbart och svårt att mäta. Man diskuterar ofta kvalitet på ett emotionellt plan. Detta är fel eftersom kvalitet kan mätas som den kostnad som icke-kravuppfyllelse innebär, d v s att det som inte blev rätt första gången måste göras om. Kostnaden för detta kan delas upp i 1) kostnad för förebyggande åtgärder, 2) kostnader för att åtgärda uppkomna avvikelser, 3) kostnader för att konstatera om en enhet uppfyller kraven. Det är viktigt att resultaten av kvalitetsarbetet får spridning - människan vill gärna se resultaten - t ex genom stora iögonfallande plakat där framstegen redovisas.

Det tredje felaktiga antagandet är att man inte har råd att ha "hög kvalitet". Här har man med andra ord inte alls förstått vad kvalitet handlar om.

Den fjärde missuppfattningen är att kvalitetsproblem är orsakade av arbetarna, speciellt de i tillverkningen. Uppfattningen att jobbarna gör ett sämre arbete nu än förr är alltför utbredd. Vanligtvis befinner sig de största bovorna till problemet med kvalitet många våningar upp i hierarkin.

Den femte missuppfattningen är att kvaliteten har sitt ursprung i kvalitetsfunktionen och att om det finns kvalitetsproblem så har kvalitetsfunktionen inte gjort sin del av

arbetet. Detta är alltså fel. Kvalitetsfunktionens uppgift består i att mäta kvaliteten, samt att objektivt och entydigt redovisa resultaten. Den skall sträva efter att skapa en positiv attityd kring kvalitet och utbilda personalen med hjälp av de många olika utbildningsprogram som står till buds. En svaghet i dagens kvalitetsfunktion är att den ofta vill ta del i skapandet, produktionen och marknadsföringen av en produkt. Men det fordras inte mycken inblandning i en produktprocess för att objektiviteten skall förloras. Det är viktigt att objektiviteten finns så att man inte i efterhand ändrar kraven för att dessa skall överensstämma med produkten.

Kvalitetssystem

Ett fullständigt kvalitetssystem kan liknas vid ett smörgåsbord: en massa smårätter som var och en kan välja bland efter behov och som tillsammans ger en helhet. Smörgåsbordet vilar dock på de fyra bordsbenen:

- 1 Företagsledningens attityd och deltagande
- 2 Kvalitetsfunktionens ledning
- 3 Utbildningsaktiviteterna
- 4 Erkännande

1) Det är viktigt att företagsledningen inte bara stöder kvalitetsprogrammen, utan också aktivt jobbar i och med dessa. Det ger det berättigade intrycket att det är ett viktigt arbete och inte bara en av många "driver" som genomförs. Vidare måste företagsledningen inse att kvalitet inte är lyx, att den är mätbar, att fel går att undvika, och att folk visst gör sitt bästa, samt det viktigaste: att kvalitet är en fråga om huruvida kraven på en produkt uppfylls.

2) Det kan ibland vara svårt att hitta "kvalitetsfolket" i ett företag. Istället för att utgöra en egen funktion, är de inbakade djupt nere i en eller flera andra funktioner.

Vanligt är att de utgör en del av tillverkningen. Det är viktigt att kvalitetsfolket sammanförs under en hatt och att en skicklig ledning finns. Vidare måste kvalitetsfunktionen befinna sig på samma hierarkiska nivå som dem som utsätts för deras arbete.

3) Många av de tillgängliga utbildningsprogrammen idag är inriktade på produktens sätt att fungera. Istället borde kvalitetsfunktionens arbete bygga på tanken att förebygga fels uppkomst. Det finns sådana utbildningsprogram. Ett av dem är utformat av Philip Crosby. Det är utformat i 14 steg som kommer att presenteras längre fram i kompendiet.

4) Det är viktigt att de som deltar i programmet blir belönade på bästa sätt. Belöning via lönekuvertet har visat sig mindre bra. Visst går folk till jobbet för att tjäna pengar, men väl där betyder erkännande mycket mer - pengar är för opersonligt.

Utveckling mot ett fungerande kvalitetssystem hos ett företag

Den process ett företag går igenom för att slutligen nå ett fungerande kvalitetssystem, kan sammanfattas i fyra stadier:

1) osäkerhet 2) uppvaknande 3) upplysning 4) säkerhet.

Osäkerhetsstadiet innebär att man inte har någon uppfattning om kvalitet. Man talar om sin kvalitetsavdelning som en polis, vars syfte är att ta folk på bar gärning. Problemen med bristfällig överensstämmelse mellan krav och uppfyllelse upplevs som släpphänthet mot dem som gör fel. Kvalitetsfunktionen finns nedgrävd i en annan funktion, t ex tillverkning eller administration. Inspektionen är ibland en separat aktivitet inom tillverkningen, eftersom de har "verktygen för att rätta till fel". Det finns inga utarbetade rutiner för hur man skall hantera problem. Man är mer intresserad av vem än vad som orsakar problemen. Kvalitetskostnad är man inte medveten om - ordet ingår ännu inte i ordförrådet.

Företag som befinner sig i osäkerhetsstadiet kommer aldrig att kunna förbättra kvaliteten. De är medvetna om att det finns problem men inte varför. Osäkerheten lever i nuet. Man har fullt upp att lösa de dagliga problemen. Detta medför att man inte orkar med det förebyggande arbetet. Företagsledningen förväntar sig att kvalitetsfunktionen skall förhindra att allt för dåliga produkter lämnar företaget.

Uppvaknandet

Detta stadium är frustrerande. Man börjar inse att kvalitetsavdelningen kan vara till hjälp, men är fortfarande ovillig att ägna den de resurser i form av tid och pengar som krävs. Man tillsätter en kvalitetschef, oftast en ur ledningen, med god kunskap om produkten och marknaden, eftersom man tror att det är viktigare att kunna detta än själva "kvalitetsjobbet". Fortfarande utförs mest inspektioner och tester, men i större omfattning och problemen hittas allt tidigare i produktionsprocessen, vilket medför att korrigeringskostnaden minskar litet grand. Ständigt återkommande problem specificeras och en speciell grupp får till uppgift att jobba med dessa. Men fortfarande är det den pågående produktionen som ägnas mest uppmärksamhet. De grundläggande problemen förblir olösta.

En intressant händelse är när man för första gången gör en uträkning av kvalitetskostnaden och får fram resultatet ca 3%, vilket är den kostnad som ett välskött företag i allmänhet har. Det visar sig dock att många av de kostnader som borde ha varit medräknade aldrig identifierades som kvalitetskostnader. Det goda resultatet får den olyckliga konsekvensen att man tror att allt är väl. Senare kommer man att finna att hur lurad man blev. De kostnader som inte togs upp var t ex alla kostnader som inspektionen förorsakar. Eftersom kvalitetsavdelningen är decentraliserad kommer en stor del av det inspektionsarbete som pågår längs det löpande bandet aldrig fram. Inte heller allt justeringsarbete tages med. Garantikostnader uppskattas troligtvis till kostnader för att byta ut den trasiga enheten mot en

ny. Men detta är ju bara verkstadskostnader. All korrespondens, reparationsarbete, andra aktiviteter i samband med garantin skall räknas in. I allmänhet hittar man på detta stadium 1/6 av den verkliga kvalitetskostnaden. Det är en bra början.

Det väsentligaste i uppvaknandet är när man upptäcker det viktiga i att motivera människor. Man affischerar och skapar annan uppmärksamhet åt kvaliteten. Detta får ofta en viss effekt, men alltid en mycket kortvarig sådan.

Upplysningen

I det ögonblick man 1) utformar en kvalitetspolicy och 2) inser att man själv förorsakar problemen inom företaget, går man in i stadiet upplysningen. För att kunna genomföra kvalitetspolycyn, skapas en kvalitetsgrupp där alla andra funktioner också är representerade.

Denna grupp skall leda korståget. Den måste därför ha kapaciteten och resurserna för detta. All inspektion, testning, kvalitetsarbete, rapportering av kvalitetsdata och liknande aktiviteter skall samlas under kvalitetsgruppen. Den viktigaste förändringen är den förändring i attityd som inträtt. Man eftersträvar inte längre att ta reda på vem, utan vad som förorsakar problemen. Speciella grupper bildas som får till uppgift att lösa problem. Man tar sig an dagliga problem, men ägnar sig framför allt åt att hitta förebyggande åtgärder. Först nu kommer man fram till en ganska korrekt uppskattning av kvalitetskostnaden, men fortfarande missar man 1/3 av kostnaderna. Men den nya uppskattningen ger ändå ett mycket värdefullt underlag för åtgärder.

Säkerheten

Nu skördas frukterna från upplysningens hårda arbete. Den erforderliga tiden läggs ned på det vidare arbetet och man börjar tränga ned på djupet i den filosofi som ligger bakom kvalitetstänkandet.

Inget problem är längre olösbart. Den rätta attityden, ett fungerande kvalitetssystem och entusiasmen finns där och kommer att finnas kvar så länge den inte tas för givet. Man skulle kunna summera inställningen i frasen "nu vet vi varför vi inte längre har problem med kvaliteten". Självklart anses chefen för kvalitetsfunktionen vara en viktig person i företagsledningen och han sitter också med i styrelsen. Kostnaden för kvalitet har sjunkit dramatiskt till ca 3% och kvalitetsfunktionens uppgift består mest i den avslutande testen. Det är många år mellan uppvaknandet och säkerheten, men de är värda mödan.

Här följer ett sammandrag av det program som P Crosby presenterar i sin bok "Quality is free", vilket har som syfte att minska kvalitetsproblem genom att förebygga fels uppkomst.

Steg 1

Det första stegets syfte är att få företagsledningen medveten om de fördelar som en ökad kvalitet medför, nämligen förbättrad lönsamhet genom sänkta kostnader och ett ökat förtroende hos kunderna. Det är inte ovanligt att 10-20% av omsetningen går åt till att korrigera uppkomna fel. Företagsledningen måste inse att förändringen sker genom att man förebygger fels uppkomst. Vidare måste den förstå att alla funktioner i företaget kan förbättras. Nu är det viktiga inte att motivera människor utan främst att få till stånd den nödvändiga förändringen av attityd som medför en långvarig förändring.

Det är viktigt att den kvalitetspolicy som formulerats kommer i tryck och får spridning. Annars riskerar man att varje enskild individ har sin egen policy. I den formulerade policyn skall det inte finnas några siffror för acceptabel nivå, eftersom detta innebär att fel accepteras i viss utsträckning. Siffror är dessutom allt för lätta att tänja på. En formulering som "inga fel accepteras" är i detta fall svår att feltolka. Människorna i företaget måste inse att fel är det samma som avvikelser från ställda krav.

Steg 2 - Kvalitetsförbättrande arbetsgrupp.

Man tillsätter en arbetsgrupp för kvalitetsförbättring som har till uppgift att leda genomförandet av programmet. Eftersom alla funktioner i ett företag bidrar till dålig kvalitet, måste de alla vara representerade i arbetsgruppen. Graden av delaktighet kan variera från situation till situation, men varje funktion har alltid möjlighet att förbättras. Att delta i arbetsgruppen är ett deltidsarbete för alla utom ordföranden som verkligen kommer att engagera sig i uppgiften. Det är därför väsentligt att den person som blir ordförande har det brinnande in-

tresse som kommer att fordras av honom/henne. Ordföranden måste också åtnjuta förtroende i företagsledningen och hos facket. Inga andra speciella färdigheter krävs av ordföranden.

Medlemmarna i arbetsgruppen är ansvariga för att 1) planera och genomföra kvalitetsförbättringsprogram, 2) representera sin funktion i arbetsgruppen, 3) representera arbetsgruppen på sin avdelning, 4) se till att beslut i arbetsgruppen blir genomförda på sin avdelning.

Steg 3 - Mätning av kvalitet

Det är viktigt att kartlägga de kvalitetstillstånd som råder i företagets samtliga funktioner. Dels för att med ledning av detta veta var förbättringsåtgärderna bör sättas in, dels för att kunna avläsa de förbättringar som uppstår.

Kvalitetsdata erhåller man ur alla de inspektioner och tester som utförs. Rapporterad data skall i görligaste mån vara nedbruten till VAR felet uppstår. Kvalitetsinformation skall vara lätt att förstå och de enheter som används bör vara t ex "antal fel per 100 tillverkade enheter".

Fel klassificeras efter:

- hur allvarliga de är.
- vad som orsakade dem.
- ansvarsfördelning.

Denna klassificering ger en information som gör det möjligt att angripa de viktigaste felen först, och låta de mindre viktiga eller mer sällan förekommande felen vänta litet.

Att mäta avvikelse i icke-tillverkande verksamhet kan vara litet svårare. Men exempelvis följande kan observeras:

Ekonomiavdelning

Procent av försenade rapporter, felaktig fakturering, felaktig input i datorn, fel i rapporter, fel i utbetalning av löner,

missade rabatter m.m.

Dataavdelning

Felstansningar, den tid det tar att köra ett felaktigt program igen.

Konstruktionsavdelning

Felaktiga beställningar pga fel, ritfel funna vid kontroll.

Receptionen på ett hotell

Gäster som skickats till rum som inte iordninggjorts, missade reservationer.

Driften vid en fabrik

Förlorad arbetstid pga haverier, omgjorda reparationer.

Bästa sättet att redovisa kvalitetsdata är att visa trendkurvor där mål kan ställas upp och ev uppfyllelse kan påvisas. Kvalitetsingenjörerna skall vidare dagligen eller en gång/vecka göra en lista på de viktigaste och mest förekommande felen på deras respektive bevakningsområden.

Enkla formulär för tester och inspektioner skall innehålla:

- enhetens namn och nummer,
- datum och inspektörens namn,
- antalet enheter som kontrollerats,
- antalet funna fel och beskrivning av dessa,
- angivande av i vilket arbetsmoment som felet uppkommit,
- angivande av var i fabriken felet uppkommit.

Steg 4 - Kvalitetskostnad

Om det redan tidigare gjorts beräkningar på kvalitetens kostnad, är denna beräkning med all säkerhet inte korrekt. Ofta har kostnader som kan hänföras till kvaliteten inte observerats och alltså inte tagits med i beräkningen. Först nu kan man utföra beräk-

ningen någorlunda rätt och få ett svar som något sänkt överensstämmer med verkligheten. Det är dock fortfarande vanligt att 1/3 av kostnaden förbises.

De kostnader som skall tas med är kostnader för:

- oplanerat spill, omgjorda arbeten, garanti,
- service (utom ordinärt underhåll), inspektion, testarbete,
- nödvändiga tekniska omkonstruktioner, ändrade inköpsorder,
- korrigeringskostnader av "mjukvara",

Plus alla andra kostnader som fel kan ge upphov till.

Kostnaden bör inte överstiga 2,5% av omsättningen. Skulle den göra det, finns det goda utsikter att göra besparingar med hjälp av kvalitetsprogrammet.

Det följande ger en uppfattning om hur kostnader för kvalitet kan vara fördelade i ett välskött företag.

- Omarbete: kostnader för direkt lön och sociala kostnader samt material - ca 0,25% av omsättningen.
- Spill: spill som inte ingått i planläggningen - 0,25%
- Garanti: värdet av sålda varor som returnerats pga fel och kostnaden för att rätta till dessa - 0,2%
- Personal som testar, inspekterar etc: kostnad för folk som mäter avvikelser från krav - 1,8%

Steg 5 - Kvalitetsmedvetenhet

Hittills är det bara ledningen som deltagit i kvalitetsprogrammet. Nu kommer det viktiga steg då man skall dela med sig av sin insikt till de övriga anställda. Detta kommer till stånd genom att arbetsledarna får erforderlig utbildning för att genom samtal kunna vidareförmedla budskapet. Dessutom skall informations-

material utarbetas i form av broschyrer, affischer och filmer. Man skall försöka att producera ett oändligt flöde av informationen.

Steg 6

När de anställda nu fått den medvetenhet som steg 5 förmedlat, är det meningen att alla de kvalitetsproblem som upptäcks skall omtalas för arbetsledaren som, om han inte själv kan lösa problemet, skall ta upp det i de dagliga eller varje vecka förekommande möten som arbetsledarna nu håller. Skulle man inte klara av frågan här heller, tas det upp på nästa nivå, för att till slut nå företagsledningen. Det är viktigt att de problem som tas upp får en bestående lösning, eftersom detta förhindrar felen från att uppstå igen. Men framför allt skapar en bestående lösning det förtroende för programmet som är nödvändig för att arbetarna skall fortsätta att rapportera felupptäckter. Det är naturligtvis inte bara arbetarnas sak att rapportera fel, utan kanske framför allt en uppgift för den test- och inspektionspersonal som kontrollerar komponenter.

Steg 7

Steg 7 innebär att en tillfällig arbetsgrupp tillsätts. De består av ett mindre antal av medlemmarna i arbetsgruppen för kvalitet. Denna mindre arbetsgrupp skall inom ramen för det övergripande kvalitetsprogrammet förbereda det specialprogram som kallas "zero defects".

Arbetet består i att förbereda "Dagen då inga fel uppstår", dvs den dag då allt skall bli rätt FÖRSTA GÅNGEN. I arbetet ingår även information av arbetsledare och förberedelse av dem för vidarebefordran av informationen; material skall tas fram och man skall avgöra hur man bäst skall sköta genomförandet eftersom det är situationsberoende. Man undersöker också hur belöningssystemet för denna dag skall utformas.

Steg 8

Nu fortsätter utbildningen av alla anställda i ledande befattningar, dvs alla från arbetsledare till företagsledaren.

Steg 12 - Att belöna för goda insatser

I detta steg skall man belöna alla personer som på ett övertygande sätt bidragit till att öka kvaliteten.

Främst gäller det arbetarna som med sina förslag skapat möjligheter till förbättringar. Men det inbegriper också de avdelningar som lyckats uppnå de mål de själva uppställt.

Detta steg är viktigt, eftersom det ökar motivationen hos de belönade och skapar förutsättningar för att "problemjakten" skall fortgå.

Steg 13 - Kvalitetsstyrelse

En styrelse bildas. Syftet med denna är att regelbundet föra samman de kvalitetsspecialister som finns inom företaget till diskussioner och beslut om vad som skall göras i det fortsatta kvalitetsarbetet.

Steg 14 - Börja om från början

Ett normalt genomförande av det beskrivna programmet tar mellan ett år och 18 månader. Efter en så lång tid är det troligt att mycket av det som lärts ut har glömts bort. Det är också en normal reaktion att man slappnar av när man väl uppnått sitt mål. Denna reaktion kan mycket väl resultera i att programmet nu plötsligt avstannar. Detta får naturligtvis inte ske. Istället börjar man om från början. Med nytt friskt blod i kvalitetsgruppen kommer många nya framsteg att göras.

Detta är ett kvalitetsprogram som aldrig tar slut.

Kvalitetskampanjer av Crosby's modell har med framgång använts vid SAAB-SCANIA personbilar och Volvo Flygmotor, båda i Trollhättan.

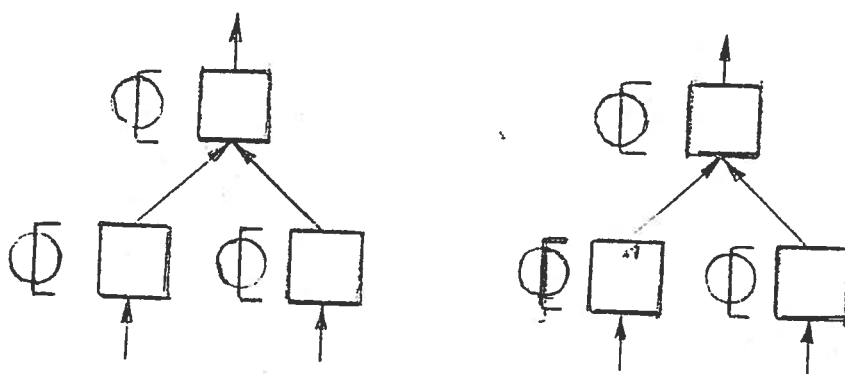


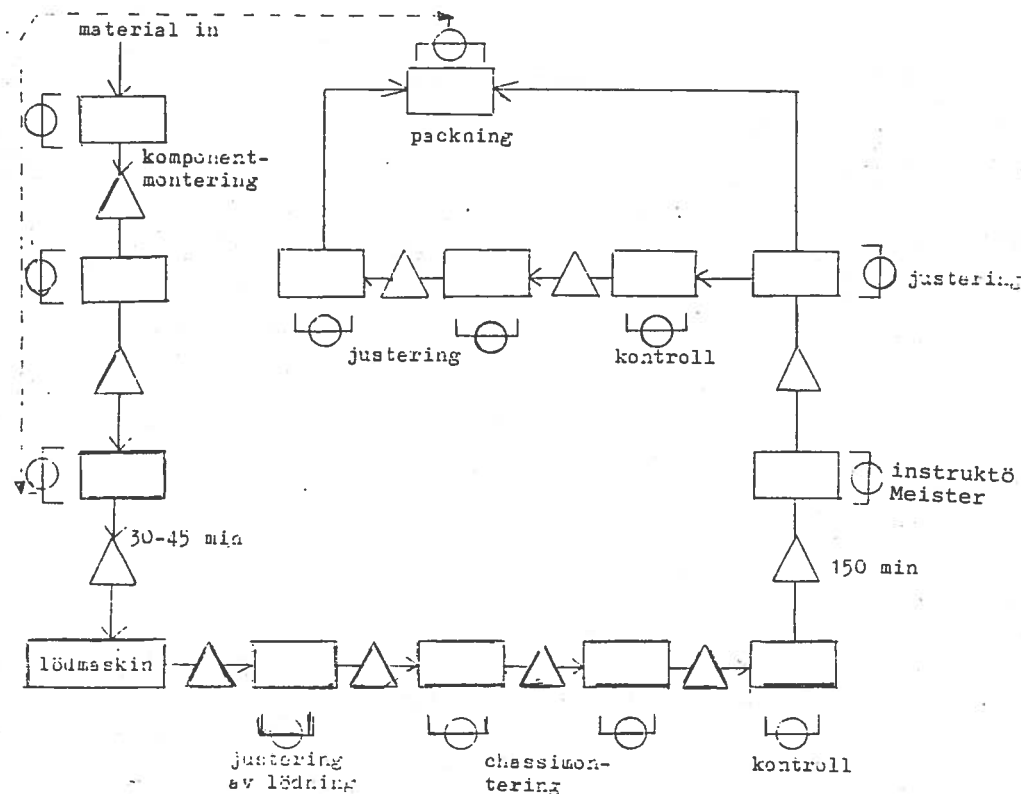
Fig. 6.80 Nissan Motor Co, elinstrumentmontering.

Nissan Motor Co, Japan

Vid Nissan Motor Co har man använt sig av gruppmontering av elinstrument sedan 1969. Grupperna består av 3 montörer. Företaget fann, att genom att minska antalet operatörer i rad så ökade outputen, d v s man upptäckte systemförlusten. Genom att minska från 17 till 4 stationer ökade outputen med 42%.

Man lät därför varje grupp bestå av två operatörer som var och en utförde hela monteringen samt en operatör som kontrollerade och kalibrerade instrumenten. D v s parallellsystem med konvergerade struktur.

Med mycket tränade operatörer kunde man uppnå 113% högre produktion. Med tränade operatörer 90% högre produktion och med en otränad i gruppen 70% högre produktion jämfört med linens 17 arbetsstationer.



Gruppstorlek	12 personer
Buffertar	6 - 10 min (vissa större, se layout)
Cykeltid	3,5 - 4,5 min
Betalningsform	Ackord. Olika lön. Justeras och kontrollanter har högre lön.

Fig. 6.81 Layout Blaupunkt.

Blaupunkt i Hildesheim

Blaupunkt som tillhör Boschkoncernen monterar i Hildesheim bilradio i grupper.

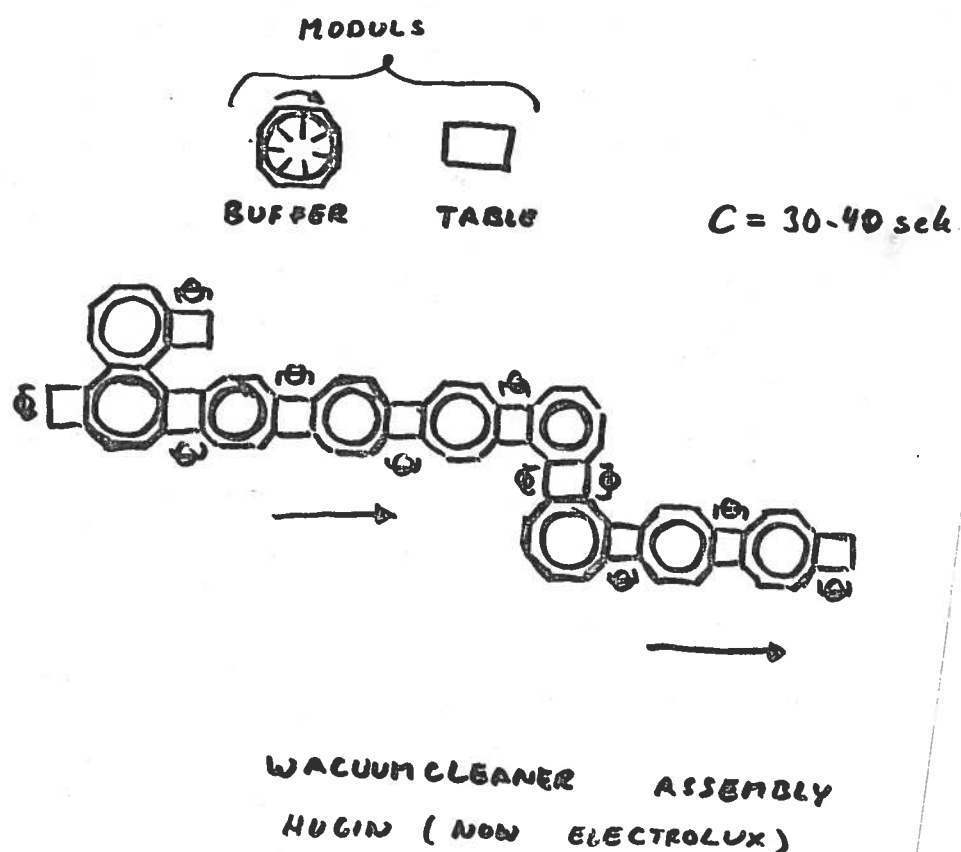
Det förekommer ingen arbetsrotation. Organisationsformen är kort odriven line med mellanbuffertar. Man har en felfrekvens $\geq 50\%$ av antalet apparater.

Som en direkt följd av systemets uppläggning blir antalet kontrollanter och justerare högt. Systemförlusten blir alltså minst $\frac{7}{4,5} = 150\%$.

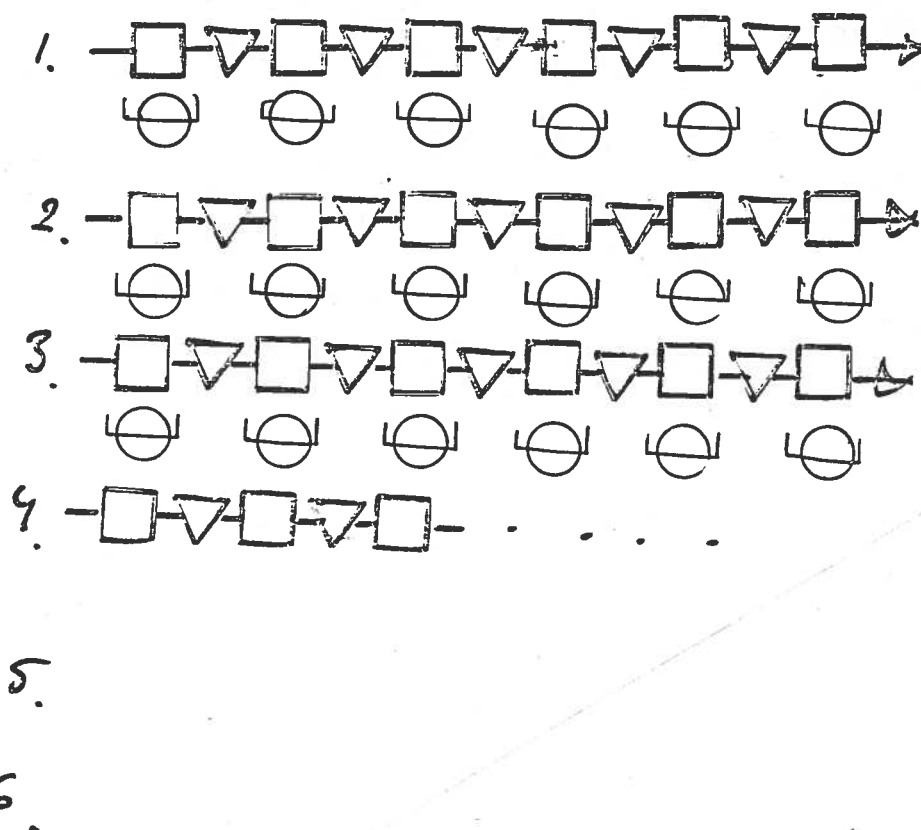
Den tekniska autonomin är hög men den administrativa autonomin låg.

Det gick inte att få besöka fabriken i Hildesheim, trots att vi passerade igenom staden vid vårt besök i VW-verk i Salzgitter.

Data härör från en film som vi fick se vid Tekniska Högskolan i Darmstadt vid Institutionen för Ergonomi, vilken utvärderar försöket.



Figur 6.82 Montering av dammsugare Elektrolux AB (f d Hugin), Norsborg. Figuren visar ett avsnitt av produktions-systemet, efterföljande avsnitt består av ett liknande system med 10 operatörer. Mellan avsnitten är en buffert på 1/2 timme placerad. Bufferterings-mellan operatörer sker via rondeller, dammsugaren släpas på en nålfiltsmatta.



Figur 6.83 Montering av motorsågar, Jonsered AB, Partille,
 6 st odrivna liner med 3 minuters cykeltid och
 mellanbuffert på 10 objekt.

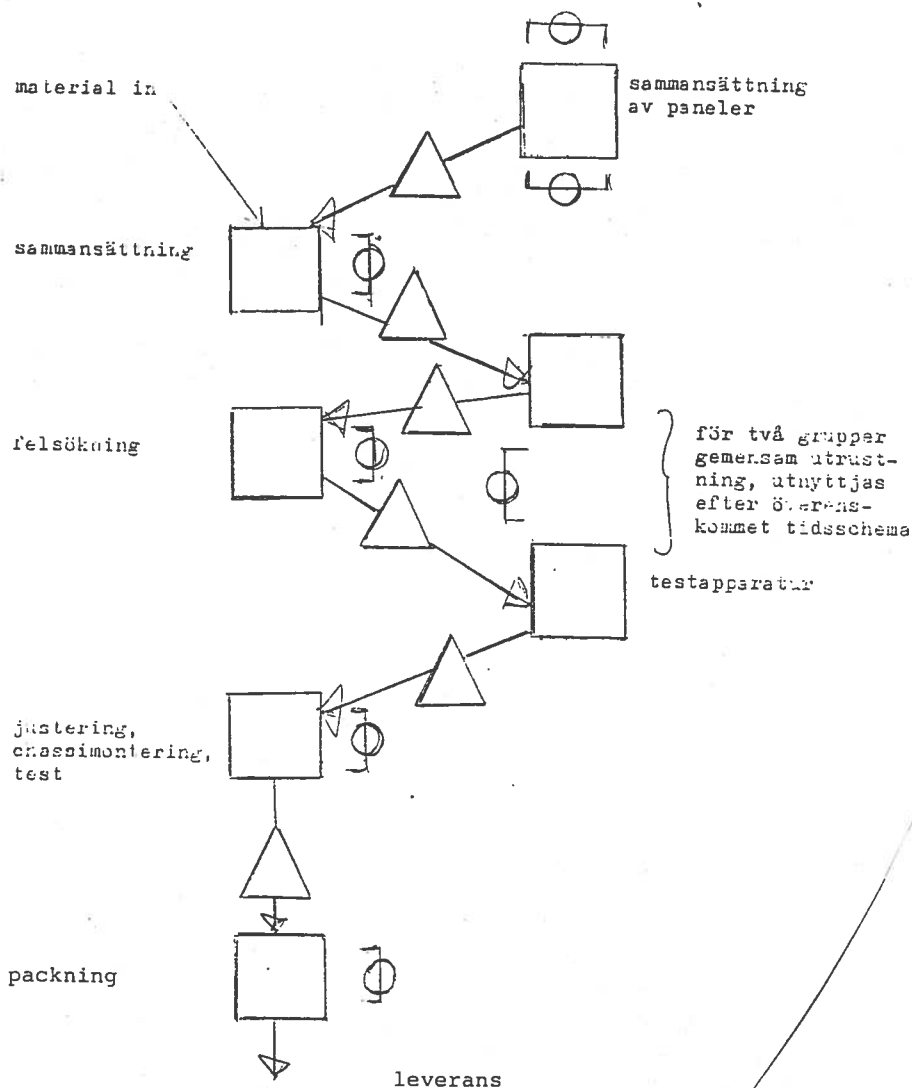


Fig.6.84 Philips Eindhoven.

Philips i Eindhoven

Philips har gjort försök med autonoma grupper för sammansättning av TV-apparater vid manuella liner med mellanbufferts. Arbetet utfördes tidigare på driven line.

Gruppstorlek	7 personer
Buffertar	2 - 4 enheter mellan varje station
Cykeltid	20 min
Betalningsform	Ackord (prod hast 1,26 - 1,28 MTM)

Ansvar för kvalitet, arbetsfördelning, materialtillförsel. Arbetsrotation. Gruppens talesman var en vald kontaktman. Teknisk autonomi hög, viss administrativ autonomi.

Ekonomisk jämförelse med en line på 25 - 30 personer (cykel-tid 3 - 4 tim) för samma TV-mottagare, visade att "the wage and cost component of the factory standard price was about 10% lower" för grupperna. TV-montaget är nu nedlagd och grupperna sätter nu samman andra liknande apparater. Ett försök med montering av miniatyrglödlampor på manuell line med mellanbufferts mot tidigare driven line har genomförts men lagts ned p g a produktens art.

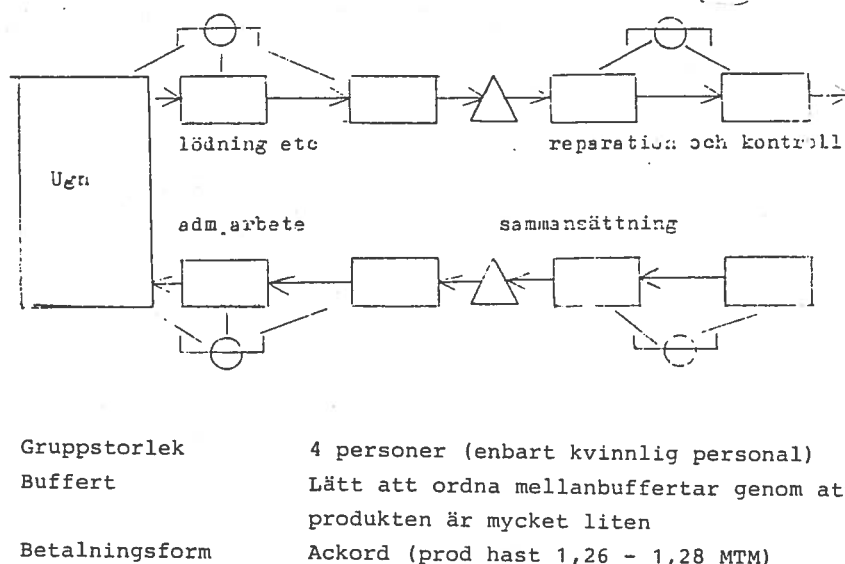
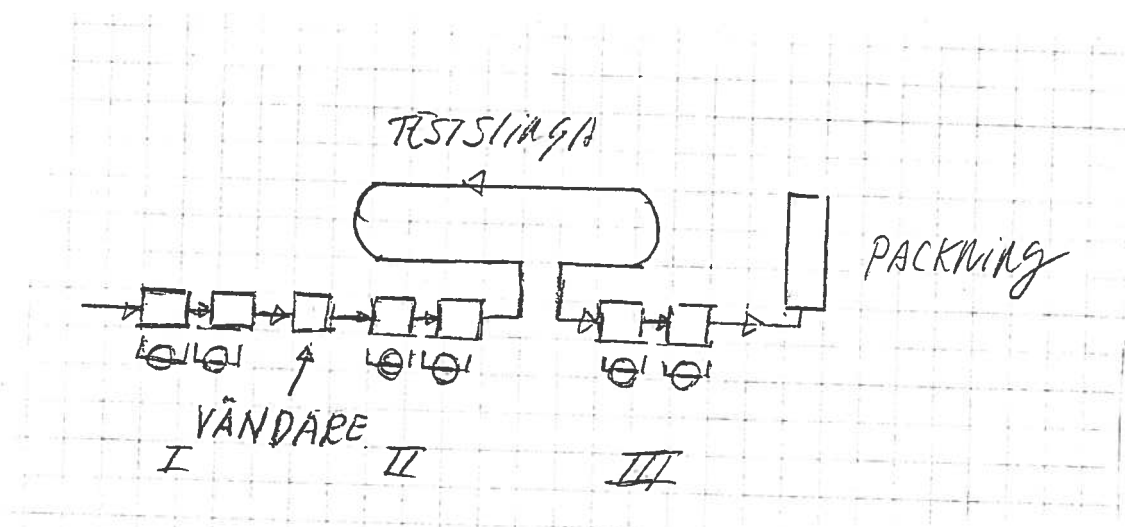


Fig. 6.85 Glödlampsmontering vid Philips.

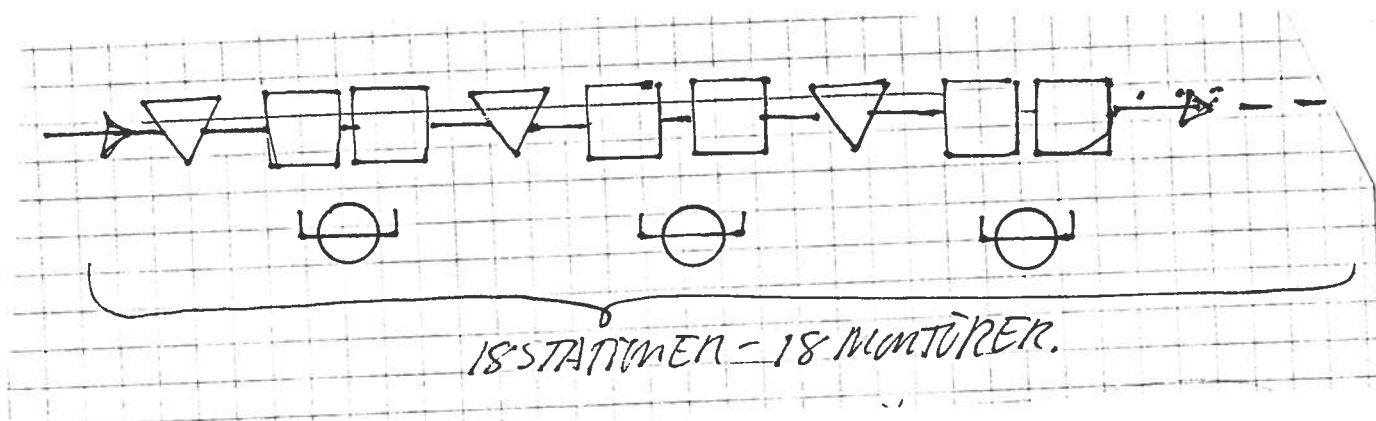
Ansvar för gruppssammansättning, kvalitet, arbetsfördelning, adm arbete, materialtillförsel. Arbetsrotation. Gruppens talesman var en vald kontaktman. Hög teknisk och administrativ autonomi.

Frånvaron hade minskat och ingen slutade under provperioden. Man rapporterade stressupplevelse, beroende på ackordshetsen.

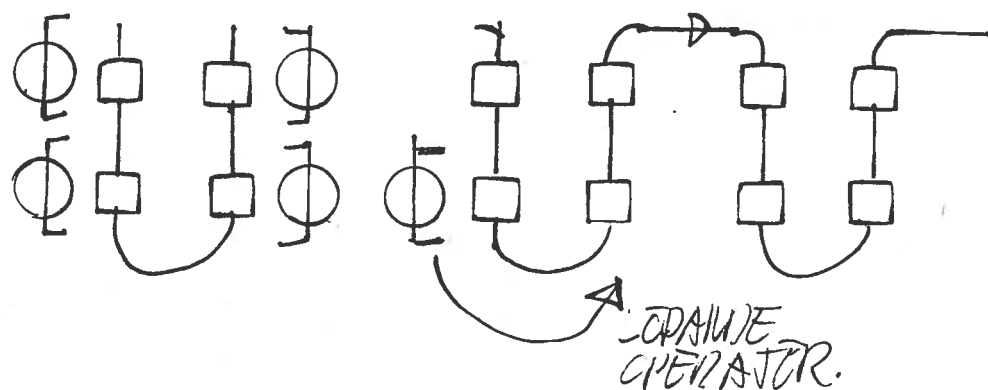
Glödlampsmonteringen är numera nedlagd, eftersom produkten inte längre marknadsförs. Philips kritiserade i det sammanhanget att man försöker förbättra gamla tillverkningar med socioteknik, i stället för att man redan från starten börjar med dessa tillverkningsmetoder. Med andra ord får deras försök ingen spridningseffekt utan avstannar. Det är en erfarenhet som gjorts vid flera holländska försök.



Figur 6.86 Bauknecht kylskåpstillverkning. Kylskåpet byggs i 3 steg I-III. Systemet är numera modifierat så att buffertar införs mellan stegen.

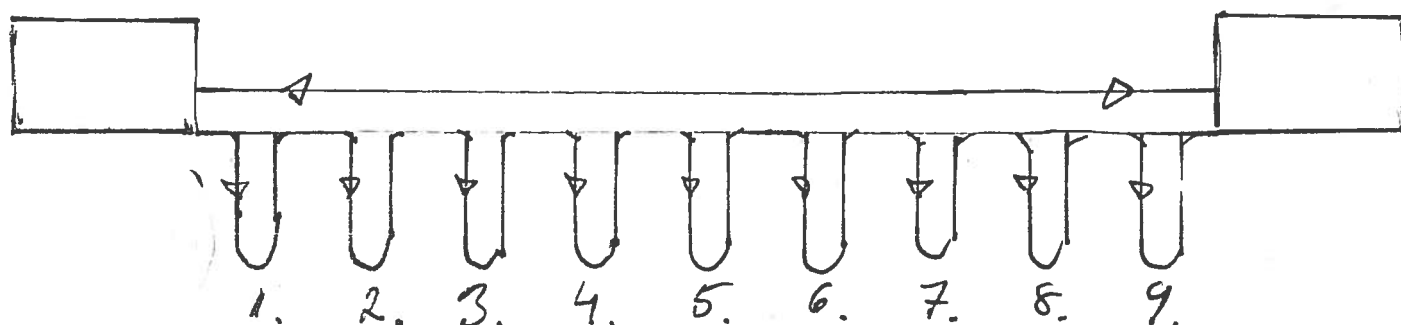


Figur 6.87 Automatväxellådsmontage, Daimler-Benz, tidigare line med 1 minuts cykeltid, idag 18 stationer med 18 montörer, med två växellådor samtidigt. Lådsorna är placerade på odrivna vagnar med omkörningsmöjlighet. Vid personalfrånvaro taktas systemet om via ett i förväg utarbetat schema.



SWITCH STATION

AUTOMATSTATION



Figur 6.88 Växellådsmontage Mercedes-Benz, bestående av nio delsystem med 9 operatörer i varje delsystem. Systemet medger produktion under icke full bemaning genom att operatören löper inom en eller flera delsystem. Automatstationer för vändning av lådor av placerade i systemens båda ändar. Produktion av två växellådsvarianter sker och produktionsmixen kan varieras genom att "koppla in" olika antal delsystem.

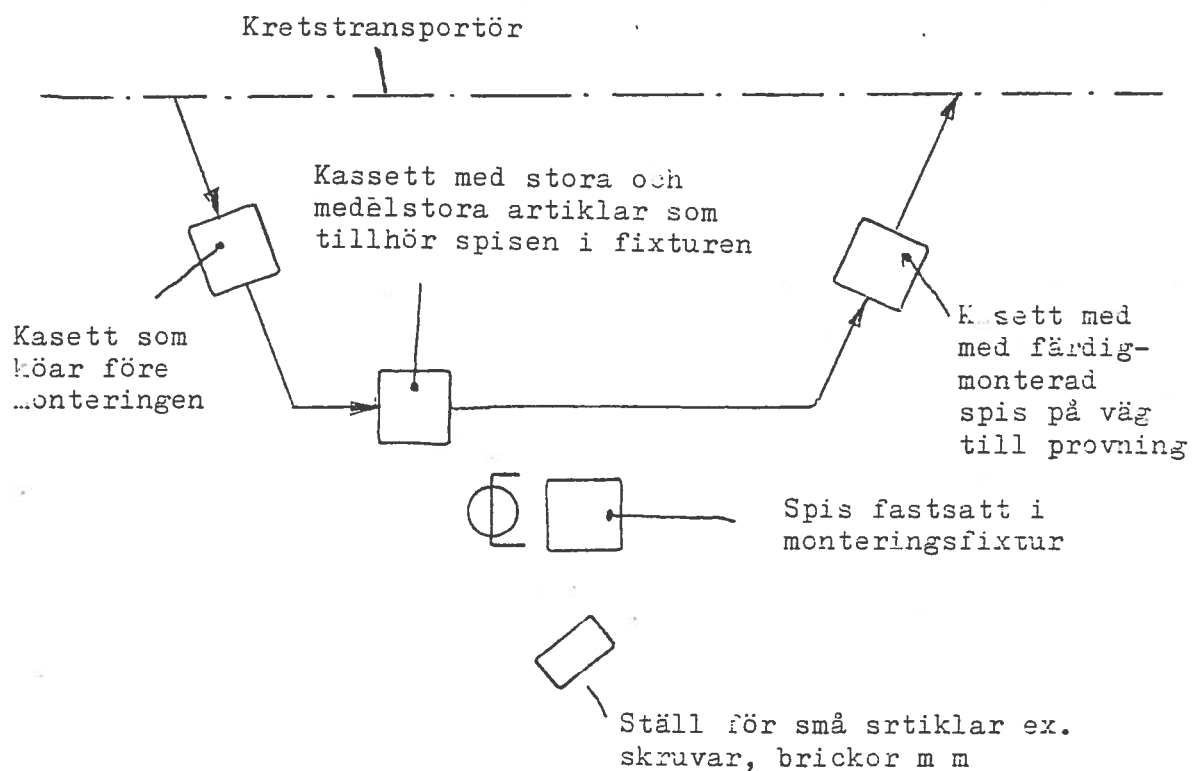
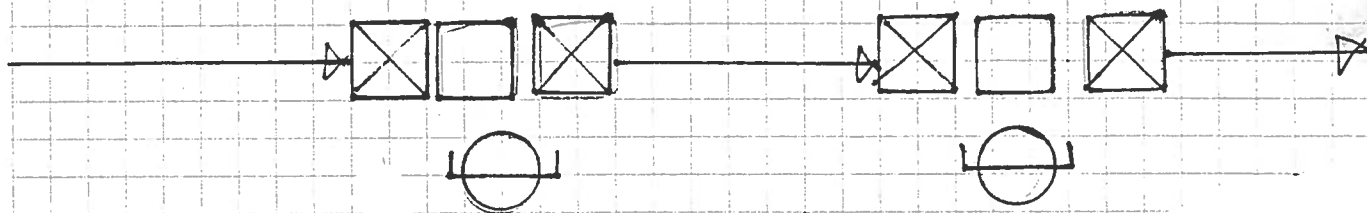


Fig.6.89 Layout för en monteringsstation Husqvarna.

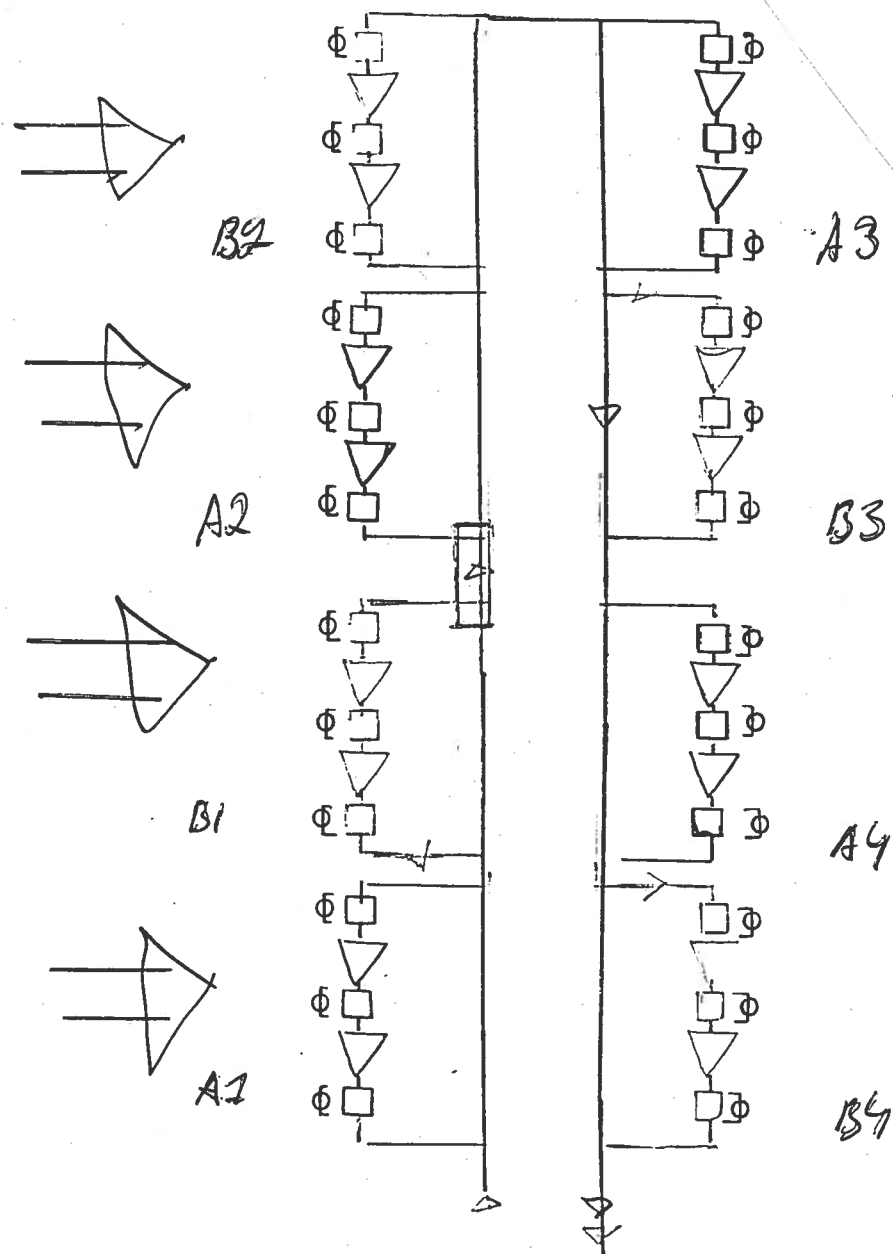
Husqvarna spismontering

Linen är utbytt mot ett parallellsystem där varje operatör utför montering av en spis. Den tekniska autonomin är hög men den administrativa autonomin är låg.

Alla stora och medelstora artiklar medföljer spiskroppen till monteringsstationen. Laddning av kassetter sker i en avdelning med ställage för material.

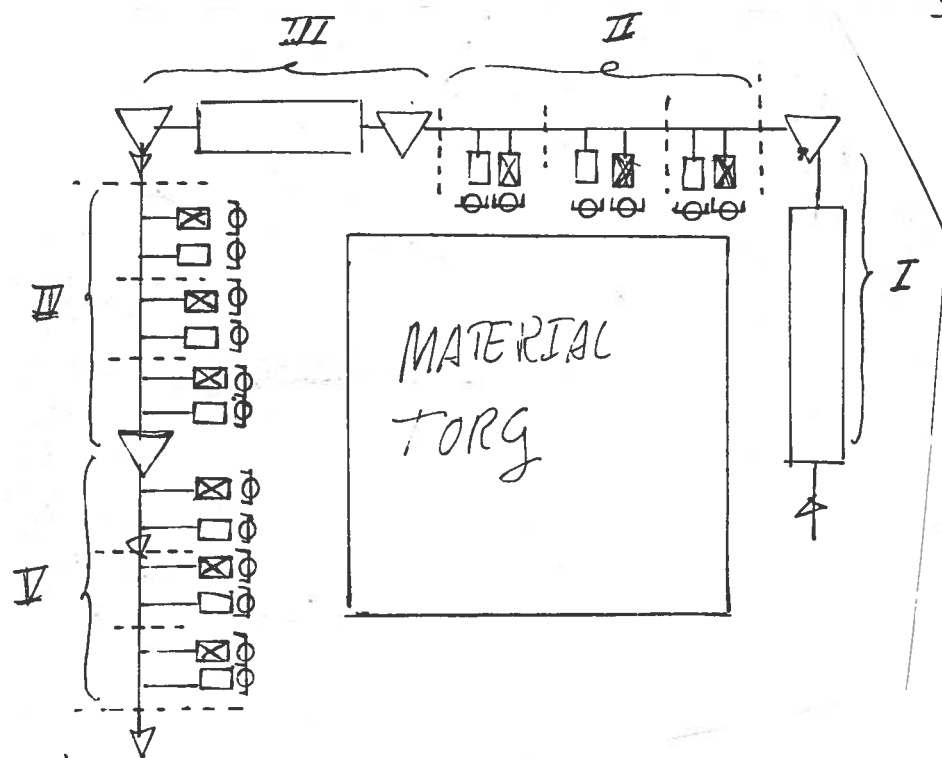


Figur 6.90 Projekterad växellåds monteringsystem, Saab-Scania, Mölndal, 11 operatörer, 22 stationer. Upplärning sker så att man lär sig 1/3 av mon- taget. Varje operatör monterar på 3 växellådor samtidigt. Systemet använder sig av löpande opera- tör med 20 minuters total monterings- tid för hela lådan. Systemet används idag för 5-växlade lådor. Stil motorsågar i Västtyskland använder samma system.

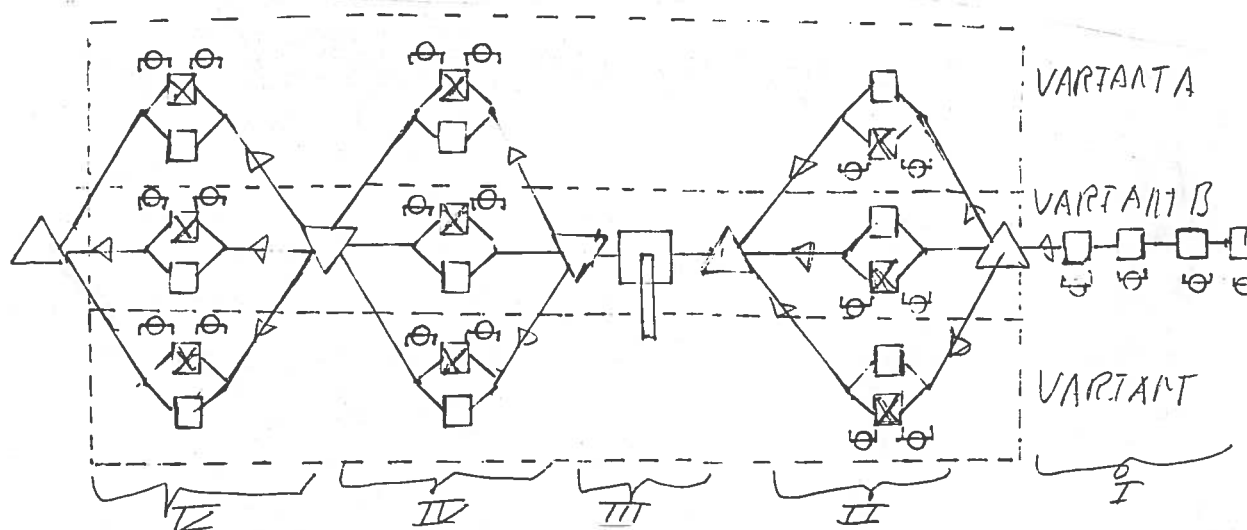


Figur 6.91 Växellådsmontage, systemet utvecklat av Saab-Scania AB, Mölndal. Detta system projekterades inte p g a höga investeringskostnader i dubblerad utrustning. 8 grupper parvis parallella bygger här växellådan. Materialförsörjning underlättas då grupp A1 och B1 erfordrar samma artiklar.

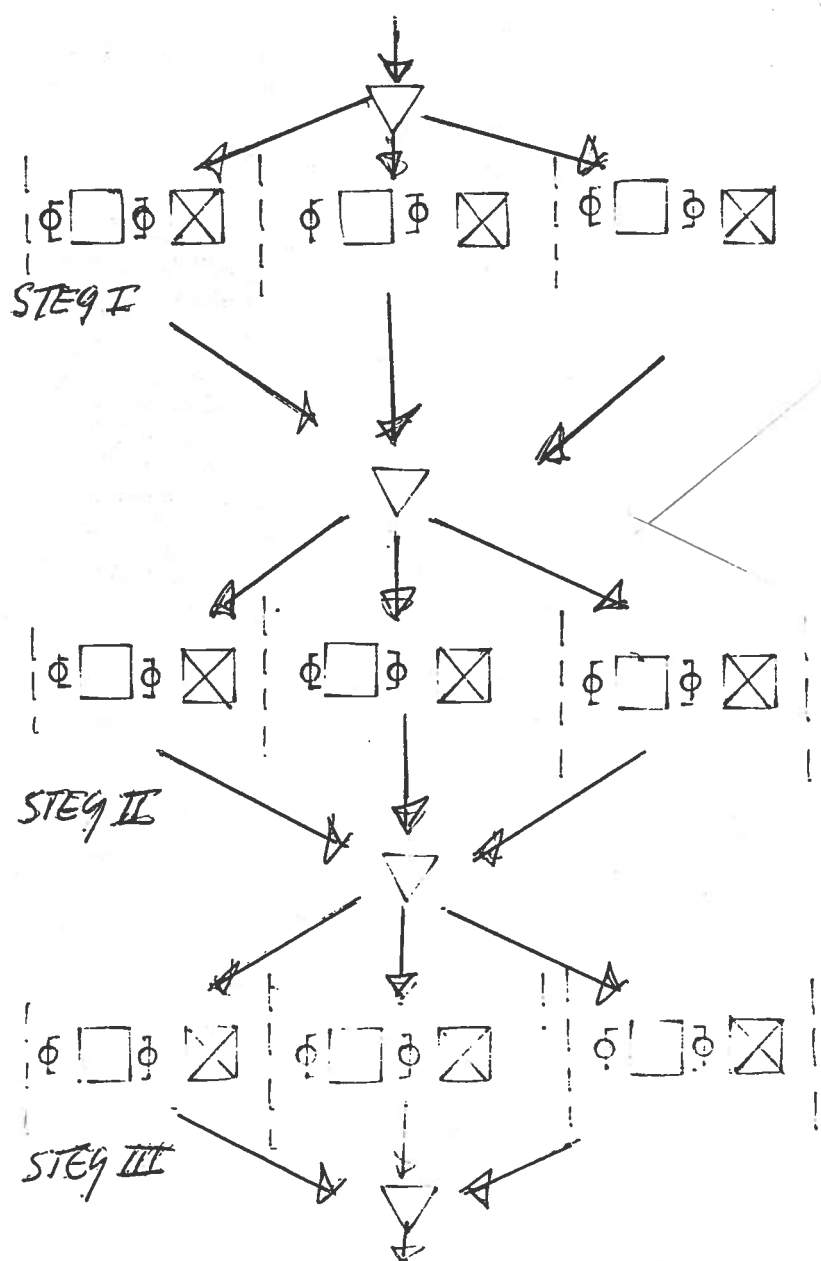
infördes?



Figur 6.92 Projekterad layout för montage av dieselmotorer, Saab-Scania, Södertälje. Motorerna byggs i fem steg, I-V, inom varje steg monterar 3 grupper om vardera 2 man på 2 motorer. Steg I består av fyra seriekopplade stationer, steg III är en skruvmultipel, de övriga stegen är parallella. Då materialstyrningen önskas förenklas skall förutbestämda motorer monteras av grupperna, så att första gruppen i steg II monterar samma som de första i steg IV och steg V. På detta sätt kommer systemet att fungera som figuren nedan.



Figur 6.93 Genom att föreskriva vissa stationer till förutbestämda varianter minskar ett parallellsystems flexibilitet. Jämför layout ovan.



Figur 6.94 Projekterat utbytes motorrenovering, Daimler Benz, idag driven line med cykeltid på 4-6 minuter. Total monterings tid på utbytesmotor 90 minuter. Det projekterade systemet består av 3 steg, med 3 parallella stationer inom varje steg. Motorerna är placerade på handkärror. Cykeltid 15 minuter.

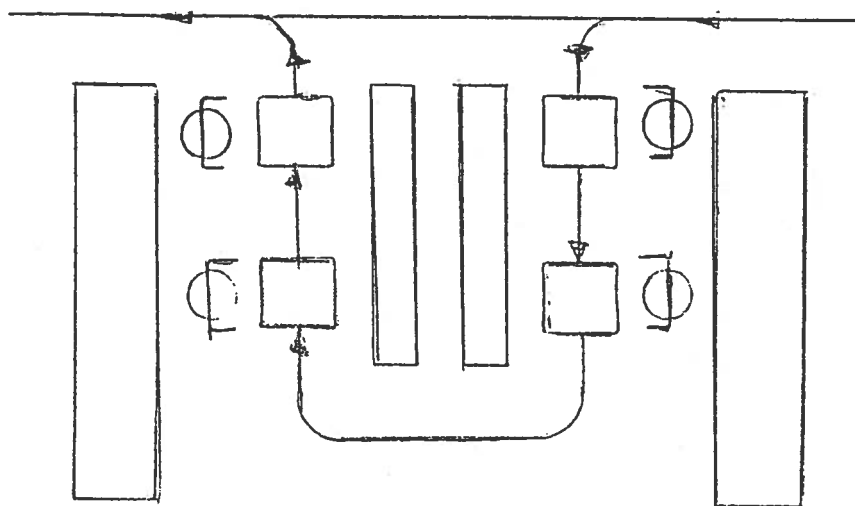


Fig. 6.95 Bensinmotormontering.

Saab-Scania Södertälje

Vid Saab-Scanias bensinmotormontering har man ersatt linan med 6 parallellgrupper, 4 montörer ingår i varje grupp. Cykeltiden är 9 min vid montering av hela motorn 37 min. Den tekniska autonomin är hög men den administrativa är låg. Motorerna transporteras till och från grupperna med kedjedrivna vagnar. Inom arbetsplatsen förflyttas de manuellt.

I tuberna i mitten förvaras A-artiklar och i ställagen på båda sidor om grupper förvaras B- och C-artiklar. Totala ytan för arbetsplatsförrådet är 50 m².

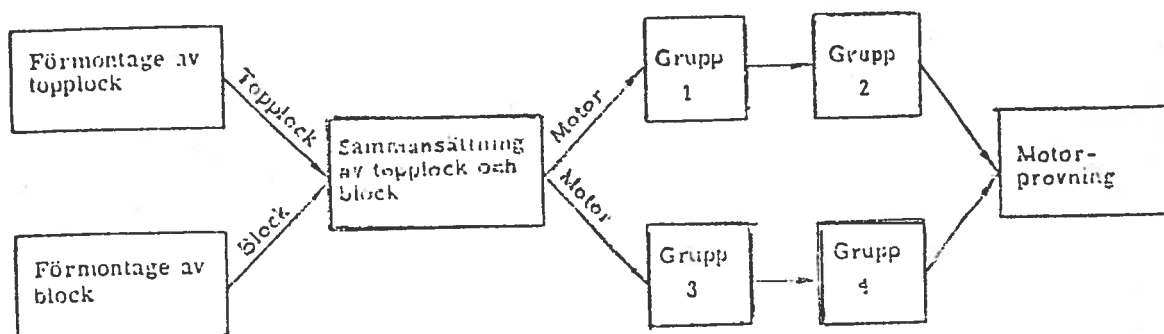


Fig. 6.96 Motormontering Volvo Skövde.

Volvo Skövde

Vid Volvo Skövdes bensinmotormontering arbetar 4 grupper om fem man med montering av motorer. Efter sammansättning av topplock och block skickas självgående vagnar med motorer växelvis till grupp 1 och 3. Systemet är att beteckna som två parallella seriegrupper. Layouten identisk med Saab-Scania Södertälje men ytan för arbetsplatsförrådet 80 m² eftersom 5 man arbetar i gruppen. Teknisk autonomi hög men administrativ autonomi låg.

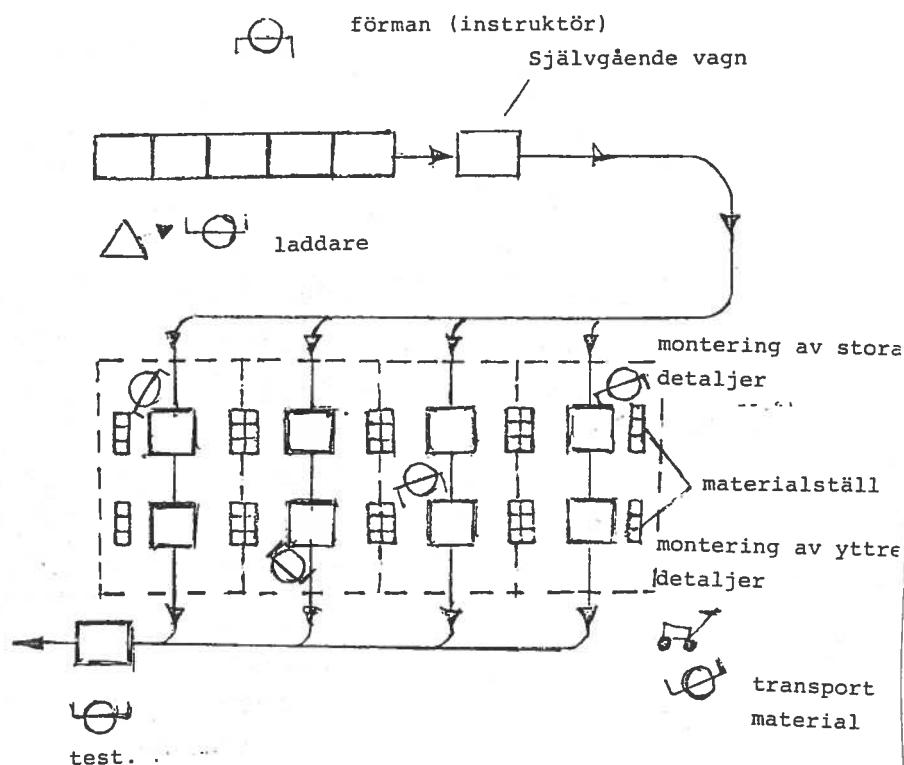


Fig. 6.97 VW-verk Salzgitter.

VW-verk i Salzgitter

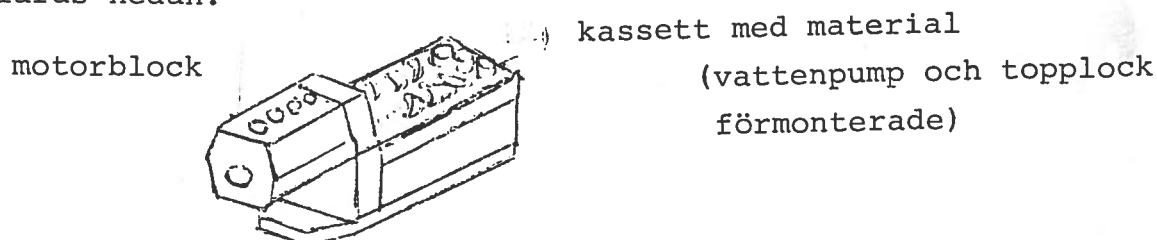
Vid VW-verk i Salzgitter pågår ett stort försök. Kostnaden är 12 miljoner D-mark (= 20 miljoner svenska kronor), vilket till stor del betalas av Bundesministeriet für Forschung und Technik.

Fabriken tillverkar samtliga motorer till VW-bilar. Experimenten gäller Audi-70-motorer. Det har skett och sker i tre olika tekniska lösningar och pågår i 3 - 4 år.

De tre lösningar som skall jämföras är:

- En vanlig driven line, som ej är i drift längre.
- Högt automatiserad transferline med cykeltider på 30 - 40 sek, 50 - 70 personer arbetade på linen beroende på produktionshastigheten.
- Grupparbete, varje grupp är sju personer och monterar hela motorn. Cykeltid 50 min.

Varje arbetsplats har två stationer där operatören först monterar motorns stora detaljer på den första stationen och yttre detaljer på den andra stationen. Till arbetsplatsen hör 8 mutterdragare och 1 lyftok till motorblocket. Den tekniska autonomin är hög men den administrativa har minskat vilket förklaras nedan.



Figur 6.98 Självgående vagn.

Gruppstorlek	7 personer (varav 1 för förmonteringar)
Buffertar	Rikligt med vagnar
Cykeltid	62 min vid MTM 1,12
Betalningsform	Fast lön (klockstudie, som ger stor upp- arbetningsmöjlighet)
Ansvarar för kvalitet, materialförsörjning	
Arbetsrotation	
Man har 0,2 fel/motor	

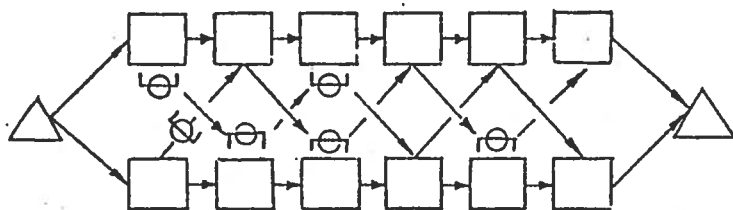
Försöket startade i mars 1976. Det består av fyra grupper, som arbetar i tvåskift. Försöket innebar från början att grupperna arbetade relativt autonoma med en inom gruppen utsedd talesman och utan en egen förman. I dec 1976 hade fackföreningen IG Metal krävt att den delen av försöket skulle stoppas och företaget utse en förman för varje grupp. Man motiverade det med att tysk lag förbjuder autonoma grupper. Det verkliga skälet ansågs vara att autonoma grupper delvis minskar fackföreningarnas inflytande. Vilken effekt åtgärden får för försökets fortsatta förlopp rent socialt är inte möjligt att säga. Flera frihetsgrader kan fortfarande bli kvar oförändrade för grupperna. Troligen är IG Metals ställningstagande normgivande för samtliga liknande försök i Tyskland.

Den ekonomiska utvärderingen av försöket gav att det kostar ungefär 100 DM att montera motorn i grupp mot ungefär 25 DM i transferline. Däri sades allt vara inräknat utom materialkostnad. Själva arbetskostnaden sades vara 3 gånger större i gruppmontering. Speciellt dyrt var golvutrymmet och investering i utrustning av typ vagnar för förflyttning av motorer under montering. För att konstatera dessa faktorer är försöket helt onödigt. Det går alldeles utmärkt att se med hjälp av en enkel kalkyl.

Försöket har givit att monteringstiden varierar kraftigt mellan olika personer.

Normaltiden var beräknad till 50 minuter. I praktiken varierade den från 32 min till 68 min. Man hade studerat skillnaden i arbetssätt och försökt lära ut knep och metoder till de mest långsamma. Det allvarligaste hindret för att få upp snabbheten var i stället svårigheten att lära sig hela monteringscykeln och därmed följande osäkerhetskänsla att inte ha monterat rätt.

Vid den högt automatiserade transferlinen var cykeltiden 37 sek.



Figur 6.99 Tvåvägs seriesystem med sex operatörer och sex stationer.

Tvåvägs seriesystem tillämpas vid Husqvarnas Motorcykelmontering i Ödeshög.

Ett tvåvägs seriesystem består av två parallella odrivna liner. Operatören förflyttar själv objektet mellan stationerna och kan efter varje station välja två alternativa vägar; direkt till framförvarande station, eller, om denna är upptagen, diagonalt över till motsvarande parallella station.

Antalet olika vägar som ett objekt kan gå i systemet beror på antalet parallella stationer, så att antalet vägar = $2^{(n-1)}$ där n = antalet parallella stationer.

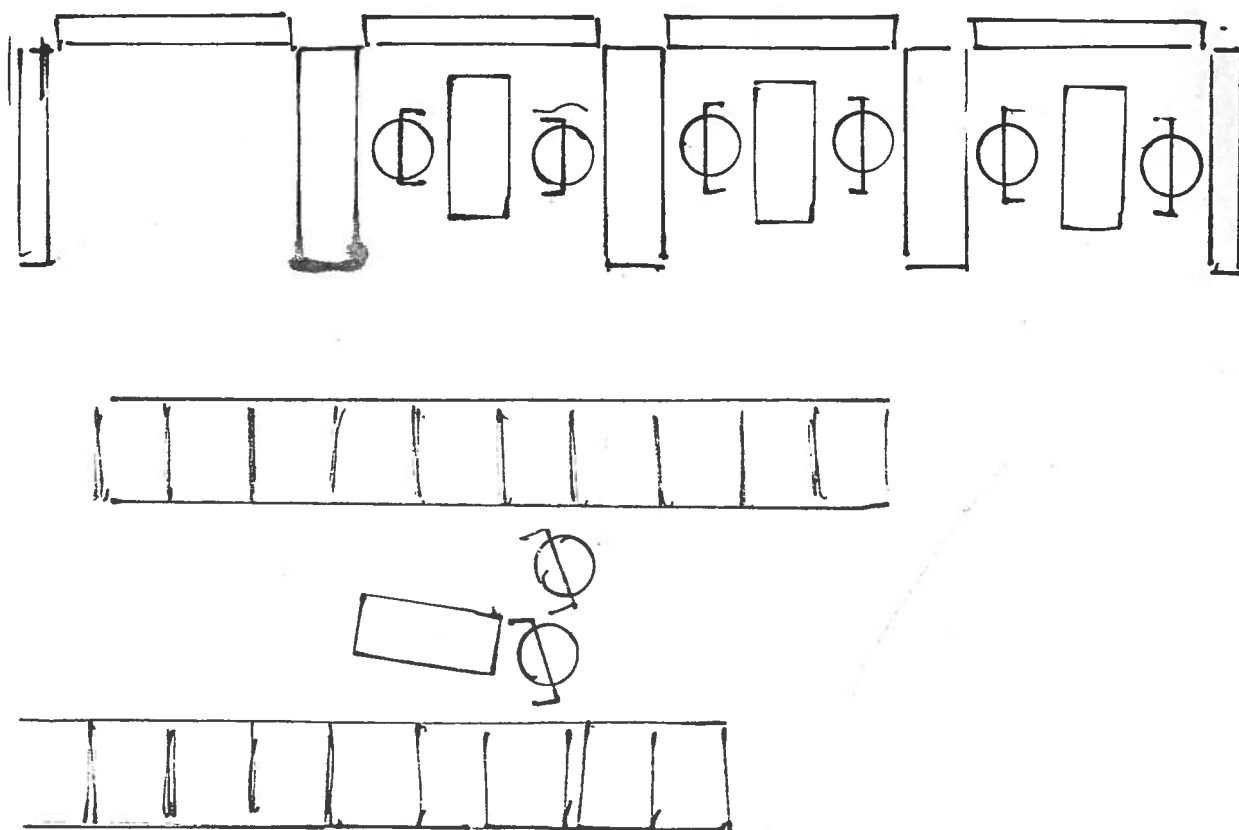
I vårt fall blir antalet olika vägar $2^{(6-1)}$ d v s 32 olika vägar. Antalet operatörer i systemet bör helst inte överstiga antalet parallella stationer för att undvika systemförluster.

Tvåvägs seriesystem har cykeltid $c = \frac{1}{r}$ och arbetstempot $T = \frac{6}{r}$.

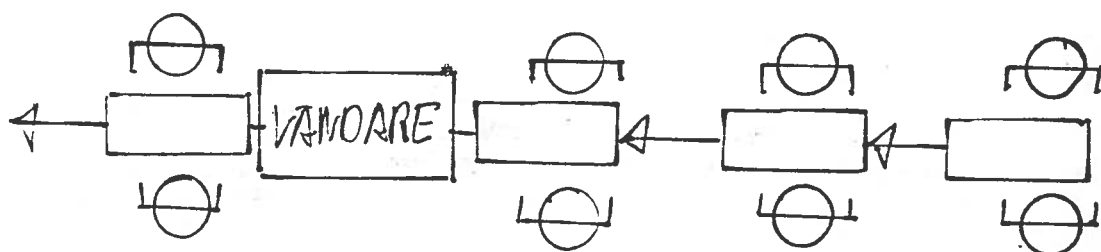
Upparbetningen är hög på grund av att operatören ej påverkas av de andra operatörernas arbetstakt. Detta medför att systemförlusten blir låg, liksom balanseringsförlust och hanteringstid. Arbetet kan lätt utformas som självstyrande grupparbete.

$r = ?$

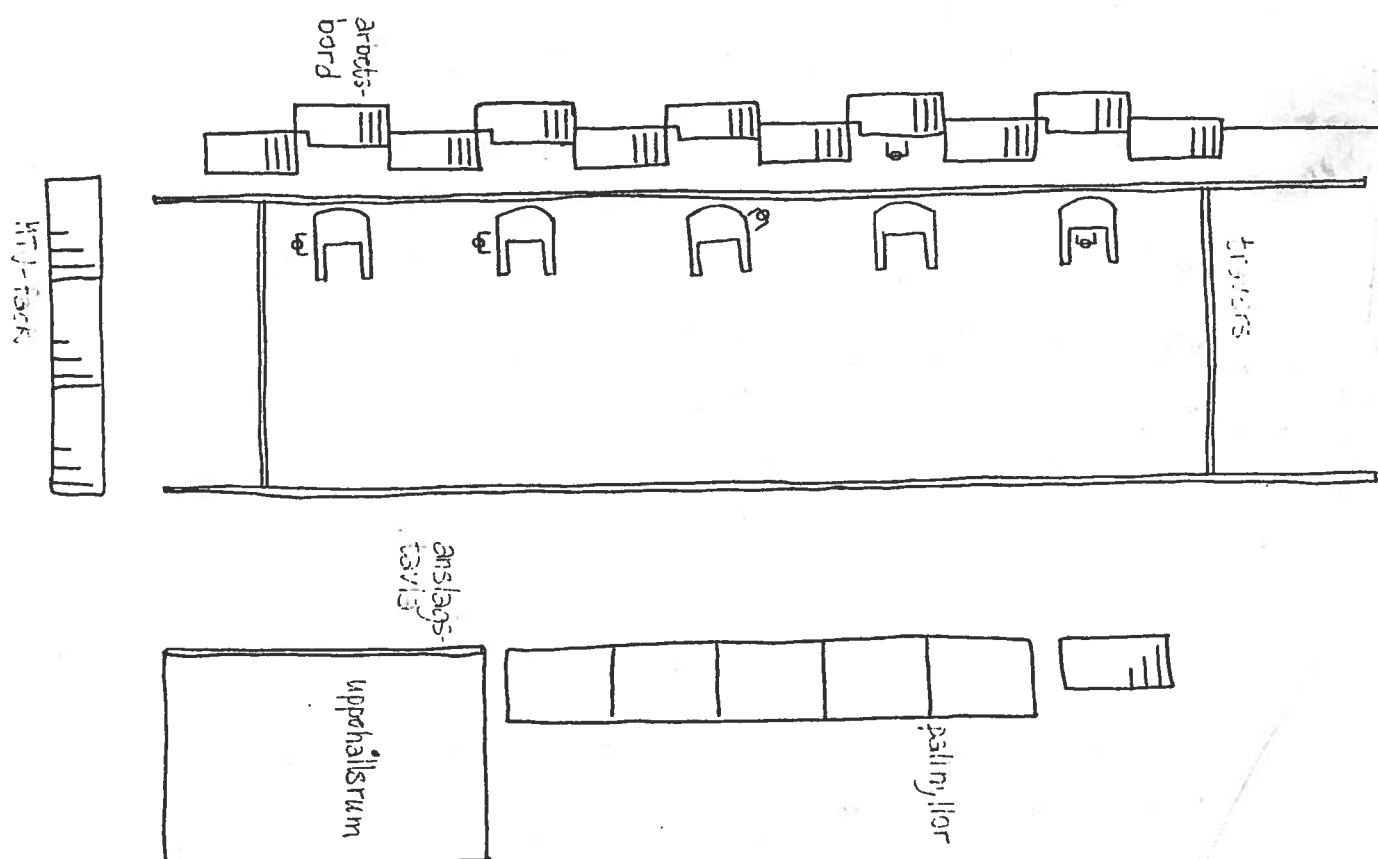
✓



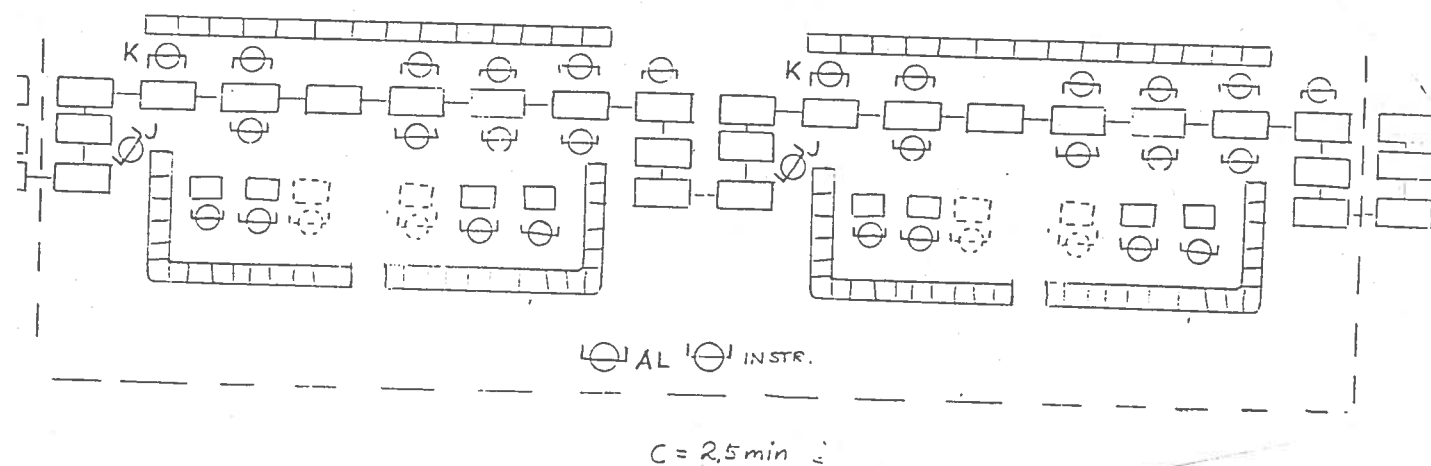
Figur 6.100 Montage av åkgräsklippare, Stiga AB, Tranås. Samma gräsklippare monteras i två olika produktionssystem. Ett med parallella stationer, ett bestående av en odriven line. I parallellsystemet är monteringsfixturen även materialvagn, där operatörerna laddar tunga artiklar. Cykeltid i parallellsystem 120 minuter inlärningstid, 1,5 - 2 veckor. Totalt ingår 350 st artiklar.



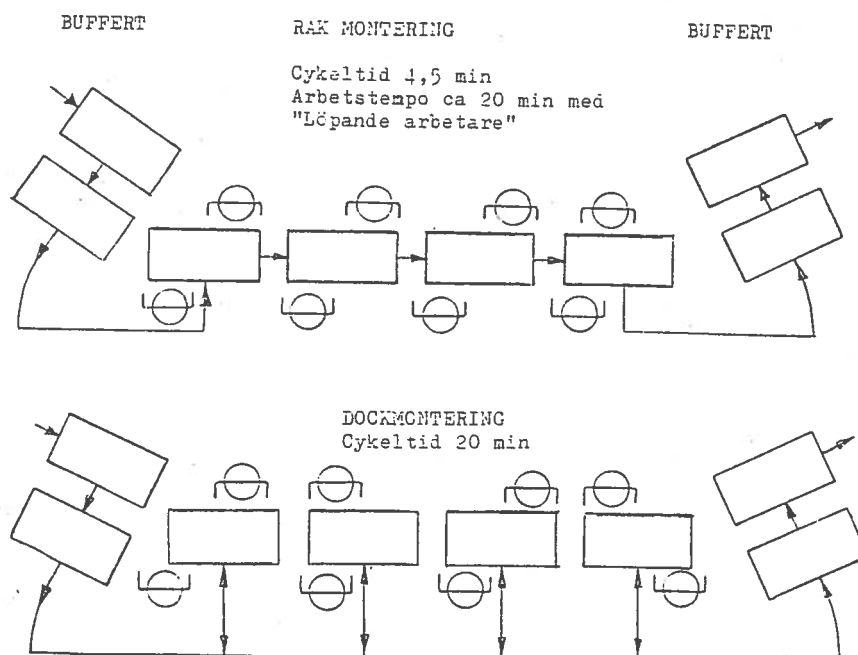
Figur 6.101 Odriven line för montage av åkgräsklippare, Stiga AB, Tranås. Inlärningstid 1,5 dagar.



Figur 6.102 Montering av U-truckar, Atlet AB, Mölnlycke,
5 operatörer monterar parallellt med en cykeltid
på 17,5 timmar.



Figur 6.103 Operatörsstyrda miniliner med höjd systemkapacitet för personbilstillverkning. Layouten är utarbetad för Saab-Scantias slutmonteringsavdelning i Trollhättan. Se vidare speciellt kapitel



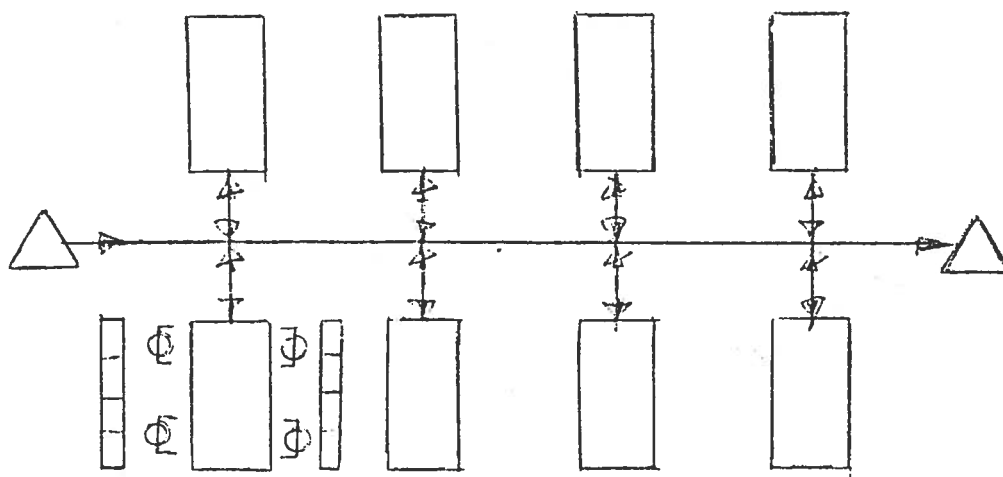
Figur 6.104 Volvo Kalmar.

Volvo Kalmarverken

Montering av personbilar sker i seriegrupper. Grupperna består av 15 - 20 operatörer. Bilarna transporteras på självgående vagnar. Vagnarna förflyttas stegvis typ transferline av en dator mellan arbetsplatserna. Grupperna kan välja mellan rak montering d v s följa med bilen inom lagområdet eller dockmontering d v s utföra hela arbetet på parallella stationer.

Den tekniska autonomin är bättre än vid line men eftersom bufferterna mellan lagen p g a kostnad för yta endast är två bilar, d v s 9 minuter är upparbetning begränsad. Bilen befinner sig dock inom gruppens område i ca 20 minuter vilket medför att om man arbetar snabbt så finns möjlighet till upp-arbetade pauser.

Den administrativa autonomin är låg och grupperna kallas produktionsgrupper eftersom de ej har målstyrning.

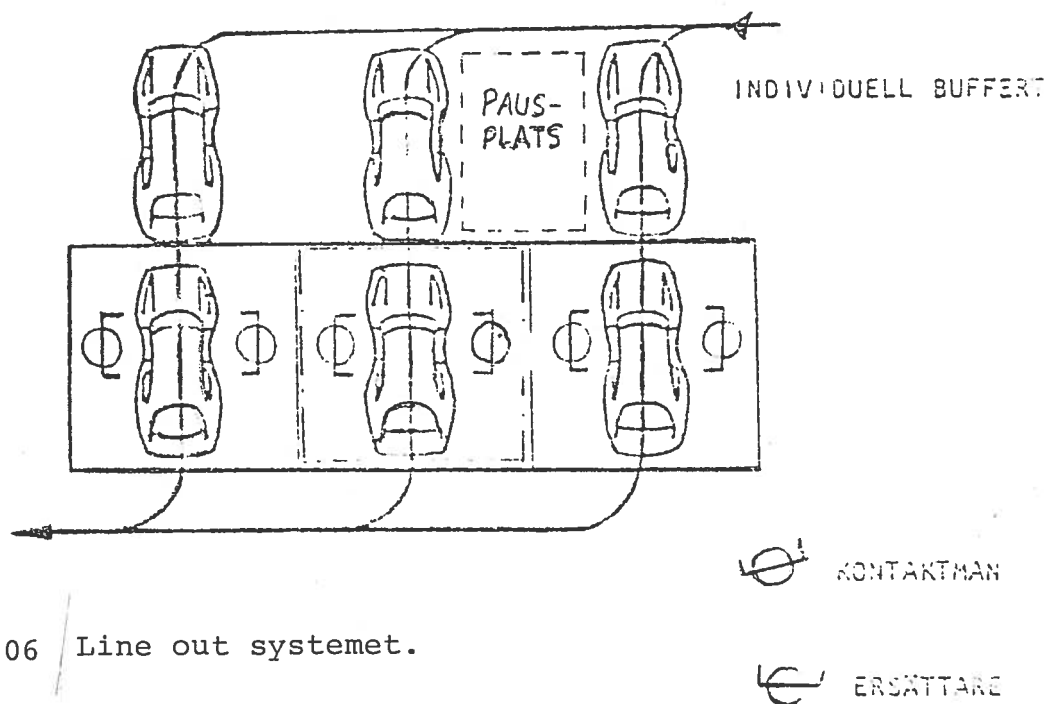


Figur 6.105 Layout Fiat.

. Fiat_Mirafiori_

Montering av personbilschassin i grupper om 4 man i parallella stationer. Självgående vagnar med paletter vilka laddats med större detaljer kommer till grupperna. Grupperna utför montering av hjulupphängning, kraftöverföring, motor etc. Efter monteringen går vagnarna till en avdelning där kaross och chassi skruvas ihop, därefter sker montering av övriga detaljer på line. Cykeltiden är 15 min, produktionshastigheten 55 bilar/tim. Buffert ca 1 tim före och efter grupperna.

Teknisk autonomi är hög men administrativ autonomi låg. Fiat har även 20 grupper för motormontering med 5 - 6 man per grupp. Uppgiften om dessa saknas.

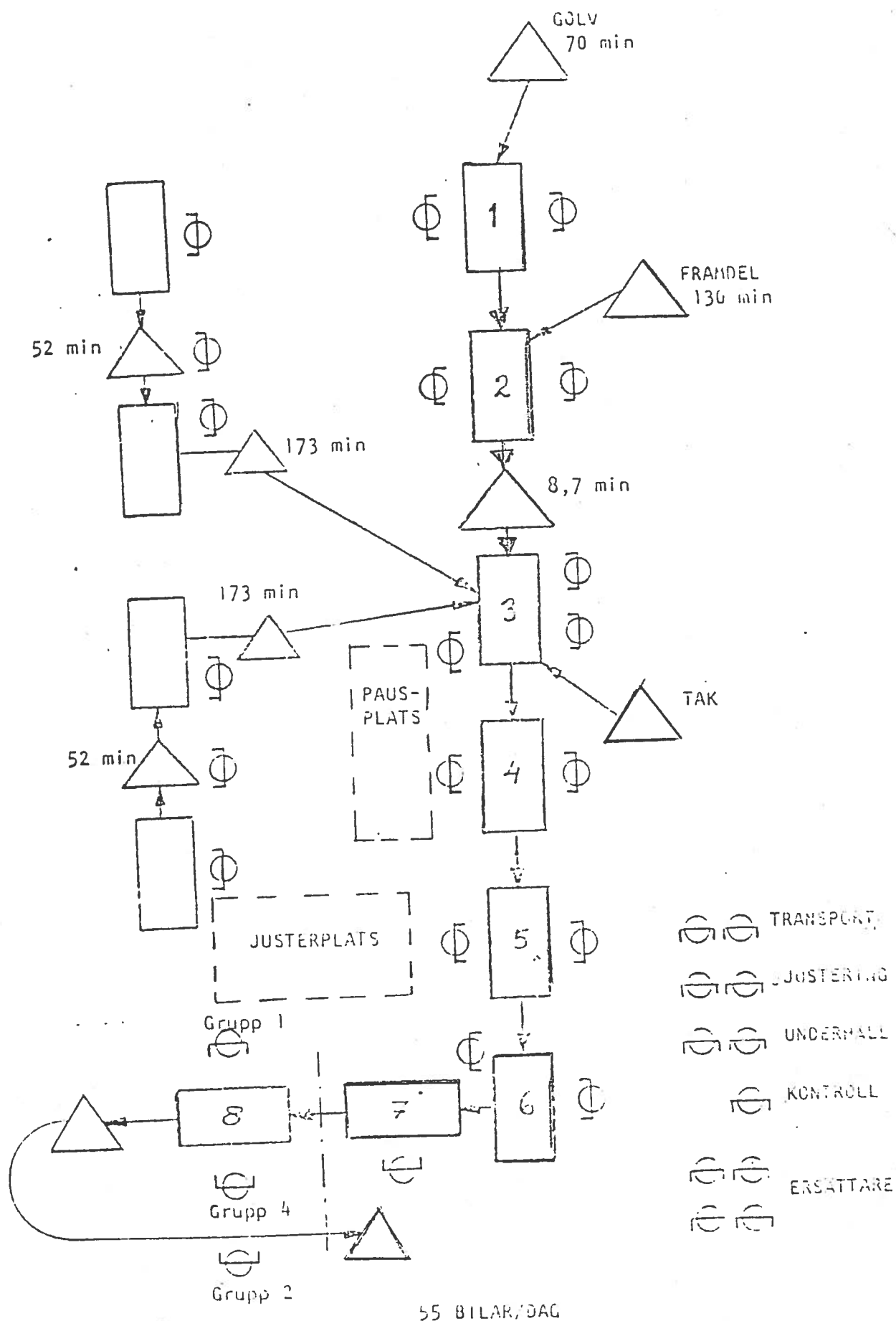


Figur 6.106 Line out systemet.

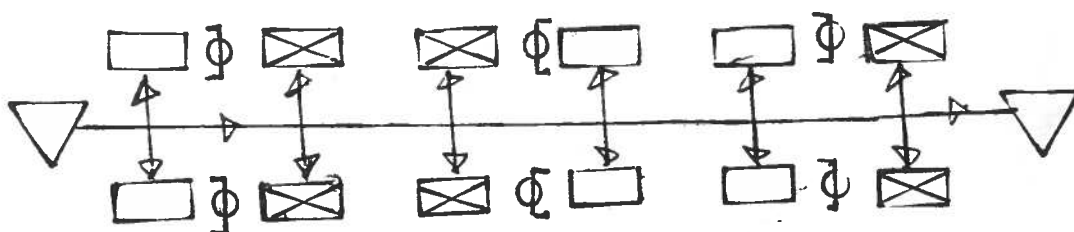
Saab-Scania Trollhättan

Vid Saab-Scania i Trollhättan har man manuella liner med mellanbuffertar för tillverkning av dörrar, motorhuvar och bagageluckor. Grupperna består av 4 - 10 medlemmar, är 10 till antal. De har hög teknisk och administrativ autonomi.

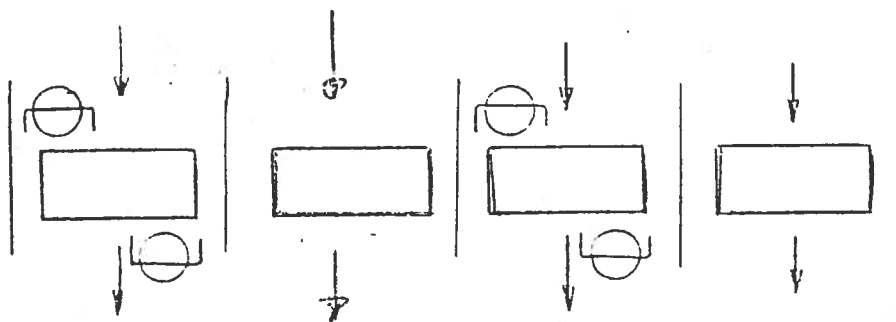
Karossen som är stillastående under hela arbetscykeln befinner sig på ett steglöst höj- och sänkbart lyftbord. Under arbetets gång kan de två operatörerna som arbetar på en kaross ställa in lyftbordet på lämplig höjd i förhållande till arbetsoperationen. En arbetsgrupp består av tre arbetsplatser med 2 operatörer på varje arbetsplats samt en kontaktman och en ersättare för sjukdom. Kontaktmannen producerar halva dagen och sköter resten av dagen kontroll, underhåll och förbrukningsmaterial.



Figur 6.107 Saab-Scania, Trollhättan, karossbyggnad av combi cuper.

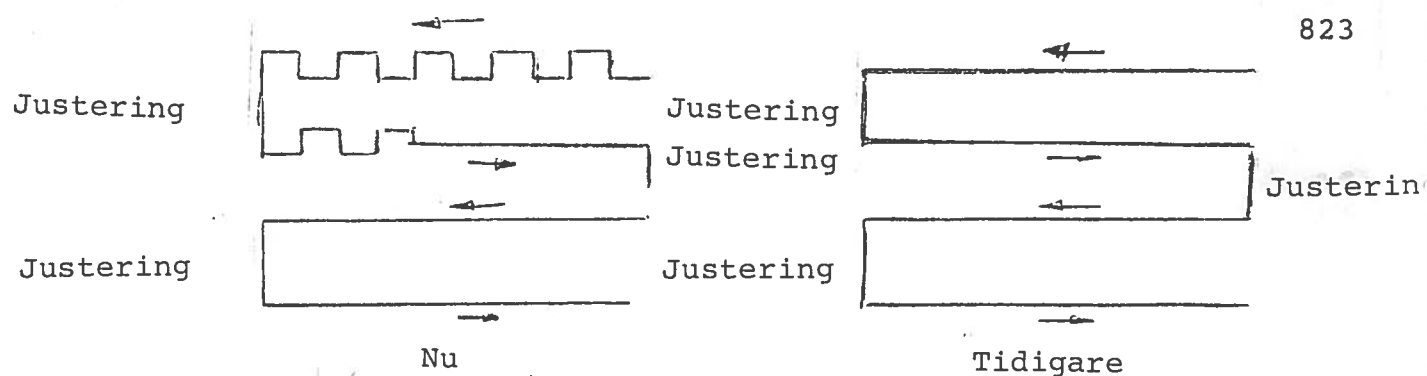


Figur 6.108 Svetsning av personalvagnskarosser, Saab-Scania, Trollhättan. Parallella stationer med höjd systemkapacitet. Karosserna förflyttas med slingstyrda automattruckar, vilka hämtar och lämnar objekt. Truckarna cirkulerar i en sluten slinga, hela tiden i samma riktning.



Figur 6.109 Färdigsvetsning och slipning av karossen ,Saab-Valmet
 , Saab_Valmet_Finland

Vid Saab Valmet har man försökt att utföra färdigsvetsning och slipning av karosser i parallella arbetsplatser i stället för på driven line. På grund av kulturella skillnader mot Sverige anser man att teknisk autonomi är eftersträfvansvärd men att administrativ autonomi är oväsentlig. Arbetet är indelat i lag om 2 man vilka har 45 min cykeltid och förfogar över två arbetsplatser totalt 20. När en kaross är färdig går de båda operatörerna över till den andra arbetsplatsen och börjar på en ny kaross. Den färdiga karossen kontrolleras av en kontrollant och ev fel justeras av någon av de två operatörerna. Buffertar på ca 1 tim finns före och efter arbetsplatserna. Bufferterna består av conveyers i taket. Nedtagning av karosser sker med en kombinerad lyftförflyttningssvagn som arbetsobjekthållare och kan höjas och sänkas enligt operatörens önskemål under arbetsoperationernas förlopp. Efter avslutad arbetsoperation och kontroll anknyts den färdiga karossen medelst lyftförflyttningssvagnen till nästa buffertconveyor som transporterar karosserna till monteringsplats för påhängning av dörrar, luckor och huvar. Efter slutkontroll transporteras karosserna till måleri medelst transportconveyor.



Figur 6.110 Monteringsverkstad Saab Valmet.

I monteringsverkstaden har man tagit bort en tredjedel av den drivna linan och ersatt denna med en kombination av korta manuella linor med mellanbufferts och undermontering. Arbetet utförs i grupper om 11 montörer. Buffert 30 min, cykeltid 6 min.

8 grupper, ingen rotation förekommer. Varje grupp kontrolleras av en kontrollant. Den tekniska autonomin har ökat men problem med fulla buffertar och skräp i materialställsfickorna samt dubbelt så stor yta som line har varit negativa erfarenheter. Systemet är ett seriegruppssystem.

Bosch använder sig av ett liknande system för kylskåpsmontage.

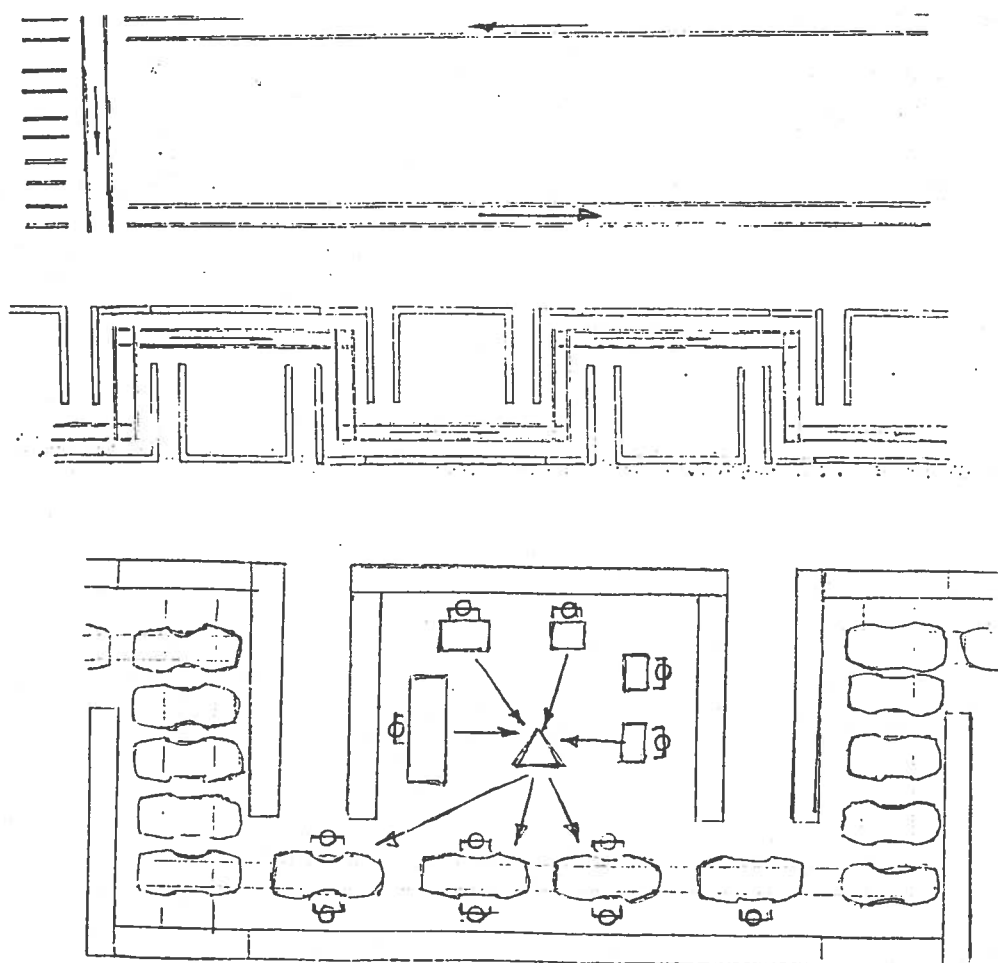
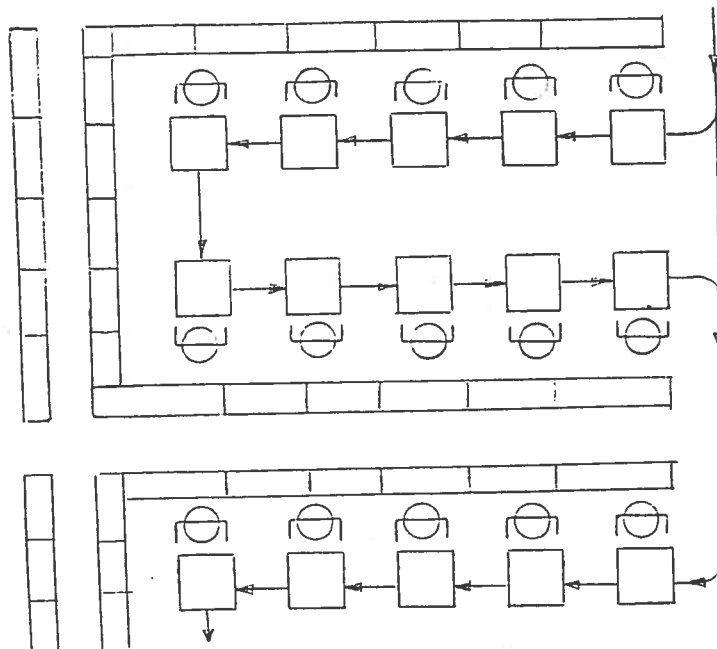


Bild 2.11 Saab Valmet, layout.



Figur 6.112 Layout Volvo BM Hallsberg.

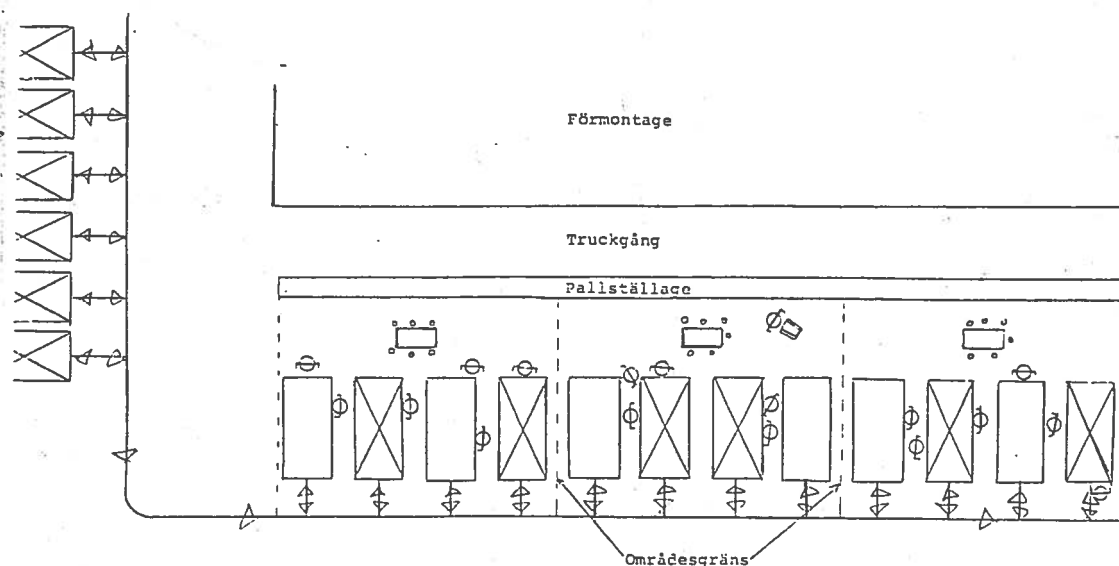
Volvo BM i Hallsberg

Hytter till traktorer, skogsmaskiner och entreprenadmaskiner svetsas och monteras i parallellgrupper. Gruppernas storlek varierar mellan 5 - 17 medlemmar, 8 grupper arbetar i svetsavdelningen och 8 grupper arbetar i monteringsavdelningen. Den tekniska autonomin är hög men den administrativa autonomin är låg. Cykeltiden varierar mellan 40 min till 3 tim. Transporter mellan avdelningen sker med självgående vagnar. Transport mellan arbetssektioner sker med telfer.

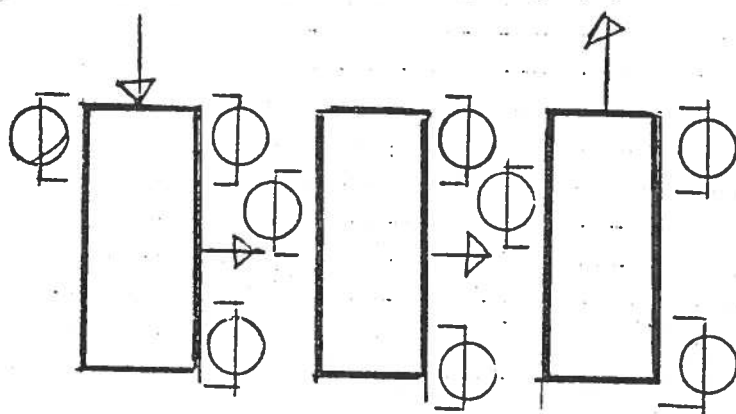
Materialhanteringen är starkt förenklad. De inkommande materialen sorteras på godstorg i hyttverkstadens båda ändrar och körs därifrån med truckar till pallställena i svets- och monteringsavdelningarna. Truckförarna lyfter även ned pallarna ur ställen till lagom plockhöjd.

Principen att förvara materialen runt omkring arbetsplatserna innebär en mycket förenklad hantering. Trots att det finns ca 4000 olika slags komponenter i omlopp sköts dessa uppgifter av endast 6 personer. Vid full produktion tillverkas 55 hytter om dagen. Antalet typer är nio. Till den största hytten, för lastmaskinen typ 1641, behövs ca 200 komponenter vid svetsningen och 400 vid monteringen.

*Jam har man
slängt ut*



Figur 6.113 Alternativ layout till slutmontering avdelning Saab-Scania, Trollhättan. Systemet består av 10 sub-system enligt ovan, där grupper av 6 montörer arbetar på 4 parallella vagnar, cykeltid 15-20 minuter beroende på variant. Se vidare annorstädes i denna rapport.



Figur 6.114 Volvo Buss i Borås består av fyra sk dockor för slutmontering av busschassin. Montering i dockan är uppdelad i tre steg. Tre montörer är verksamma på chassit samtidigt.

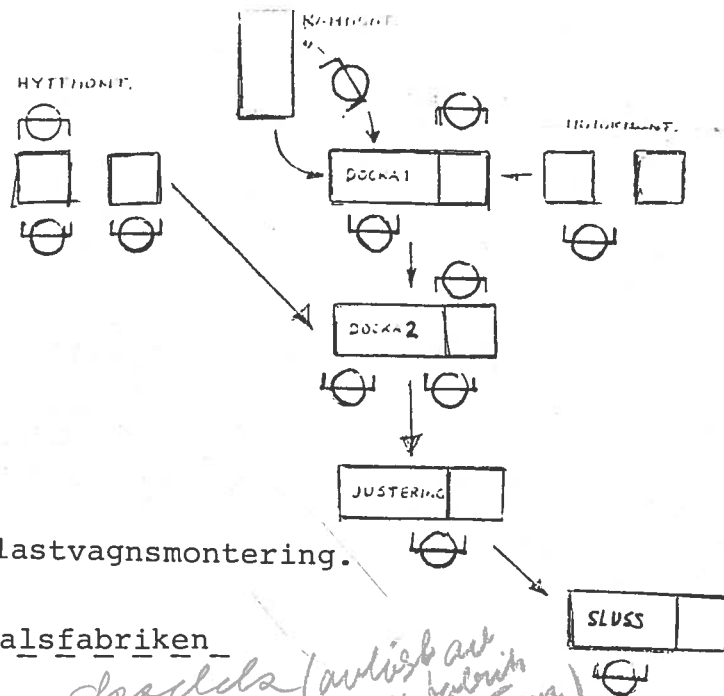


Fig. 6.115 Volvo Arendal, lastvagnsmontering.

Volvo Arendalsfabriken

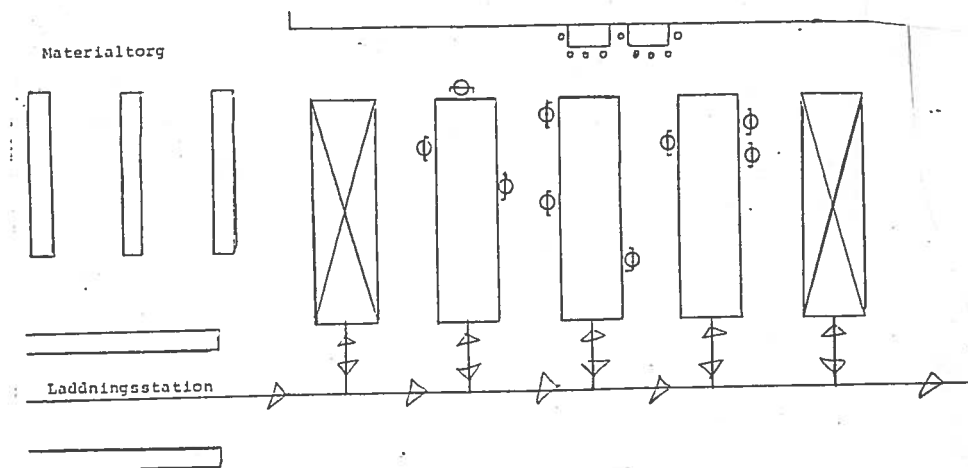
Vid Arendalsfabriken sker montering av lastvagnar av typ F 89. Dessa monteras ihop av grupper i skilda monteringsavsnitt. Monteringen sker på fasta monteringsställena. Monteringen sker i 4 avsnitt, hytt- och motormontering, docka 1 och docka 2. Cykeltiden är 4 tim. Vid docka 1 placeras först axlarna om luftkuddeburna chassieslädar och ramen sänks ner och monteras på. Ramen står på en vagn och lyfts med hjälp av en luftkuddeburen telferbock. Motorn lyfts även den på med telferbocken och andra detaljer monteras på.

När arbetet i docka 1 är färdigt flyttas telferbocken undan och chassiet flyttas på sina luftkuddeburna chassieslädar till docka 2. Hytten monteras på i docka 2. Den lyfts över chassiet med hjälp av telferbocken. Montering av vissa utrustningsdetaljer sker här och bland det sista monteras hjulen på. Därefter transporteras vagnen till justering och därefter till den s k slussen där bränsle och olja påfylls i slussen sker också driftskontroll. Transporten sker med truck.

Materialställ och övrig kringutrustning har försetts med hjul för att få så stor flexibilitet som möjligt och för att det skulle vara lätt att "möblera om".

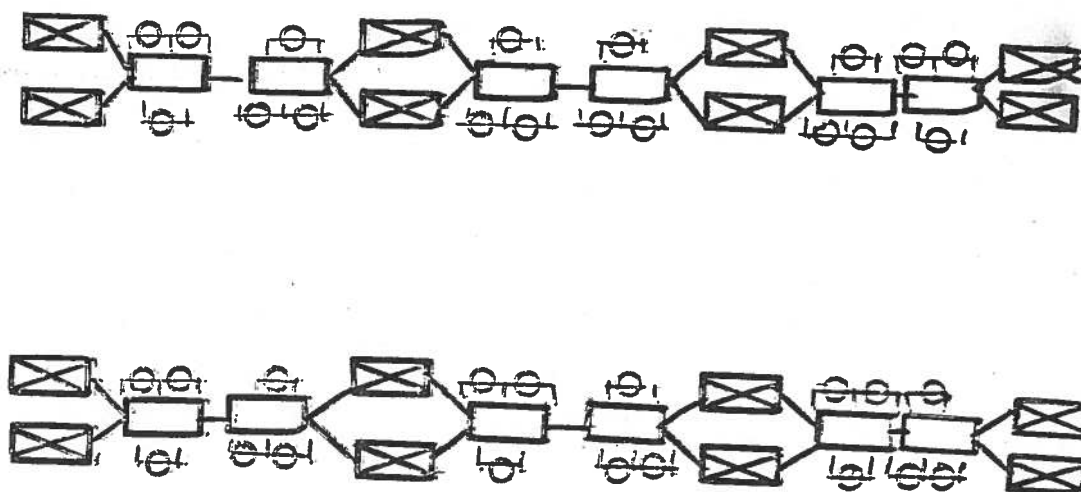
Material och delar som behövs för dagen ligger runt de olika monteringsplatserna. De hämtas dit från ett större materialtorg, också detta beläget inom lokalen.

Grupperna består av 12 man. Till detta kommer 1 lagbas, 1 kontrollant och 1 materialhanterare. Den tekniska autonomin är hög men den administrativa autonomin är begränsad. Tillverkningen vid Volvo Arendal är numera nedlagd.

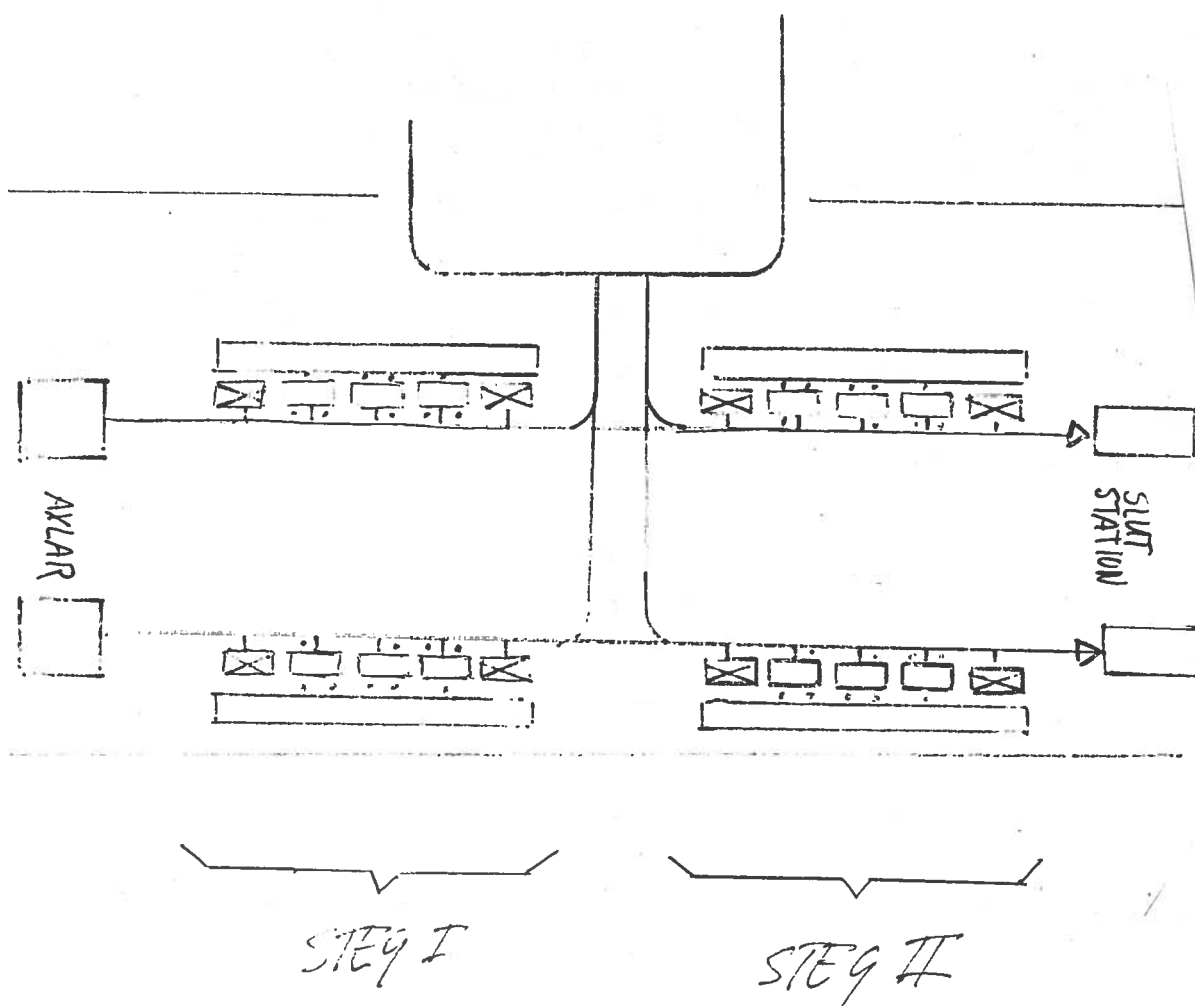


Figur 6.116 Alternativt bussmontagesystem, detta system är sådant att bussen kan stå stilla hela tiden och montörerna successivt går från ~~lastbil~~ *Chassis* till ~~lastbil~~ *Chassis* efter ett par timmars montering.

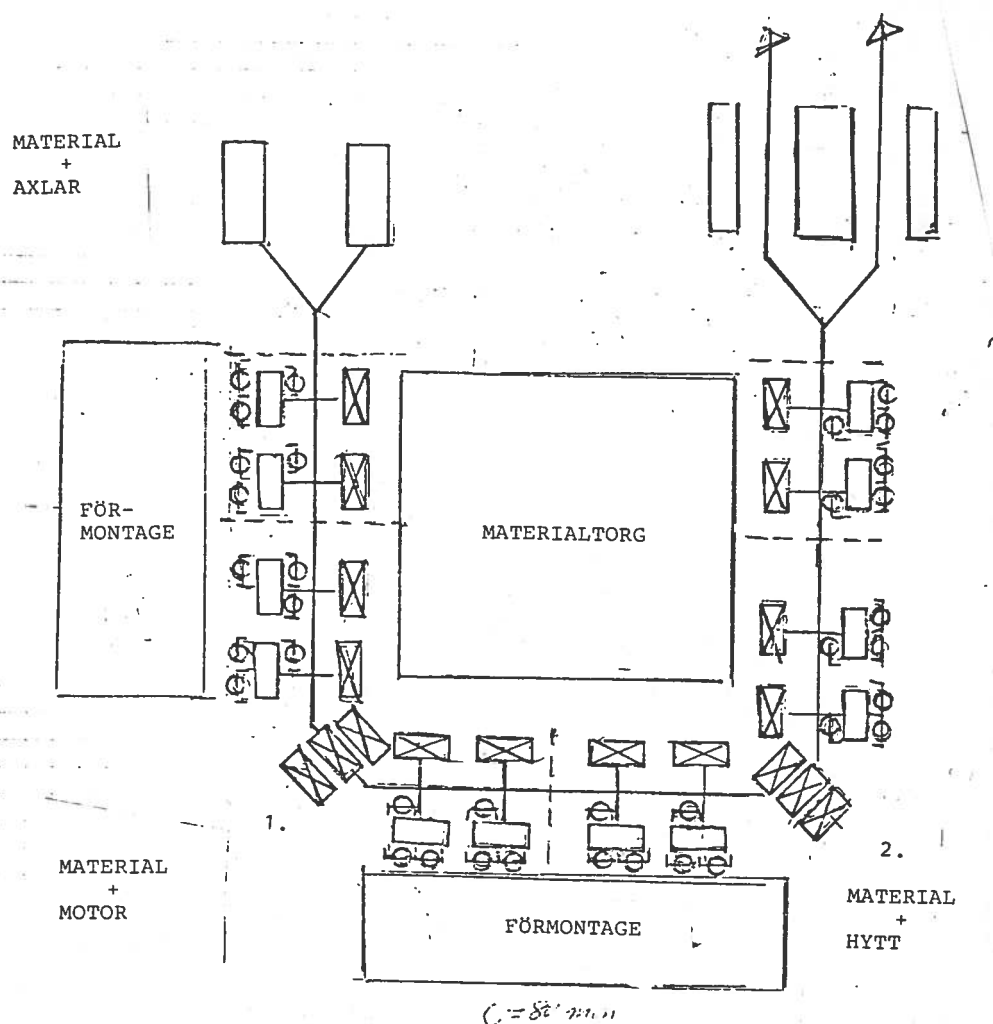
Det tunga materialet laddas på den självgående vagnen av montörerna på en speciell laddningsstation, där ram, axlar och motor lyfts på. Mindre material hämtas med en manuell vagn av montörerna vid ett annat förråd. Materialet hämtas satsvis.



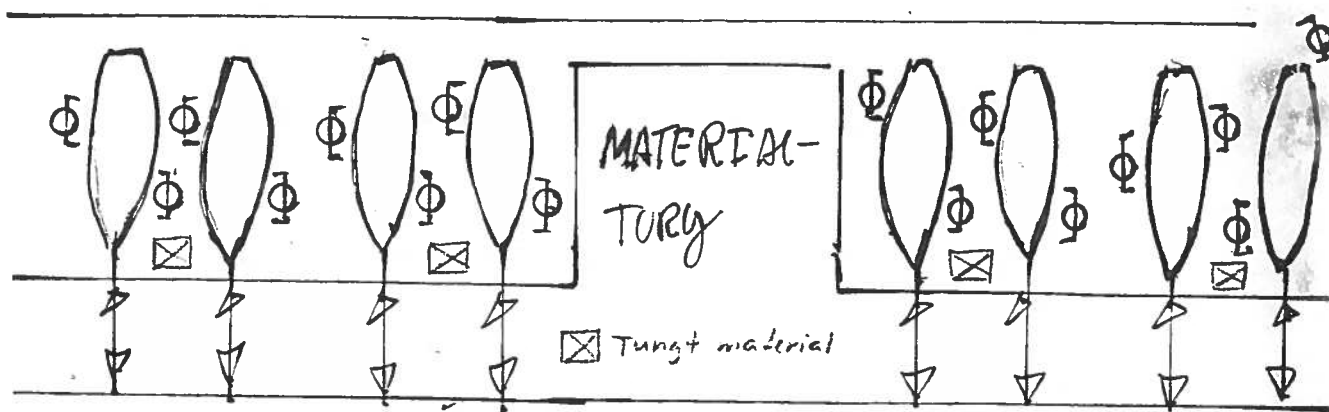
Figur 6.117 Volvo lastvagnsfabrik i Tuve, Göteborg, bestående av två liner med mellanbufferts. Före och efter linerna ligger parallella axelmontage stationer och slutstationer för olja och bensinpåfyllning. En längst linerna varierande fördelningstid har diskuterats, så att de senare stationerna kan kompensera för en i slutet högre sekvensbundenhet i konstruktionen, vilket förhindrar att systemen "korkas igen". Cykeltiden är 40 minuter.



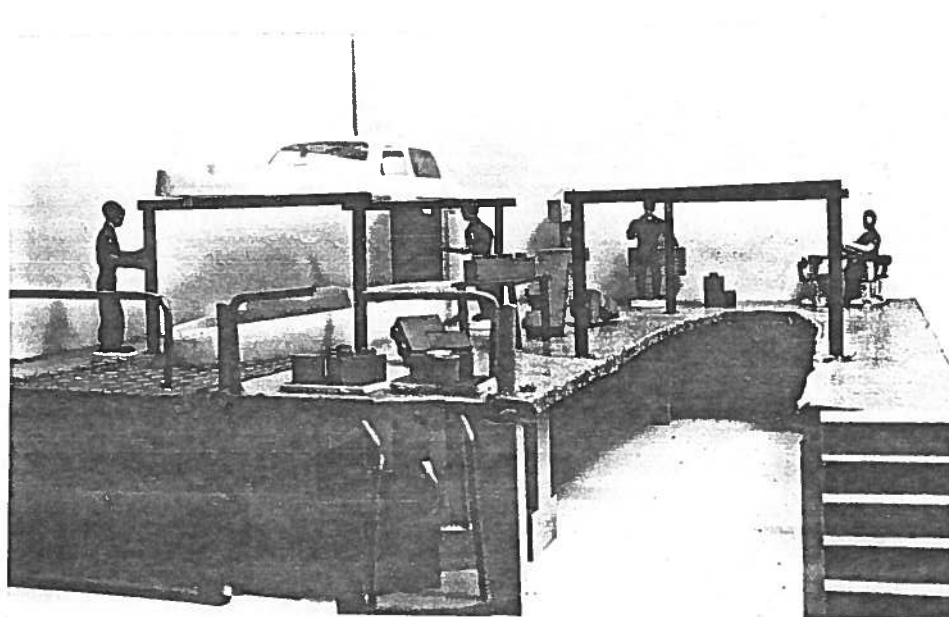
Figur 6.118 Alternativ layout till Volvos lastvagnsfabrik, Tuve, där i befintlig lokal med bibehållen placering av axel-, hytt-, förmontage- och slutstationer. Lastvagnarna byggs i två parallella system, i två steg, där motorn förs in parallellt till steg 1 där 3 operatörer arbetar på ett chassi. Lastvagnshytten giftes mellan stegen. Inom varje steg finns två extra buffertobjekt för att medge utjämning. Cykeltid 120 minuter.



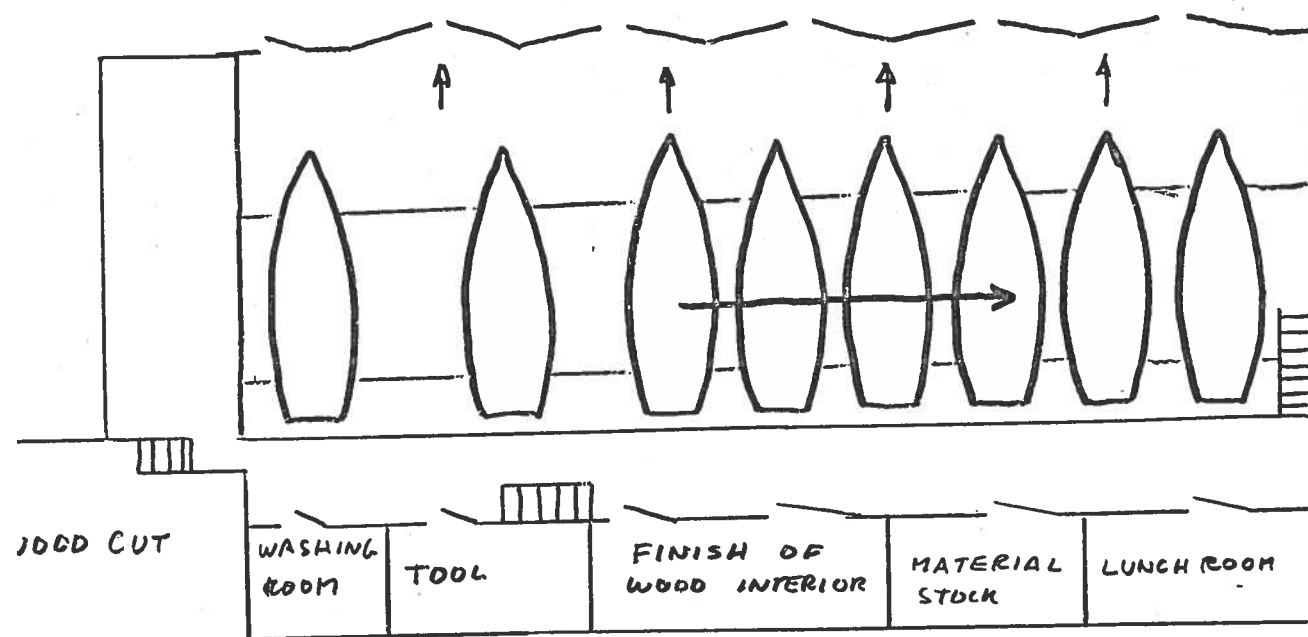
Figur 6.119 Ovanstående layout visar alternativ till Volvos Tuvefabrik för lastvagnar. Lastvagnen monteras i tre steg med parallella monteringsstationer, där varje monteringsgrupp om tre operatörer har två objekt att montera på.



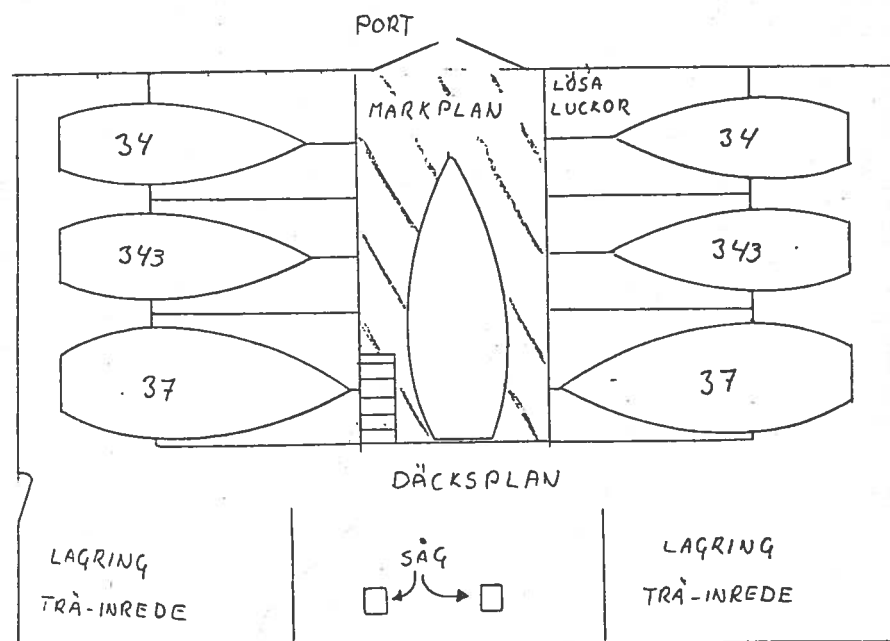
Figur 6.120 Montering av havskryssare, Albin Marin AB, Kristinehamn. Båten, Albin Express, monteras i parallella stationer med två operatörer på varje båt. Cykeltiden är 12,5 timmar. Systemet är utvecklad av ~~extra~~ produktionstekniker från Saab-Scania, Trollhättan. De var där delaktiga i projektering av "Line-ouren" (den parallelliserade karossvetningslinen).



Figur 6.121 Modellbygge på montagesystem för Albin Express.



Figur 6.122 Comfortbåtar AB, Arvika, monterar havskryssare i ett serieuppbyggt kollektivsystem. 9 operatörer arbetar gemensamt på 8 båtar. Här produceras även halvfabrikat, vilka drages ut sidledes. Cykeltid varierade mellan 5-30 timmar/montör.



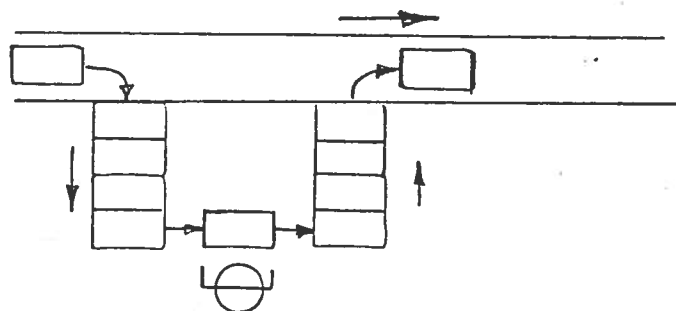
Figur 6.123

Najadvarven AB, Orust, 9 operatörer bygger en havs-
kryssare, med en cykeltid varierande mellan 14-104
timmar/montör.

Tysk .industri

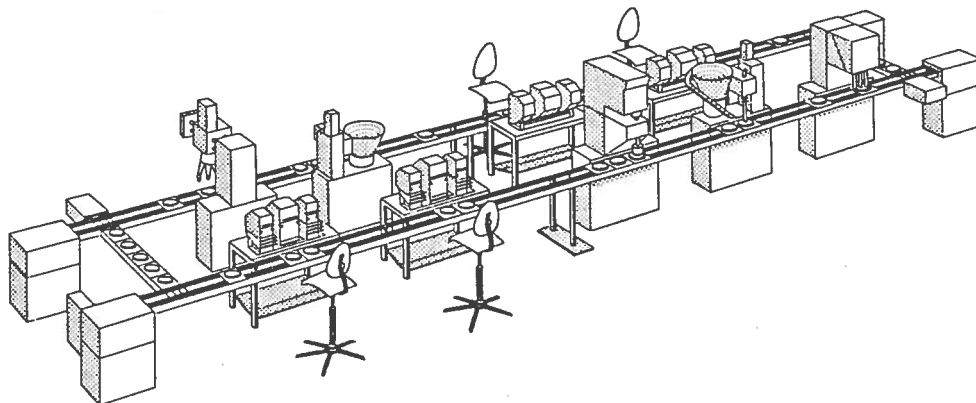
Inom tysk bilindustri har flera försök till alternativ montering genomförts. Endast i ett fall har man ersatt en större line för slipning av lastbilshytter med parallella stationer och cykeltiden 60 - 90 min (Daimler-Benz). I övriga fall har det rört sig om mindre förmonterade objekt som tidigare monterats på line men som nu monteras som enskilda arbeten. Där så är möjligt har man använt sig av arbetsrotation. Nedanstående exempel är tagna ur "Gestaltung der menschlichen Arbeit Beispiele aus der deutschen Automobilindustrie" (1976) och "Handbuch der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation (1980).

En vanlig form att ändra linemontering i Tyskland är att montera objektet vid sidan av linen enligt nedanstående figur. Systemet används bl a vid montering av Bosch tändfördelare. I Sverige används system^{et} vid montering av Husqvarna Symaskiner.



Figur 6.124 Montering av tändfördelare.

Flexibles Montagesystem in verschiedenen Baugrößen, vor allem in der Klein- und Mittelserie.

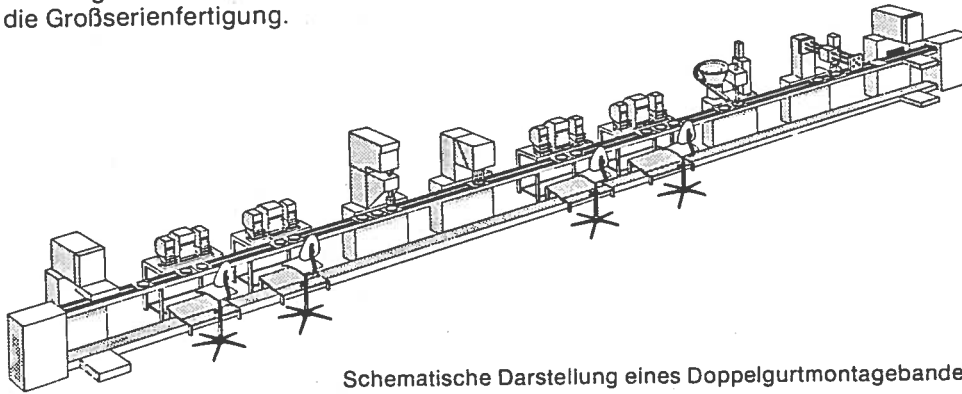


Schematische Darstellung eines Umlaufsystems, aufgebaut aus Baueinheiten des Doppelgurtmontagebandes.

Die Werkstücke befinden sich im Umlauf und bilden einen Puffer. Die Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte kann der Liefersituation angepaßt werden (1, 2 oder 4 Mitarbeiter), da die Werkstücke bis zur Fertigstellung mehrmals umlaufen können.

Figur 6.125

Vielseitig einsetzbares Montagesystem in verschiedenen Baugrößen, vor allem für die Großserienfertigung.

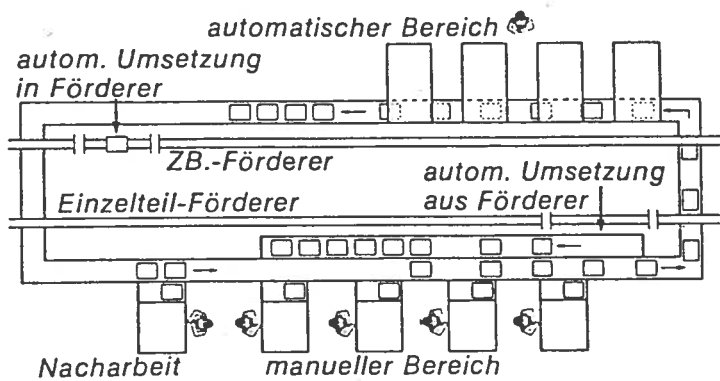


Schematische Darstellung eines Doppelgurtmontagebandes.

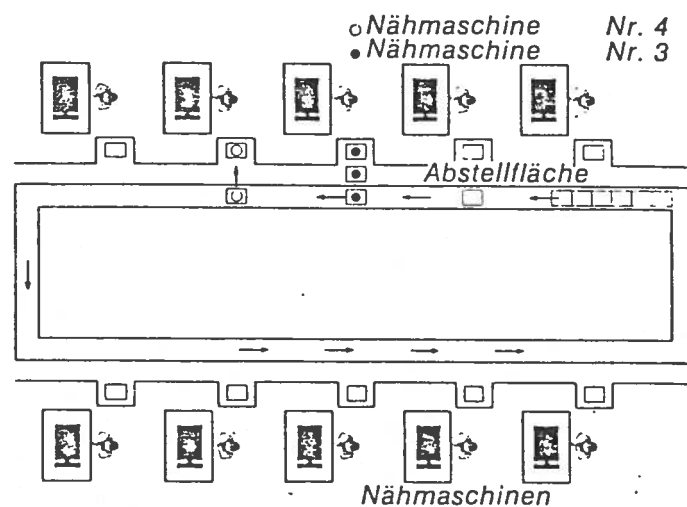
Die Montage erfolgt auf Werkstückträgern, die auf zwei stetig umlaufenden Gurten lose aufliegen und transportiert werden.

Es ergibt sich eine Verringerung der Nebenzeiten an Handarbeitsplätzen durch die Beibehaltung der einmal hergestellten Lage des Werkstückes.

Durch die Kombination von Handarbeitsplätzen und Automatikstationen ist ein stufenweiser Aufbau möglich. Die Verkettung der einzelnen Arbeitsstationen ist lose.

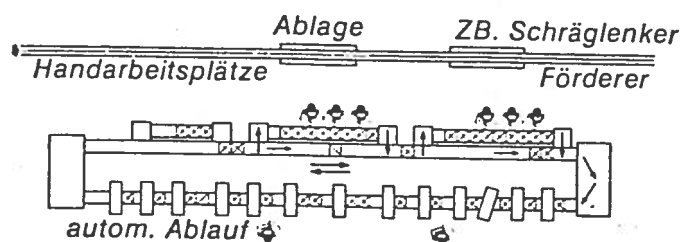


Neugestaltung der Ausgleichsgetriebe-Montage

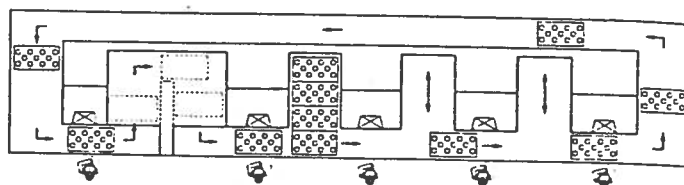


Figur 6.126

Schematische Darstellung der Näherei



Schräglenker-Montage, neu gestalteter Ablauf



lose verkettete Einzelarbeitsplätze
Puffer 100 Werkstücke

Montage von Kleinmotoren

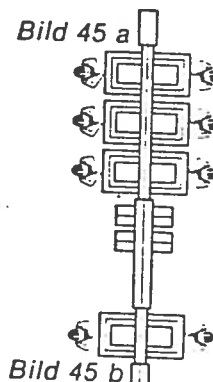
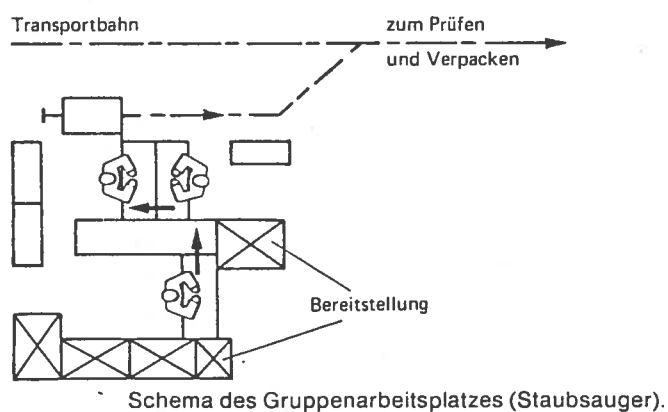
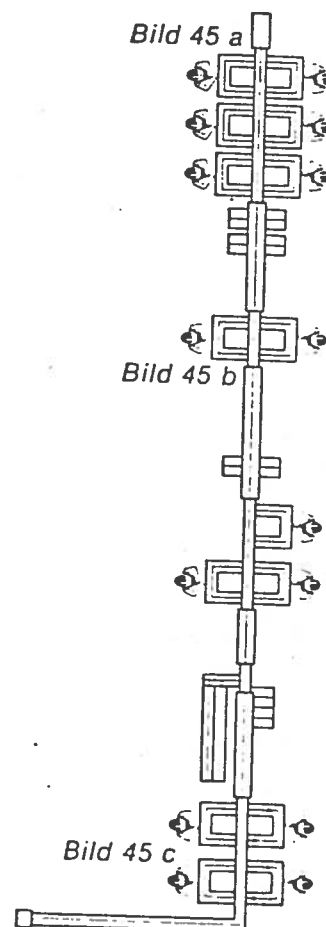
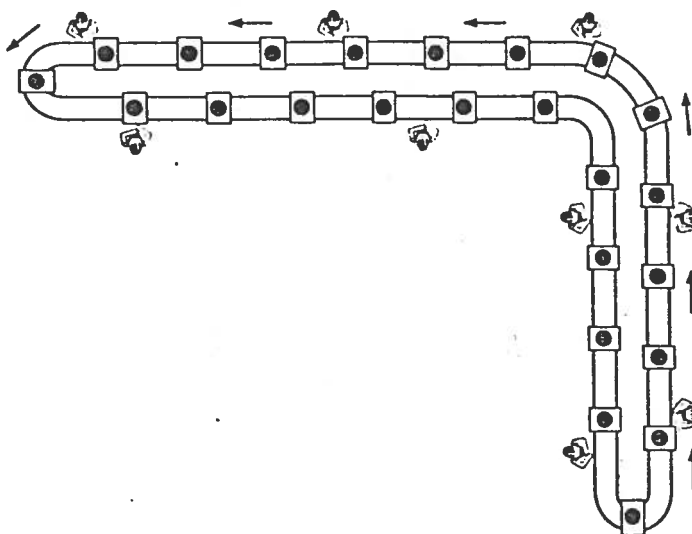


Bild 45 b



Montage von Zylinderköpfen

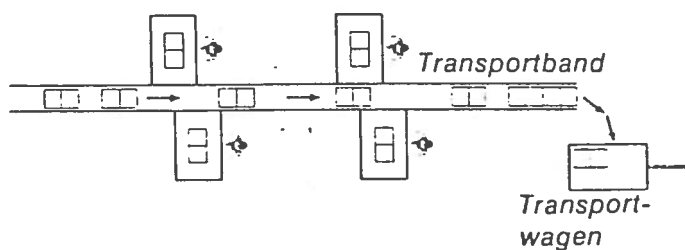
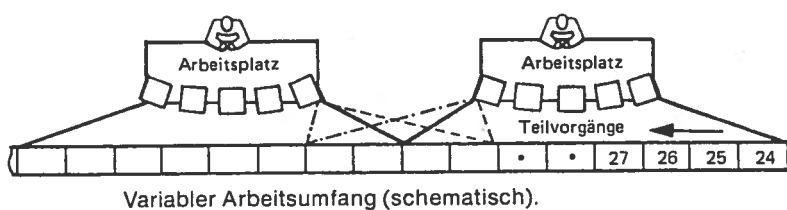
Figur 6.127 Tyska monteringsystem.



Montage von Federbeinen

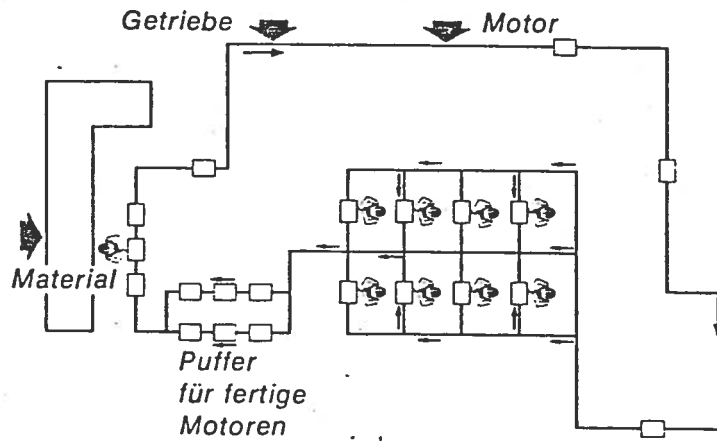
Montage von Autoradios.

Die Arbeitsplätze mit variablem Arbeitsumfang sind dadurch gekennzeichnet, daß bei entsprechender Gestaltung des Arbeitssystems dem Mitarbeiter die Möglichkeit gegeben wird, Tätigkeiten eines Nachbararbeitsplatzes im Arbeitsprozeß zu erlernen und bei Bedarf zu übernehmen.

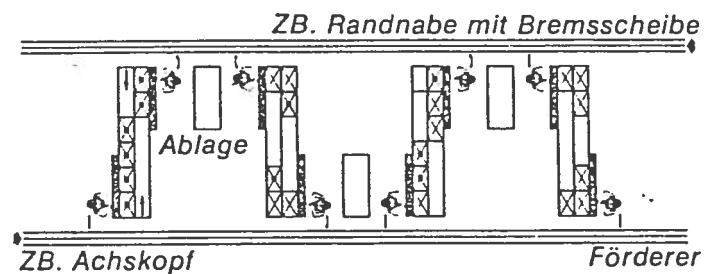


Einzelarbeitsplätze (neu gestalteter Montageablauf) Heizkammer

Figur 6.128



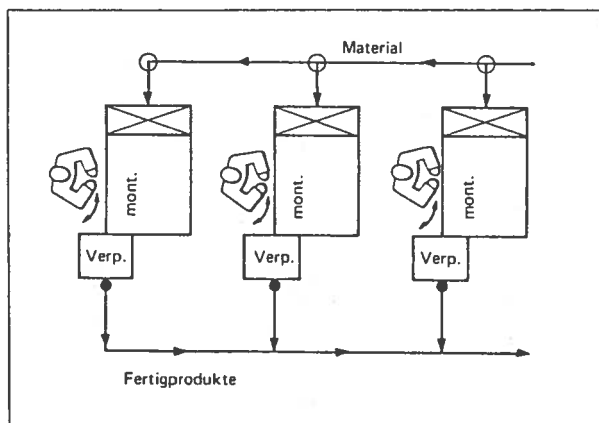
Geplanter Ablauf für den Zusammenbau von Motor und Getriebe



Neu gestalteter Ablauf der Achskopf-Montage

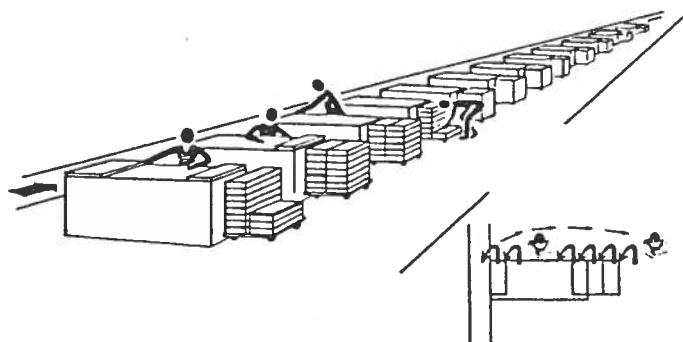
Der Mitarbeiter führt heute alle nachstehenden Arbeiten komplett aus,

- Disposition und Bereitstellen des benötigten Materiales,
- Montage des Rasenmähers,
- Prüfung der Motorkompression sowie allgemeine Prüfungen,
- Justage der Stellteile und
- Verpacken.

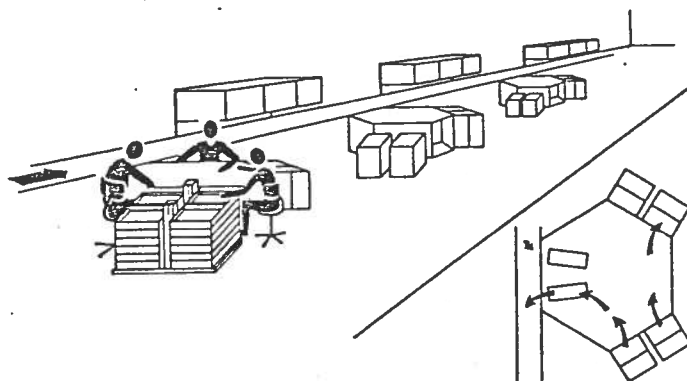


Layout im Neuzustand (Arbeitsgruppe aus drei Mitarbeitern).

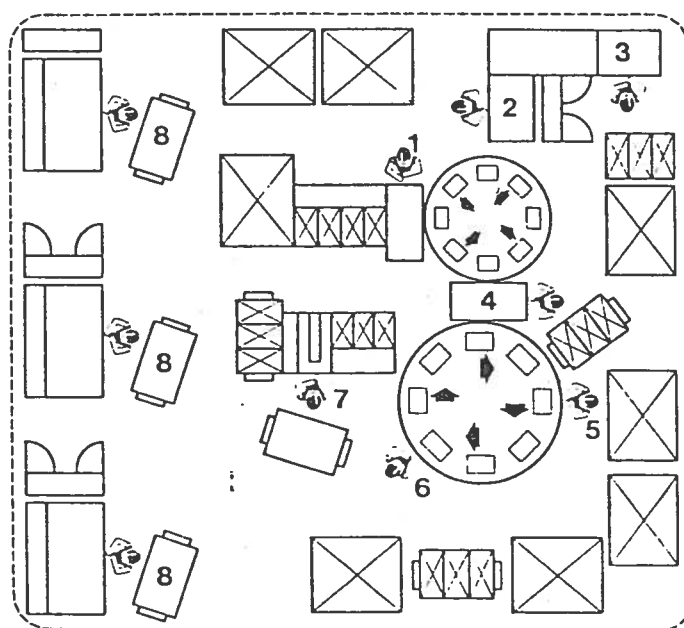
Figur 6.129 Gräsklippare och strövagn (trädgård).



Kontrollarbeitsplätze von Schrauben- und Kettenrädern

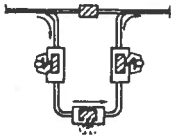
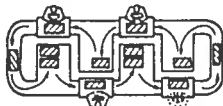


Neu gestaltete Kontrollarbeitsplätze



Anordnung der Arbeitsplätze für die Montage der Wasserpumpe (Anordnungsschema)

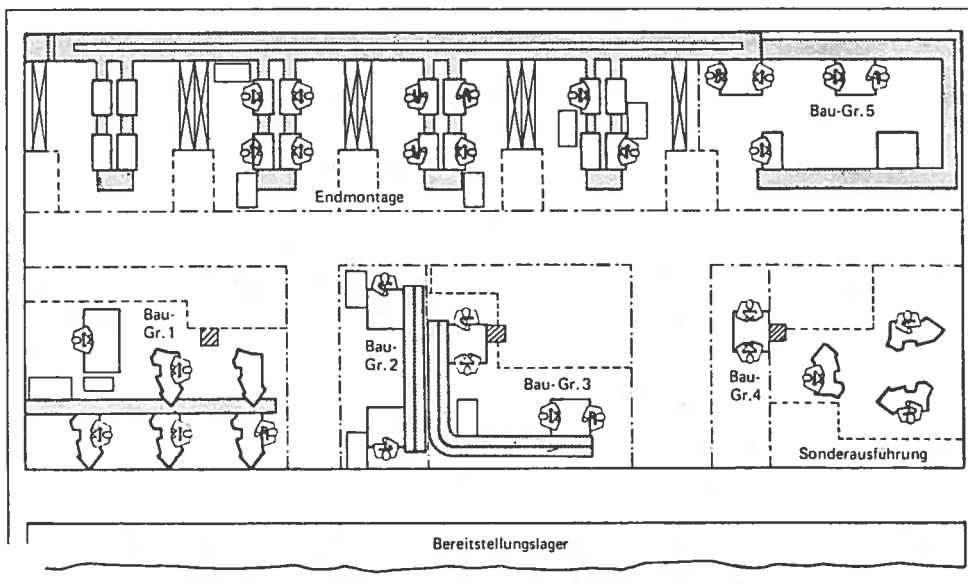
- Arbeitsplatz 1: Lager und Dichtring aufpressen
- Arbeitsplatz 2: Flügelrad aufpressen
- Arbeitsplatz 3: Flügelrad vormontieren
- Arbeitsplatz 4: Nabe aufpressen
- Arbeitsplatz 5: Lagergehäuse auf Wasserpumpen-Gehäuse schrauben
- Arbeitsplatz 6: Riemenscheibe aufschrauben
- Arbeitsplatz 7: Thermostat und Deckel montieren
- Arbeitsplatz 8: Wasserpumpe prüfen

Nr.	Arbeitssystem	Kurzbeschreibung	mittlere Speicherkap. (Minuten)
I		Doppelgurtmontageband Ein ständig umlaufendes Doppelgurtband transportiert die Werkstückträger mit den Werkstücken von Arbeitsstation zu Arbeitsstation.	1,5
II		Einzelplätze verbunden durch Speicher Die Arbeitsplätze sind durch Speicher entkoppelt.	7
III		Doppelgurtmontageband mit Speicher Die Arbeitsplätze sind an einem Doppelgurtband durch Speicher entkoppelt.	7
IV		Parallelarbeitsplätze an einer Bahn Parallelarbeitsplätze sind an einer Transportbahn angeordnet.	7
V		Gesamtmontage am Einzelarbeitsplatz Ein Erzeugnis oder eine Baugruppe wird von einem Mitarbeiter an einem Arbeitsplatz komplett montiert.	beliebig
VI		Nebenschluß-Montageinseln Werkstückträger laufen im Hauptfluß um und werden bei Bedarf über Weichen in die Montageinseln eingeschleust.	7
VII		Umlaufsystem Die Mitarbeiter sitzen an einem in sich geschlossenen Verkettungsmittel.	1,5
VIII		Umlaufsystem mit Schleifen Die Arbeitsplätze an einem Umlaufsystem sind durch Speicher entkoppelt.	7
IX		Bewegliche Werkstückträgermagazine Mehrere Arbeitsplätze sind an einem Linienzug angeordnet. Das Werkstückträgermagazin kann über Schienen zum nächsten Arbeitsplatz gefahren werden.	entspr. 1 Magazin

Alternative Arbeitssysteme für die Endmontage des Scheinwerfers.

Im Werkstatt-Layout sind die Arbeitssysteme veranschaulicht, die sich auf Grund der Bewertung für jeden Montageabschnitt (Baugruppe) als „optimal“ herausgestellt haben (Abb. 132).

Es gelang dabei, allen Randbedingungen gerecht zu werden, so daß in diesem Fall der Realplan nahezu gleich dem Idealplan ist. Es mußten lediglich die Rollbahnen der Arbeitssysteme von Baugruppe 3 und Baugruppe 5 abgewinkelt werden, um mit der zur Verfügung stehenden Fläche auszukommen.



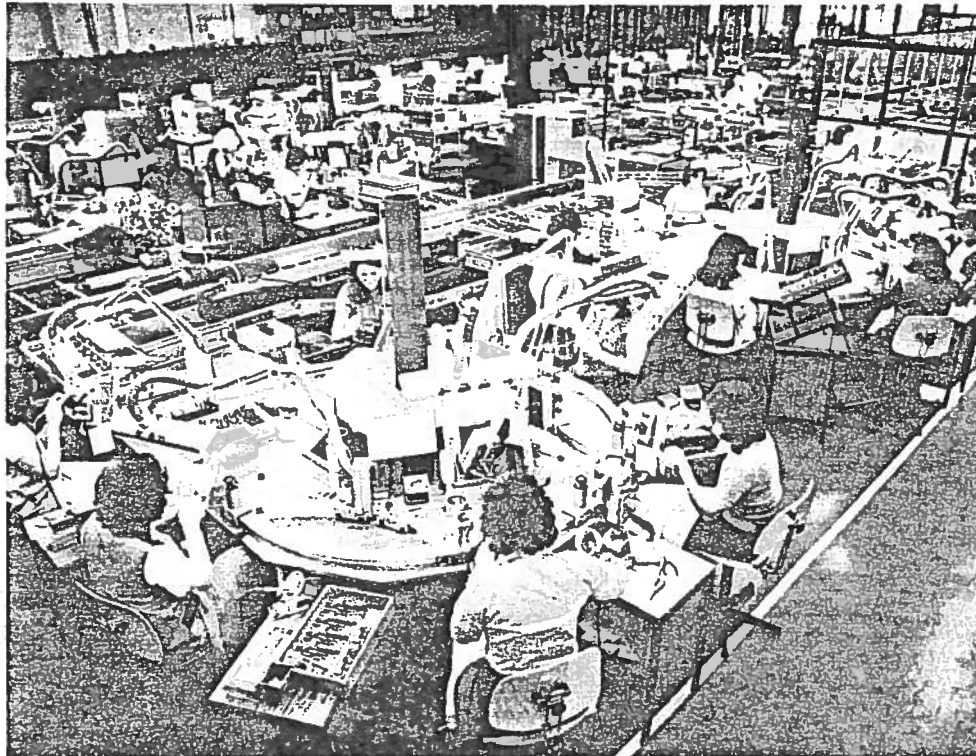
Figur 6.131

Werkstatt-Layout für die Montage des Scheinwerfers.

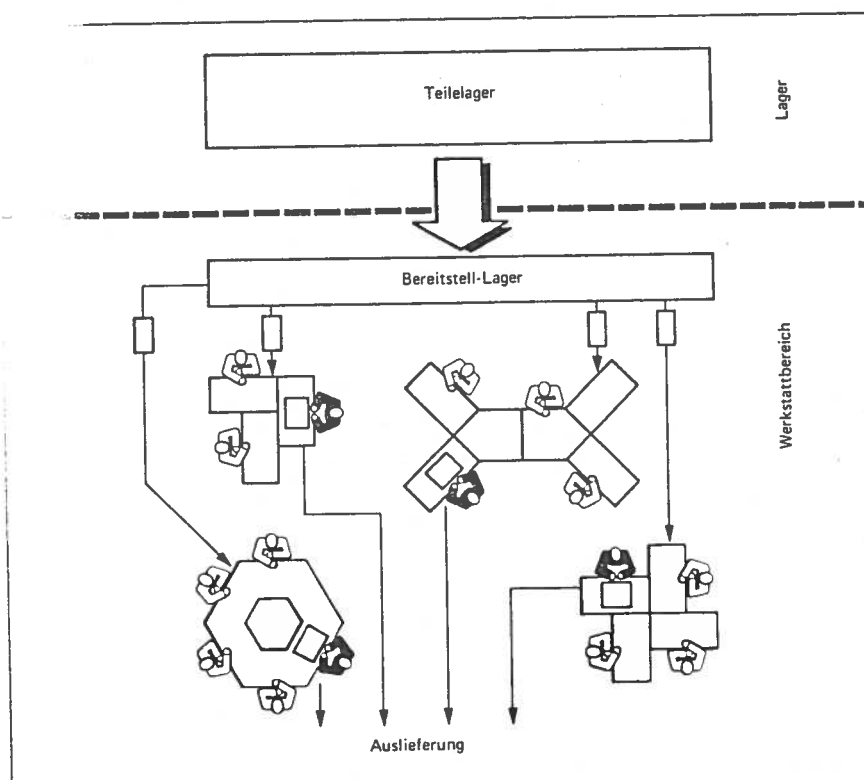
Anzahl der Arbeitsplätze: 6 Mitarbeiter je Gruppe.

Die sechs Arbeitsplätze einer Gruppe sind um einen Rundtisch herum angeordnet, der einen guten Sicht- und Sprechkontakt ermöglicht. Die Materialzuführung erfolgt über ein an den Rundtisch angeflanshtes Transportband.

Die an Montageträgern befestigten Relaischienengehäuse werden nach Erledigung eines Teilvorgangs zum nächsten Arbeitsplatz weitergeschoben. Zwischen den Arbeitsplätzen gibt es Speichermöglichkeiten (sog. Abstellgleise), die über Weichen zu belegen sind. Die Speichergröße ist so bemessen, daß ein Gruppenmitglied kurzzeitig den Arbeitsplatz verlassen kann.



Anordnung einer Arbeitsgruppe an einem Rundtisch.

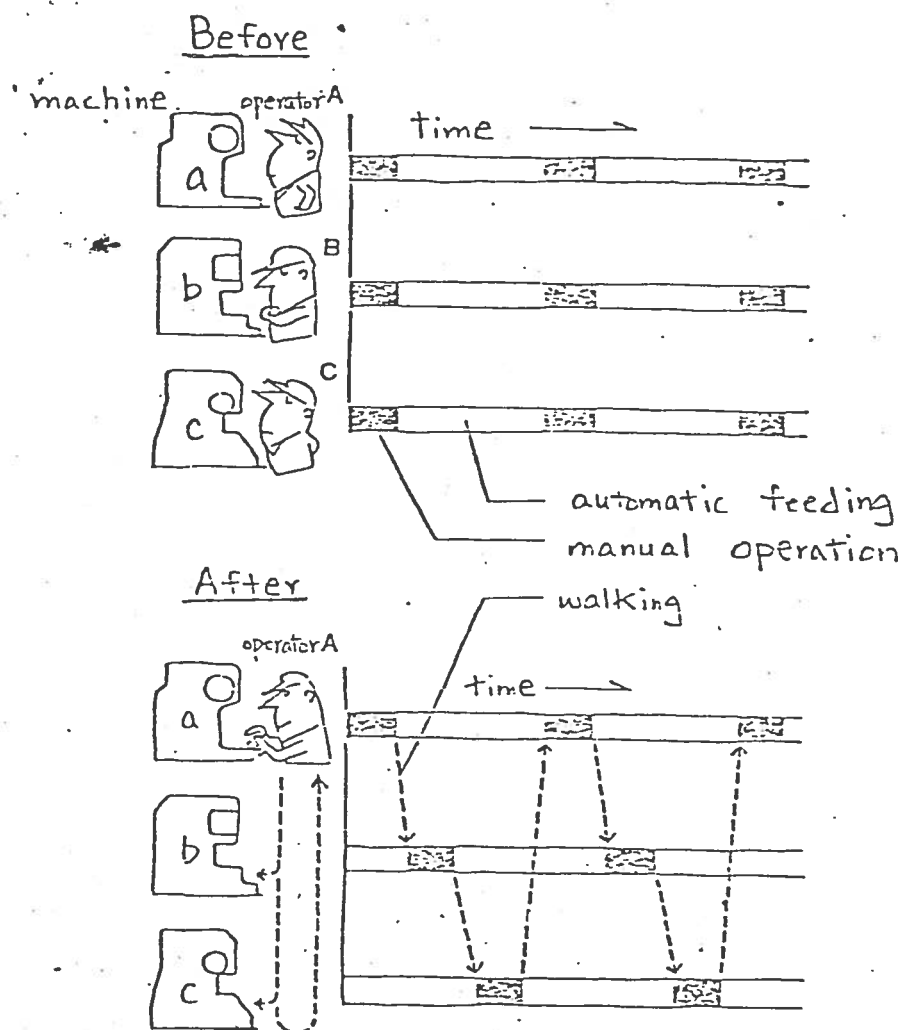


Schematischer Montageablauf (nach der Umstrukturierung). pneumatischen Regelgeräten

Japansk produktionsstyrning - "Pullsystem" och Kanbansystem.

Japansk produktionsstyrning skiljer sig från västerländsk genom att pullsystem används istället för pushsystem. Med pullsystem menas att den slutgiltiga produkten styr föreliggande arbetssteg. Pushsystem fungerar motsatt och innebär att materialet från första arbetssteget trycks igenom produktionssystemet. Material requirement planning (MRP) är ett pushsystem medan det i Japan ofta förekommande Kanbansystemet är ett pullsystem. Kanban bygger på följande tre huvudidéer:

- 1 Konstant produktionsvolym efter minimal erforderlig produktionskvantitet. Detta kräver korta ställtider och produktorienterad layout.
- 2 "Just-in-time produktion" ger minimum av produkter i arbete. Här används materialstyrning med cirkulerande kort (dessa kort kallas Kanban) som administreras manuellt av operatörerna. Flera olika typer av kort existerar och de sänds bakåt i produktionsprocessen. Integration av för- och slutmontage i samma arbetsgrupp är vanligt förekommande. Upparbetning är inte tillåten utan konstant arbetstakt eftersträvas. Det tar ca 6 månader att avvänja operatörernas naturliga strävan mot upparbetning.



Figur 6.133 En arbetare är engagerad i andra maskiner medan maskinen arbetar. (Just in time production).

3 Punktvis automation med stopp (self-stop automation) omfattande:

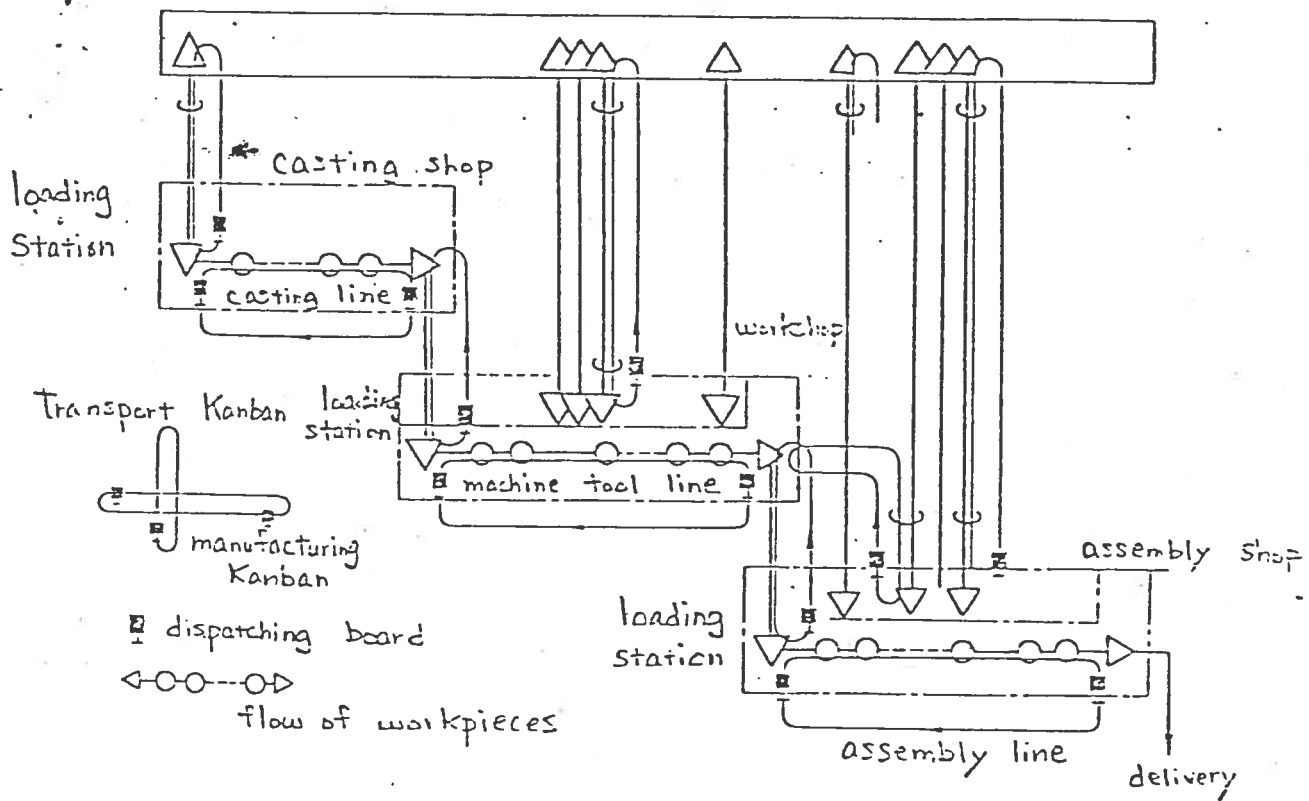
- att vid fel stoppar samtliga maskiner, vilket innebär att operatörerna koncentrerar sig på felåtgärder och onödiga materialvolymmer ej byggs upp.
- Operatören ser på maskinen att den står still (ögonblicks kontroll).
- Maskinen stannar självant efter stopp, retur till utgångsläge.
- Operatörer vid slutmontage har två knappar. En att förvarna med (jag hinner inte med att göra fullgod kvalitet pga t ex materialbrist) och en att stoppa hela produktionen med.
- Även liner balanseras på detta sätt av operatörerna själva (flyttar arbeten mellan stationer).
- Status på maskingrupper kan alltid avläsas på väl synliga display-tavlor.

L M Ericsson har använt Kanbansystem vid relätillverkning. Följande fördelar uppnåddes:

- Ledtiden minskade från 6 dagar till 10 minuter.
- ~~Färre~~ ^{närare} material i arbete.
- Lägre personalbehov.
- Eliminering av restorder.
- Förenklad administration och planering.
- Materialbrister upptäcks snabbare.

Utvärderingen är diskutabel, eftersom ursprungsförutsättningarna in är kända.

- Raw material suppliers
- Subcontractors



Figur 6.134 Funktionen hos Kanbansystemet.

Vid diskussioner kring japanska produktionssystem bör följande uppmärksammas. Japanska operatörers motivation är i hög grad betingad av möjligheten till befordran (företagen expanderar kraftigt i motsats västvärldens) enligt Cole (1979) samt att arbetare i storföretag har 3-5 gånger högre lön än småföretag. Observeras bör att formell och informell organisationsstruktur överensstämmer. Informations- och befodringsvägar är därför helt förutsägbara. Arbete är organiserad i arbetsgrupper och arbetsledaren ingår som en gruppmedlem. Skriven information är minimerad och muntlig information används för att öka snabbheten i informationsflöden. Inom arbetsgruppen används job-integration med kontroll, justerings- och underhållsarbete. Löneformen är fast lön med ca 100 % bonus/år. Arbetsvärdering bygger på merit så att man får betalt för vad man kan, inte för vad man gör för tillfället i gruppen (rotation tillämpas). För att öka sammanhållningen i arbetsgruppen så träffas man även på fritiden och deltar i varandras familjefester. Det ömsesidiga beroendet i arbetsgruppen är högt, men mellan företagsledningen och arbetsgruppen är relationen ensidig. Företagsledningen har brutit ned samtliga övergripande mål till arbetsgruppen. D v s gruppen har krav på sig och ansvar. Kraven är dock kopplade till företagets övergripande målstruktur och upplevs av operatörerna som verklighetsnära. Eftersom operatörer har ansvar kopplat till kraven så upplevs de ej som ensidigt tvång. Man använder sig mycket av övertid ända upp till 2 tim extra per skift med förvarning samma dag. Även tjänstemän arbetar övertid i produktionen (speciella tjänstemannabalanser finns). Material i arbete är extremt lågt i japanska företag. Detta kommer sig dels av Kanbansystemen dels att trycket på underleverantörerna är hårt. Toyota som har underleverantörerna i samma stad har en tid på 2 dagar mellan beställning och leverans mot Datsun (Nissan) som har 16 dagar beroende på att underleverantörerna är belägna i olika städer. Medelliggtiden vid slutmonteringslinen är 1 timma vid Toyota. Lastbilen kör direkt in till line och lämpar av materialet. Toyota ligger mycket nära nollpunkten i vår nollsystemskalkyl vad gäller kapitalbindning i material.

Holländska forskare (de Sitter och van der Zwaan) har visat att genomloppstiden ofta är 2 gånger vad den borde vara p g a att varje avdelning skapar sig extra marginaler så att "de klarar sig". De har påpekat att styrsystemet är sådant att de belönar detta beteende. Jämfört med japanska styrsystem där stopp tillåts men alla deltagar för att få igång det hela är de västerländska systemen urmodiga. Japanen tar bort buffert mellan avdelningar bara för att folk skall "känna trycket".

"Multipurpose workers" är nästa steg i den japanska produktionsutvecklingsstrategin. Med multipurpose workers avses operatörer som är tränade att utföra flera arbetsuppgifter inom flera avdelningar så att de snabbt kan kastas mellan avdelningar. På detta sätt höjs systemets flexibilitet.

Kanbansystem är en kombination av teknisk, administrativ och social styrning. Systemet kräver dock ett mycket avancerat prognossystem. Kanbansystemet kan i dagens läge i sin helhet inte anses vara vetenskapligt utrett. För beskrivning av Kanbansystem se Lenerius (1980) Yamashima (1980). Vid diskussioner med professor Haijame Yamashima (som under våren 1981 var gästforskare vid institutionen för industriell organisation vid Chalmers tekniska högskola) angående möjligheter att använda Kanbansystem i de av oss utvecklade monteringsystemen ansåg han följande:

- Möjligheten att kunna stoppa systemen vid för låg kvalitet resp materialbrist är mycket viktigt. Detta för att slutmontaget skall verka som ett pullsystem.
- Buffert mellan operatör är acceptabelt, eftersom de binder obetydligt med kapital. Buffert mellan avsnitt bör ej vara alltför stora 20-60 min pga ytan resp behov buffteringsutrustning. Kapitalbindningen är obetydlig, eftersom buffertarna "andas".

- Upparbetning är ett problem, eftersom man i Japan har seriella linjeflöden i de flesta system. Om man använder andra flöden är upparbetning inte lika problematisk, eftersom gemensamma buffertarna "andas". Upparbetning är uppskattat bland arbetarna i Japan och de strävar att göra detta även i Kanbansystemen, vilket försämrar systemens effektivitet. Tekniska buffertar är enligt Kanban av ondo, medan sociala bufferts är acceptabla.

- Att hämta material från ett materialtorg med vagn är en tillämpning av Kanbansystemet. Detta system används som tidigare nämnts vid Volvo Buss, Borås. Att låta basobjektet i slutmonteringen styra produktionen är att betrakta som ett Kanbansystem.
Det bör i detta sammanhang påpekas att våra tyska forskarkollegor vid IPA i Stuttgart missuppfattat Kanbansystemet, så att de trodde att buffertar avsedda för upparbetning inte kunde existera i ett Kanbansystem. Det bör framhållas att delar av Kanbansystem med framgång kommer att kunna implementeras i västvärldens monteringsystem. Yamashima ansåg vidare att vårt angreppssätt på monteringsystemsutveckling var ett nytänkande främst beroende på möjlighet stor flexibilitet vad gäller produktionsvolym, typer och varianter. Han ansåg vidare att systemen medgav förbättrad ergonomi och psyko-social arbetsmiljö.
Yamashima påpekade att Kanban har sin främsta tillämpning vid skärande bearbetning och förutsägbara serier. Han underströk också tekniklösningarnas betydelse för att Kanbansystemets vinstmöjligheter skall kunna tillvaratas.

REFERENSER

M. Ahlbäck, U. Corné, G. Ericsson och P. Nordensson, 1980, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

B. Almlöv, G. Axelsson, P. Calås, J-O. Moberg och Owe Wikström, 1979, seminariearbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

B. Almlöv och P. Calås, 1980, Datorbaserad konstruktionsanalys för bedömning av monterbarhet och materialtillförsel - personbil SAAB-900, lastvagn -7070, examensarbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

S.O. Andersson, B. Bengtsson, J. Boldt-Christmas och H. Kristian, 1981, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

P. Andersson, K. Bengtsson, P. Davissson, A. Lundberg och L. Medbo, 1981, seminariearbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

M. Andersson, G. Borlid, A. Carlsson, O. Johansson, G. Karlsson och M. Uppström, 1979, projektarbete, institutionen för industriell organisation.

G. Axelsson och J.O. Moberg, 1980, Analys av materialförsörjningssystem vid alternativa monteringslayouter, examensarbete, institutionen för transportteknik, CTH.

C. Baarlid, M. Liebert och S. Werner, 1979, Hanteringsutrustning för basobjekt och tillsatsmaterial vid alternativ bilmontering, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

H.G. van Beek, The influence of assembly line organization on output, quality and morale. Occupational psychology, 1964, 38, s 161-172.

K. Bengtsson, P. Davidsson och J. Wedel, 1981, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

G.M. Buxley, Assembly line balancing with multiple stations. Management Science, vol 20, no 6 February (1974) p 1010-1021.

Business Week, April 9, 1979, American manufacturers strive for quality - Japanese style.

G. Bystedt och B. Edberg, 1981, Konstruktionens inverkan på förutsättningarna att införa alternativa monteringsystem, examensarbete, institutionen för transportteknik, CTH.

D. Chaffin, University of Michigan & A. Freivalds, Pennsylvania State University, On the validity of an isometric biomechanical strength model. 1981 Spring Annual Conference Proceedings.

M. Christensson och R. Höglund, 1979, Vitbokutvärdering av inkörningen vid Volvo Boråsfabriken, examensarbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

S. Carlsöö, Personaladministrativa rådet, 1975, Att lyfta i jobbet. Om rörelser, krafter och belastningar vid lyftarbete.

E. Christensen m fl, 1967, Trötthet och pauser i G. Lutmans Handbok i ergonomi.

V. Comstock & G. Swartz: One firm's experience with quality circles - quality progress, September, 1979.

A. Cottman, J. Larsson och A. Ohlsson, 1981, variant studie - konstruktionsanalys SAAB 900, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

R.E. Cole, 1979, Work, mobility and participation, University of California Press, Los Angeles.

R.E. Cole, University of Michigan, Will QC circles work in the U.S. Quality Progress July 1980.

A. Denell, Åttiotalets verkstad börjar nu ta form. Teknisk Tidskrift nr 5, 1977.

N. A. Dudley, Work measurement: Some research studies, 1968
(Mac Millan).

C.G. Drury, Handles for manual materials handling, Applied ergonomics 1980, 11.1, 35-42.

T. Engström och U. Karlsson, 1981, Alternative production to assembly line. A problem concerning material supply, Papper VI Int conf prod Res Novi Sad.

T. Engström och U. Karlsson, 1979, Alternativ montering, institutionen för transportteknik, CTH.

T. Engström och U. Karlsson, 1980, Förslag till fortsatt forskning, bilaga till STU-ansökan. Institutionen för transportteknik, CTH.

T. Engström och U. Karlsson, 1981, Alternative production systems, opublicerade stenciler, institutionen för transportteknik, CTH.

G. Luthman, U. Åberg och N. Lundgren, 1969. Handbok i ergonomi, Almqvist och Wiksells.

L-O. Gustafsson, 1980, Enkla bär- och lyftutrustningar, seminariearbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

L. Gustafsson, H. Kleming, H. Söderhielm och M. Tharing, 1979, Alternativa layouter vid montering, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

E. Grandjean & W. Hünting, Argonomics of posture - Review of various problems of standing and stitting posture. Applied ergonomics 1977, 8.3, 135-140.

P. Hagstöröm och A. Klinton, 1979, Alternativ montering - en konstruktions monterbarhet, examensarbete, institutionen för transportteknik, CTH.

J. Hanley: Our experiences with quality circles - quality progress, February, 1980.

S. Johansson och O. Liljeström, 1979, Framtagning av ett förenklat tidsanalyssystem, examensarbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

A. Johansson and J.E. Fröberg, Work schedules and biological clock Ambio, vol 4, 1975, pp 46-50-

M. Johansson, 1981, Konstruktionsanalys av några objekt, som bedömningsbas för förändrade produktionssystem, examensarbete, institutionen för transportteknik, CTH.

J.M. Juran: Japanese and Western quality - a contrast - Q C development, 1/1979.

B. Johansson, Rörelse organens funktionella anatomi och bio-mekanik (kompendium).

U. Karlsson, Kvalitetsstyrning, 1980, kursmaterial i kvalitetsstyrning, institutionen för industriell organisation, CTH.

O. Karhu, P. Kansi och I. Kuorinka, 1977 Applied Ergonomics, 8.4 199-201. Correcting working postures in industry. A practical method for analysis.

H. Kjellberg och K. Sjösten, 1979, Inläring av montör för dockmonteringsarbete, examensarbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

O. Ljungberg och K. Lundgren, 1981, Monteringstider och alternativa layouter, seminariearbete, institutionen för transportteknik, CTH.

G. Markström, 1979, Symbolbeskrivningar för ergonomiskt undersökningsprotokoll, Arbetspapper SAAB-Scania, Södertälje.

L. Medbo och A. Lundgren, 1981, Konstruktions- och produktionstekniska förändringar förbättrad totalekonomi vid havskryssar-montage, examensarbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

R. Muramatsu and H. Miyazaki, A new apparatus to production system
Huomgh developing human factors in Japan. Int. J Prod. Res. 1976,
vol 14 no 2.

K.F.H. Murrell. Operator variability and its industrial consequences.
International Journal of Production Research, vol 1, 1962,
pp 39-54.

E.J. Muth, The production rate of a series of work stations with
variable service times. Int Journal of Production Research, 1973,
nr 2, s 155-169.

Å. Nilsson, Rapport från en studieresa i Japan 1975. Saab-Scania
personbilsdivisionen produktions- och utvecklingssektorn, Troll-
hättan.

J. Myrsten, Sverige ledande, Monterade robotar här om några år.
Svenska Dagbladet tisdagen den 27 mars 1979, del 2 s.23.

I. Olsson, Utformning av produktionssystem för produktionsgrupper.
LTH 1976.

J. Redgrove, Fitting the job to the woman: A critical review.
Applied Ergonomics 1979. 10,4, 215-223.

C. Ruthberg, 1981, Motorsåg, seminariearbete, institutionen för
transportteknik, CTH.

N. Slack, The use of the Weibull distribution to describe opera-
tor work times. 1972, Prod. Res. Monograph, no 72/1.

L. Sandholm, 1980, Kvalitetsstyrning, Studentlitteratur.

L. Sandholm: 78913 Kvalitetsstyrning, ett medel för bättre lön-
samhet, Mekanförbundet.

L. Sandholm: 71210 Kvalitetskostnader, begrepp, redovisning och
rapportering, Mekanförbundet.

L. G. Rosenberg

✓

B. Selldin, Statistisk kvalitetskontroll, stencil, (Volvo)

Y. Sugimori, K. Kusonoki, F.Cho och S.Uchikawa, Toyota production system and Kanbansystem-materialization of just-in-time and respect-for-human system. 1977, 4th International Conference on Production Research (Tokyo).

TBV (HTU) 1977, Statistisk kvalitetskontroll och tillförlitlighets teknik.

E.R. Tichauer, Occupational biomechanics, An introduction to the anatomy of function of man at work.

G. Arndt och H.J, Warnecke, Present stage on possibilities of automated assembly. Mechanical and chemical engineering transactions, MC 11 nr 1 och 2. The institutionen of engineers, Australia.

P. Wallin, 1980, Variantstrukturens påverkan på kapacitet och kapitalbindning, examensarbete, institutionen för industriell organisation.

~~M.~~ Wessberg och B. Zetterqvist, 1978, Monteringsmaterial vid line tillverkning, examensarbete, institutionen för transportteknik, CTH.

K. Willgren, 1980, skuldra och armbåge. Relation skador och belastning. Seminariearbete, institutionen för industriell organisation, CTH.

R. Wild, Production flow line and "collective" working: a comparison. Int Journal of Production Research, 1975, nr 4, s 411-418

R. Wild, N. D. Slack, The operating characteristics of single and double nonmechanical flow line systems. Int Journal of Production Research, 1973, nr 2, s 139-145.

R. Wild, On the selection of mass production systems. Int. Journal of Production Research, 1975, nr 5, s 443-461.

R. Wild, Mass production in engineering. Int Journal of Prod Research. 1974, nr 5 s 533-545.

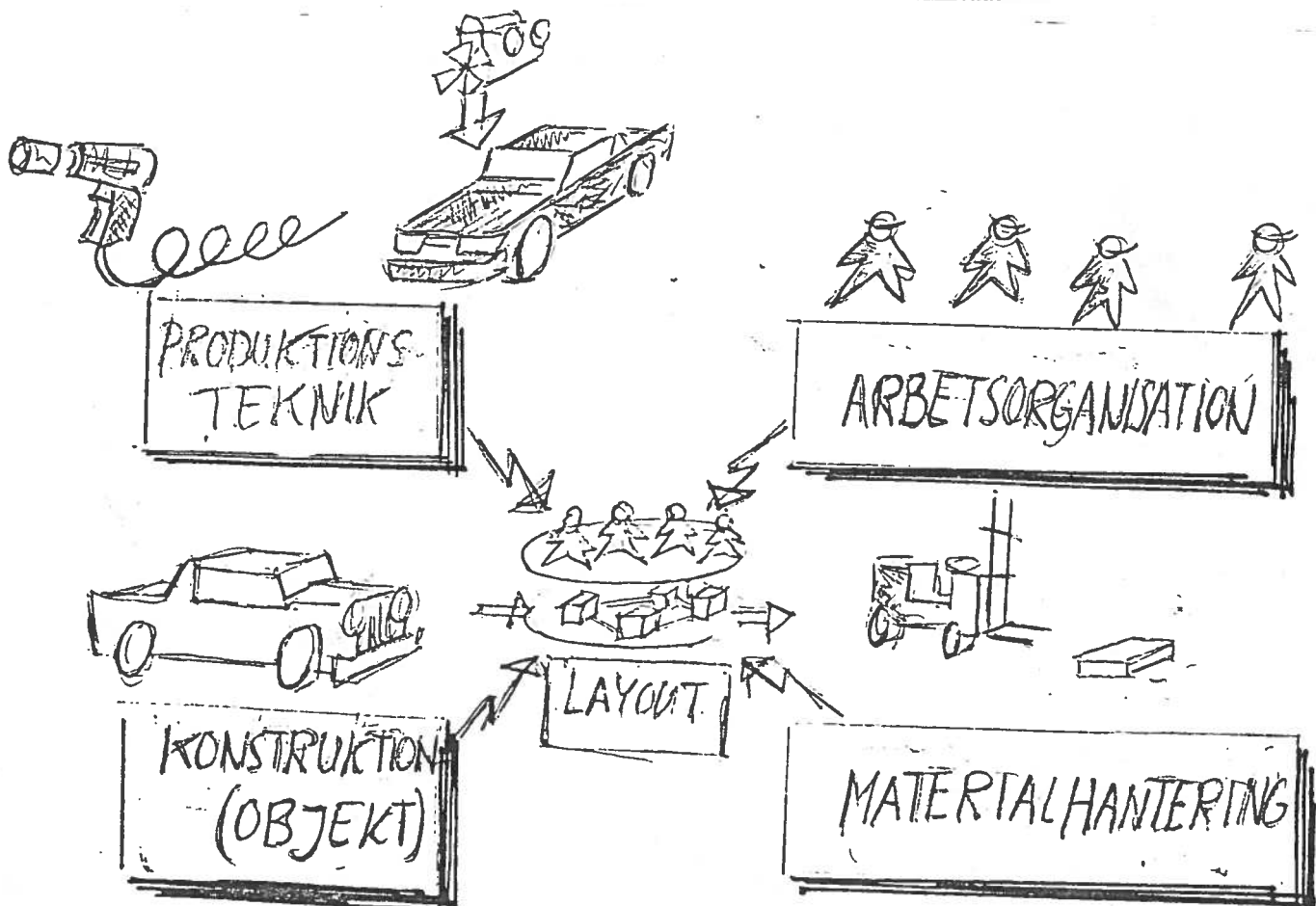
R. Wild, Group working in mass production. Prod Eng 52, 1973, s 457-462, s 31-34.

R. Wild, Groups, enrichment and mass production. The Production Engineer, 1973, October, p 366-367.

4.4.1 Nollsystemskalkyl och konstruktionsanalys exemplifierat på havskryssarmontageNollsystemskalkyl

Det är viktigt med en helhetssyn på produktionssystem. Tidigare forskningsinsatser inom ämnesområdet har varit snävt orienterade, vilket lett till suboptimeringar inom delområden. Forskare har i ringa del tagit reda på vad industrier i andra länder utvecklat. Ett tvärvetenskapligt angreppssätt är nödvändigt.

Vid bedömning och dimensionering av produktionssystem med monteringsarbete får konsekvenser av förändringar i materialförsörjning, produktionsteknik, arbetsorganisation och produktkonstruktion vägas mot varandra. Det slutliga utförandet får sedan kontrolleras så att ergonomin är tillfredsställande. Centralt är åskådliggörandet av layouter och analys av det monterade objektet.



Figur 4.77 Komponenter att dimensionera och bedöma.

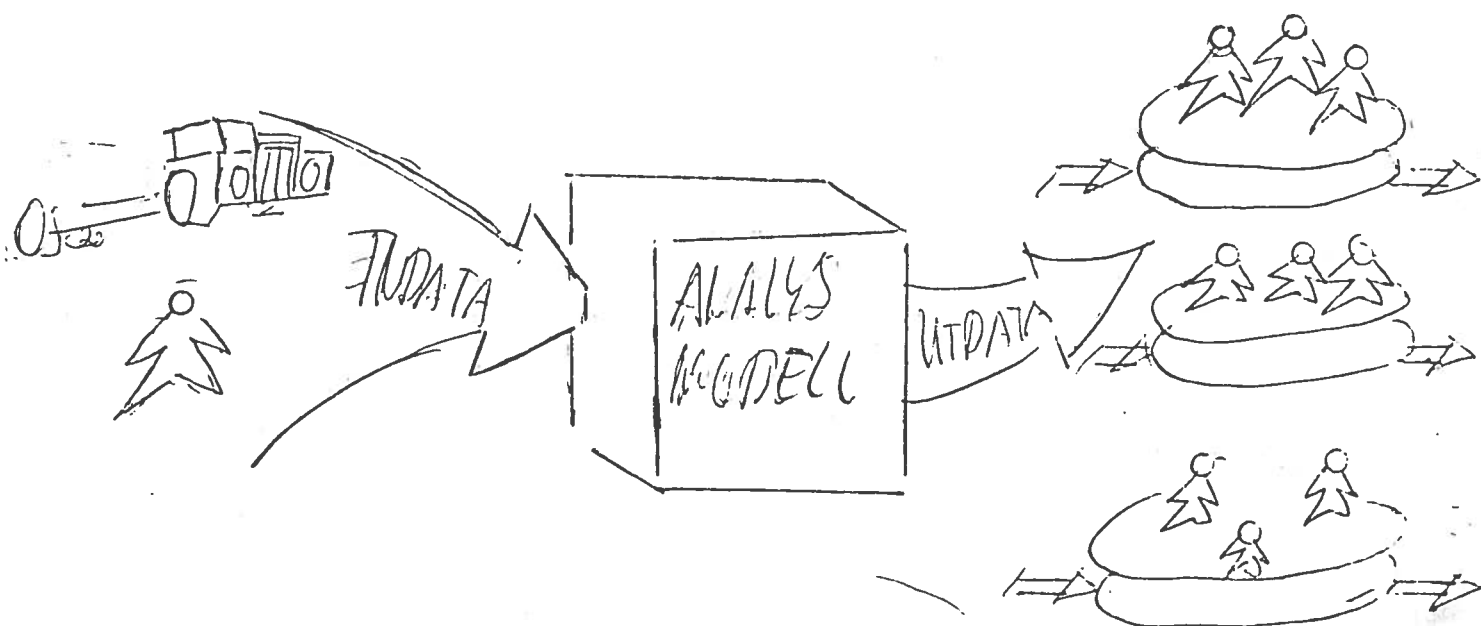
En analysmodell har utvecklats och är under prövning. Den första behandlar dimensionering av monteringsystem. Den andra är en ekonomisk kalkylmodell för jämförelse mellan monterings-system.

De grundläggande frågeställningarna skiljer sig. Viktigt är:

- Vilken cykeltid är möjlig att lära?
- Hur produktionsvänlig kan konstruktionen göras?
- Var i systemet skall mekanisering ske?

Modellen ger anvisningar om var i systemet mekanisering och automatisering är berättigat. Dimensioneringsmodellen finns beskriven i bilaga.

Vid bedömning avses att med utgångspunkt från en befintlig anläggning klargöra inriktning och framtida förändringar. Ekonomi och anläggningsstorlek utgör grundläggande frågeställningar. En ekonomisk kalkylmodell har utvecklats och är under utprovning. Tillvägagångssättet är kortfattat att med utgångspunkt från en given konstruktion och ett normerat system utan förluster (0-system) kan personalbehov och kapitalbindningsförlust för det verkliga alternativet beräknas för varierande produktionstakt. Se vidare bilaga.

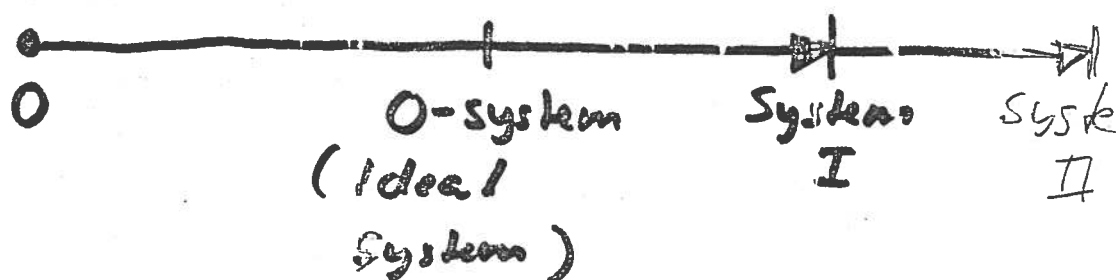


Figur 4.78 Dimensionering av monteringsystem - analysmodell.

Funktion hos dimensioneringsmodell åskådliggörs i figuren ovan. Resultatet kommer att bestå av utvärderade möjliga layouter med lämplig mekaniseringsgrad. Utvärderade med avseende på yt-behov, hanterings- och lagringskostnader.

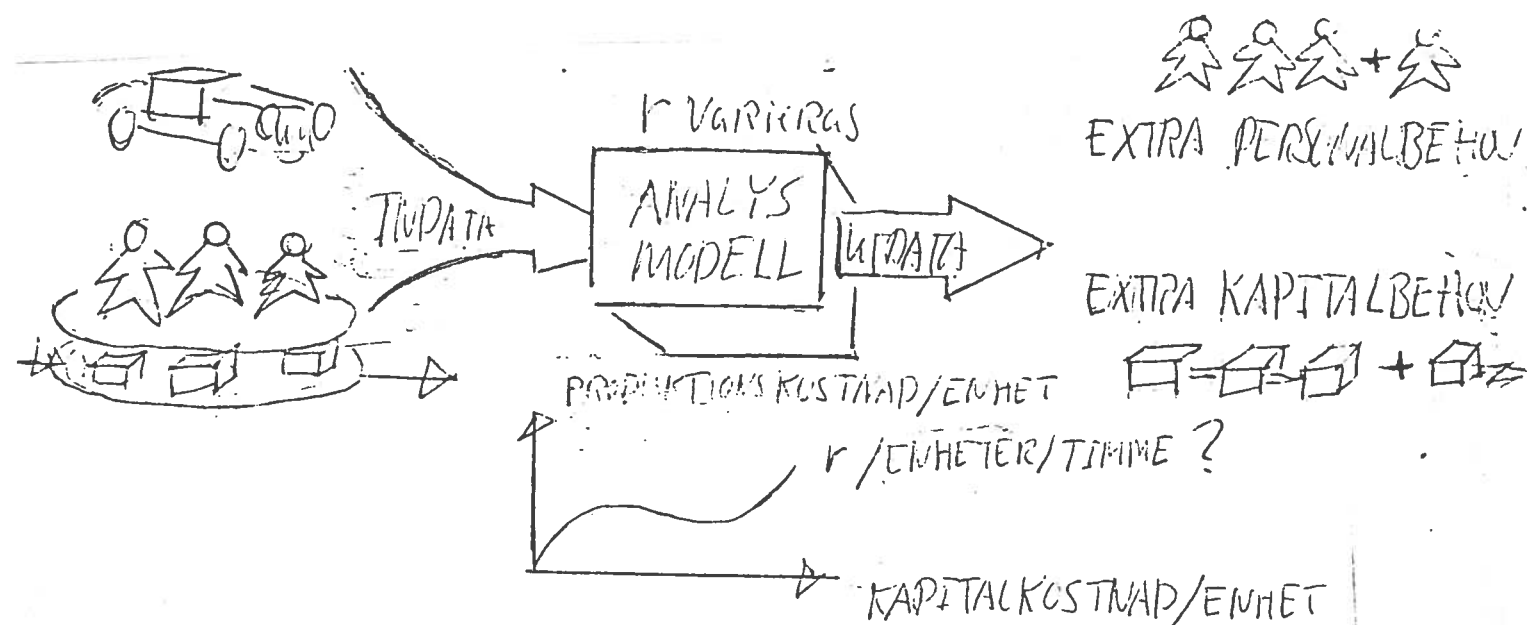
Alternativlayouterna är kontrollerade med avseende på ergonomi och arbetsinnehållets meningsfullhet.

Vid dimensionering söker man bestämma ett lämpligt system utan hänsyn till det befintliga. Resultatet blir annorlunda. Det är egentligen fråga om att dimensionera lämpligt förlustfritt system (0-system).



FOR A SPECIFIC PRODUCT DESIGN

Figur 4.79 0-systemskalkyl medger jämförelse mellan system. Enskild system kan även analyseras.

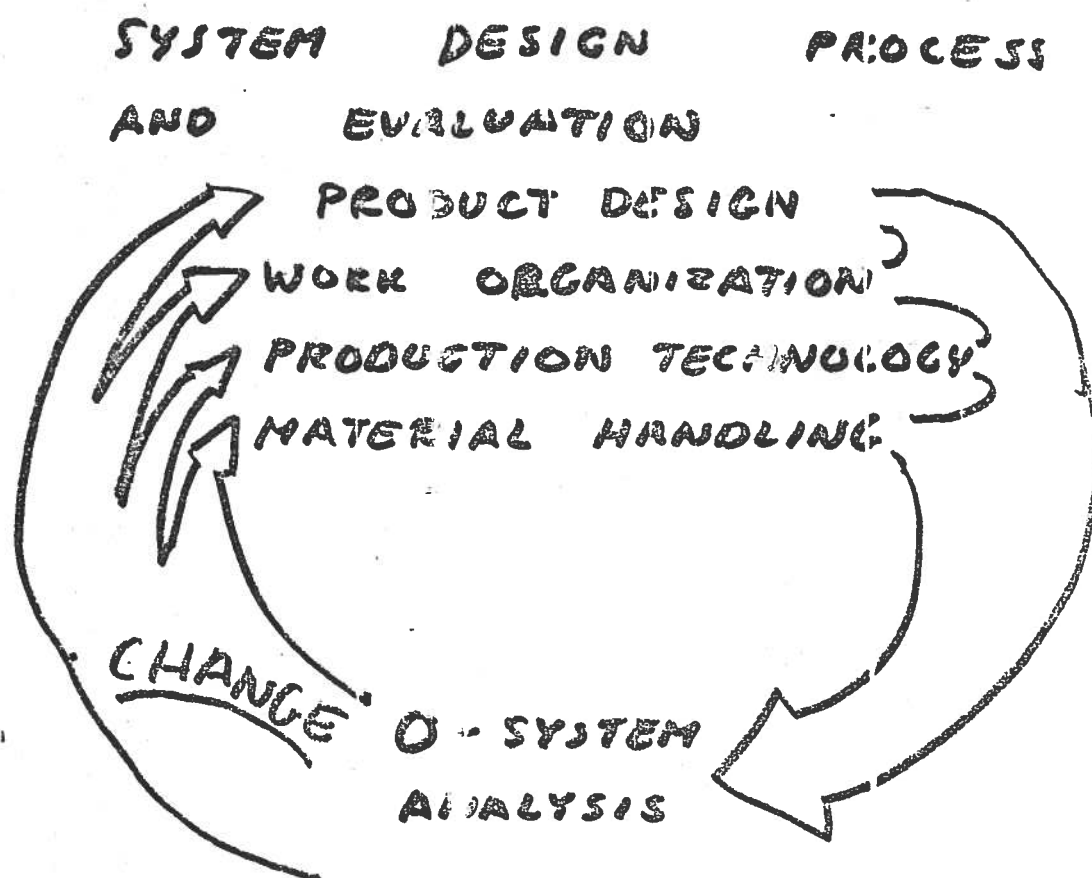


Figur 4.80 Funktion hos ekonomisk kalkylmodell

Observera att det inte går att optimera fram ett system. Systemen måste jämföras med sig själva (0-system, utan förluster). Detsamma gäller konstruktionen. Monterbarhet är ett begrepp relaterat till en specifik konstruktion.

Utgångspunkt är principiella, schematiska layouter. Detaljlösningar på teknisk detaljnivå kommer i ett senare skede.

Sammanfattningsvis kan sägas att montörstäthet (antal operatörer som samtidigt kan montera) och möjlig arbetscykeltid till rimlig utbildningskostnad, bestämmer och begränsar antalet layoutlösningar. Montörstäthet och möjlig cykeltid är starkt beroende av det aktuella monteringsobjektets konstruktion, exempelvis antal detaljer, antal inpassa rörelser etc, antal sekvensberoende detaljer, skevhet vad gäller monteringsplats på produkten.

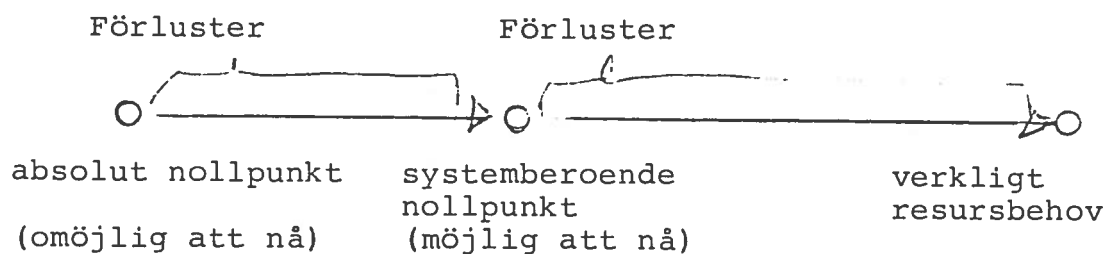


O-SYSTEM ANALYSIS GIVES
INDICATION TO CHANGE
PRODUCT DESIGN OR
PRODUCTION SYSTEM

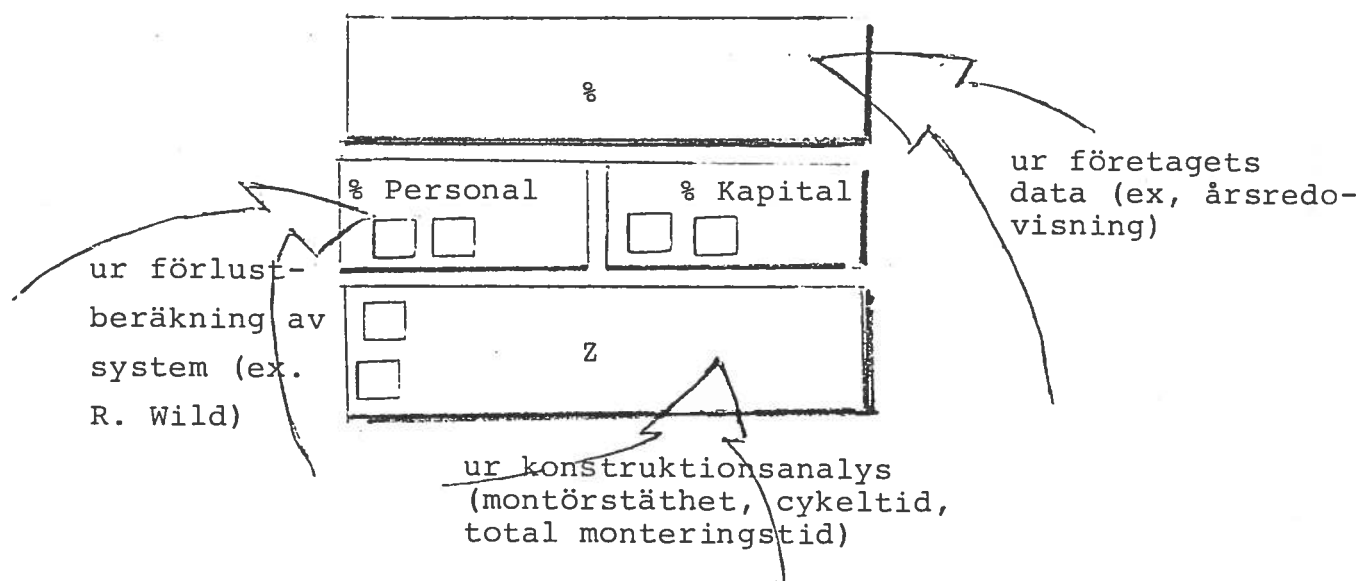
Figur 4.81 Genom upprepad 0-systems kalkyl erhålles indika-
tioner för förändring.

Nollsystemskalkylens tillämpning kan indelas i fem elementär-fall:

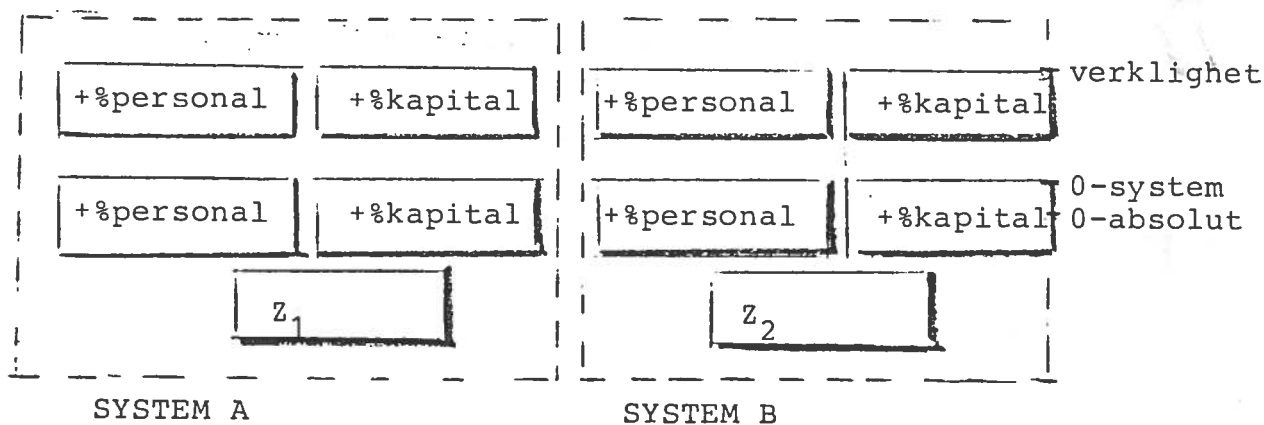
1. Bestämning av nollpunkter.



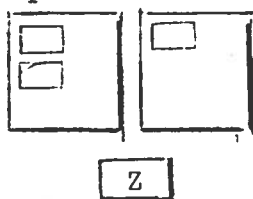
2. Exempel på tillämpning av kalkylmodell



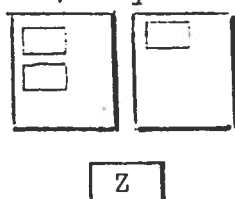
3. Jämförelse mellan två system (A och B)



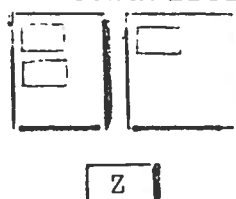
4. Val av förändringsstrategi (skall vi ändra konstruktion, produktionsteknik, A_0 , layout eller materialförsörjning).



SYSTEM A1



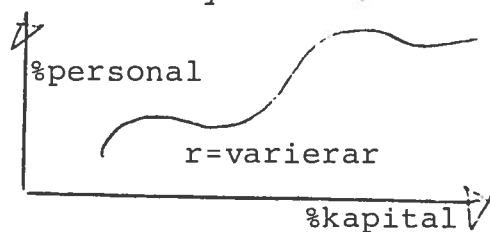
SYSTEM A2



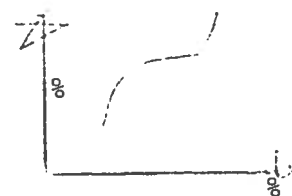
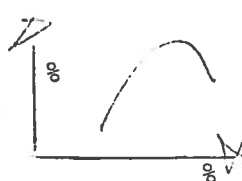
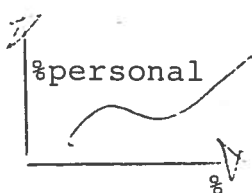
SYSTEM A3

5. Skalekonomi.

5.1 För ett system



5.2 Alternativa system



Havskryssarmontage*Syfte

Syftet med detta arbete är att tillämpa en konstruktionsanalysmodell och en produktionsekonomisk analysmodell (noll-systemsmodellen) på två havskryssare.

Dessutom skall jämförelse med tidigare analyserade produkter ske.

De specifika förutsättningarna för havskryssarproduktion skall analyseras. Arbetet skall utmynna i förslag till dels teoretisk utveckling av analysmodeller, dels praktiska förändringar inom småbåtsindustrin.

* Se Konstruktions- och produktionstekniska system. Förändringar för förbättrad totalekonomi vid havskryssarmontage. Lundberg o Medbo 1981, Institutionen för Industriell Organisation, CTH.

Bakgrund

Havskryssarmontering skiljer sig väsentligt från tidigare studerad montering. Vi modifierar därför analysmodellen och inför fler variabler som vi tror är väsentliga för denna produkttyp.

Ett vettigt antagande är att, om man kan kvantifiera konstruktionsvariabler som ger upphov till betydande tidsåtgång hos montören, d.v.s. vissa återkommande moment i monteringen som tar större delen av monteringstiden i anspråk, så bör dessa variabler bäst samvariera med monteringstiden. Därför räknades även antalet borrarade och sågade hål, sträckor på vilka justering sker, mättes och antalet justerade sidor på artiklarna räknades.

Försök gjordes även med andra variabler.

Genomförande

Under arbetets gång visade det sig snabbt att havskryssarproduktion i egenskap av hantverksmässig småserieproduktion skiljer sig kraftigt från den konventionella svenska monteringsindustri analysen tidigare utförts på.

Själva "rena" monteringstiden utgör endast en liten del av arbetstiden i monteringsavdelningen. Detta beror på, att det ingår en hel del icke-monterande arbetsuppgifter vid denna typ av produktion, samt att förlusterna är mycket stora.

Monteringsarbetet av glasfiberarmerade båtar kan indelas i tre olika huvudtyper:

1. Plastning, målning, spackling och liknande arbeten, vilka föga liknar konventionell montering.
2. Snickerimontering, där en stor del av tiden åtgår till att måttanpassa trädetaljerna genom att avverka material från dem så att de sedan skall kunna passas in mot varandra med vanligtvis små toleranser.

3. Utrustningsmontering, vilken mest liknar ren montering trots att arbetet här fortfarande är behäftat med stora förluster.

Ett ytterligare problem vid analysens genomförande var att det inte existerade några stationskort eller liknande dokument med uppgifter om vad som monterades var och på vilken tid.

Alla tidsangivelser är mycket osäkra eftersom de erhållits genom intervjuer där svaren varierat kraftigt.

Det har varit svårt att exakt avgränsa varje montörs arbetsuppgifter, då dessa ej funnits dokumenterade samtidigt som arbetscyklerna är mycket långa - upp till drygt 100 timmar. Det var alltså svårt för montörerna att direkt minnas alla sina arbetsmoment samtidigt som vissa moment var "flytande" mellan olika montörer. I de erhållna tiderna ingick kortare raster.

De variabler som korrelerats mot tiden har vi räknat och mätt på båtar i olika stadier varvid blanketter enligt bilaga 10 ifyllts. Även här får man räkna med vissa smärre fel i analysens ingångsvärden p.g.a. informationsinsamlingsproblemets natur.

I tidigare analyser har icke-monterade arbetstempon sällats bort från analysen, något som vid havskryssarmontering av ovan nämnda skäl är helt omöjligt.

I de här analyserade tiderna, vilka i huvudsak är enskilda montörers individuella cykeltider, ingår följaktligen allt ifrån småraster till borrar och pluggning av hål. Så länge man är konsekvent i informationsinsamlandet och använder samma "sorts" tider i analysen är detta dock inte något större problem. Vissa typer av arbeten, i huvudsak i form av hela arbetscykler, har dock sällats bort.

Detta är arbeten vilka nästan uteslutande är icke-monterande (typ 1), eller arbeten vid "marriage points", där stora förmonterade enheter (basobjekt) monteras samman.

Resultat

Konstruktionsanalys_Comfort_32

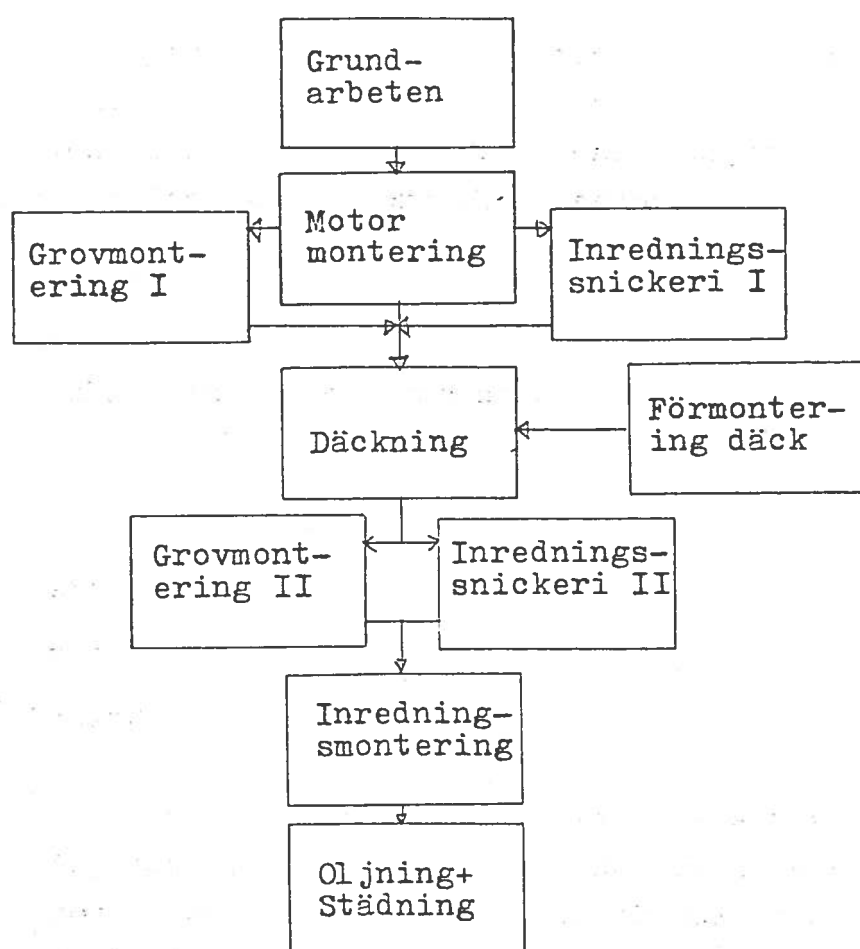
(För detaljerad beskrivning av produktionssystem och konstruktion se ref. 1).

Produktionsflöde och layout kan studeras i fig. 4.82.

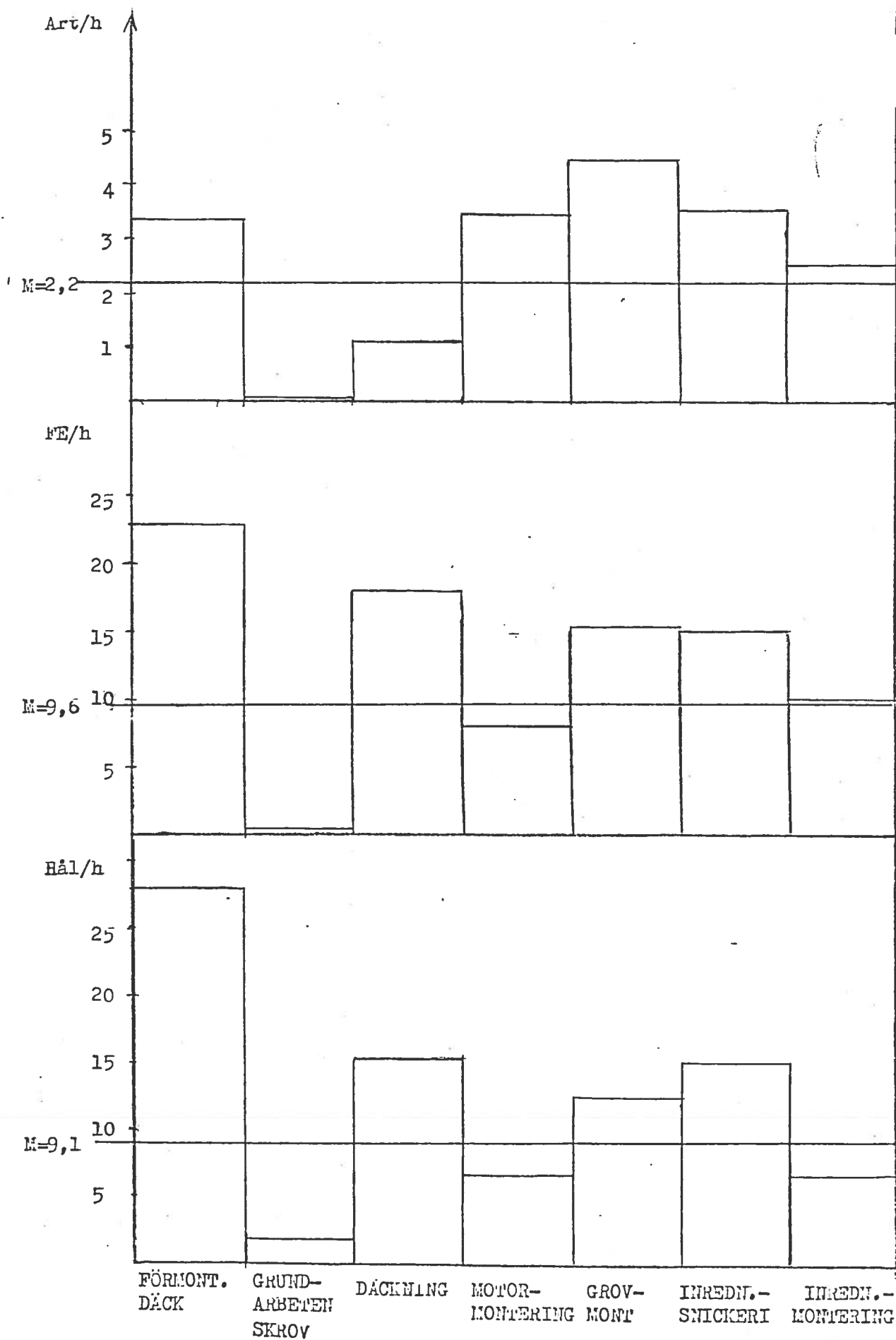
Av de i fig. 4.83 visade arbetsstegen har det som utförts i monteringsavdelningen analyserats, vilket innebär följande, till montörernas cykeltider knutna, produktionssteg:

- Förmontering av däck.
- Grundarbeten skrov.
- Hopmontering av skrov och däck = däckning.
- Motormontering.
- Grovmontering.
- Inredningssnickeri.
- Inredningsmontering.
- Oljning och städning.

Av dessa är inte grundarbeten skrov, hopmontering av skrov och däck samt oljning och städning medtagna i korrelationsanalysen. Detta beror på att de först- och sistnämnda arbetena knappast innehåller någon somhelst ren montering och i fallet där däck och skrov förenas att detta är en så kallad "marriage point" där objekten är så stora och tunga att hanteringsförlusterna blir oproportionerligt stora.

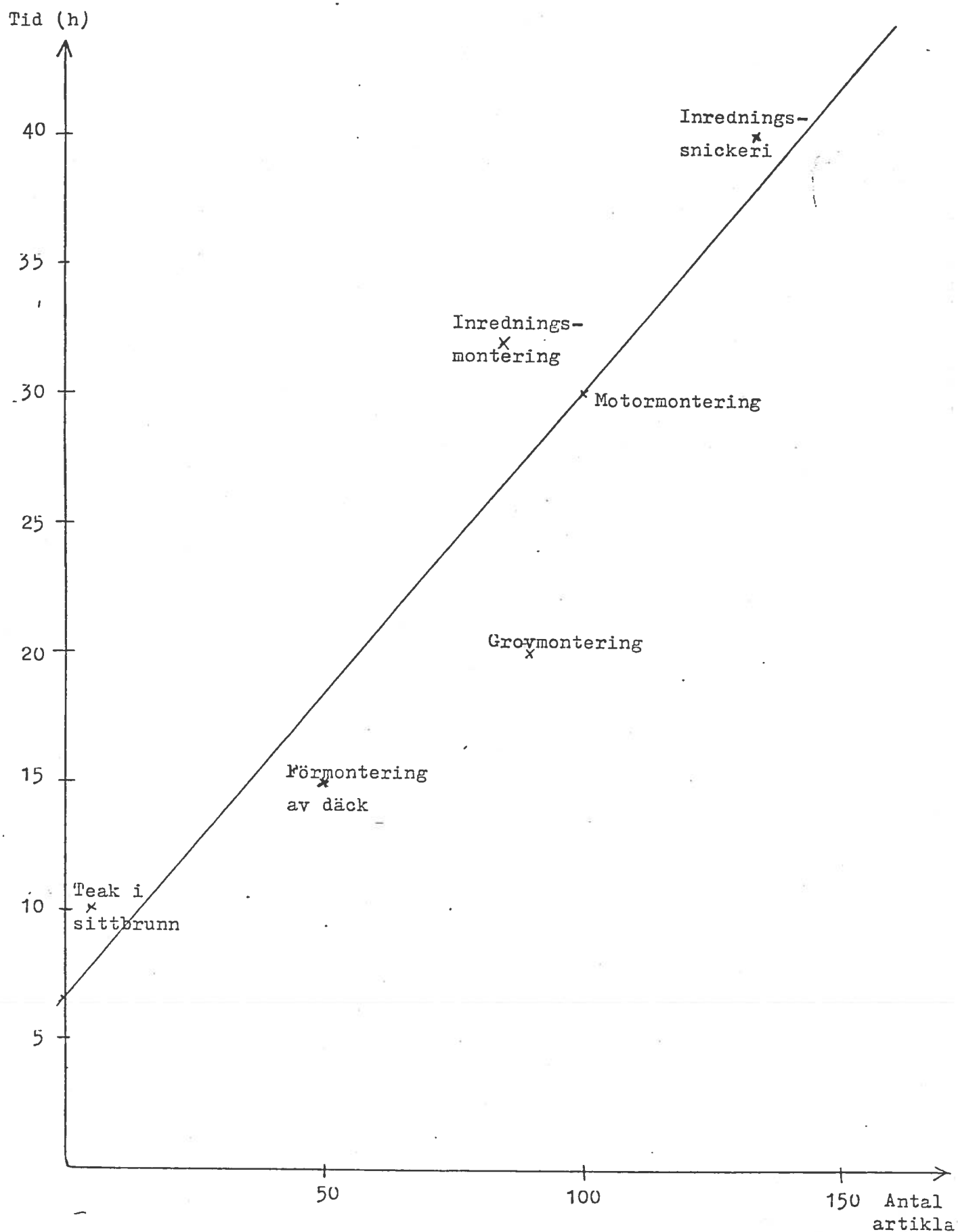


Figur 4.82 Produktionsflöde C 32.

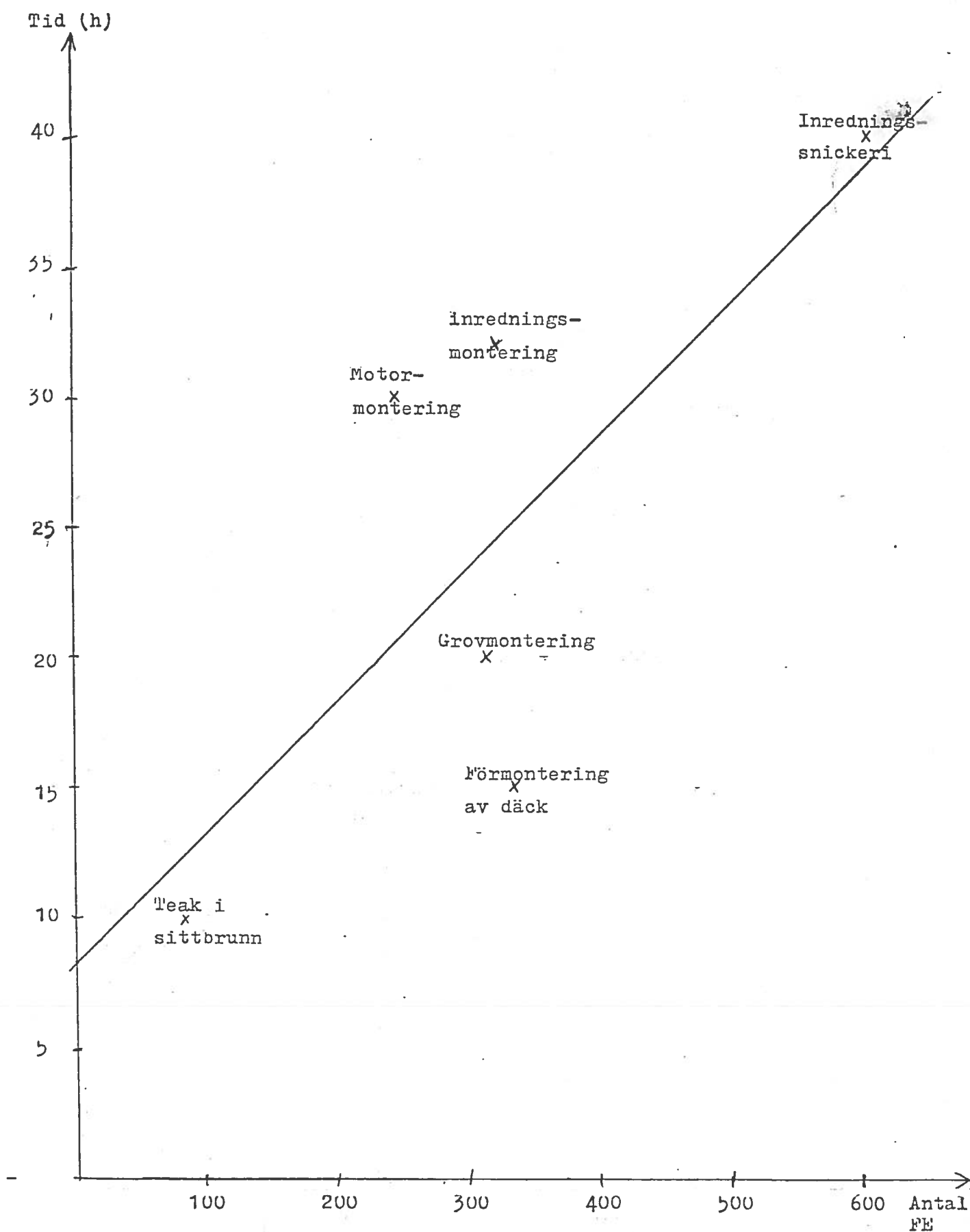


Figur 4.83

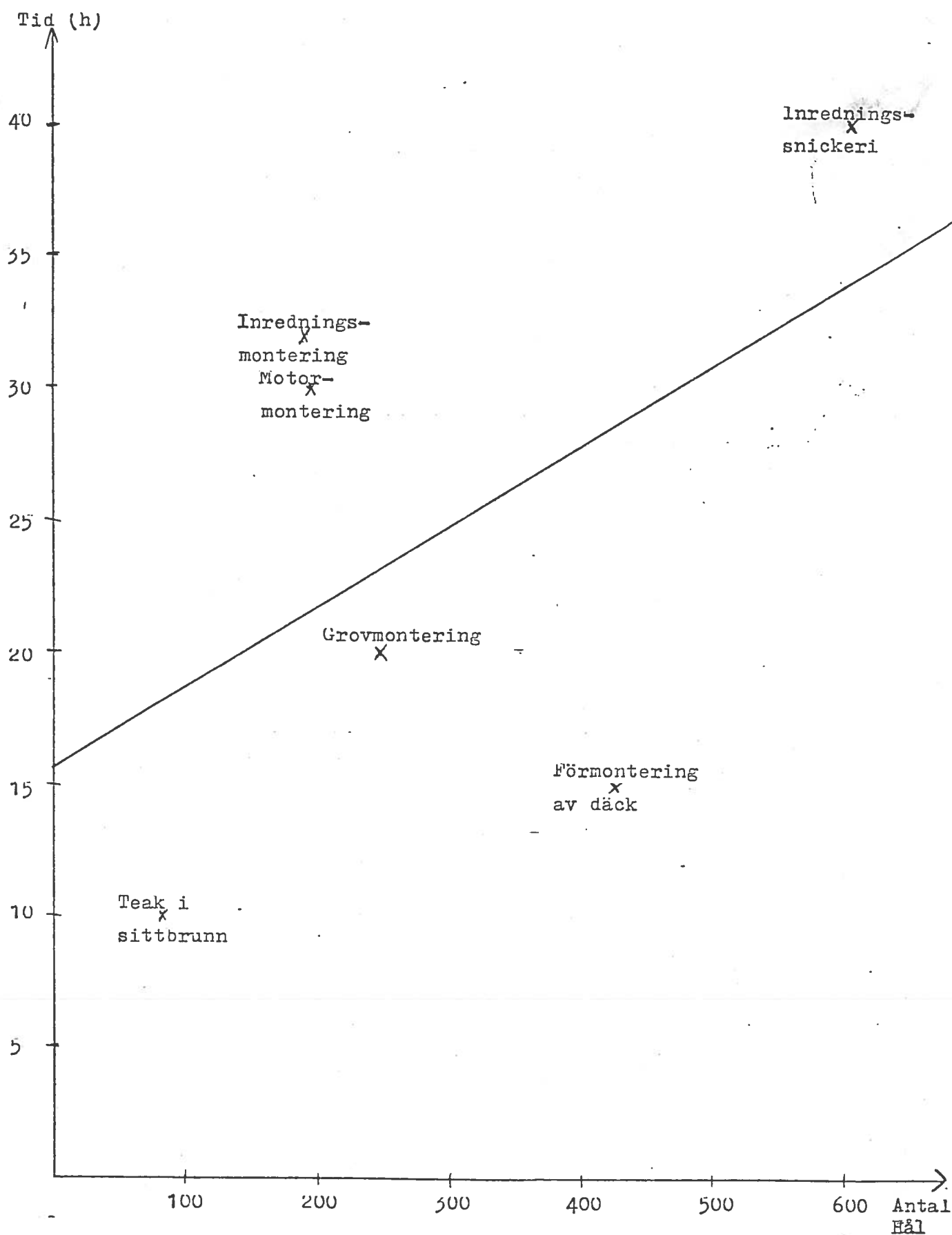
Skillnader mellan olika arbetssteg m a p några konstruktionsvariabler. Comfort 32.



Figur 4.84 Regressionslinjen för antal artiklar ($T = 0,23 \times \text{art} + 6,44$). De i korrelationsanalysen ingående arbetsstegen är markerade. Comfort 32.



Figur 4.85 Regressionslinjen för antal fästelement ($T = 0,051 \times FE + 8,3$). De i korrelationsanalysen ingående arbetsstegen är markerade. Comfort 32.



Figur 4.86

Regressionslinjen för antal hål ($T = 0,30 \times \text{Hål} + 15,6$). De i korrelationsanalysen ingående arbetsstegen är markerade. Comfort 32.

P g a det bristfälliga tidsunderlaget gjordes först en s k rangkorrelation, montörerna fick rangordna momenten. Bl a följande konstruktionsvariabler korrelerades mot tiden.

Variabel	antal observationer (n)	r	r ²
Antal artiklar	6	0,91	0,83
" fästpunkter	6	0,91	0,83
" fästelement	6	0,75	0,56
" hål	6	0,51	0,26
" justerade artiklar	3	0,89	0,80
" justerade sidor	3	0,95	0,91
" justerade centimetrar	3	0,89	0,79

Figur 4.87 Korrelationsresultat C32.

	MOTOR- MONTERING	INREDN.- SNICKERI	GROV- MONTERING	INREDN.- MONTERING	MEDEL- VÄRDEN
CYKELTID (h)	30	40	20	2x15	
ANTAL ART.	0,99	0,88	0,80	0,54	0,80
ANTAL FP.	0,94	0,89	0,66	0,31	0,70
ANTAL FE.	1,00	0,69	0,60	0,74	0,76
ANTAL HÅL	0,83	0,69	0,52	0,68	0,68
ANTAL JUST. ART.	0,28	0,82			
ANTAL JUST. SIDOR		0,78			
ANTAL JUST. CENTIMETRAR		0,48			
n	9	12	9	8	

Figur 4.88 Rangkorrelationskoefficienten för olika arbetssteg C32. Det i genomsnitt bästa värdet erhöles för antal artiklar.

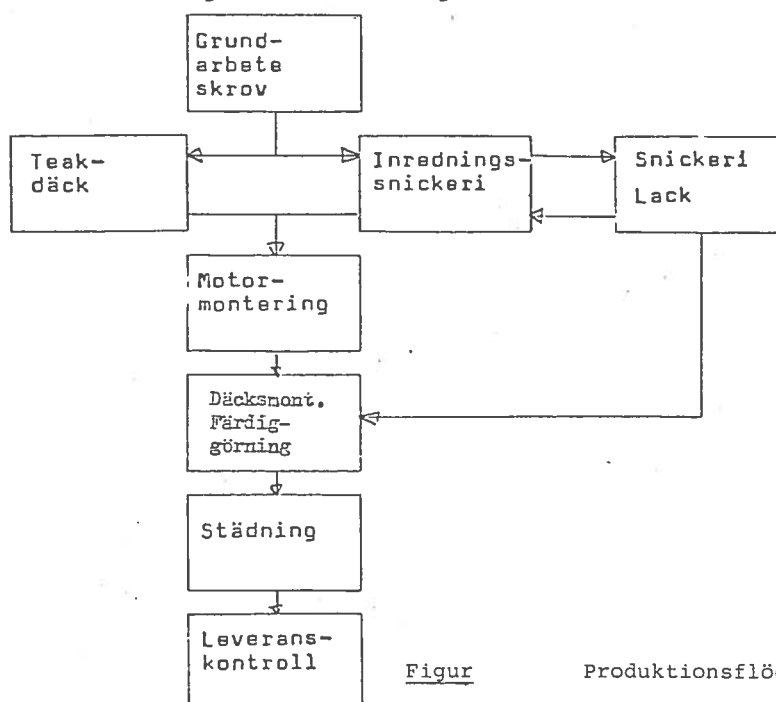
Dessutom gjordes en mängd korrelationer där antalet observationer varierades och sådana där olika kombinationer av konstruktionsvariabler med olika riktning prövades. Här är några exempel.

Variabel	n	r	r ²
Ant. art. + antal FE	6	0,80	0,64
" " + 0,2 antal FE	6	0,88	0,77
" " + 0,05 " "	6	0,91	0,82
" " + 0,1 " "	6	0,90	0,81
" " + 0,1 " hål	6	0,87	0,76
5xFE1+2xFE3+FE4+FE5+P	5	0,77	0,52
FE3 + FE4	5	0,74	0,55

Högsta korrelationsvärdet ges på antalet justerade sidor. Det går dock ej att dra några slutsatser om dess samvariation med tiden, då endast tre observationer var möjliga att göra. Dessutom är variabeln svår att mäta. Eftersom en stor del av montörernas tid är justering, är det troligt att en variabel, som på något sätt mäter denna, ger bra korrelationsvärden. Det mest användbara korrelationsvärdet gav artiklar, då dessa är lättast att räkna.

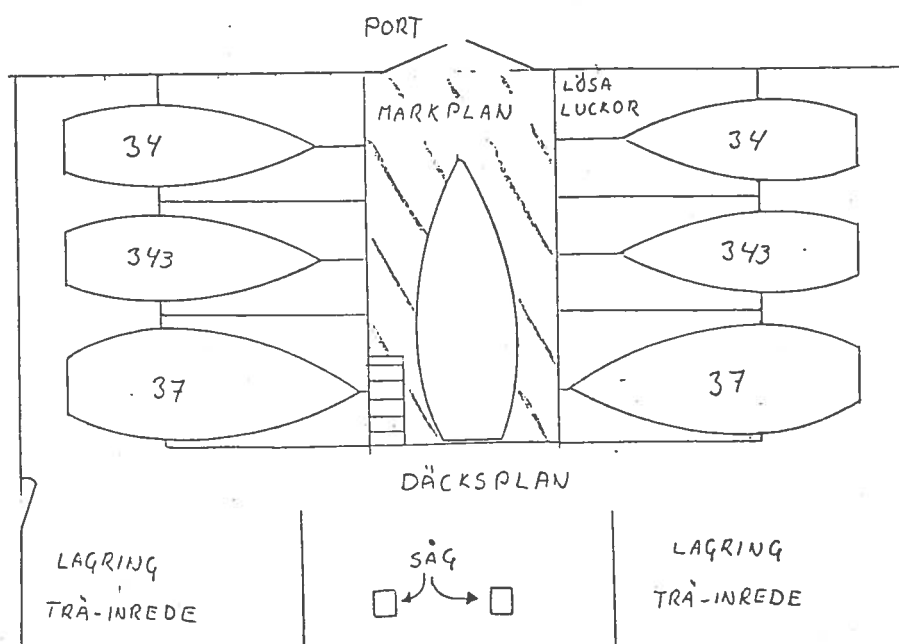
Konstruktionsanalys Najad 37

Produktionsflöde och layout kan studeras i figurerna. Alla de arbeten som utförs i monteringsavdelningen på en standardbåt har analyserats. Städning, målning och reparation av lack- och plastskador är ej medtagna i korrelationsanalysen, då de ej innehåller någon montering.



Figur

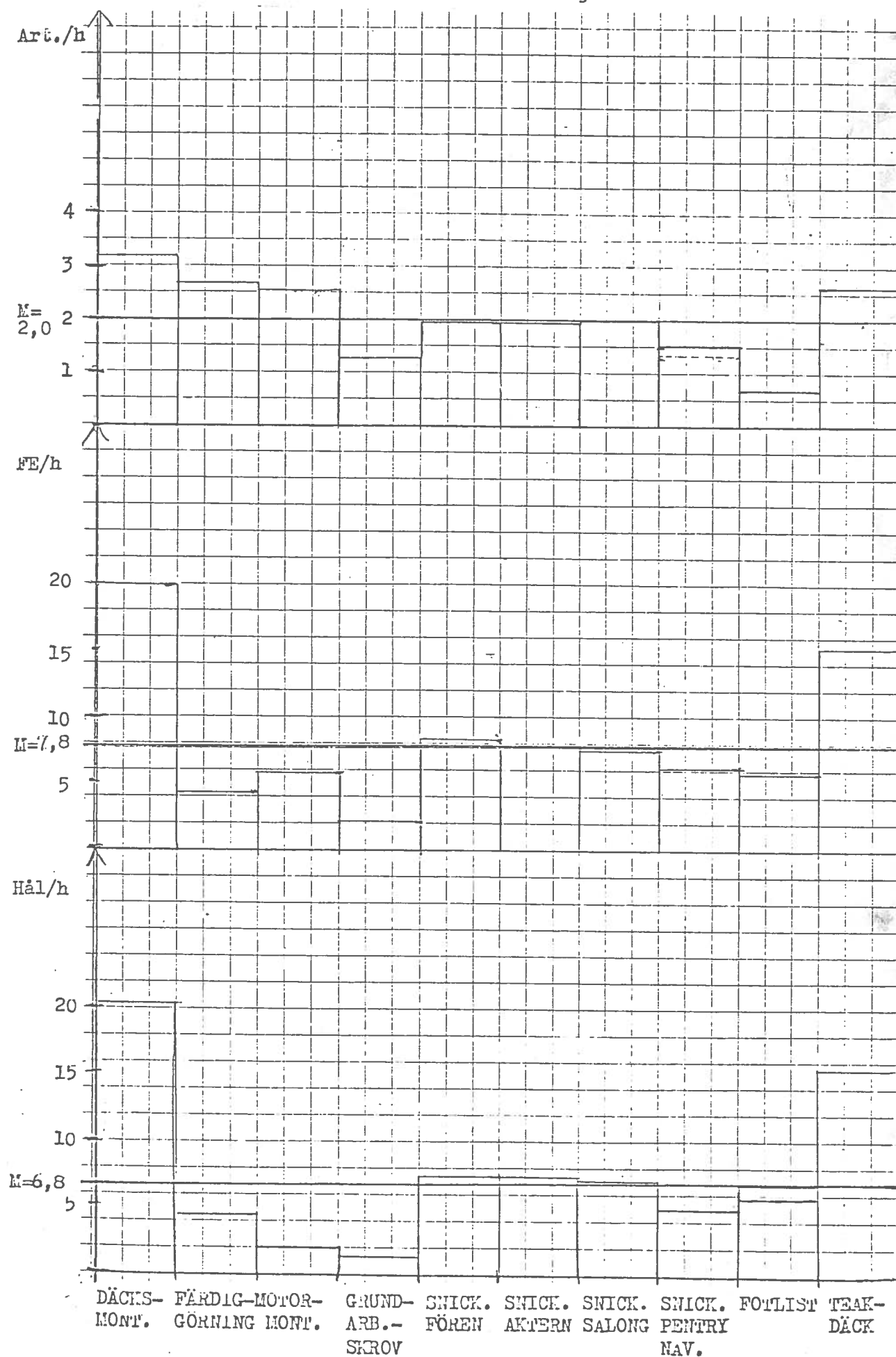
Produktionsflöde N37.

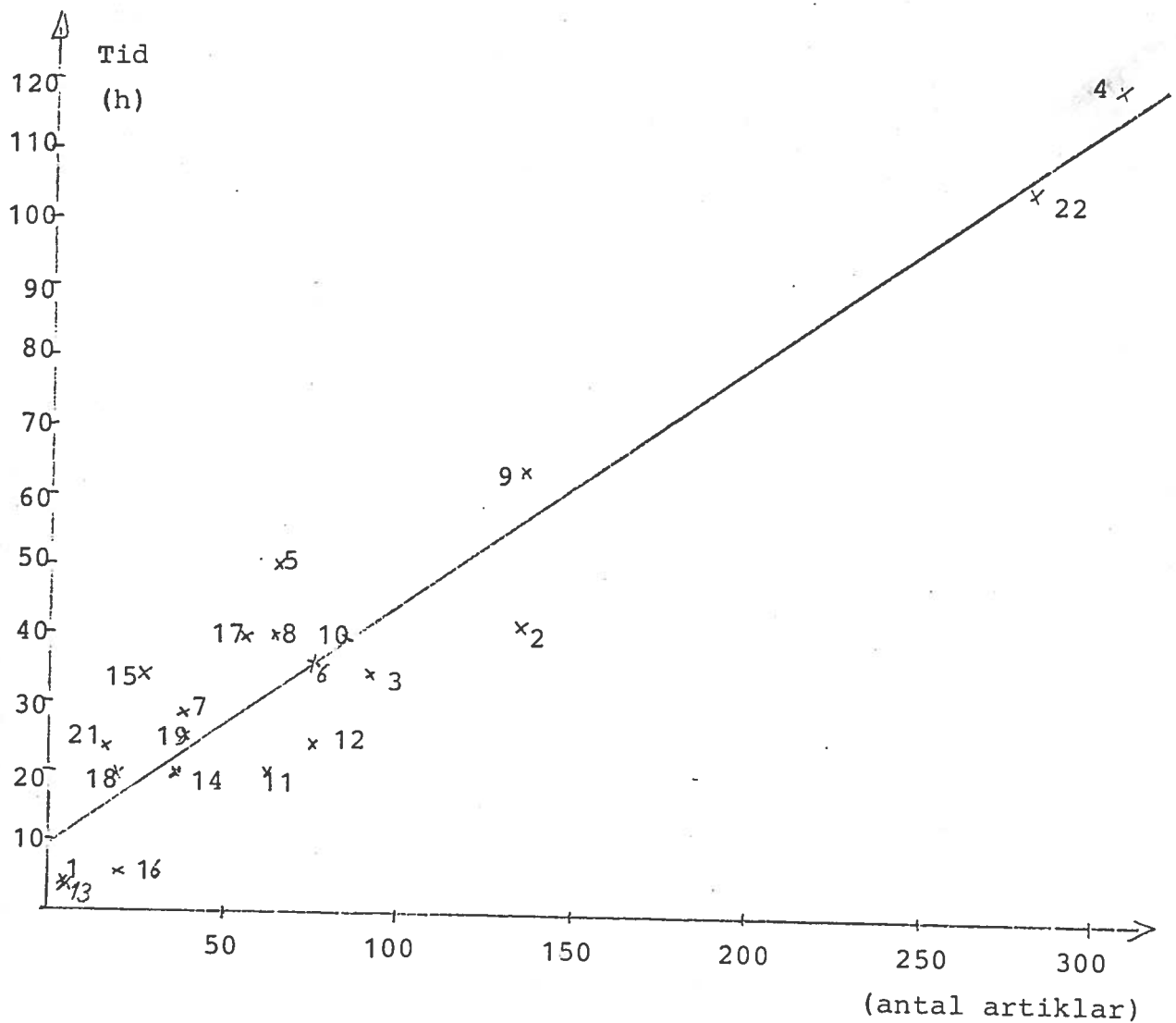


Figur 4.89

Layout Najadvarvet.

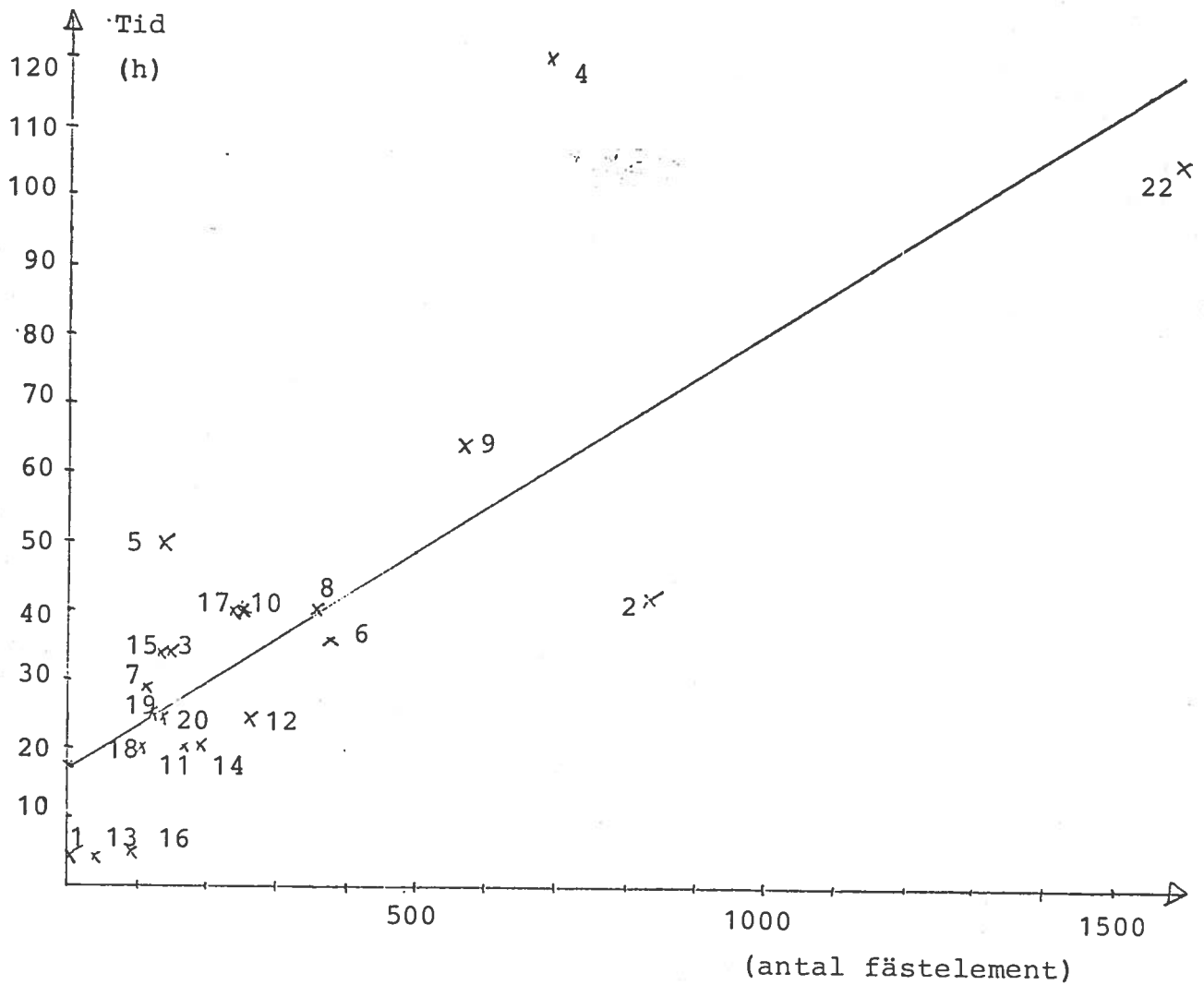
Figur 4.90 Skillnader mellan olika arbetssteg m a p några konstruktionsvariabler. Najad.





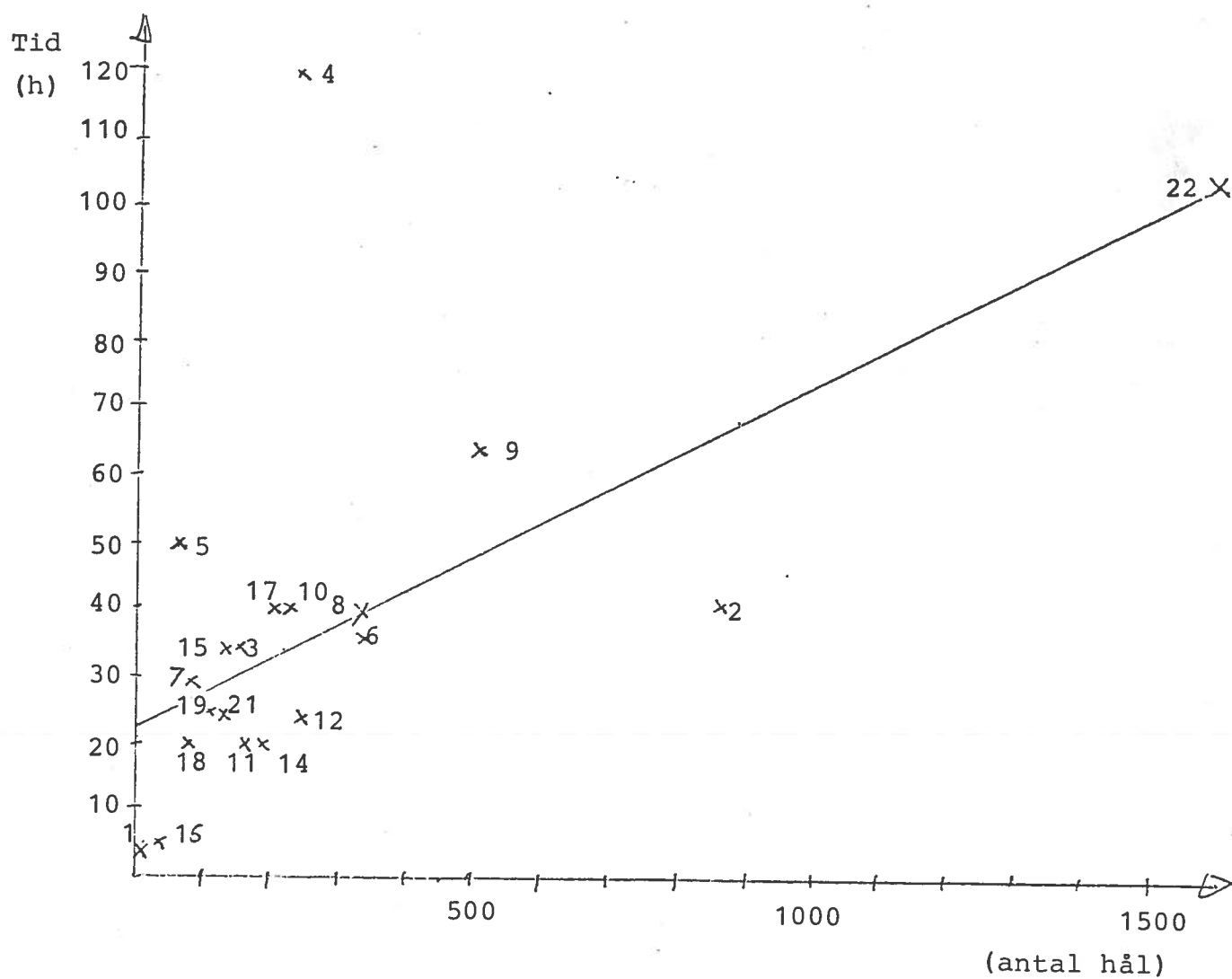
$$TID = 0,35 \times \text{ANTAL ARTIKLAR} + 10,04$$

Figur 4.91 Monteringstiden som funktion av antalet monterade artiklar. Najad.



$$TID = 0,063 \times \text{ANTAL FÄSTELEMENT} + 17,4$$

Figur 4.92 Monteringstiden som funktion av antalet fästelement.



$$TID = 0,051 \times \text{ANTAL HÅL} + 23,2$$

Figur 4.93 Monteringstiden som funktion av antal borrarade hål.

Korrelationsanalys Najad.

Bl.a. följande konstruktionsvariabler korrelerades mot tiden.

Variabel	antal observationer (n)	r	r ²
Antal artiklar	21	0,95	0,90
" fästpunkter	21	0,88	0,77
" fästelement	21	0,79	0,62
" hål	21	0,63	0,40

Dessutom gjordes en mängd korrelationer där olika arbetssteg plockades bort (n varierades) och sådana, där olika kombinationer av variabler med olika riktning prövades. Här är några exempel.

Variabel	n	r	r ²
FE+P	21	0,70	0,48
5xFE1+2xFE3+FE4+FE5+P	11	0,63	0,39
FE3+FE4	11	0,70	0,49
Art.	19	0,96	0,92
FE3	21	0,64	0,41

Det absolut bästa korrelationsvärdet erhöles för antal artiklar.

Konstruktionsjämförelse Comfort 32 - Najad 37

Den mest användbara konstruktionsvariabeln på bägge båtarna visade sig vara antalet artiklar. Det är dock, trots de höga korrelationsvärdena vanskligt att dra några slutsatser om monteringtider, bara genom att räkna antalet artiklar utan att se på andra faktorer i konstruktionen.

Om arbetet, vilket man vill veta tiden för, inte innehåller speciellt "olämpliga" d.v.s. icke-monterande moment, kan man få en fingervisning om monteringtiden bara genom att räkna antalet artiklar.

Kombinationer av antal artiklar med andra variabler gav i samtliga fall sämre korrelationsvärden än antal artiklar enbart. Att antal fästpunkter ger liknande resultat som antal artiklar beror på att det oftast bara finns en fästpunkt per artikel. Korrelation mot olika typer av FP gav dåliga värden, eftersom skillnader mellan olika typer av FP gör en så oerhört liten skillnad på monteringtiden, att en samvariation vore osannolikt.

Korrelation mot antal fästelement gav förvånansvärt låga värden, trots att försök gjordes att vikta de olika typerna av FE olika mycket i förhållande till varandra, samt att hänsyn togs till pluggning av skruvhål.

Orsak till att inte bättre resultat erhöles, beror förmodligen bl.a. på följande; FE 1 består i sig av flera olika sorters fästelement, vilka ger upphov till olika lång tid. Det kan röra sig om allt ifrån fastplastning med flera lager glasfibermatta till en siliconsträng. Denna typ av FE borde delas upp i minst två olika typer.

Dessutom borde FE 3 delas upp i två typer - en där skruvarna används i trä, där de då vikts högt och en där de används i plast och metall där de vikts lågt. Detta för att avspegla det omfattande passningsarbete trämontering innebär.

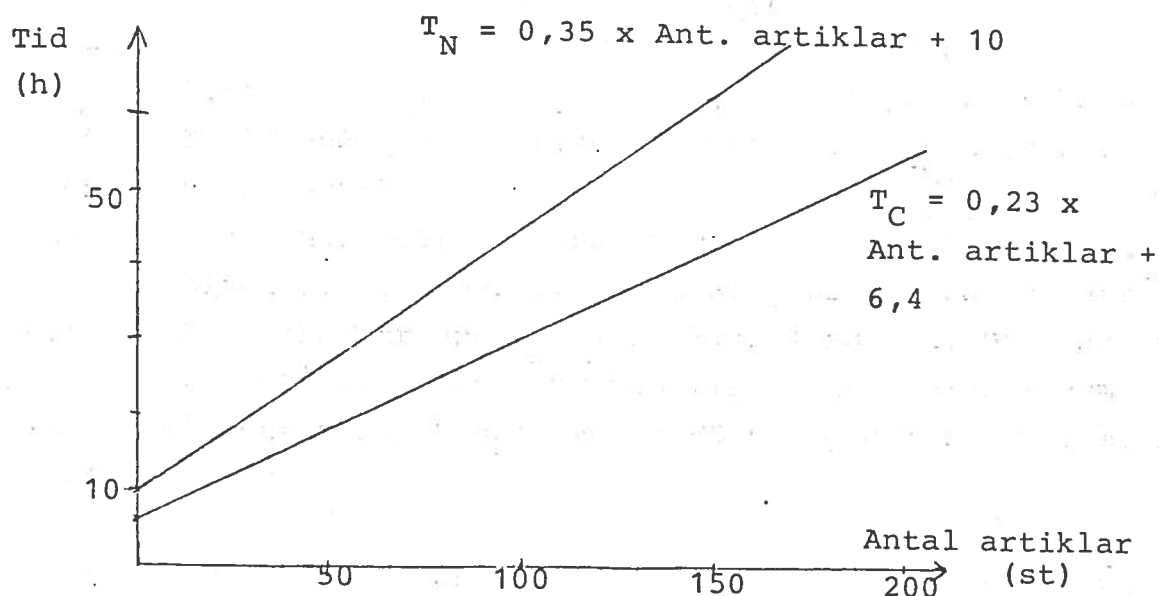
Korrelation mot antal borrarade hål gav heller inget användbart resultat, vilket kan bero på att en del montörer även borrar hål åt montörer i senare arbetssteg, samt att sågning av icke-runda hål, kan ha klassificerats på ett orättvist sätt.

De två jämförda båtarna är konstruktionsmässiga extremer åt var sitt håll, vilket man också kan se genom att jämföra antal artiklar per timme.

På C monteras totalt 2,2 Art./h, men för att få ett jämförbart värde med N bör däckning och oljning av trä utanför båten räknas bort. Värdena blir då 2,6 Art./h på C och 2,0 Art./h på N. D.v.s. tiden för C är 0,76 gånger tiden för N.

Motsvarande värden för fästelement och borrhål är 10,3 FE/h och 9,8 hål/h för C, samt 7,8 FE/h och 6,8 hål/h för N. Den totala förlustfria tiden är för C 27% och N 12%.

Skillnaderna kan också åskådliggöras med hjälp av regressionslinjer enligt figur



Figur 4.94 Skillnad i regressionslinjen. Najad och Comfort.

Skillnaden mellan tidsfunktionerna för antal artiklar för N och C. Skillnaden mellan kurvorna avspeglar skillnaden i förluster vid montering av de två båtarna.

Att kurvorna inte börjar nära noll på tidsaxeln beror på att de använda värdena i korrelationerna varit stora.

Om kortare tid används närmar sig kurvorna noll och lutningskoefficienten blir större. Detta fenomen beror förmodligen på att sambanden inte är linjära vid korta tider utan snarare logaritmiska

Vad beror då dessa skillnader i förluster på?

Även om en del av skillnaderna kan härledas till layout, materialhantering och arbetsorganisation, är det konstruktionen som är den största orsaken till differanser i monteringstid. Det som främst skiljer konstruktionerna åt, är att de kräver olika mycket justering vid monteringen.

C har en inredningsmodul och ett innertak som i sig kan sägas utgöra måttnoggranna fixturer och fästen för inredningen och som dessutom genom sina utformningar, på vissa ställen kan ta upp måttvariationer hos snickerierna. Detta minskar uppskattningsvis monteringstiden per artikel till 50-60% vid snickerimonteringen. Dessutom innebär användandet av ritsar på C att det går snabbt och lätt att montera detaljerna på rätt plats.

På N byggs inredningen upp i ett tomt skrov, där måtten varierar från båt till båt och bra fixpunkter saknas, beroende på att laminattjockleken varierar, skrovet inte är formstabilt och förstärkningarna i skrovet bara är inplastade efter ögonmått. Det är sedan svårt att plasta in skotten i exakt läge, varför dessa ofta hamnar något olika i olika båtar. I detta stadie har man nu "byggt in" omfattande justeringsarbete på den inredning som sedan skall monteras mellan skotten.

Andra väsentliga skillnader mellan båtarna är att man på C kan montera en stor del av inredningen innan däckets läggs på, medan

man på N har däckat på från början. Detta försvårar arbetet på N avsevärt då arbetsställningar och belysning blir sämre, ruffnedgången ökar hanteringsförlusterna, begränsar storleken på de detaljer som skall monteras inne i båten och begränsar möjligheterna till användande av förmonterade moduler.

På C är inte passningskraven lika höga som på N och man använder både svarta kederlistor (plastlistor) och täcklistor av trä för att slippa besvärliga inpassningar.

Faktorer som kan störa konstruktionsjämförelsen är att man på C hade mer specialiserade arbetsuppgifter, kortare cykeltider och lägre arbetstakt än på N. Detta kan dock utjämnas av att man på N inte hade en speciell materialhanterare, utan montörerna fick hämta sina detaljer själva.

Fel i sekvenser, vilket ger demonteringsarbeten, fler varianter och mindre serie är också faktorer som ökar monteringsstiderna på N jämfört med C.

Effekterna av nämnda faktorer kan studeras på jämförbara arbetssteg hos de två båtarna.

Snickaren på C monterar hela 3,5 Art./h (15,2 FE/h och 15 hål/h), medan de på N endast monterar 1,8 Art./h (7,2 FE/h och 6,4 hål/h) i snitt. Man kan anta att C:s inredningsmodul nästan halverar monteringstiden per artikel för inredningssnickerierna. Den förlustfria tiden är här beräknad till 6,5% på N och 12% på C. Inredningsmodulen ersätter dessutom en stor mängd snickeriartiklar, eftersom den i sig utgör basinredning.

Ett arbetssteg med relativt likartade förutsättningar på de bägge båtarna är monteringen av utrustningen på däck.

Här erhöles på C 3,3 Art./h och på N 3,2 Art./h.

(22,4 FE/h och 28 hål/h resp. 19,8 FE/h och 20,5 hål/h).

Man kan alltså se att skillnader i arbetsorganisation och hur produktionsanläggningen ser ut, inte påverkar monteringstiden i

någon större utsträckning, för denna typ av montering och produktion. Allmänt gäller att utformningen av produktionssystemet ej har så stor betydelse vid småserieproduktion. Vid däcksmonteringen har nämligen inte konstruktionsskillnaderna mellan båtarna speciellt stor betydelse.

Arbetsstegen som för båda båtarna kallas motormontering är delvis jämförbara, även om det är mer omfattande på N.

Här erhöles 3,3 Art./h (8,3 FE/h och 6,6 hål/h) på C och 2,5 Art./h (5,7 FE/h och 2,0 hål/h) på N.

Skillnaderna här beror kanske främst på att arbetssteget delvis ligger fel i sekvens på N. Motormonteringen görs där efter inredningssnickerierna, vilket ger problem med åtkomligheten. S-drevet på C, vilket gör motorn avsevärt mer lättmonterad än med propelleraxel kan också minska monteringstiden per artikel.

Båtar byggda på konventionellt sätt såsom N kan förmodligen jämföras m.a.p. monteringstid genom att bara räkna antalet artiklar, men detta måste i så fall visas först genom att utföra konstruktionsanalyser på andra båtar.

Metoden kan aldrig bli annat än approximativ.

Ekonomisk analys

Allmänt

Syftet med detta kapitel är att ekonomiskt analysera och utvärdera båtproduktionen vid de två varven. Vi begränsar oss till den del av produktionen som innefattar inredning och montering i och på skroven fram till färdig båt, d v s monteringsavdelningen. Vi bedömer dessa enheters effektivitet genom att mäta kostnader och förluster både totalt och i monterings delsteg. Vi kan då också uppskatta rationaliseringspotentialer i olika steg av produktionen.

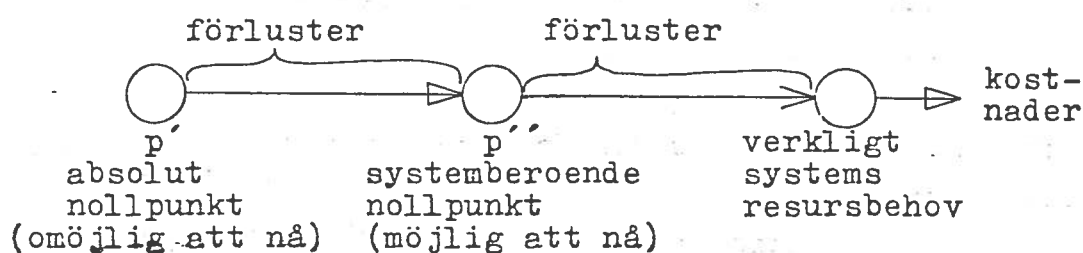
För att kunna genomföra denna analys måste vi ha värden på samtliga inkostnader till monteringen, både för externt köpta och internt förädlade artiklar.

Dessa fås genom att en produktkalkylering med fullständig kostnadsfördelning genomföres. Den ger självkostnaderna på företagets egentillverkade produkter och inköpta komponenter i olika steg av produktionen, därur kan inkostnaderna till monteringen plockas. Vid kalkyleringen har vi som basmaterial utgått från årsbokslut, interna arbetsbokslut, bokföring, inventeringslistor, uppgifter från företagets representanter och marknadsföringsmaterial. Dessutom är konstruktionsanalysen en viktig grundsten för förståelse av monteringsssystemet.

Teori

För bedömningen av de aktuella produktionsavdelningarna användes en ekonomisk kalkylmodell som sätter det existerande produktionssystemet i relation till ett normerat system, Nollsystemet. Det kallas så eftersom produktionskostnaderna i systemet är teoretiskt minimala, man får en nollpunkt (referenspunkt) på en produktionskostnadsskala. Nollsystemet är alltså ett produktions-

system helt utan förluster, d v s allt arbete är "nyttigt" och "minimala" kapitalresurser utnyttjas. Det finns två olika nollpunkter, dels en absolut (teoretisk) p' och dels en "praktisk" uppnåelig p'' enligt bilden nedan. Vi behandlar endast nollsystemet utgående från absoluta nollpunkten.



Varför används då denna analysmodell? Då man vill bestämma effektiviteten hos ett produktionssystem är det omöjligt att säga att vid ett visst inflöde av skilda resurser i systemet, är ett visst utflöde det optimala. Det går således ej att optimera fram ett system. Med det teoretiskt förlustfria nollsystemet kan man däremot jämföra ett givet produktionssystem.

Det är därvid två huvudtyper av förluster som beräknas, personalbehovs- och kapitalbindningsförlust. De olika förlusternas storlek i olika steg av produktionen ger då rationaliseringsanvisningar.

Då man vill jämföra två eller flera produktionssystem är det som med det enskilda systemet omöjligt att genom direkt jämförelse t ex med produktivitetsmått som st/anställd och omsättning/anställd säga att det ena systemet är effektivare eller optimalt. För att kunna jämföra systemen kan nollsystems-teorin användas även här. Genom att nollsystemen för respektive produktionsanläggning tas fram och därvid även de aktuella förlusterna i förhållande till nollkostnaderna, kan jämförelsen genomföras. Man ser procentuellt hur nära respektive anläggning ligger sin teoretiska min-kostnad.

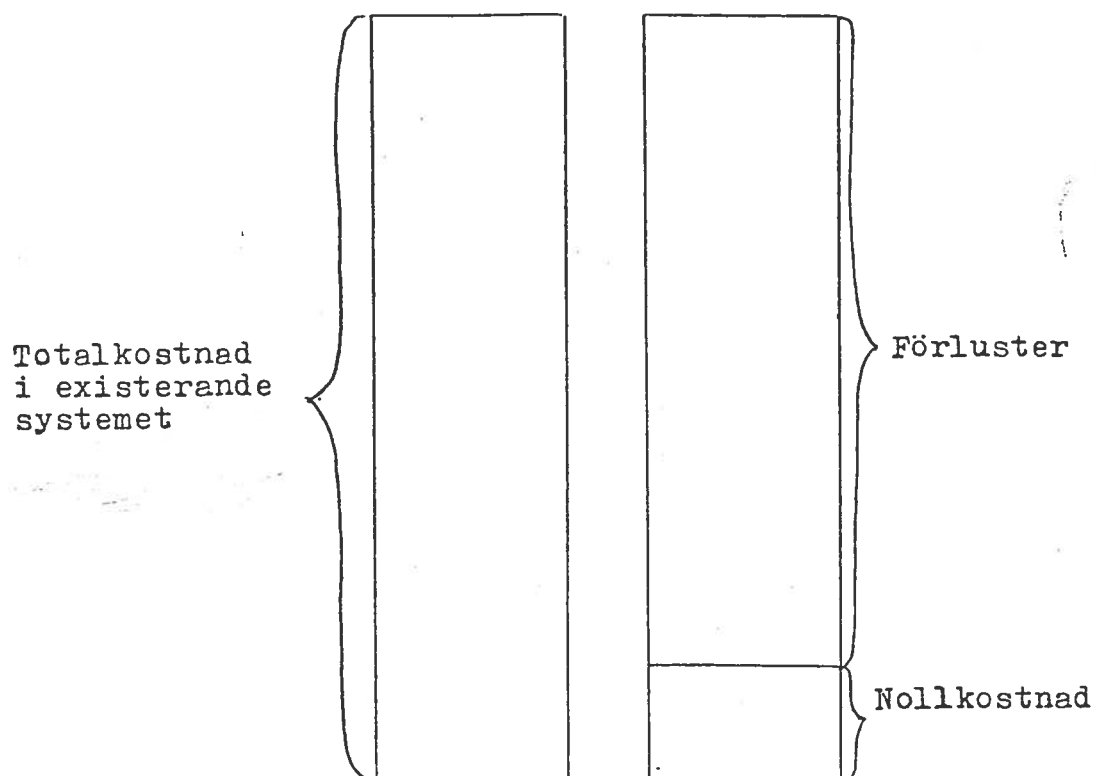
Ett skalekonomiskt mått på det existerande systemet kan fås genom att beräkna dess kostnader vid olika produktionstakt och sedan jämföra med nollsystemet.

Generellt gäller för analysmodellen att konstruktionen ses som given men man bör observera att man genom att göra konstruktionen mer "fulländad" i tidigare produktionssteg kan minska förlusterna i senare steg. Exempel på detta är att om skrovet till båten göres mer måttnoggrant i plastfabriken så kommer justeringsförlusterna i monteringen - det i vårt fall nollanalyserade produktionssteget - att minska. Här får alltså avvägas minskade förluster mot eventuella kostnadsökningar. Detta var exempel på konstruktionsberoende förluster, dessutom finns förluster beroende av produktionssystemet (till viss del beroende av konstruktionen) som exempel kan nämnas materialhantering och administration.

Tillämpning av kalkylmodell

Praktiskt sett genomföres nollanalysen på så sätt att de nödvändiga resurserna först beräknas och därefter det av dagens system ianspråktaga resurserna. Genomgående vid bedömningen av nödvändiga resurser och förluster görs uppdelning i personalbehov respektive kapitalbehov. Dessas innebörd beskrives nedan.

Observera att nollkostnaderna aldrig praktiskt sett kan nås utan dess uppgift är att tjäna som nollpunkt vid jämförelse inom och mellan system.



Figur 4.95

Personalbehov

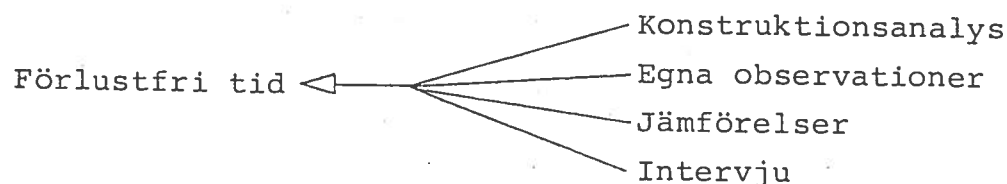
Den förlustfria arbetstiden är den tid som är nödvändig för det rena monteringsarbetet. När det gäller båtproduktion är då detta främst att skruva, spika, borra, plasta, spackla och måla. Arbetstidsförlusten består i konventionell monteringsindustri huvudsakligen av följande typer.

- 1 Balanseringsförluster
- 2 Variantförluster
- 3 Systemförluster (justerare, instruktörer, kontrollanter, underhåll)
- 4 Hanteringsförluster (hämta, flytta)
- 5 Ersättningsförluster
- 6 Materialförsörjning

När det gäller båtmontage är det framförallt en annan förlusttyp som är dominerande nämligen - justering. I det här fallet konstruktionsberoende bearbetning före montage. Det är främst att såga, hyvla, slipa eller på annat sätt avverka alternativt bygga på basobjekt eller artiklar. Som framgår är det främst måttvariationerna från båt till båt som medför de stora justeringsförlusterna.

Det normala tillvägagångssättet vid analys av detta slag är att det för absolut ren montering MTM-tidsstuderade arbetet, sätts som förlustfri tid. I våra fall har dock ej tidsstudier funnits att tillgå. Det existerande systemets förluster har istället bestämts genom följande metod.

Ur konstruktionsanalysen kan olika arbetssteg jämföras. De olika arbetsstegen analyseras genom att arbete per tidsenhet studeras. Som grund ser vi på artiklar, fästelement och håltagning per timme. Arbetssteg på de två varven med liknande arbetsinnehåll jämföres varvid förlusternas relativa storlek kan bestämmas. Jämför man dessutom alla arbetssteg på samma varv kan förluststorlek mellan stegen bedömas. För att kunna förankra detta relationskomplex till absoluta tal har vi dels bedömt själva genom observationer i produktionslokalerna dels låtit personalen bedöma genom att samtliga operatörer har intervjuats och därigenom skattat förlusterna.



Nästan alla materialinköp går genom förrådet, undantagna är plast, glasfiber och annat skrovmaterial samt trä- och segelmaterial. Från förrådet går de flesta artiklar direkt till monteringsavdelningen för C 32. Genom hantering och lagring i förrådet har artiklarna vid ingång till monteringen högre värde än inköpspriset. Kapitalkostnad för lagring ingår alltså i det värde artiklarna ges vid ingång till monteringsavdelningen. Detta gäller även för alla övriga leveranser till monteringsavdelningen. I plastfabriken tillverkas skroven och däckerna till de olika båtmodellerna. I snickeriet göres inredningssatserna till C 32 och i detaljplasteriet tillverkas diverse detaljer till C 32.

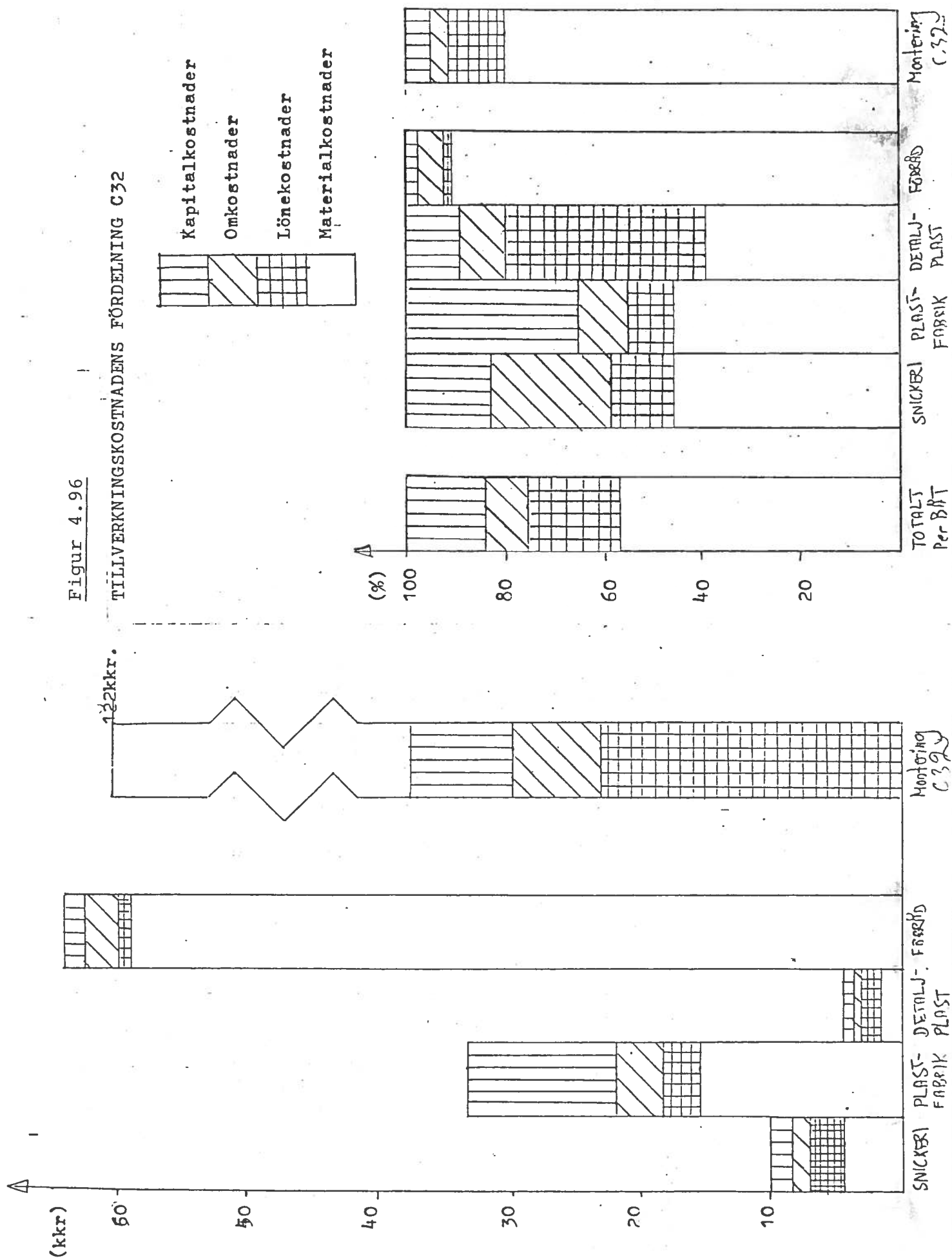
I monteringen införes produkter till ett värde av 99 kkr/båt inkluderat intern förädling och materialhantering. Hur dessa kostnader fördelar sig på de fyra "leveransavdelningarna" visas i fig. 4.96. Där framgår även kostnadsfördelningen inom avdelningarna. Märk att materialkostnaden för monteringsavdelningen består av summan av kostnaderna per båt i de fyra andra avdelningarna.

Genom förädlings- och kapitalkostnader i monteringen blir den totala kostnadsbilden där per båt följande:

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Material	99,1	80
Lön	13,1	11
Omkostnader	4,6	4
Kapitalkostnader (anläggningstillg)	4,6	4
(oms.-tillg. PIA-ränta)	<u>0,8</u>	<u>1</u>
	122	100

Figur 4.96

TILLVERKNINGSKOSTNADENS FÖRDELNING C32



Totalkostnader

Då vi söker totala kostnaden per arbetsmoment utgår vi från värdet av monterad material och arbetstid. Omkostnader och kapitalkostnad för anläggningstillgångar fördelas efter arbetstiden. Kapitalkostnad för PIA fördelas efter värdet på materialet och när under genomloppstiden montaget sker. Man får en fast timkostnadspost där lön utgör 58 %, omkostnaderna 21 % och kapitalkostnad för anläggningstillgångar 21 %. I absoluta tal m.a.p. dessa poster kostar en arbetstimma 110 kronor. I genomsnitt är denna post endast en tredjedel av värdet på monterad materiel

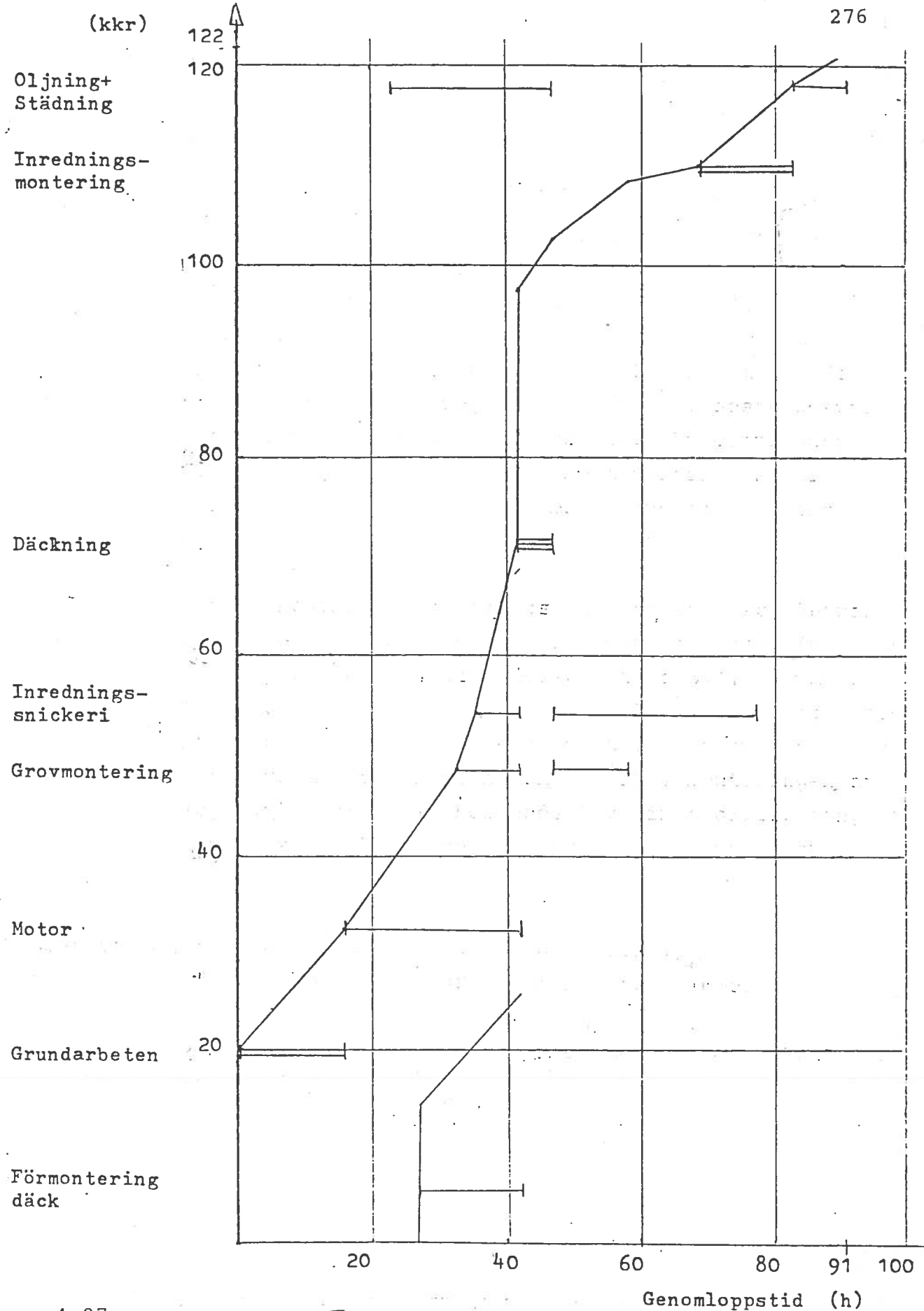
. Kapitalkostnad för PIA är i medel endast 63 kronor per arbetssteg.

Kombineras totala kostnaden per arbetssteg med arbetscyklernas fördelning under genomloppstiden, fås en kurva som beskriver totala kostnadsuppbyggnaden i monteringenⁿ, se bild 3.4. Vi kan ur detta se att på 46 % av genomloppstiden har 80 % av totala kostnadsuppbyggnaden skett. Detta har dock totalt sett små negativa konsekvenser eftersom kapitalkostnaden på PIA i monteringen är mycket låg (800 kr). För detta kostnadsslag finns alltså "ingen" rationaliseringspotential. Vissa nyckelvärden kan tas fram ur kurvan.

Monteringen "kostar" totalt: 440 kr/arbetstimme.

" " " : 980 kr/genomloppstimme.

Basobjekten ökar sitt värde i monteringen med 90 kkr, vilket är en värdeökning på 270 %.



Figur 4.97

Kapitaluppbyggnadsdiagram C 32.

NollsystemetPersonalbehov

Den förlustfria monterings tiden har bedömts enligt tidigare redovisad metod, . Följande tid per arbetssteg har erhållits, dessutom anges förlustfri tid i % av existerande systemets tid,

	<u>h</u>	<u>Procent</u>
Grundarbeten	16	50
Motor	3	12
Förmontering däck	4,5	30
Däckning	4	25
Grovmontering	4	20
Inredningssnickeri	4,5	12
Inredningsmontering	3	10
Oljning	<u>16</u>	50
Totalt	55	27

Av de 55 timmarna är 38,5 montering på skrovet. Lönekostnaden per båt blir 3 500 kr.

Grundarbeten består av mycket målning och plastning som vi ser som ren montering, varför förlusterna här blir låga, detsamma gäller förmontering däck men på grund av relativt konventionell montering med lite justering. Det är speciellt de arbetssteg med mycket justering som har störst förluster, se även konstruktionsanalysen.

Kapitalbehov

Ideala kapitalbehovet under genomloppstiden enligt .
 är basobjektet + 0,67 av tillsatsmaterialet. Vi bedömer maximal montörstäthet vid montage på skrovet till tre. Det ger vid den förlustfria monteringen en genomloppstid på 13 timmar.
 Noll-kapitalkostnaden blir vid dessa förutsättningar 110 kr/båt.

Jämförelse nollsystem nuvarande system

Vid jämförelse mellan existerande monteringsystem och O-systemet får följande värden per producerad C 32.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
O-kostnad (exkl material)	4	100
Nuvarande kostnad (exkl material)	23	540
Personalbehovsförlust	10	270
Kapitalbindningsförlust	10	9040
Ytförlust 10,4 km ² h]		

Skalekonomi för nuvarande system

För att få ett skalekonomiskt mått på nuvarande produktionen bör förlusterna vid fullt kapacitetsutnyttjande beräknas. Nuvarande volym är 50 st C 32 helfabrikat per år. Under följande förutsättningar skulle 175 båtar per år kunna produceras.

- Montörstätheten = 3
- Man producerar samma proportion hel- och halvfabrikat som nu
- Lokalen begränsar antalet monteringsstationer till 7.
- Monteringstid per båt oförändrad. .
- Hälften av omkostnaderna är fasta.

Följande kostnader och förluster fås:

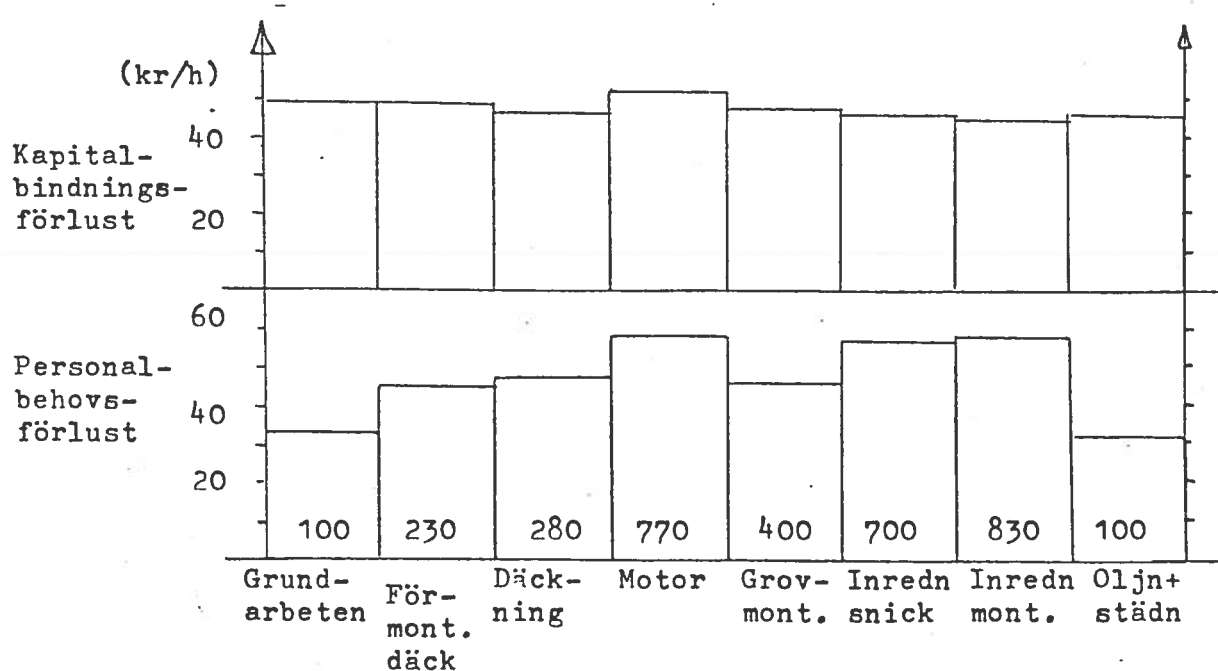
-	Personalkostnad per båt	13 kkr	
-	Kapitalbehov " "	<u>5</u> "	
	Totalkostnad	19 "	(430 %)

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Personalbehovsförlust	10	270
Kapitalbindningsförlust	6	5450
Ytförlust $6,3 \text{ km}^2 \text{ h}$		

Den 3,5 gånger större produktionsvolymen minskar kostnaderna för anl.-tillgång per båt så mycket att kapitalbindningsförlusten nästan halveras. Totalkostnaden minskar genom detta med 17 %.

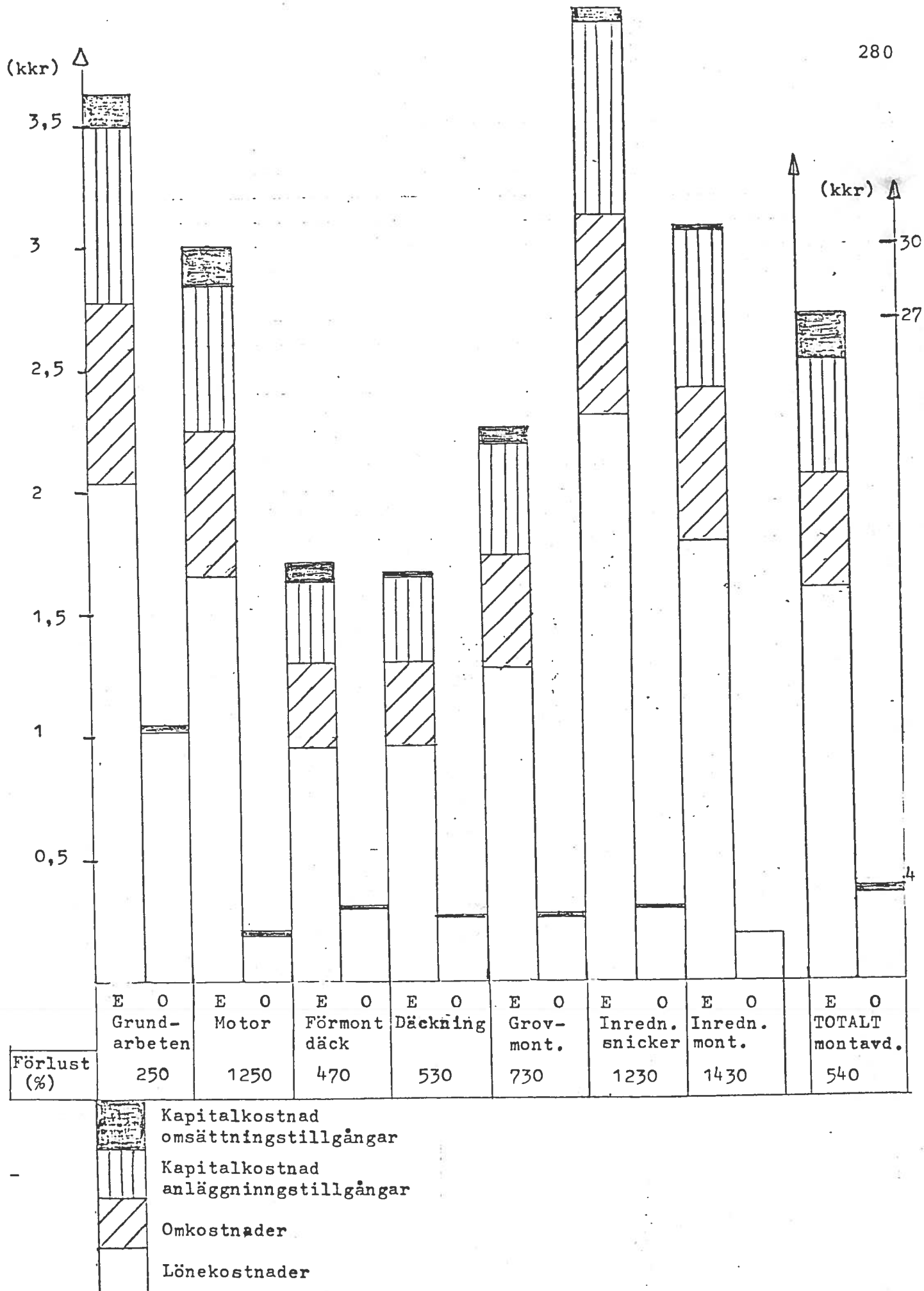
Noll-kapitalkostnaden är i medeltal endast två kronor per monteringstimme vilket gör att totala nollkostnaden per timme är nästan helt bestämd av timlönekostnaden (= 64 kr/h). Mellan de olika arbetsstegen skiljer det som mest sju kronor per timma.

Förlusternas storlek på de olika arbetsstegen både per timme och totalt framgår av figur 4.98 och 4.99.



Figur 4.98

Förluster per monteringstimme i det existerande systemet. Siffrorna i staplarna anger personalbehovsförluster i procent. C32.



Figur 4.99

Kostnader per arbetssteg i existerande system (= E) resp nollsystemet (= O). C32.

Att förlusterna totalt sett blir höga beror till stor del på typen av produktion, vilken som vi sett i konstruktionsanalysen, ger stora justeringsförluster. Dessutom har vi lågt flöde med mycket långa arbetscykler vilket ger vissa förluster

En genomsnittlig personalbehovsförlust på 270 % är med tanke på ovanstående ett bra värde och antagligen betydligt under branschmedel.

Kapitalbindningsförlusten är nästan uteslutande omkostnader och kostnader för anläggningstillgångar, lika mycket av varje. Av den senare är 60 % att hänföra till lokalkostnader och av omkostnaderna är 25 % lokalomkostnader. Det är därför viktigt att utnyttja lokalerna ordentligt. Som vi sett är den nuvarande produktionsvolymen för låg i förhållande till lokaltillgången. Genom ökad och därmed jämnare montörstäthet fås kortare genomloppstid och därmed förutsättningar för högre produktionsvolym. Övriga omkostnader är svåra att minska annat än genom större produktionsvolym.

Vid jämförelse och bedömning av rationaliseringsmöjligheter för de olika arbetsstegen måste personalbehovsförlusterna bedömas i förhållande till typ av montering. Att förlusterna vid inredningssnickeriet är högre än vid arbetssteg, med mer konventionell montering, måste ses som normalt. Det är ur detta perspektiv anmärkningsvärt höga förluster vid inredningsmonteringen. De höga förlusterna vid motormonteringen beror antagligen på att där göres justeringar för senare arbetssteg samt att konstruktionen i sig innebär montering av stora och tunga artiklar vilket ger större hanteringsförluster. Över huvudtaget avspeglar de i nollanalysen funna förlusterna till stor del de i konstruktionsanalysen framräknade värdena, d v s konstruktionen har en (mycket) stark inverkan på tillverkningskostnaderna.

NajadStruktur

Produktionen utgöres av tre båtmodeller N 37, N 34 och N 343. N 37 som vi analyserar står för ca 20 % av företagets omsättning. I det följande avses standardutrustad båt om annat ej säges. Alla tre modellerna tillverkas organisatoriskt gemensamt. Produktionssystemet består av två huvudavdelningar.

I snickeriet tillverkas inredningssatser till båtarna som byggs i monteringsavdelningen. Skroven köpes färdiga och däckade från externt företag. Ingen separat förrådsavdelning finns utan avdelningarna förrådsför själva.

Vid analysen av monteringsavdelningen har snickerisatserna givits självkostnadsvärde, övriga materialkostnader är till inköpspriser.

Kostnaden för material som behövs till att producera en båt i monteringsavdelningen är 210 kkr. Av denna summa utgör basobjektet d v s skrovet 78 kkr och internförädlad trä 62 kkr (träinköpspris 18 kkr). Den resterande posten på 70 kkr utgöres främst av artiklar. Med förädlings- och kapitalkostnader blir den totala kostnadsbilden per båt i monteringen.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Material	210	69
Lön	50	16
Omkostnader	25	8
Kapitalkostn Anl tillg.	11	
Oms tillg: Förrådsränta	6	
" : Ränta PIA	<u>5</u>	
	<u>22</u>	<u>7</u>
	306	100

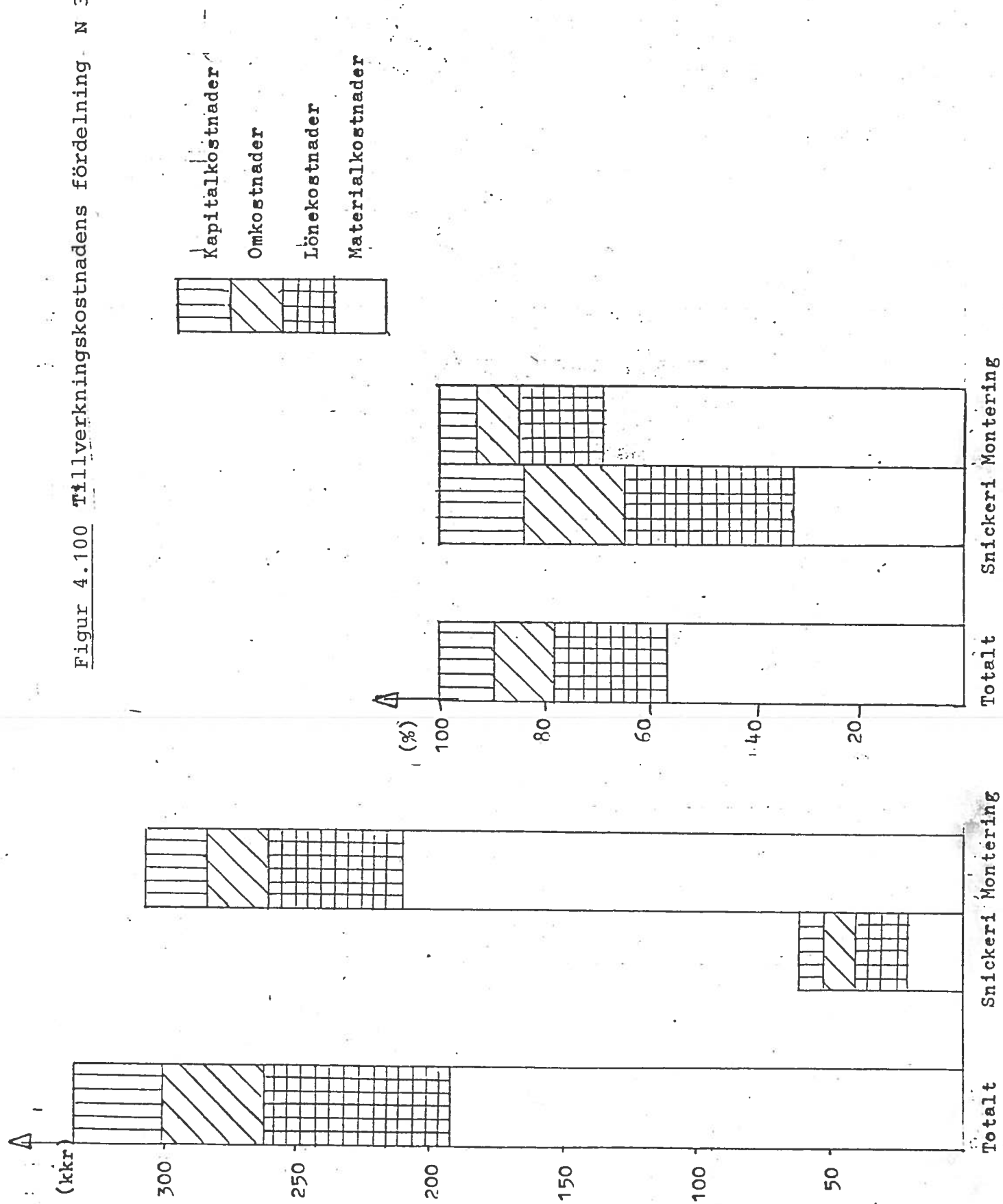
I monterings materialpost ingår värdet av den internproducerade snickerisatsen. Fig. 4.100 visar tillverkningskostnadens fördelning totalt och avdelningsvis på olika kostnadsslagen.

Observera att det efter monteringen tillkommer ytterligare artiklar (rigg etc) samt att hela snickerikostnader ingår i monterings materialkostnad.

Utgår vi från företaget som helhet fås följande totala självkostnadskalkyl för N 37.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Inköpt material	191	48
Löner	71	18
Omkostnader	38	10
Kapitalkostnader (anl tillg)	12	3
(oms tillg)	30	8 (inkl färdigvaru-
Affärsomkostnader	<u>53</u>	<u>13</u> lager
Självkostnad	395	100

Figur 4.100 Tillverkningskostnadens fördelning - N 37.



Ur figuren fås följande nyckeldata:

Total monteringsstid	840 h
Genomloppstid	250 h
Medelmontörstäthet	3,4 man/båt

Vi ser att inredningssnickeriet är det mest tidskrävande arbetet där man trots hög montörstäthet har lång genomloppstid. Detta arbetssteg är därför kritiskt vid produktionsplaneringen. Under grundarbetena är montörstätheten anmärkningsvärt låg. Man har dock i snare skeden höjt montörstätheten genom att lägga vissa arbetssteg omlott. Detta eftersom lokalbristen ger krav på kortare genomloppstid.

Normalt sett monteras mycket extrautrustning på båtarna, det göres främst under motormonteringen som därvid som mest kan ta dubbla tiden. Den totala genomloppstiden blir som mest 300 timmar.

Materialkostnadernas fördelning

Materialkostnaderna är den största posten i monteringen, hela 70 %, varav skrovet är en fjärdedel. Vid fördelning på de olika arbetsstegen av materialvärdet är det den internförädlade inredningssatsen som de fyra snickarna monterar vilken står för största biten (45 %). Eftersom arbetscyklerna är olika långa jämför vi dem i i monterings per timme. Även antal monterade artiklar är med för att ge uppfattning om artikelvärdena.

NollsystemetPersonalbehov

Den förlustfria monterings tiden har bedömts enligt tidigare beskriven metod, . Följande tid per arbetssteg har erhållits, dessutom anges förlustfri tid i % av existerande systems tid.

	<u>h</u>	<u>Procent</u>
Grundarbeten	17,5	35
Inredningssnickare förpik	7,3	7
" salong	7,3	7
" akter	7,3	7
" pentry, nav	5,2	5
Teakdäck	21	20
Fotlist	0,9	4
Motormontering	10,8	9
Däcksmontörer	14,9	10
Bottenmålning	<u>6,3</u>	45
	98	12

Dessa 98 timmar ger en total lönekostnad av 5 800 kr.

De arbetssteg som har störst förluster är de med mycket justering.

Kapitalbehov

Det ideala kapitalbehovet under genomloppstiden är basobjektet + 0,67 av tillsatsmaterialet. Vi bedömer maximal montörstäthet till fyra. Det ger vid den förlustfria monteringen en genomloppstid på 25 timmar. Nollkapitalkostnaden blir vid denna förutsättning 450 kr per båt.

Jämförelse nollsystem nuvarande system

Vid jämförelse mellan det existerande monteringsystemet och O-systemet fås följande värden per producerad N 37.

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
O-kostnad (exkl mtr)	6	100
Nuvarande kostnad ^{x)} (exkl mtr)	86	1260
Personalbehovsförlust	44	760
Kapitalbindningsförlust	35	7770
Ytförlust $25 \times 10^3 \text{ m}^2 \text{ h}$		

x) Förrådsränta är ej räknad som förlust utan ses som del i materialkostnaden.

Skalekonomi för nuvarande system

För att få ett skalekonomiskt mått på nuvarande produktion bör förlusterna vid fullt kapacitetsutnyttjande beräknas. Nuvarande volym är 8 båtar per år, under följande förutsättningar skulle 14 båtar per år kunna produceras:

- Montörstäthet = 4
- Samma antal monteringsplatser som nu = 2
- Arbetstid per båt oförändrad
- Hälften av omkostnaderna fasta

Följande kostnader och förluster fås:

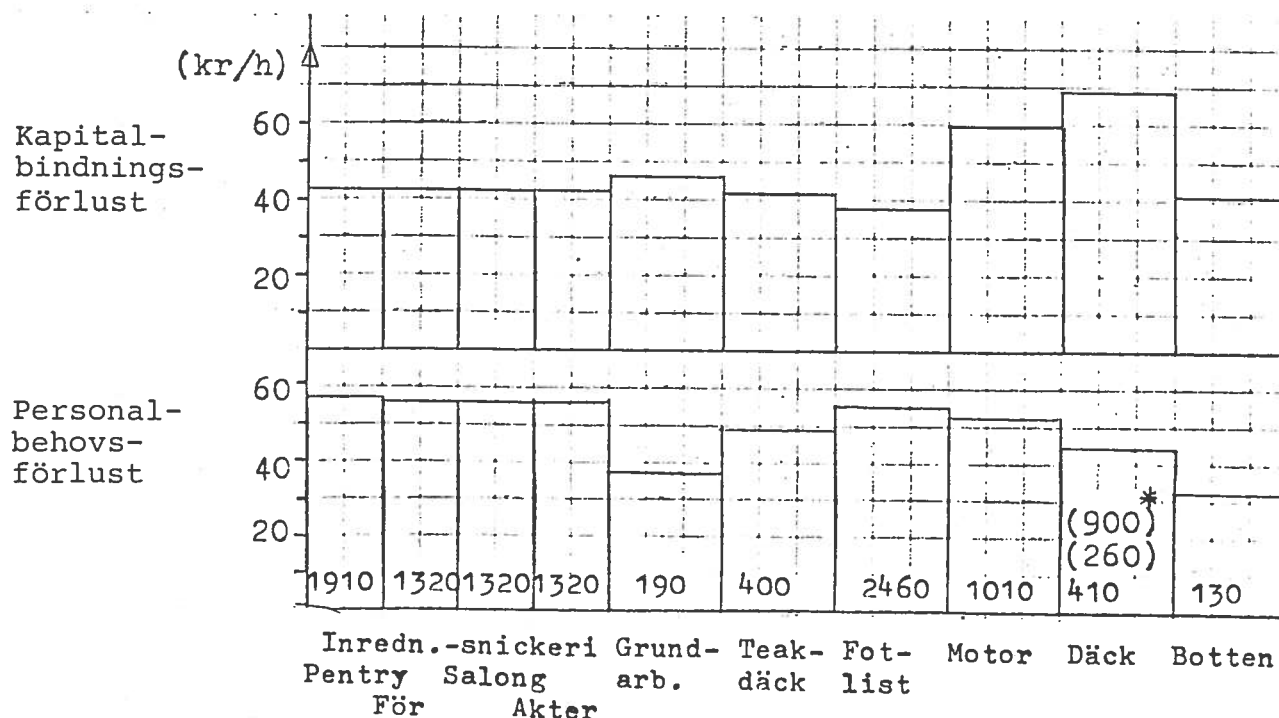
Personalkostnad per båt	50
Kapitalbehov " "	<u>30</u>
Totalkostnad	80 = 1181 %

	<u>Kkr</u>	<u>Procent</u>
Personalbehovsförlust	44	760
Kapitalbehovsförlust	30	6640
Ytförlust $21 \times 10^3 \text{ m}^2\text{h}$		

Eftersom kapitalkostnaderna på fast kapital totalt sett är relativt låga minskar den totala tillverkningskostnaden endast med 10 % trots att tillverkningsvolymen fördubblas.

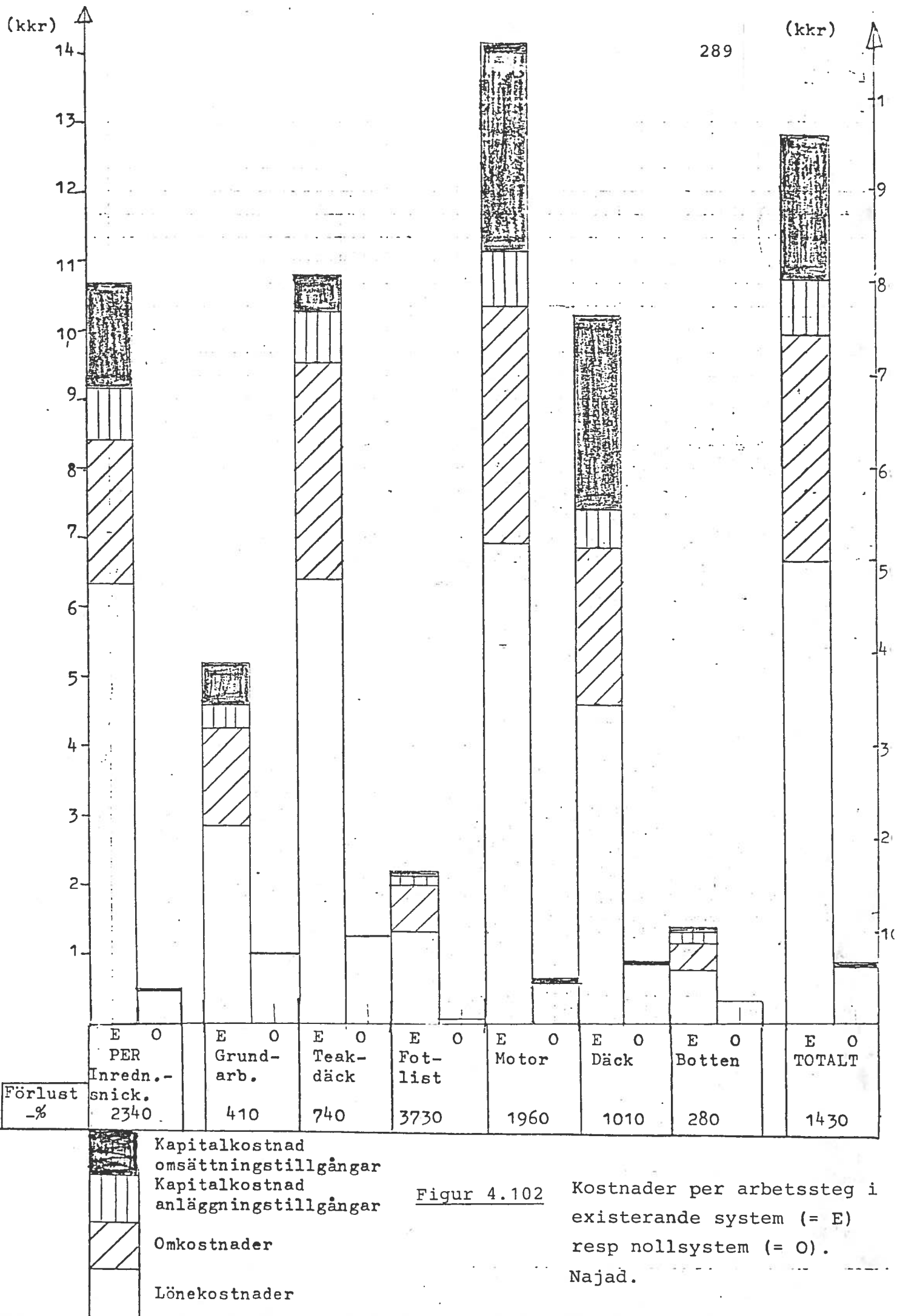
Nollkostnad per monteringstimme är till större delen bestämd av tim-lönekostnaden, vilken varierar mellan 58 och 61 kr för de olika arbetsuppgifterna. Räntekostnaden är i medel knappt 5 kr per noll-monteringstimme. Dessa två poster ger en medel 0-kostnad på 64 kronor/h.

Förlusternas storlek på de olika arbetsstegen både per timme och totalt framgår av figurerna



Figur 4.101 Förluster per monteringstimme i det existerande systemet. Siffrorna anger personalbehovsförlust i procent. Observera att ordningen mellan arbetsstegen i % respektive kronor ej är samma p g a olika timlön mellan de olika arbetsstegen.

* 900=Färdiggörning, 260=Däcksmontering. Najad.



Med tanke på den typ av produktion som bedrivs vid Najadvarvet är det naturligt att förlusterna blir höga. Det utmärkande är att kapitalbindningsförlusterna är ett problem vid all småserieproduktion (lång cykeltid, inläring, materialhantering etc) liksom personalbehovsförlusterna. När det dessutom rör sig om småbåtsproduktion fås ofta höga personalbehovsförluster. Det beror företrädesvis på konstruktionens utformning. Najad 37-ans konstruktion har analyserats i tidigare kapitel. De i detta kapitel konstaterade personalbehovsförlusterna är också till största delen beroende av konstruktionen.

Personalbehovsförlusternas storlek beror också på produktions-systemets utformning. Men även detta är i många aspekter konsekvenser av konstruktionen. Exempel på detta är följande: Konstruktionen är så utformad att mycket justering med hjälp av bandsåg, klingsåg och rikthyvel krävs vid inredningssnickeriet. Att justering behövs är alltså konstruktionsberoende men var maskinerna placeras och därmed hur långt man behöver gå för att justera är konsekvensen av vald layout. I Najads fall fås här onödigt stora förluster p g a layouten.

Då man ser på förlusterna för de olika arbetsstegen ser vi att det är vid trämontage, där exemplet ovan hämtats, som de största personalbehovsförlusterna finns. Störst är dessa för fotlister men i absoluta tal är de små. Ur rationaliseringssynpunkt är det istället inredningssnickeriet, där både procentuella och absoluta förlusterna är höga, som är viktigt att åtgärda, se kap 4.

För mer konventionell montering som motormonteringen är också förlusterna relativt höga. Även här svarar antagligen konstruktionens utformning för en stor del av dessa, främst genom justering (passning), svåråtkomlighet, hantering av stora artiklar och bristfälliga fixeringspunkter. Dock finns här också stora "systemförluster" (balansering) p g a att en del av denna montering ligger i fel sekvens relativt inredningssnickeriet.

Vi ser att förlusterna för däcksmonteringen, vilket är det arbetssteg som är mest likt konventionell montering, däremot är lägre. Detta kan förklaras av bland annat följande punkter:

- Enklare montage och mindre storlek på artiklarna.
- Justering kan ske på monteringsplatsen.
- En stor del av montaget sker utanpå båten vilket till skillnad från övriga arbetssteg ej gör montörerna så beroende av den enda ruffnedgången.

Förlusterna skulle dock kunna vara lägre om bättre fixpunkter fanns och om viss del av montaget gjordes innan inredningssnickarna monterar innerpeneler (undviker demontering vid däcksmontering).

Kapitalbindningsförlusterna är ej ur skalsynpunkt speciellt påverkbara d v s vid den nuvarande produktionsvolymen ligger man rätt nära skalmmaximum, kostnadsmässigt på 92 %. Anläggnings-tillgångar där lokalerna är den större delen, har en godtagbar utnyttjandegrad. Lokalerna orsakar dock 15 % av kapitalbindningsförlusterna. Dessa kan sänkas genom kortare genomloppstid men då montörstätheten redan är hög bör andra vägar sökas. Av kapitalbindningsförlusten står tjänstemannakostnader och tillverkningsomkostnader för en tredjedel var. Den förstnämnda, vilken till större delen kan ses som fast, borde slås ut på större tillverkningsvolym medan tillverkningsomkostnaderna är svårpåverkbara.

Det bör observeras att de i nollsystemsanalysen funna personalbehovsförlusterna är direkt beroende av de grova och osäkra uppskattningarna av förlustfri tid (F).

Med stor säkerhet kan sägas att konstruktionen är den viktigaste förlustpåverkande faktorn i monteringen.

Detta har dock ej bevisats.

Vi ser att förlusterna för däcksmonteringen, vilket är det arbetssteg som är mest likt konventionell montering, däremot är lägre. Detta kan förklaras av bland annat följande punkter:

- Enklare montage och mindre storlek på artiklarna.
- Justering kan ske på monteringsplatsen.
- En stor del av montaget sker utanpå båten vilket till skillnad från övriga arbetssteg ej gör montörerna så beroende av den enda ruffnedgången.

Förlusterna skulle dock kunna vara lägre om bättre fixpunkter fanns och om viss del av montaget gjordes innan inredningssnickarna monterar innerpeneler (undviker demontering vid däcksmontering).

Kapitalbindningsförlusterna är ej ur skalsynpunkt speciellt påverkbara d v s vid den nuvarande produktionsvolymen ligger man rätt nära skalmaximum, kostnadsmässigt på 92 %. Anläggningstillgångar där lokalerna är den större delen, har en godtagbar utnyttjandegrad. Lokalerna orsakar dock 15 % av kapitalbindningsförlusterna. Dessa kan sänkas genom kortare genomloppstid men då montörstätheten redan är hög bör andra vägar sökas. Av kapitalbindningsförlusten står tjänstemannakostnader och tillverkningsomkostnader för en tredjedel var. Den förstnämnda, vilken till större delen kan ses som fast, borde slås ut på större tillverkningsvolym medan tillverkningsomkostnaderna är svårpåverkbara.

Avslutningsvis gäller att de i nollsystemsanalysen funna förlusterna till mycket stor del är konsekvensen av de i konstruktionsanalysen funna värdena.

Jämförelse mellan Comfort och Najad

I detta avsnitt sätter vi de två analyserade produktionsanläggningarna i relation till varandra. Detta kan göras genom att förlusterna (i %) i de två aktuella produktionsanläggningarna relativt dessas nollsystem kan jämföras. Därmed fås en effektivitetsjämförelse totalt och i olika steg av produktionen.

Även om nollanalysen ger två olika förlusttyper kan många orsaksfaktorer ej skiljas åt helt, utan dessa ger både personalbehovsförluster och kapitalbehovsförluster. Exempel på detta är typen av arbetsorganisation produktionsplaneringssystem och layoutval som samverkar. I jämförelsen nedan bör dessa orsaksamband beaktas. Med nuvarande teoribildning klarar man ej av att tillämpa nollkalkylen på så sätt att alla förlusttyper kan urskiljas. Därför har vi använt en förenklad modell som ger ovanstående konsekvenser.

Då produktionen av Comfort 32 och Najad 37 jämföres är det viktigt att ha klart för sig att det är två produkter i olika storleksklass som vänder sig till helt olika kundgrupper. Man kan säga att det rör sig om två olika båtbygggar-filosofier där de båda är extremerna inom svensk havskryssarproduktion. Najads tillverkning är mycket hantverksbetonad medan Comfort bedriver industrimässig produktion. Trots att det i båda fallen rör sig om småserieproduktion med låga flöden tillverkas det 10 gånger fler C 32 än N 37 per år.

COMFORT

NAJAD

TOTALFÖRLUST
FÖRLUSTFRITT

540%
100%

1260%
100%

PERSONAL- BEHOVS- FÖRLUST	KAPITAL- BINDNINGS- FÖRLUST
FÖRLUSTFRITT	

270%	9040%
100%	

760%	7770%
100%	

TILLVERKNINGSKOSTNAD VID
AKTUELL VOLYM JMF. MED
KOSTNAD VID SKALMÄSSIGT
OPTIMAL VOLYM

121%

108%

MONTERADE ARTIKLAR PER
MONTERINGSTIMME

2,2 art./h (justerat för jmf. med
Najad 2,6 art./h)

2,0 art./h

KOSTNAD PER ARBETSTIMME
(Lön, Omkostnader, Kapital-
kostnader anl.-tillgångar)

110 kr/h

97 kr/h

Personalbehov Förluster inrednings-
snickeri

700%

Förluster däckmontering

230%

Förluster motor

770%

1300%

205%

1010%

Figur 4.103 Förlustjämförelse.

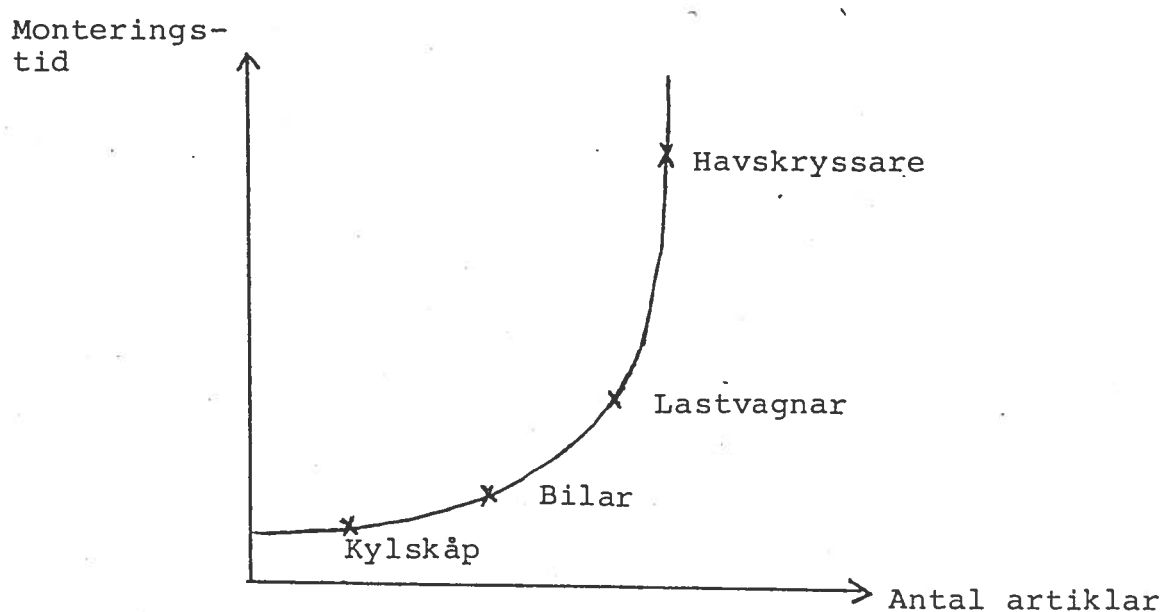
	COMFORT	NAJAD
Konstruktionen:	Konstruktion som underlättar montage genom relativt få artiklar, måttnoggrannhet och bra fix-punkter. Lite plastningsarbeten genom att artiklar skruvas fast eller sätts fast formbetingat. Löst däck ger viss parallelliserad montering, enklare montering och möjlighet till högre montörstäthet. Detta har givit en rel. kort monterings- och genomloppstid 204 resp. 90 timmar. Montörstätheten är dock i medel endast 1,8 (för låg ?) och dessutom mycket ojämn.	Konstruktion som har stora måttvariationer och därmed kräver mycket justering. För att fästa träinredningen i skrovet, plastrar man, det är tidskrävande fästelement. Det fast monterade däckat ger endast en ingångspassage till den huvudsakliga monteringsplatsen. Det ger förluster i form av svårare monteringsoperationer och att man stör varandra, montörstäthet = 3,4 (för hög?) Allt detta ger stora hantlingsförluster. Höga montörstätheten håller nere genomloppstiden.
Arbetsorganisation:	Självstyrande grupp ger enkel och flexibel produktionsplanering (variantökänslig), låga tjänstemanna- och administrationskostnader. Den styrning som behövs är god. Gruppäckord.	Konventionell med förmän och fasta typer av monteringsuppgifter. Detta ger höga tjänstemannaomkostnader och stel organisation. Goda informella kontakter mellan arbetare och ledning ger bra förståelse och engagemang för företagets verksamhet. Organisation svagt utvecklad. Fast timlön.
Arbetscykler:	Runt 25 h och relativt enkel monteringen ger små inlärningsförluster, arbetstakten är dock måttlig.	Är i medel 55 h, vilket är så lågt att montörerna aldrig kommer upp i takt = man har stora inlärningsförluster. Arbetstakten är trots detta intensiv.

Layout:

	Serieflöde av skroven som står i vaggor. Korta och klara materialhanteringsvägar. Variantkänsligheten minskad genom att flödet kan brytas. Separat förrådsfunktion som svarar för materialförsörjningen till montörerna.	Dockmontering (stöttor för skroven) så placerade i förhållande till portar och bearbetningsmaskiner att rel. stora hanteringsförluster fås. Dessutom är förråden utspridda. Ingen samlad förrådsfunktion finns. Fasta monteringsplatser ger låg variantkänslighet.
Lokaler:	För produktionen ändamålsenliga lokaler, dock större än vad aktuella tillverkningsvolymen kräver. Det ger relativt sett höga lokalkostnader per båt.	Lokalerna är till ytan lagom stora, men genom dess utformning vad gäller portar, takhöjd, monteringsplatser och förråd har det blivit trångt.
Ytförlust per båt:	10,4 km^2/h	25 km^2/h
Kapital.kostn.oms. tillg.: Ränta på material tot. per båt Räntans procentuella andel av totala materialkostnaden per båt m.a.p. } -Förråd -PIA -Lager	3.800 kr 2,8% (=lagras i medel 1,7 mån.) 1,1% 1,5%	27.200 kr 7,4% (= lagras i medel 4,4 mån.) 2,8% 4,1%
	Förrådstiden kan hållas relativt kort genom samarbete med leverantörerna och god planering.	Bristande förrådsrutiner och låg samplaneringsgrad med leverantörerna ger långa förrådstider.
	Genom den totalt sett relativt korta monteringstiden är kapitalkostnad för PIA låg (800 kr) trots ojämn kapitaluppbyggnad.	I produktionen sker kapitaluppbyggnaden jämnt, men eftersom det totalt sett rör sig om höga värden och relativt lång produktionsstid blir kapitalkostnaden för PIA hög (5.300 kr).

Förklaringar av monteringskillnader i förhållande till andra produkter

Som vi sett i konstruktionsanalyserna kan man till stor del bestämma tiden och därmed kostnaderna för monteringen genom att analysera konstruktionen m.a.p. antal artiklar. Ser man på olika typer av produkter m.a.p. hur många artiklar de består av och hur lång monteringstiden är fås ett samband enligt kurvan nedan



Figur 4.104

Vi ser att man relativt andra produkter monterar få artiklar per timme, kurvan blir exponentiell. Vad är det då för störvariabler som gör att sambandet ej blir linjärt?

De i föregående avsnitt upptagna variablerna är exempel som skiljer havskryssarproduktion från konventionell monteringsindustri. Därför kan dessa till stor del antagas vara störvariabler.

Uppgifter ur dessa tre kapitel har vi sammanställt till följande lista på vad vi tror vara de viktigaste störvariablerna.

- Typen av monteringsarbete har stor förädlingsdel.
 - "Förmontering" göres vid slutmontaget.
 - Dåliga toleranser ger mycket passning med åtföljande hantering vid monteringen. Dessutom har man mycket kosmetisk passning.
 - Montering med dåliga fix-punkter och utan fixturer ger mer passning på grund av större måttoggrannhet.
 - Basobjektets form och storlek ger monterings- och hanteringsproblem.
 - Många stora och tunga artiklar monteras.
 - Monteringen är komplex.
 - Produktionen har låg mekaniseringsgrad.
- För att se på vilka möjligheter det finns att angripa dessa störvariabler dvs. korta av monteringstiden, blickar vi tillbaka på det skissade orsakssambandet i figur 4.104

Att det är havskryssare (given form och storlek) som tillverkas i små serier kan vi inte påverka. Inte heller att detta med nödvändighet medför långa cykeltider.

De uppkomna förlusterna kan dock minskas genom att investeringarna göres så att effektivare konstruktion och produktionssystem fås. Av diskussionen ovan och i föregående kapitel har det framgått att det är konstruktionen som främst genom justering p.g.a.



Signifikansprövning

Som konstaterats ovan, är alltså en signifikansprövning möjlig då observationerna utgörs av hela produkter. Om vi utgår från att sannolikheten måste vara mindre än 5 på 100 att en koefficient skall kunna ha uppkommit slumpmässigt, måste den ha minst den storlek som anges i tabell 4.6. Som vi ser är koefficienten mindre tillförlitlig ju färre observationer den grundar sig på.

Tabell 4.6 Den storlek korrelationskoefficienten minst måste ha för att vara signifikant på 5%-nivån.

Antal observationer	5	10	15	20	25
Lägsta r-värde	0,88	0,64	0,52	0,45	0,40
(enligt Rubenowitz, 1980)					

Om vi gör en signifikansprövning på de resultat som framgår av tabell 4.4 och 4.5, som grundar sig på nio respektive tolv observationer, ser vi att samtliga dessa korrelationskoefficienter ligger över signifikansnivån och därmed är signifikanta på 5%-nivån.

forls från 58
298

måttoggrannhet orsakar förlusterna. Det uppenbara problemet är då att inom givna ekonomiska ramar förbättra konstruktionen m.a.p. detta problem. För att göra det måste man veta vad justering är.

Sammanfattning

Vi har tillämpat en konstruktionsanalysmodell och en produktionsekonomisk analysmodell på två havskryssare och jämfört med andra produkter. Arbetet har utmynnat i följande slutsatser.

- Monteringstiden samverkar starkt med antalet artiklar.
- Konstruktionens utformning är den viktigaste faktorn för produktionsekonomin.
- Produktionen är behäftad med omfattande förluster. Dessa beror på konstruktionens låga måttoggrannhet och behov av förjustering.
- Den tillämpade nollsystemskalkylen visar att för det studerade havskryssarmontaget:

1 Konstruktionsförändring i syfte att minska justerararbetet före och efter montage är den förändringsväg som ger högst vinst.

2 Förkortad justering uppnås genom användande av fixturer, fixpunkter och fler enkla handverktyg.

3 Det finns ett starkt samband mellan antalet ingående artiklar och erforderlig monteringstid.

5.1 Variantstudier5.1.1 Variantstruktur, produktionskapacitet och kapitalbinding -
Volvo Personvagnar

Syftet med denna studie är att skapa en bild av kapacitetens beroende av variantfloran vid en driven monteringsline samt kostnader för att tillverka flera varianter; dvs. är kapaciteten (producerat antal enheter) densamma, oberoende av antalet varianter, och är det dyrare, samma kostnad eller rentav billigare att tillverka flera varianter.

Studiens avgränsningar är:

- Beträffande kostnaden för att tillverka flera varianter begränsades uppgiften till att gälla kapitalbindning av artiklar vid Volvo Torslandaverken och Volvo Kalmarverken samt kapitalbindningen av färdigvarulager för totala marknaden, men endast för Volvo 240-modellerna och Volvo 260-modellerna.
- Vad gäller kapaciteten begränsades det till Volvo Torslandaverken.
- Vid beräkning av förluster begränsades det till att gälla Volvo Torslandaverkens monteringsbana 1.
- Justertiden omfattar endast Volvo Torslandaverken.
- Färger/inredning diskuteras ej.

Vid införandet av 1981 års modell så har man gjort vissa åtgärder för att underlätta inläring av de nya modellerna (varianterna). Man har bl a tagit fram sprängskisser och detaljskisser av motorrummet, vilka fastställs på motorhuven och följer bilen genom hela monteringslinen.

Man har även utarbetat en ny vagnspecifikation, vilken nu är väsentligt tydligare samt dubbelt så stor än den tidigare. Denna

*/ Variantstrukturens påverkan på kapacitet och kapitalbindning, Peter Wallin, Institutionen för industriell organisation, CTH, 1980.

vagnspecifikation följer bilen genom hela monteringslinen. Tidigare fick de som var sysselsatta med delmontage en vagnspecifikation, där de var tvugna att "leta reda på" vilka färg- och detaljkombinationer som skulle monteras, medan man nu får ett utdrag specifikt för varje vagn och specifikt för varje delmontage.

Vid produktion av flera varianter uppstår en mängd av problem, några av dessa har antytts i de föregående kapitlen. Nedan listas ett par synpunkter som bör klarläggas för att få en mer lönsam produktion.* /

- Marknadssidans typer överensstämmer ej med produktionssidans problem.
- Om inga variantförluster fanns skulle personalbehovet minska med ca 10-15%.
- Linen blir längre p g a materialställ för variantmaterial.
- Kapitalbindning i variantmaterial.
- Större skillnad inom typen än mellan två olika typer.
- Kosmetiska (utseende) och funktionella (annan funktion) varianter.
- Ställtider för varianter.
- Hur mycket ändras kapaciteten med antal varianter.
- Uppläggning av materialflödet.
- Serviceanpassade varianter så t ex kunden kan serva produkten själv. Detta är vanligt på vissa typer av bussar, lastvagnar och båtmotorer.
- Balanseringsförluster.
- Hur mycket ökar justertiden per bil?
- Hur påverkas konkurrenssituationen?

AB Volvo exporterar bilar över hela världen; detta medför en massa problem till följd av lagrestriktioner i de olika länderna (se föregående kapitel). Detta är upphov till en del av den variantflora som man idag besitter.

* / Engström & Karlsson 1980.

Arbetets genomförande

Det som följer kommer att ge en analys på vad man kan vinna/förlora genom att minska variantfloran, främst då med avseende på kapacitet och kapitalbindning, se kapitel 3 - Avgränsningar.

Närmast följer en redovisning av varianternas relation till marknadsföringskoder och artiklar; dessa benämns här för nyckeltal.

Därefter utnyttjades en ABC-analys, gjord på ett prognosprogram. Med ABC-analys avses här att man delat in produktionsvolymen i en A-, B- respektive C-grupp, där grupperna representerar 80 %, 15 % respektive 5 % av produktionsvolymen.

Vidare analyseras effekterna om man eliminerade C-gruppen med avseende på varianter, unika detaljer och kapitalbindning i artiklar.

Härefter följer en analys av omsättningshastigheter och kapitalbindning i färdigvarulager. Här gjordes en ABC-analys på ett försäljningsprogram för att få svar på frågan för respektive grupper.

Budgetprogram över fem år utnyttjades för att se hur kapaciteten har ändrats från år till år jämfört med en s k "normbil".

Förluster i systemet beräknades kontra beläggningsprogram och cykeltid.

Justertider togs fram genom differens mot budget.

Därpå följer en diskussion om produktion till samma marknader. Som underlag för detta användes det planerade produktionsprogrammet för modellår 1981.

Som avslutning ges förslag på lösningar samt frågeställningar omkring variantproblematiken.

Nyckeltal och deras inbördes relation i programkedjan

De prognosprogram som används som vidare underlag är program 1-80 och 2-80; dessa är de två första program av åtta som tas fram under ett år, benämnda 1-80 - 8-80.

I programarbetet förekommer nyckeltal, som exempelvis antal varianter, produktionsvolym, antal artiklar o s v. Dessa volymer och antal har en inbördes relation till varandra. Så t ex om antalet varianter i programmet ökas så bör rimligtvis antalet programsatta artiklar (artikelnummer) öka. Fler artikelnummer i lager bör medföra att lagret ökar o s v.

Nyckeltal VAR (variant)/MFK (marknadsföringskod)

Prognosen på Volvo:s vagnar ges dels på identitet VAR/MFK, dels på färg, inredning och option identiteter. Flera av identiteterna förekommer på mer än en fabrik.

3/4 av de program som görs innebär att två årsmodeller skall prognosticeras. För program 2-80 prognossätts ca 750 identiteter. Dessa identiteter fördelar sig över Volvo:s fabriker enligt följande.

<u>Fabrik</u>	<u>Antal identiteter (%)</u>
VKAV	Ca 10 %
VTV	" 65 %
VEP	" 25 %

MATERIALS SPECIFICATION

MATERIAL SPECIFICATION

MATERIALS SPECIFICATION

DÄCK/HJUL

ÄRG INREDNING

FRAM- och BAKAXEL

MOTOR

Kompl. nummer

Motor	Växellåda

DL

Unika produkter

Dessa identiteter blir sedan ett antal unika produkter genom att de kompletteras med ytterlack, inredning och eventuell option.

I program 2-80 finns det närmare 12.000 unika produkter prognosticerade. Fördelade enligt följande:

<u>Fabrik</u>	<u>Antal produkter</u>	
VKAV	2.300 st	Ca 20 %
VTV	6.700 "	" 55 %
VEP	3.000 "	" 25 %

Dessa 12.000 prognosidentiteter är sista anhalten före nedbrytning till artiklar.

Artiklar

I program 2-80 ger de ovan beskrivna 12.000 prognosidentiteterna på produktnummernivå upphov till ungefär lika många prognosidentiteter på artikelnivå fördelade enligt följande:

<u>Fabrik</u>	<u>Antal artiklar</u>	<u>Därav koncernartiklar</u>
VKAV	Ca 2.600 st	Ca 550 st
VTV	" 5.500 "	" 1.300 "
VEP	" 4.000 "	" 550 "

Totalt finns det närmare 6.000 unika artikelnummer i Volvo:s leveransplaner och artikelbehov. Därav är ca 1.500 koncernartiklar.

Förrådsvärde

Förrådet under 1979 har hela tiden varit ökande, senaste aktuella siffran anger varulagret för period 7-79. De olika monteringsföretagens förrådsvärden fördelar sig enligt följande:

<u>Fabrik</u>	<u>Förrådsvärde (milj kronor)</u>
VKAV	Ca 30,2
VTV	" 192,7
VEP	" 62,6
Totalt	" 285,5

ABC-analys program 2-80

En ABC-analys på Volvo:s vagnar utnyttjades, där man delat in vagnarna i hög-, mellan- och lågvolymvagnar. Högvolymvagnarna är de volymmässigt största med identiteter på VAR/MFK-nivå som tillsammans ger 80 % (A-grupp) av produktionsvolymen. Mellanvolymvagnarna är de vagnar som tillför ytterligare 15 % (B-grupp) av produktionsvolymen och lågvolymvagnarna är de vagnar som svarar mot de sista 5 % (C-grupp) av produktionsvolymen. Där följande resultat erhålls.

Relation vagnidentitet - artiklar

I A-gruppen återfinns drygt 93 % av antalet artikelnummer. I A- eller B-gruppen återfinns 98 % av antalet artikelnummer.

Relation artiklar-förrådsvärde

De olika typer av volymvagnar som finns i produktionen, benämnda hög-, mellan- och lågvolymvagnar, består i sin tur av olika typer av artiklar. Högvolymartiklar är sådana artiklar som förekommer i högvolymvagnar. Mellanvolymartiklar är sådana

artiklar som ej förekommer i högvolymvagnar, men däremot i mellanvolymvagnar. Lågvolymartiklar är artiklar som endast förekommer i lågvolymvagnar.

Drygt 93 % av samtliga artiklar är högvolymartiklar. Mellanvolymartiklar är ungefär 5 % av samtliga artiklar. Därmed är 2 % av artiklarna lågvolymartiklar.

	<u>Antal artiklar (%)</u>	<u>Andel av förrådsvärdet (%)</u>
Högvolymartiklar	93,4 %	98,3 %
Mellanvolymartiklar	4,5 %	1,5 %
Lågvolymartiklar	2,1 %	0,2 %

Kapitalbindning av artiklar

Förrådsvärdet enligt program 7-79 var totalt 285,5 milj kr för de tre fabrikerna VKAV, VTV och VEP. ABC-gruppernas andel av förrådsvärdet var 98,3 %, 1,5 % respektive 0,2 %. Detta medför:

<u>Grupp</u>	<u>Andel av förrådsvärdet (%)</u>	<u>Värde (milj kr)</u>
A	98,3 %	Ca 280,6
B	1,5 %	" 4,3
C	0,2 %	" 0,6

Relation VAR/MFK - produktionsvolym

Nedan anges antalet VAR/MFK före ÄT, årsmodelländring respektive efter ÄT för programmen 1-80, 2-80 samt 3-80.

<u>Program</u>	<u>1-80</u>	<u>2-80</u>	<u>3-80</u>
Antal VAR/MFK före ÄT	533	519	481
Antal VAR/MFK efter ÄT	497	501	513

Om man summerar produktionsvolymen med början med högvolymvagnarna, därefter mellanvolymvagnarna och sist lågvolymvagnarna, så får man en relation mellan produktionsvolym och antalet varianter. Detta är gjort för programmen 1-80, 2-80 samt 3-80 med antalet VAR/MFK före ÄT.

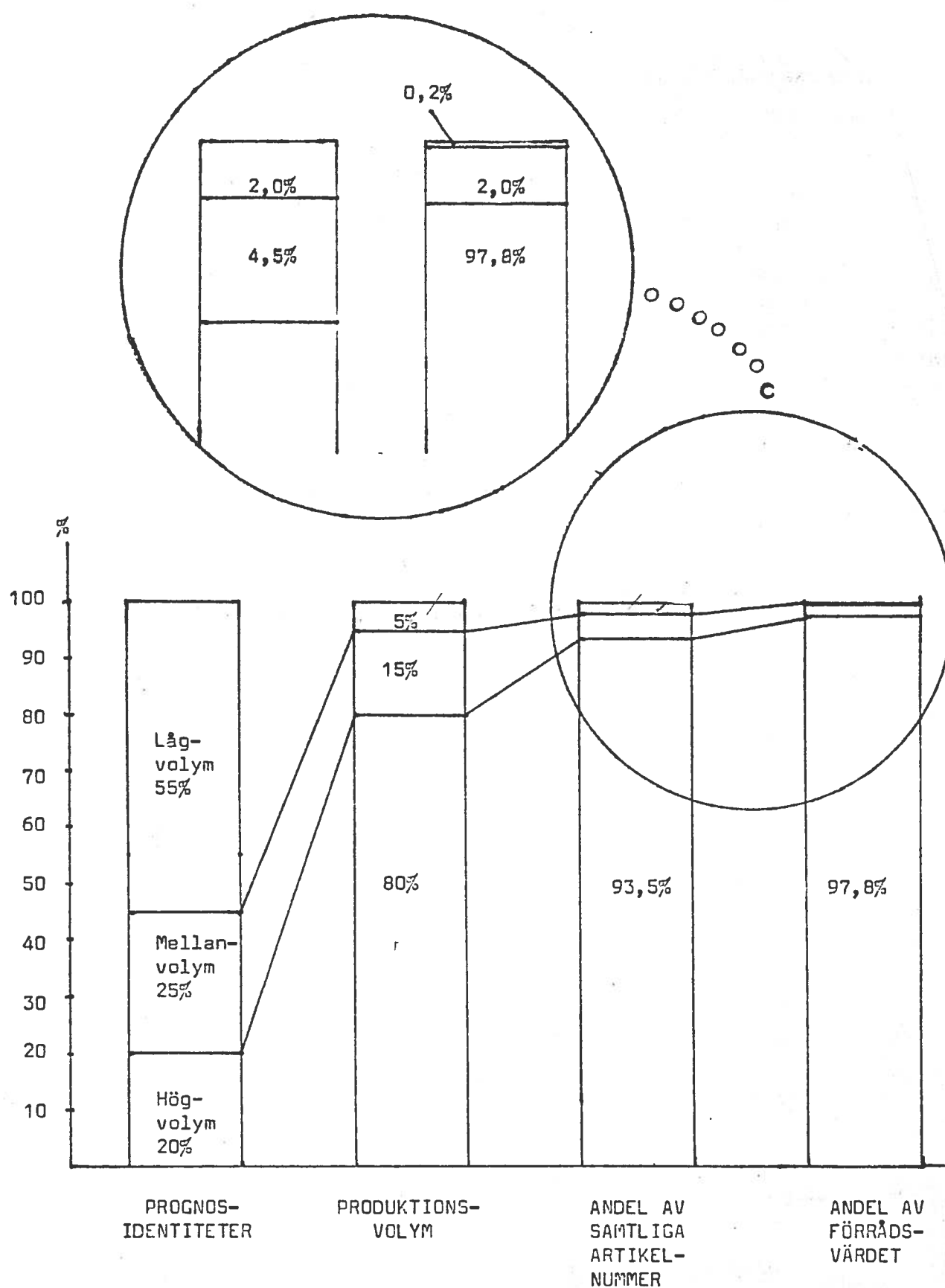
	VAR/MFK 1-80	VAR/MFK 2-80	VAR/MFK 3-80
<u>Produktionsvolym</u>	<u>Antal/%</u>	<u>Antal/%</u>	<u>Antal/%</u>
50%	40/7,5	39/7,5	34/7,1
60%	59/11,1	55/10,6	49/10,2
70%	82/15,4	78/15,0	71/14,8
80%	118/22,1	109/21,0	104/21,6
90%	186/34,9	176/33,9	169/35,1
95%	255/47,8	242/46,6	221/45,9
98%	342/64,2	325/62,6	294/61,1
99%	392/73,5	378/72,8	342/71,1
99,5%	430/80,7	416/80,2	378/78,6
100%	533/100,0	519/100,0	481/100,0

Man ser här att förhållandet mellan produktionsvolym och antalet varianter stämmer procentuellt sett hyggligt mellan de tre programmen.

Notera här att vid 95% av produktionsvolymen finns knappt 50% av variantantalet. Övriga 50% står alltså endast för 5% av produktionsvolymen. För att producera de sista 5% av produktionsvolymen skall man balansera monteringslinen för ytterligare 50% av variantantalet.

För att detta skall vara ekonomiskt försvarbart skall dessa 5% av produktionsvolymen täcka de kostnader som en ökning av variantfloran med 50% för med sig.

	<u>Högvolum (A)</u>	<u>Mellanvolum (B)</u>	<u>Lågvolum (C)</u>	<u>Totalt</u>	<u>Anm.</u>
Prognos- identitet	20%	25%	55%	1 000 st	(2 årsmodeller, 3 fabriker)
Produktions- volum	80%	15%	5%	209 000 st	(program 2-80)
Artikel- nummer	93,5%	4,5%	2%	5 500 st	(program 2-80)
Andel av förråds- värdet	97,8%	2,0%	0,2%	285,5 milj kr	(program 7-79)



Figur 5.1 Relationer mellan nyckeltal i produktionsprogrammen.

Eliminering av C-gruppen

Enligt program 2-80 står C-gruppen för 5% eller 10 450 vagnar av totala produktionsvolymen, men hela 55% av antalet varianter. Vid en eliminering av C-gruppen kan följande fördelas erhållas:

- Frilagda ytor längs monteringslinen samt förrådsytor.
Man kan för den skull ej förkorta linen enligt Wessberg och Zetterqvists examensarbete "Monteringsmaterial vid linetillverkning", ty den längd som linen har är lika med den längd som krävs för att kunna balansera linen. D v s balanserar utsträckning i meter utefter linen är tillräckligt för att inrymma allt variantmaterial, men med de frilagda ytor, som eventuellt erhålles ges det större möjligheter till förmon- tage etc.
- Reducering av arbetsuppgifter (materialhantering, konstruk- tions-, produktions- och adm uppgifter)
- Lägre justertid per bil
- Reducering av förlusterna vid linen
- Kapacitetsökning
- Detta diskuteras senare
- Effekter på kapitalbindningen av artiklar.
Dessa effekter blir ej så stora som man kanske hade väntat sig med tanke på att C-gruppen står för 55% av antalet vari- anter, ty de unika detaljerna som finns i C-gruppen står en- dast för 0,2% av förrådsvärdet (tre fabriker), vilket inne- bär 0,6 milj. kr.
- Effekter på kapitalbindning av färdigvarulager.
Detta diskuteras senare

C-gruppen står för 2% av samtliga artikelnummer enligt program 2-80. Det visar sig att det finns 90 st unika detaljer (låg-volymartiklar). Dessa artiklar är främst kulisser, klädselar, paneler, kåpor och konsoler.

ABC-analys, program 1-80

Vid en ABC-analys av program 1-80 erhöles resultat enligt nedan.

Jämfört med resultat från ABC-analysen för program 2-80 stämmer siffrorna vad gäller produktionsvolym/% av antalet varianter så när som på ett par procent.

De varianter (prognosidentiteter) som finns i C-gruppen redovisas i bilaga .

I C-gruppen finns det 279 prognosidentiteter. Bortsett från MFK (marknadsföringskoden), d v s hur många varianter det finns som har lika artiklar och endast har olika marknadsföringskod finner man att det är 148 st. Dessa är markerade med klammer i bilaga .

Kunde man exportera samma bil (variant) till flera marknader skulle man eliminera en stor del av variantfloran; d v s man tillverkar en Norden-bil, en Europa-bil etc. Detta kan vara möjligt om man kan förmå de berörda ländernas trafiksäkerhetsverk att kompromissa.

ABC-analys VARIANTER 1979

<u>Grupp</u>	<u>Volym</u>	<u>Antal</u>	<u>Antal varianter</u>	<u>% av antal varianter</u>
A	80%	104 172	117	22%
B	15%	19 540	137	26%
C	5%	6 616	279	52%
Summa	100%	130 328	533	100%

Omsättningshastigheter och kapitalbindning, färdigvarulager

Vid framtagning av omsättningshastigheter och kapitalbindning har ett program över försäljning från kalenderåret 1979 använts. Detta innebär att programmet innehåller två års modeller. Analysen är endast gjord på 240- och 260-modellerna.

För att få fram resultaten på hög-, mellan- och lågvolymvagnarna gjordes en ABC-analys, där A representerar 80%, B 15% och C-gruppen 5% av den ackumulerade försäljningen över 1979. Följande resultat erhålls för 240-serien.

<u>Grupp</u>	<u>Acc.förs.</u> (antal bilar)	<u>Snitt_lager/vecka</u> (antal bilar)	<u>Antal_varianter</u>
A	154 156 (80%)	25 858	78 (16%)
B	28 904 (15%)	6 324	104 (22%)
C	9 635 (5%)	2 525	298 (62%)

för 260-serien:

A	21 214 (80%)	5 798	17 (11%)
B	3 977 (15%)	1 368	36 (23%)
C	1 326 (5%)	502	105 (66%)

C-gruppen inom respektive modell står här klart för de längsta lagringstiderna, jämfört med A-grupperna är det drygt 30 dagars längre lagringstid för C-grupperna.

Kapitalbindning för de respektive grupperna

för 240-serien:

<u>Grupp</u>	<u>Kapitalbindning</u> (milj.kr.)
A	23,7
B	7,7
C	3,6

för 260-serien:

<u>Grupp</u>	<u>Kapitalbindning</u> (milj.kr.)
A	8,7
B	2,5
C	1,0

Detta medför att man för C-grupperna tillsammans binder ca 4,6 milj kr i färdigvarulager. Dessa C-grupper står för ca 60% av variantantalet samt endast 5% av försäljningsvolymen.

Vid en eliminering av C-grupperna skulle man frigöra 4,6 milj kr vad beträffar färdigvarulager. Dessa 4,6 milj kr som frigörs skall vägas mot de löpande kostnader som C-grupperna täcker.

Här efter framräknades omsättningshastigheten och lagringstid i antal dagar med följande formler:

Omsättningshastighet=	$\frac{\text{accumulerad försäljning}}{\text{Snittlager/vecka}}$
Lagringstid i antal dagar=	$\frac{365}{\text{omsättningshastigheten}}$

Resultat:

för 240-serien:

<u>Grupp</u>	<u>Omsättningshastighet</u>	<u>Lagringstid (dagar)</u>
A	5,97	61
B	4,53	81
C	3,82	96

för 260-serien:

<u>Grupp</u>	<u>Omsättningshastighet</u>	<u>Lagringstid (dagar)</u>
A	3,64	100
B	3,00	122
C	2,63	139

Kapacitetsberoende

Att få fram uppgifter på kapacitetens beroende av ABC-grupperna (80%, 15% respektive 5% av produktionsvolymen) var ej möjligt, men däremot kapacitetsskillnaden mellan fysiskt antal producerade vagnar enligt budgetprogrammen och antal möjligt producerade "normbilar" under en femårsperiod.

"Normbil" är en bil som är framtagen som den enklaste raka varianten, som man skulle kunna producera. Denna "normbil" är ej i produktion, utan finns bara på "papperet". Denna "normbil" har en identitetskod som lyder 244 410 3111 10, kodnyckel se bilaga .

Data som framtagits är "normbilens" tillverkningstid i mantimmar samt ÄT-påslag. ÄT-påslag är den tid i mantimmar som man ökar tillverkningstiden med vid modelländring. Detta p g a att modellerna blir mer komplicerade vid varje modellbyte, så också "normbilen", samt kapacitetsskillnaden enligt ovan.

Resultat"Normvagn"

År	Antal bilar	Monteringstid (förmont. + slutmont. (mantimmar))	ÄT-påslag (mantimmar)
1976	180 424 st	22,26	0,28
1977	149 727 st	21,93	0,06
1978	148 382 st	21,95	0,20
1979	165 263 st	21,48	0,25
1980	191 890 st	20,52	0,23

Fysiska vagnar enligt budgetprogrammet

År	Antal bilar
1976	150 000 st
1977	128 400 st
1978	123 300 st
1979	134 300 st
1980	155 000 st

Tillverkningstid för de olika varianterna av fysiska vagnar, se bilaga .

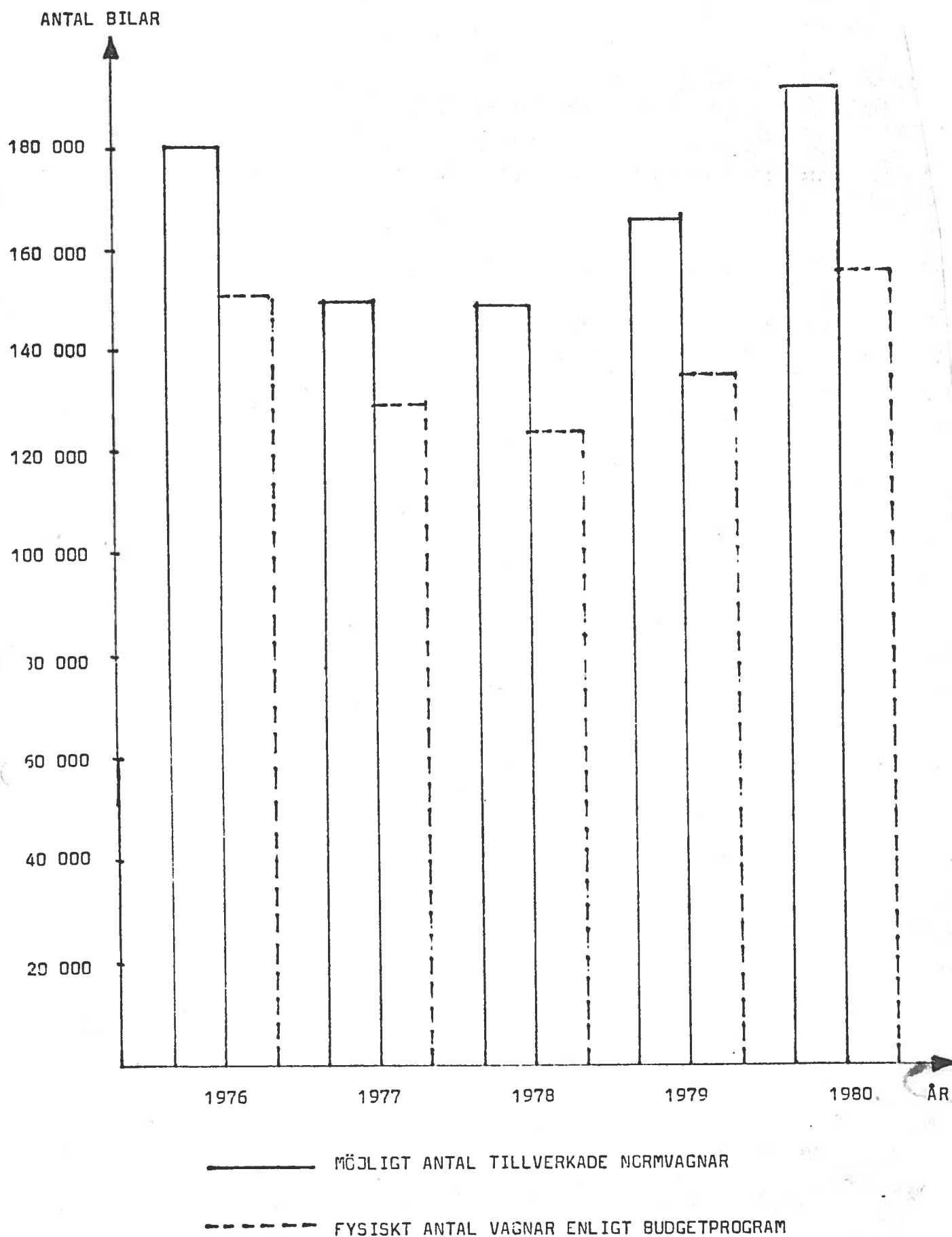
Skulle man endast producera den s k "normbilen" skulle man kunna öka kapaciteten enligt följande:

År	1976	1977	1978	1979	1980
Kapacitetsökning (%)	20,3	16,6	20,3	23,0	23,8

Att tillverkningstiden på "normbilen" sjunker från år till år fastän ÄT-påslaget beror på de rationaliseringskrav Volvo har fastställt.

Om man eliminerade C-gruppen, d v s 5% av produktionsvolymen och ca 50% av varianterna skulle man kunna öka kapaciteten, men hur mycket går ej att förutsäga.

Figur 5.2

KAPACITETSSKILLNAD MELLAN FYSISKT ANTAL VAGNAR
OCH "NORMVAGNAR"

Förluster vid VTV:s Linemontering

VTV:s verkliga beläggning 1979

Beläggningen togs fram contra beläggningsprogram för veckorna 41 och 43; dessa veckor anses vara representativa för övriga året, ty man har här "kört in" årsmodelländringen och produktionen har stabiliserats.

Beläggning

v 41 */

Dag	1	2	3	4	5
Beläggning (%)	81,37	81,92	82,31	81,88	82,35
Veckosnitt	81,97%				

v 43 */

Dag	1	2	3	4	5
Beläggning (%)	81,90	81,73	81,65	81,74	81,82
Veckosnitt	81,77%				

*/ Beläggningen omfattar Trim, Chassie och Slutmontering.
Enbart balanser på banan ej förarbete.

Balanserings-, variant- och extra hanteringsförluster

Beläggningen är ca 82% med variationsvidden 81,37% till 82,35%. Detta medför en balanseringsförlust på 22%.

Man har en cykeltid på 1,71 minuter på monteringsbana 1 vid VTV. Detta innebär en teoretisk balanseringsförlust enligt Wild 1975 på ca 12%. Vid extremt korta tempon kan denna förlust närma sig ca 5%.

Länga

Variantförlusten utgör således 22% minus 12%, alltså 10%, detta vid sekvensbalansering. Slopas sekvensbalanseringen ökas denna förlust med ca 10%.

Dessa förluster kommer troligtvis att ligga ännu högre när man har kört in hela årsmodellprogrammet för 1981. Man har alltså inte balanserat linen för de tyngsta varianterna.

Extra hanteringstid (förlust) ligger teoretisk på ca 8%, vid cykeltid på 1,71 minuter; denna går dock ej att sänka under 5%, detta gäller även för långa cykeltider.

Personal vid monteringsbana 1

Monteringen vid VTV:s bana 1 är uppdelad på förmontage, trim, chassie, slutmontering, materialhantering och slutjustering. Förmontage och materialhanteringen diskuteras ej här.

Personalsiffrorna för trim, chassie och slutmontering är de aktuella, medan siffrorna för justering är för juni månad 1980. Detta för att man har extrapersonal vid justeringsavsnittet efter en årsmodelländring.

Slutmontering:	165 monterare	<i>monterare</i>
	19 justerare	
	8 instruktörer	

Chassie:	99 monterare
	12 justerare
	5 instruktörer

Trim:	133 monterare
	18 justerare
	6 instruktörer

Dessa tre avsnitt har sammanlagt 34 kontrollanter.

Slutjustering:	365 justerare
	19 instruktörer
	68 kontrollanter

Slutjustering omfattar här mekanisk-, lackjustering, rangering, ML (rost) och SA (slutacceptans).

Systemförluster

Antal montörer minus balanseringsförlust utgör 100%.

Antal montörer $397 - 22\% = 310$ (Obs slutjustering och instruktörer medräknas ej).

justerar nkr
Systemförlust = $49 + 34 = 83$ - detta medför ca 27%.

Beräknas systemförlusten, med avseende på slutjustering, ty detta är ej ett produktivt arbete, fås en förlust på ca 73%.

Antag att andelen justering är ca 3 ggr större på en variant än på en normbil så kan man förmoda att systemförlusten på linen är av samma relation. D v s varianterna står för en systemförlustandel.

Systemförlust extra

Förutom den balanserade personalen behövs personal för följande: fluktuationer i frånvaro (belastar ersättarkonto) och personalomsättning (personal under inskolning belastar inskolningskonto). Vid ett lineavsnitt kan inte alla montörerna alla arbetsuppgifter inom förmansområdet, varför företaget får extra belastning på ersättarkontot utöver fluktuationer i frånvaro.

Storleken på dessa förluster är enligt tidigare studier vid SAAB-SCANIA ca 39%, vilket kan anses som riktvärde för dessa förluster (Careborg, Lindér, 1977).

Sammanfattning förluster

Balanseringsförlust	12%
Variantförlust sekvensbalans	10%
Variantförlust ej sekvensbalans	20%
Extra hanteringstid	8%
Systemförlust	27%
Slutjustering	73%

(Här halva antalet av personalen vid slutjusteringen, ty även här finns två liner).

Justertider

Justertider togs fram genom "differens mot budget" för en normvagn (identitet 244 410 311) för veckorna 41-46 under åren 1977, 1978 och 1979. Här visas veckornas verkliga justertid per normvagn gentemot förkalkyl i budgeten. Dessa veckor ansågs vara representativa för övriga året, ty man har här "kört in" årsmodelländringen och produktionen har stabiliserats. Siffrorna avser mantimmar.

<u>ÅR</u>	<u>V41</u>	<u>V42</u>	<u>V43</u>	<u>V44</u>	<u>V45</u>	<u>V46</u>	<u>Förkalkyl</u>
1977	5,36	4,85	4,88	4,81	4,63	4,60	4,41
1978	4,45	4,29	4,39	4,54	4,02	4,30	4,25
1979 ^{*/}	4,42	4,15	4,05	4,33	4,31	3,76	3,58

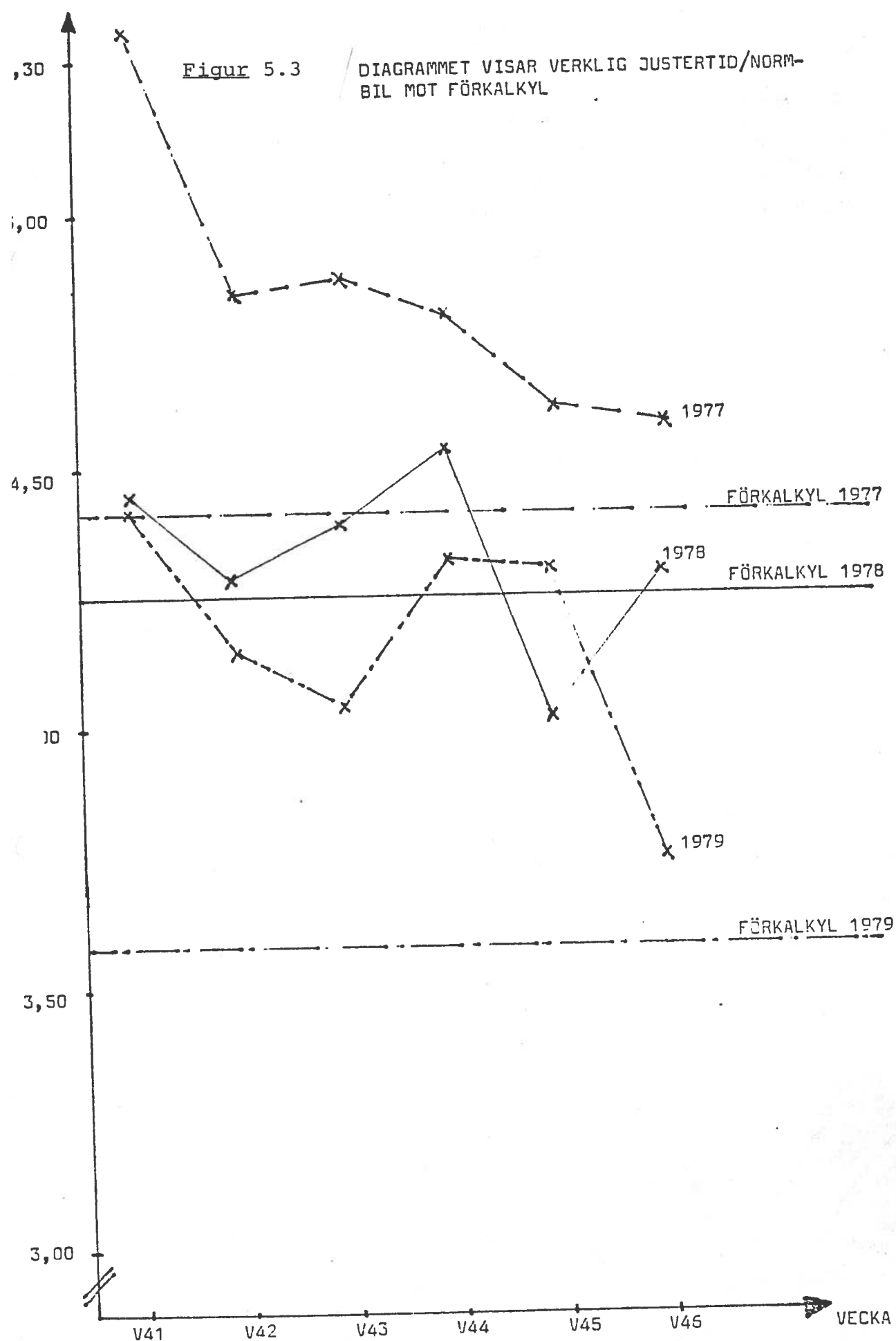
^{*/} Dörrjustering flyttad från justering till banan.

Förkalkylen för 1980 ligger på 3,38 mantimmar per normbil.

Man ser här att verkliga justertiden ligger över förkalkylen. Både verklig justertid och justertid i förkalkyl minskar från år till år. Detta beror på att man har ett rationaliseringskrav på ca 6%. För att uppnå detta för verklig justertid omplacerar man

MANTIMMAR

Figur 5.3

DIAGRAMMET VISAR VERKLIG JUSTERTID/NORM-
BIL MOT FÖRKALKYL

justeruppgifter från justeravsnittet till banan, t ex 1979, då man flyttat justering av dörrar till banan. Detta kan i vissa fall vara fördelaktigt då man erhåller en jämnare beläggning.

Produktion till samma marknader

Orsaker till att man producerar till samma marknader vid de olika fabrikerna (VTV, VKAV och VEP) kan vara enligt nedan:

- Kapacitetsfråga vid de respektive fabrikerna
- Hålla sysselsättningen vid fabrikerna på en viss nivå
- Personal utbildad för att kunna montera, justera och testa vissa varianter vid en viss fabrik
- Utrustning (monteringsutrustning, testapparat o s v) för att kunna tillverka vissa varianter befintliga vid en viss fabrik
- Löneläge i respektive land

Vad kan man vinna/förlora på att inte producera till samma marknader?

- Minskning av transportkostnaderna
- Reducering av balanseringsförluster vid de fabriker som ej behöver producera till dessa marknader
- Ökning av balanseringsförlusterna vid den fabrik som ensam producerar till dessa marknader
- Etc.

Gemensam marknad för fabrikerna VTV, VKAV och VEP

VTV och VKAV tillverkar bilar som skall säljas på den marknad som VEP producerar till. Vilka extra kostnader detta medför redovisas nedan. De varianter som exporteras till "VEP-marknaden" redovisas i bilagor.

Man planerar under modellår 1981 att producera ca 670 enheter på VTV och ca 760 enheter på VKAV, som skall exporteras till "VEP-marknaden". Detta gör tillsammans ca 1 430 enheter. Enligt produktionsprogrammet för modellår 1981.

Sammanfattning

Vid analys av varianterna visade det sig att 5 % av produktionsvolymen står för ca 50 % av variantfloran. Dessa 50 % binder dock ett kapital som är av ringa betydelse (90 st artiklar). Kapacitetens beroende av variantstrukturen gick ej att få fram, ty man har inget material om detta. Men tillverkas en normbil istället för den variantflora som man idag planerar att tillverka skulle kapaciteten kunna ökas med 24 %. De förluster som varianterna orsakar vid balansering av linjen är av mindre betydelse. En noggrannare analys fordras, av de övriga 95 % av produktionsvolymen, av varianternas andel av slut- och linjustyckning. Samt en analys av administrativa problem kring den ökande detaljmängden. Vid beaktande av varianter för utlandet måste fraktkostnad inräknas även om denna är förhållandevis låg.

Studier har påvisat svårigheten att rätt analysera variantproblematiken. Denna svårighet förklaras av datasystemens omfattning samt av att vagnarna kodats enligt marknadskrav, varför produktionskostnader eller identifiering av varianter inte låter sig göras.

Föreliggande studie söker beskriva hur en lastvagn Volvo 7070 monteras och hur dess konstruktion påverkar monteringsystemets utformning.

Materialet som anländer till Lundby varierar mycket till form, storlek och vikt. En del anländer nästan direkt, utan några mellanstationer, till G-hallen. Medan annat material förrådshålls först i Tuve, sedan i förråd i Lundby och slutligen i arbetsplatsförråd. Materialförsörjningen är relativt komplex i G-hallen då det finns 3 olika typer av montering: förmontering t ex ventiler, synkron förmontering t ex motor samt linemontering på basobjektet. Bilden kompliceras också av att det finns ett materialflöde mellan de olika monteringsstyperna. Serietillverkning och de många varianterna komplicerar bilden ytterligare.

Brist är också ett stort problem vid tillverkning enligt löpandeband-principen beroende på att saknaden av en detalj kan stoppa hela tillverkningen. Vid Volvo brukar man fortsätta monteringen utan den detalj som fattas och sedan kontrollera bilen med denna detalj vid efterjusteringen. Detta fungerar naturligtvis endast om detaljen inte är absolut nödvändig för den fortsatta monteringen. Statistik över antalet brist se kap 4.

När en serie skall initieras måste en plocklista gå ut till materialhanterarna i så god tid att de hinner leverera material till förmonteringen, och att förmontaget hinner monteras och levereras innan serien går upp på linen.

På plocklistan är det noterat, vilka artiklar som skall levereras, antalet mottagarstationer och i vilket förråd de finns. Vid utplockning görs skillnad på seriematerial och buffertmaterial. Det förrå är sådant material som plockas ut i exakt antal ur förrådet, medan buffertmaterial bufferteras hos montören och mängden kontrolleras av materialhanteraren med jämna mellanrum.

*/ Alternativ montering - en konstruktions monterbarhet - Volvo Lastvagnar, Hagström & Klinton, Institutionen för Transportteknik, CTH, 1979.

För att informera varje montör vad han skall montera utkommer ett häfte, monteringsspecifikation för varje serie, I detta häfte har varje chassi ett eget monteringsblad där det specificeras vad som skall och icke skall monteras. I balansen kan han sedan se efter vilken artikelvariant just denna lastbilsvariant kräver. Som tidigare nämnts varierar materialhanteringstider för de olika varianterna men även monteringstiden varierar.

	7070 4x2	7070 6x2	7076 ej erhållit
Tot tid	54	59	
linen + synkronmont	27	28	
Fria stn axlar etc	10	12	
Målning däckmont	3	4	
Mtrlhantering	6	7	
Kontroll på banan	5	5	
Justering	3	3	

Figur 5.4 Monteringstider för olika varianter av 7070

Utefter linen finns det kontrollanter som kontrollerar att rätt detaljer är monterade på rätt sätt. Vid något fel skrivs det upp på en felrapport som följer chassit. Utefter linen finns även justerare som försöker åtgärda felen. Oftast hinner de inte med p g a att material saknas, d v s brist, eller att felet är "inbyggt" i bilen.

Felen kan vara av olika art

- 1 Fel artikel monterad
- 2 Fel artikelplacering
 - a) felpositonerad artikel
 - b) passningsfel
- 3 Utebliven artikel

- 4 Funktionsfel hos enskild artikel
- 5 Funktionsfel hos aggregat av artiklar
- 6 Kombinationer av ovan.

Efter montering provkörs bilen och ställs sedan upp på gården i väntan på transport till justeringsavdelningen. Ofta får man riva ner korrekt monterade detaljer för att komma åt felet.

Tabell nedan visar antalet felpunkter och brister som förekommit på 7070 o 7076 vecka 7905-7925. Noteras bör att endast 3 st s k 0-ade (= inga fel eller brister) bilar har gått av banan. Det kan bero på att modellen är relativt ny och/eller att den innehåller fler artiklar än föregående modell, vilken kunde ha flera 0-ade bilar i veckan.

Efter justering och provkörning körs bilarna ut till TLA (Torslandaverken) eller till någon underleverantör för vidare utrustning.

<u>7070</u>	Antal	Fel.....	Öpp.....	Brist
4x2	888	35.238	12.996	513
4x2	174	10.383	3.921	103
6x2	104	4.482	1.813	48
6x2	<u>125</u>	<u>5.751</u>	<u>2.459</u>	<u>88</u>
	1.291	55.854	21.189	752
<u>7076</u>				
4x2	213	12.226	6.767	180
6x4	30	1.965	935	20

Figur 5.5 Fel och brister hos 7070 och 7076 i G-hallen under tiden 7905-7925.

Fel...= totalt antal fel

Öpp...= fel som ej hinner åtgärdas på linen.

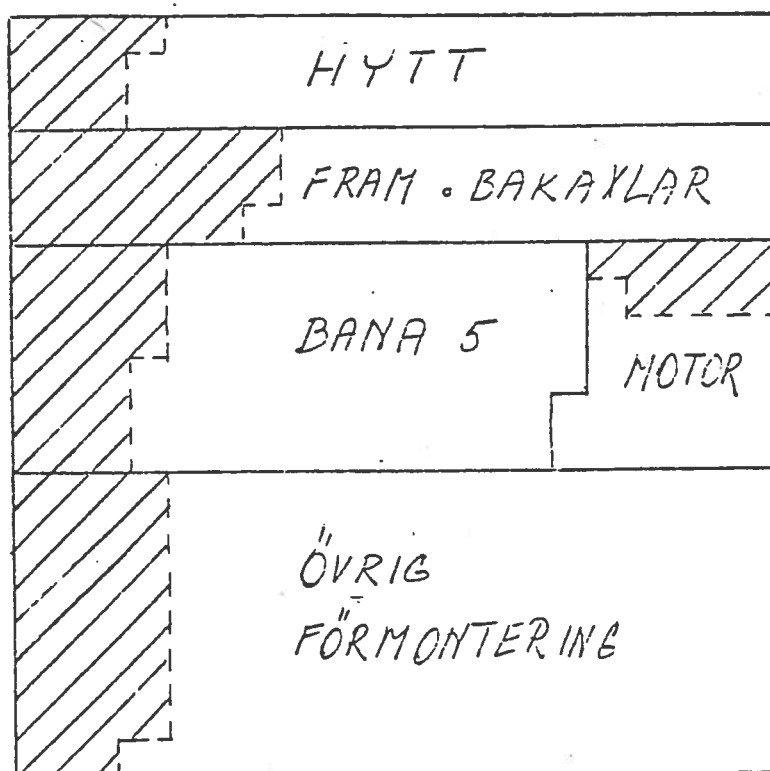
För att montera ihop en lastbil behövs ett stort antal olika artiklar, för en 7070 cirka 2.200. Enligt uppgift består hela lastbilsprogrammet av 7.000-8.000. Av dessa är cirka 1.500 buffertmaterial. Av de 2.200 är cirka 800 buffertmaterial. Ovan nämnda siffror gäller antalet olika artiklar, de har alltså olika artikelnummer. För att få fram ett mått på hur många artiklar (detaljer) som behövs för att montera en 7070 togs en ram-lista fram. Ramlista är en monteringslista och gäller en specifik lastbil, i detta fallet en 7070 4x2 vänsterstyrd.

Listan innehåller följande information: monteringsstation, artikelnummer, benämning, vikt och antalet artiklar. En summering av antalet artiklar gav att denna lastbil innehöll 3.563 st artiklar. Då är även materialet till alla förmonteringsstationer medräknade. Ramlistan används sedan som underlag för klassningen av tillsatsmaterialet

Som nämnts tidigare gjordes en avgränsning så att material under 1 hg:s vikt inte togs med i klassningen. Genom att räkna antalet artiklar i ramlistan som understiger denna gräns erhöles hur stor del av artiklarna som beaktats. Se nedan.

	Totalt antal artiklar	Antal artiklar större eller lika med 1 hg	% av totalt antal artiklar
Hytt line	542	69	13
Motor line	281	65	23
Fram o bak-axel line	519	176	34
Bana 5	803	191	24
Övrig förmontering	1.418	266	19
Totalt	3.563	767	22

Figur 5.6 Antalet artiklar som används för att montera ihop en specifik lastvagn 7070 4x2 vä. Artiklar som monteras ihop till objekt på förmonteringsstationerna monteras sedan på basobjektet. Detta innebär att siffrorna för "bana 5" ej är helt korrekta, då de förmonterade detaljerna ej är medtagna.



Figur 5.7 Bild 2.17 uttryckt i %.

Det streckade området visar hur stor del av antalet artiklar som är större eller lika med 1 hg.

Varianternas inverkan på materialhanteringen

Varianter på monteringsobjekt skapar problem vid line-montering. Detta upplevs särskilt starkt inom bilindustrin, eftersom variantfloran ökar kraftigt med företagets ambition att tillfredsställa så många olika behov som möjligt.

Med nuvarande metod att variantmontera utefter linen medför detta att varianterna:

- Ökar volymbehovet utefter linen
- Ökar transportbehovet

- Ökar antalet nedbrutna enhetslaster
- Ökar antalet efterjusteringar

Genom att de olika varianterna belastar materialhanteringen olika hårt måste man dimensionera den efter den tyngsta varianten. Detta ger förluster vid lättare varianter. Tabellen nedan visar den direkta materialhanteringen (jämför kapitlet "personal") för de olika varianterna.

Variant	Direkt mtrl-hantering i timmar per bil
<u>7070</u>	
4x2	5,76
6x2	6,55
<u>7076</u>	
4x2	5,76
6x4	7,40

Figur 5.8 Direkt materialhantering för olika varianter.

Personal

Nedanstående data över antalet materialhanterare är ej helt korrekta, då alla ej enbart betjänar bana 5. Antalet har därför viktats.

Raderna 1 - 9 är direkt materialhantering medan raderna 10 - 14 är indirekt.

	Antal	Viktvärde	Antal bana 5
1. Mtrlhanterare Bakaxel 2	1	1/2	1/2
2. Truckförare lossa måleri line	2	1/3	2/3
3. Mtrlhanterare framaxel	1	1/3	1/3
4. Truckförare framaxel	1	1/3	1/3
5. Mtrlhanterare 6x4 bakaxlar	1	1/3	1/3
6. Truckförare Fjäder. Fram + bak 1. Axlar bana 5	1		1
7. Mtrlhanterare	10		10
8. Truckförare	4		4
9. Avbockare	1		<u>1</u>
Summa			17 2/3 = <u><u>18</u></u>
10. Brist o buffert	1 1/2	1/2	3/4
11. Last o lossning	1/2		1/2
12. Kassaktion	1	1/2	1/2
13. VP	2		1
14. Ersättare	3		3
Summa			5 3/4 = <u><u>6</u></u>

Figur 5.9 Antal materialhanterare vid G-hallen.
Takt 18 bilar per dag.

Montering

Som nämnts tidigare monteras två olika typer i G-hallen; 7070 och 7076, där den senare är USA-varianten av den förra. 7070 finns i 4 huvudvarianter 4x2 och 6x2 både med vänster eller högerstyrning. 7076 finns med 4x2 och 6x2, alla vänsterstyrda. Monteringens sker enligt löpande-bandprincipen. Banan är uppdelad i tre delar: 1. förmontering av basobjektet 2. del I och 3 del II av huvudlinen. Förutom montering på linan förekommer en omfattande förmontering vid sidan av huvudlinen. Med detta menas att artiklar monteras till större objekt på en station vid sidan av linan. Från dessa förmonteringsstationer transporteras objektet antingen till en station på linan eller till en annan förmonteringsstation.

Orsaken till att det finns en så omfattande förmontering är att man strävar efter att vid linan montera så stora och kompletta objekt som möjligt. Förmonteringen är av två olika slag:

- I Synkron
- II Övrig

I. Synkron förmontering: Objektet monteras ihop i samma takt som basobjektet och parallellt med detta. Buffert saknas mellan förmonteringsbanorna. Det är endast hytt och motor som synkronmonteras. Dessa två objekt monteras på odrivna linor som ligger parallellt med huvudlinen. Varje hytt eller motor hör till ett specifikt chassi och variantmonteras efter kundens önskemål.

II. Övrig förmontering: Dessa objekt monteras i serie och är avpassade mot linans takt och kommande behov. De färdigmonterade objekten förvaras ofta vid förmonteringsstationen.

De viktigaste detaljerna som förmonteras i G-hallen är: kablar, slangar, rör, Tb-tankar, Tb-ventiler, bromscylindrar, bromssköldar, nav, fram- och bakaxlar,

vx-låda, krängningshämmare, motor och hytt (se layout)

Axlar monteras på en odriven line. Efter monteringen går de genom en måleribox som "bemannas" av två robotar och en målare. Axlarna bufferteras ute på gården och vid bandet I där en del montering sker.

Motorer monteras också på en odriven line. De kommer från Skövdeverken och är helt klara "invändigt". Detaljer som monteras i G-hallen sätts enbart på utanpå; ex vis generatorn.

Hytter kommer från Umeåverken och är delvis förmonterade. I G-hallen monteras instrumentbräda, inredning och styrinrättning. När hytten anländer till huvudlinen är den nästan färdigmonterad.

Ramen anländer delvis förmonterad till chassibufferten från TLA. Längsgående balkarna är ihopnitade med tvärbalkarna. Vissa kablar och tryckluftsledningar är dragna och hål för montering av objekt på chassit är borrade eller stansade. Basobjektet är således från början typ- och variantunikt.

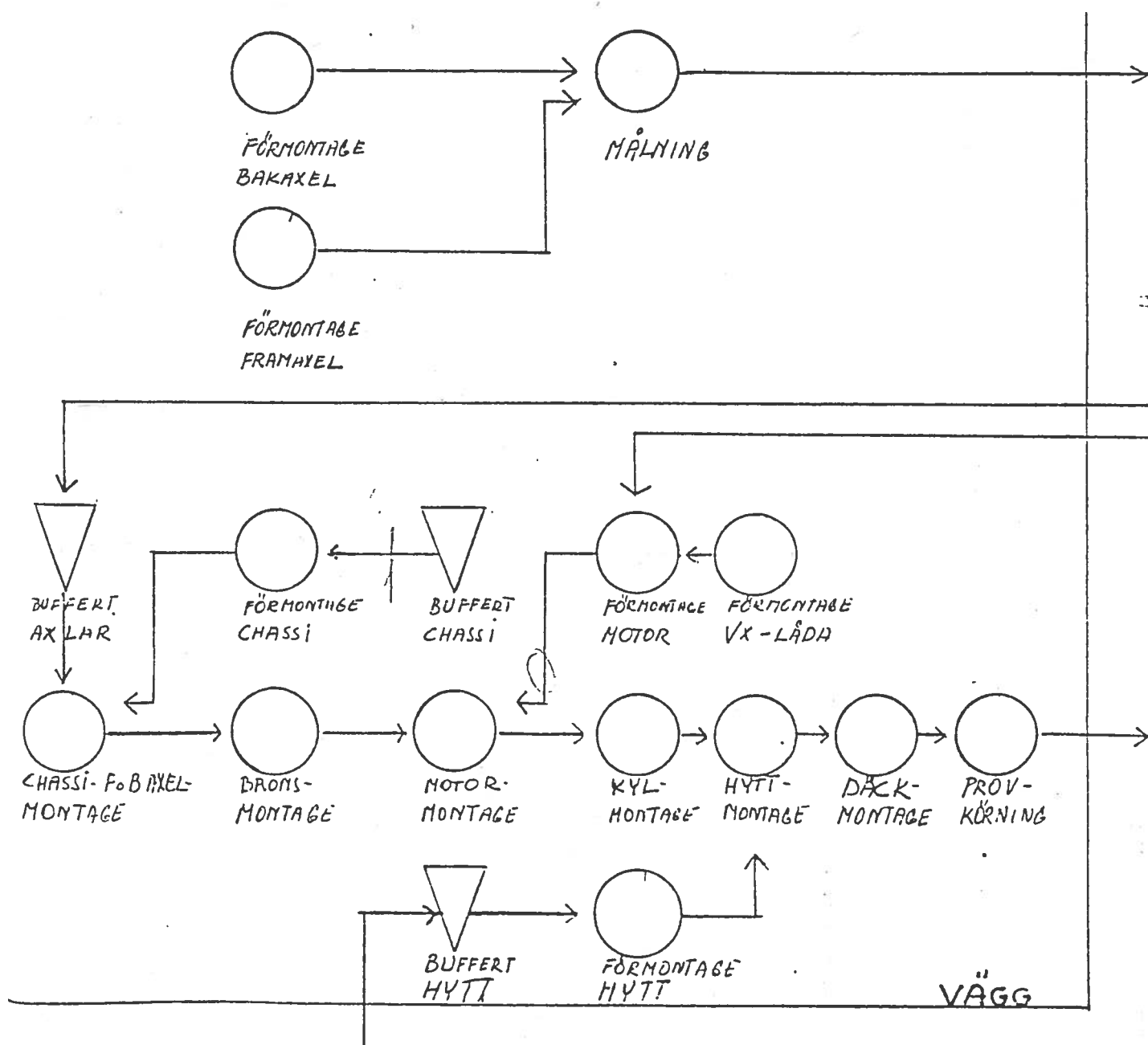
Från rambufferten lyftes chassit m h a en travers till förmonteringsstation. Där monteras kablar, ventiler och tryckluftsror (i övrigt se balanserna eller blanketterna i bilaga). Traversen lyfter också över chassit till del I av banan. Där den sänks ner över fram och bakaxlarna som ligger på ett par vagnar. Dessa vagnar kopplas sedan på en driven line några stationer längre fram. På del I monteras förutom axlarna även bl a ventiler, stötdämpare, motor och kyl. På del II i hytt, stötfångare, tank och däck m m. Som nämnts tidigare består dock det mesta arbetet av att ansluta och koppla ihop förmonterade detaljer.

Kompletterande information över monteringen

För att komplettera bilden har ytterligare material samlats in som underlag för den fortsatta studien. Materialet har formen av deskriptiv statistik.

Flöden i layouten

Figur 5.10 visar flödesschemat över chassimonteringen av F7 i G-hallen, endast huvudkomponenterna är medtagna.



Figur 5.10 Flödesschema

Tider

Tidsåtgång i timmar för olika aktiviteter i samband med montering av 7070.

	4x2	6x2
<u>Typ 7070</u>	<u>timmar</u>	<u>timmar</u>
Linan + synkron förmontering (motor och hytt)	27	28
Fria stationer (exaxlar ventiler)	10	12
Målning, däcksmontage etc	3	4
Materialhantering	6	7
Kontroll (på linan)	5	5
Justering	<u>3</u>	<u>3</u>
Totaltid	54	59

Exaktare tidsangivelser för direkt materialhantering

7070	4x2	6x2	7076	4x2	6x4
tid i timmar	5,76	6,55		5,76	7,40

Figur 5.11

Kostnader

Kostnader för en 7070 4x2 uppdelade på olika poster (kostnaden uttryckt i kronor, se bilaga).

	<u>%</u>
Materialhantering (inom Volvo Lundby, exkl (transportkostnader).	2,9
Transportkostnader (inom Volvo Lundby)	0,9
Monteringskostnader inkl prodplanering, justering	9,8
Inköpssidans administrativa kostnader	0,9
Utvecklingskostnader	4,5
Materialkostnader	<u>81,0</u>
	100,0

Figur 5.12

Fel och brister

Monterade artiklar kontrolleras fortlöpande av kontrollanter. De för upp alla fel, benämnda felpunkter, på en protokollista. De fel justerarna inte hinner rätta till innan bilen går av banan kallas öppna punkter.

Brist är här antalet vagnar som saknar någon eller några artiklar, således ej antalet artiklar som saknas. Siffrorna nedan är en sammanställning av protokollen under veckorna 7905-7925.

	Antal mont	Fel- punkter	Felpunkt per bil	Öppna punkter	Öppna per bil	Brist	Brist i % av mont
7070							
4x2 V	888	35.238	39,7	12.996	14,6	513	58
4x2 H	174	10.383	59,7	3.921	22,5	103	59
6x2 V	104	4.482	43,1	1.813	17,4	48	46
6x2 H	125	5.751	46,0	2.459	19,7	88	70
Summa	1.291	55.854	43,3	21.189	16,4	752	58
7076							
4x2 V	213	12.226	57,4	6.767	31,8	180	84,5
6x4 V	30	1.965	65,5	935	31,2	20	66,7
Summa	243	14.191	58,4	7.702	31,7	200	82,3
Summa tot	1.534	70.045	45,7	28.891	18,8	952	62,1

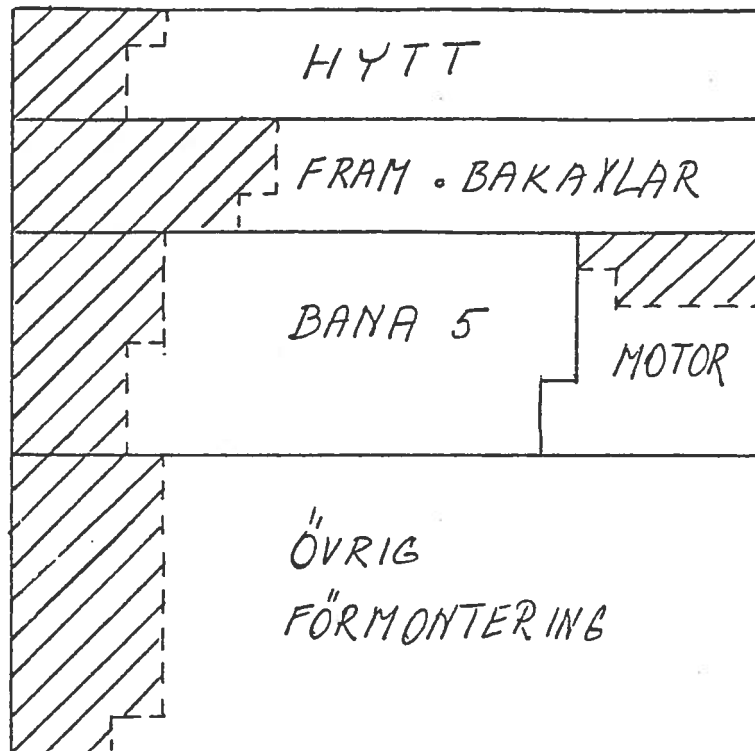
Figur 5.13 Brister och fel vid bana 5 under tiden 7905-7925.

Antalet artiklar

En av avgränsningarna som sattes när materialet inventerades var att endast material som vägde 1 hg eller mer skulle beaktas. För att få en uppfattning om hur många artiklar som uteslöts p g a denna avgränsning kontrollerades detta i ramlistan. Resultatet följer i tabell nedan.

	Antal artiklar	% av totalt antal artiklar	Artiklar > 1 hg	% av totalt antal artiklar
Hyttline	542	15	69	13
Motorline	281	8	65	23
Fram och bakaxelline	519	15	176	34
Huvudline	803	22	190	24
Övrig förmontering	1.418	40	266	19
Totalt	3.563	100	766	22

Figur 5.14 Antalet artiklar som användes vid montering av en specifik lastbil (7070 4x2 Vänsterstyrd chassinr 3471). OBS! Vi har ej medtagit materialflöden mellan olika liner och stationer.



Figur 5.15 Som ovan men uttryckt i %.

Streckad yta: Artiklar större än 1 hg.

Även en uppskattning av förhållandet seriematerial - buffertmaterial gjordes.

Seriematerial = plockas ut ur förråd i exakt antal för varje serie.

Buffertmaterial = förrådshålls hos montören och påfylls efter behov.

Antal olika artiklar till hela lastbildsprogrammet = 7.000 - 8.000. Därav är ca 1.500 buffertmaterial.

Till en 7070 används i genomsnitt 2.200 artiklar. Därav är ca 800 buffertmaterial. Av de 2.200 olika artiklarna går ca 23% till huvudlinen och 77% till förmonteringen (jämför bild 5.15).

Personal

Det har ej varit möjligt att ta fram hur många som är sysselsatta med monteringsmaterialhantering för bana 5. Orsakerna är att de också ofta förser andra liner med material. Vi har därför varit tvungna att uppskatta antalet.

<u>Montörer</u>	<u>Antal</u>
bana 5 del I	17 + 7 extra operatörer
del II	15 + 7 " "
Hyttbana	16 + 2 extra operatör
Motorbana	7 + 1 " "
Förmontage	ca 30

<u>Justerare</u>	
i justeringsavd	20

<u>Kontrollanter</u>	
Framaxelbana	2
Bakaxelbana	2
Bakaxel bana 6x4	1
Motorbana	1
Hyttbana	1
Bana 5 del I	1
del II	4
Snabbsluss	1
E-hallen	3,5
(= just avd)	

<u>Materialhanterare</u>	
Direkt	18
Indirekt	6

Variantfördelning

Genom att gå igenom monteringsspecifikationerna för veckorna 3-25 erhöles en uppfattning över hur produktionen fördelade sig på de olika varianterna. Variantbegreppet delades upp i två avdelningar:

1. Volvos definition på variant (= serie).
 - a. typ (7070 eller 7076)
 - b. antal hjul samt andel drivande
 - c. vänster eller högerstyrd
2. En indelning i ytterligare 4 nivåer gjordes för att få med alla de större förmontagen
 - d. motor
 - e. framaxeltryck
 - f. bakaxeltryck
 - g. kort eller lång hytt

Med denna indelning blev antalet teoretiska varianter 864, men p g a tekniska och andra begränsningar blev det slutliga resultatet 29 st. Det bör noteras att den enskilde montören ej behöver montera 29 st olika varianter då t ex bakaxeltryck ej är beroende av hytten.

Resultat

Fig 5.16 Matris över valda variantbegrepp.

" 5.17 Matris över fördelningen på monterade varianter.

" 5.18 Matris över fördelningen på monterade varianter uttryckt i %.

Fig 5.19 Variantfördelning nedbruten i nivåer.

" 5.20 Variantfördelningen ordnad i storleksordning.

" 5.21 Fig 5.20 i diagramform.

" 5.22 Fördelning baserad på Volvos definition av variant.

Fig 5.23 Fig 5.22 i diagramform.

På raderna står de olika variantnivåerna och på kolonnerna antalet olika varianter.

Ex. 11-21-31 ger 7070-4x2-Vä

Ex. 11-21-31-41-52-66-71 är lika med 7070-4x2-Vä-70G-6,5-18-KH.

	1	2	3	4	5	6
1	7070	7076				
2	4x2	6x2	6x4			
3	Vä	Hö				
4	70G	70F	70FS			
5	5,5	6,5				
6	10	10,5	11,5	13	17,3	18
7	KH	LH				

Figur 5.16

På varje plats i matrisern har antalet som monterats under mätperioden noterats. Ex ruta 4.1 ger att det monterades in 632 st 70G motorer.

	1	2	3	4	5	6
1	1551	304				
2	1547	273	35			
3	1444	411				
4	632	1219	4			
5	212	1643				
6	369	212	23	1000	35	216
7	1290	565				

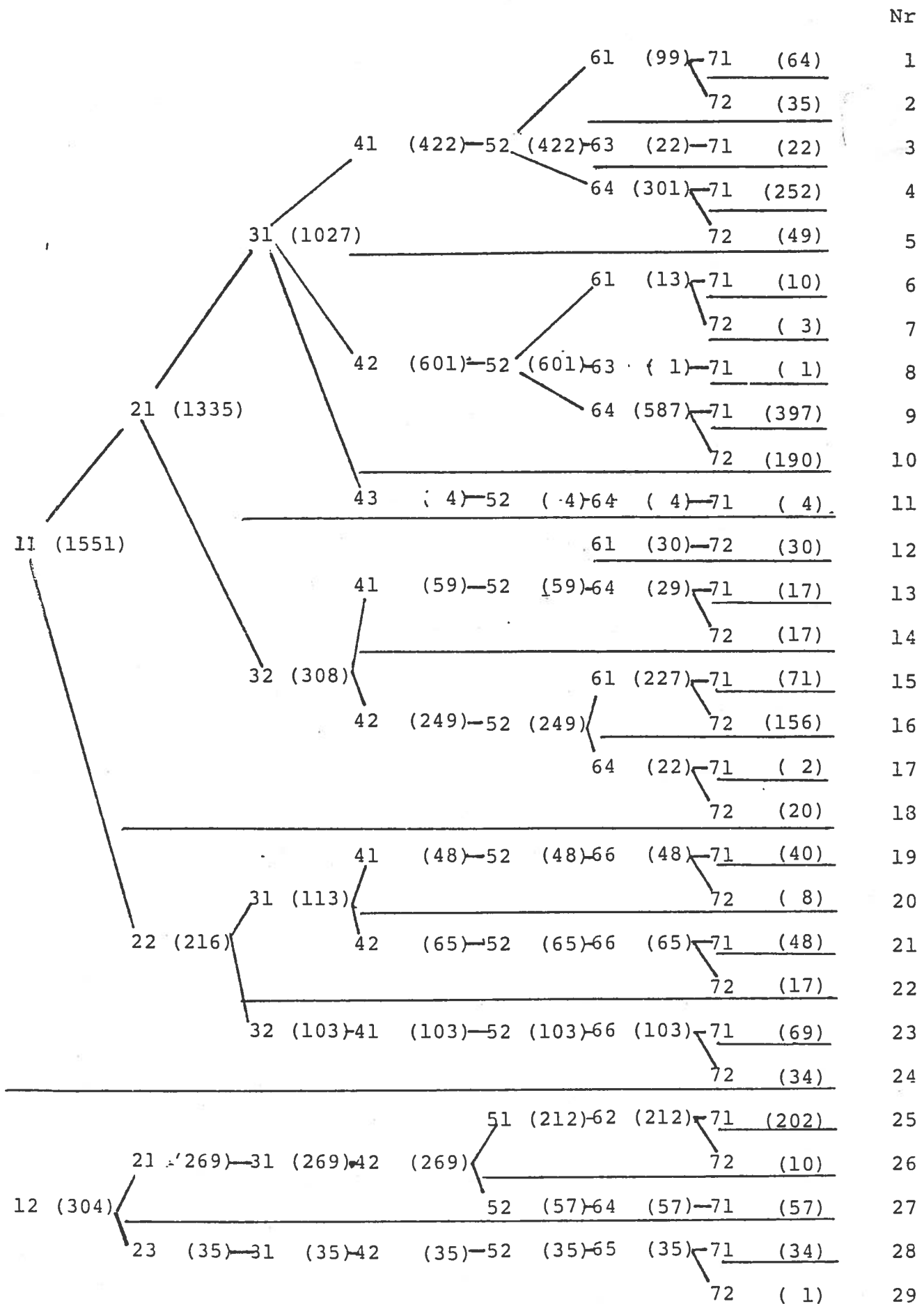
Figur 5.17

	1	2	3	4	5	6
1	84	16				
2	83	15	2			
3	78	22				
4	34	66	(0,2)			
5	11	89				
6	20	11	1	54	2	12
7	70	30				

Figur 5.18

På nästa sida följer en fördelning över de valda varianterna. Siffrorna 11, 21, 52 o s v relaterar till matris i bild 4.7. Siffrorna inom parentes anger hur många som monterats av denna variant. Ex. 11-21-31-42-52-63-71 (= 7070-4x2-Vä-70F-6,5-11,5-KH) monterades det 22 st av under mätperioden.
Ex. 11-21-31-41 (=7070-4x2-Vä-70g) monterades det 422 st av.

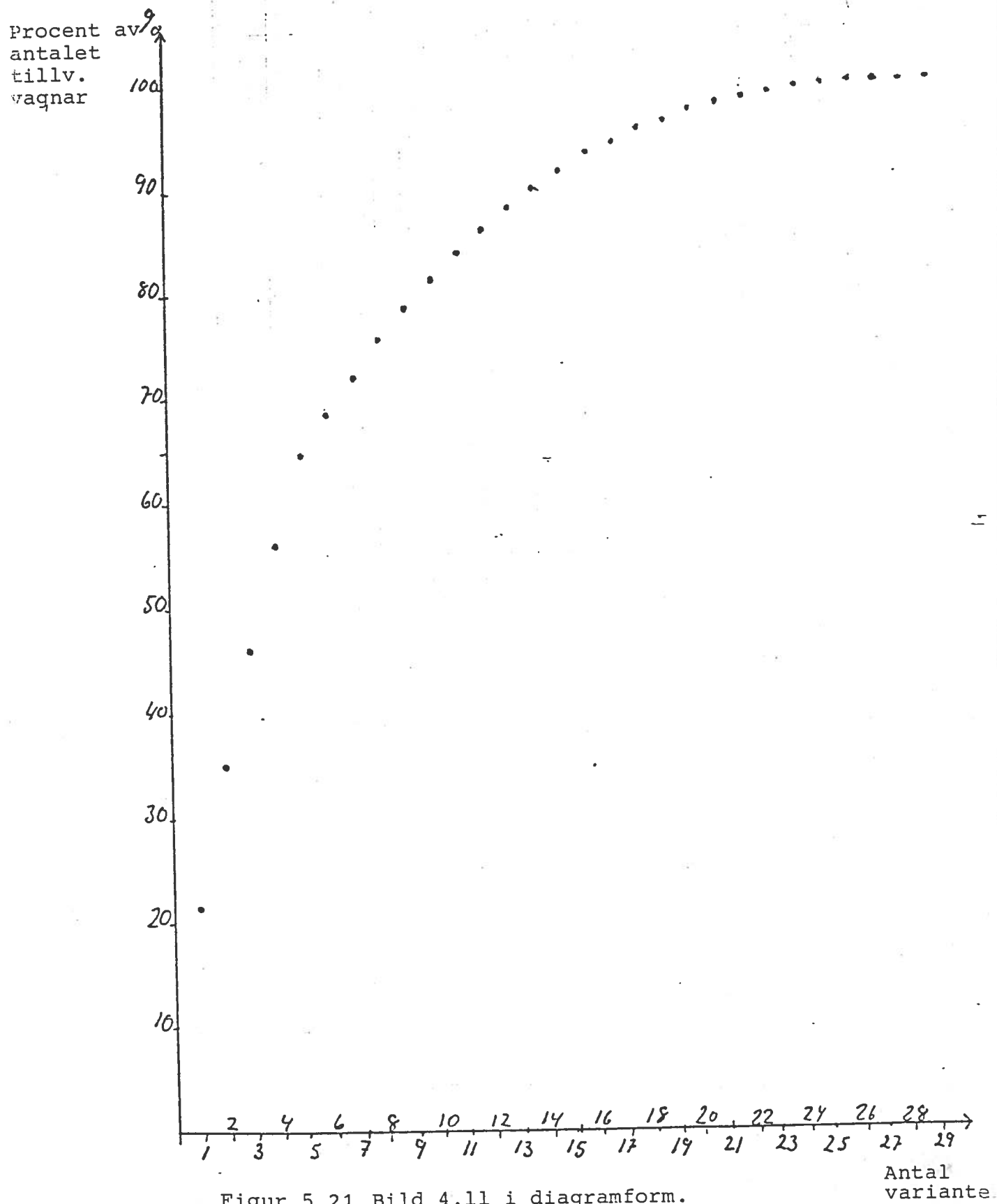
På påföljande sida är variantfördelningen ordnad i storleksordning. 3:3 kolonnen ger det ackumulerade värdet.



Figur 5.19 Variantfördelning nedbruten i nivåer.

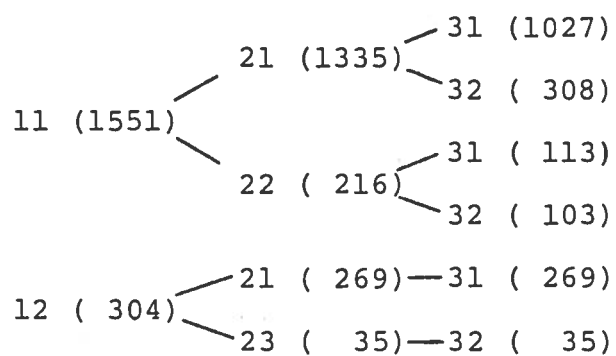
Nr	Antal	Ackum. värde	%
9	397	397	21,4
4	252	649	35,0
25	202	851	45,9
10	190	1041	56,1
16	156	1197	64,5
15	71	1268	68,4
23	69	1337	72,1
1	64	1401	75,5
27	57	1458	78,6
5	49	1507	81,2
21	48	1555	83,8
19	40	1595	86,0
2	35	1630	87,9
24	34	1664	89,7
28	34	1698	91,5
12	30	1728	93,2
3	22	1750	94,3
18	20	1770	95,4
13	17	1787	96,3
22	17	1804	97,3
14	12	1816	97,9
26	10	1826	98,4
6	10	1836	99,0
20	8	1844	99,4
11	4	1848	99,6
7	3	1851	99,8
17	2	1853	99,9
8	1	1854	99,9
29	1	1855	100,0

Figur 5.20 Variantfördelning ordnad i storleksordning.

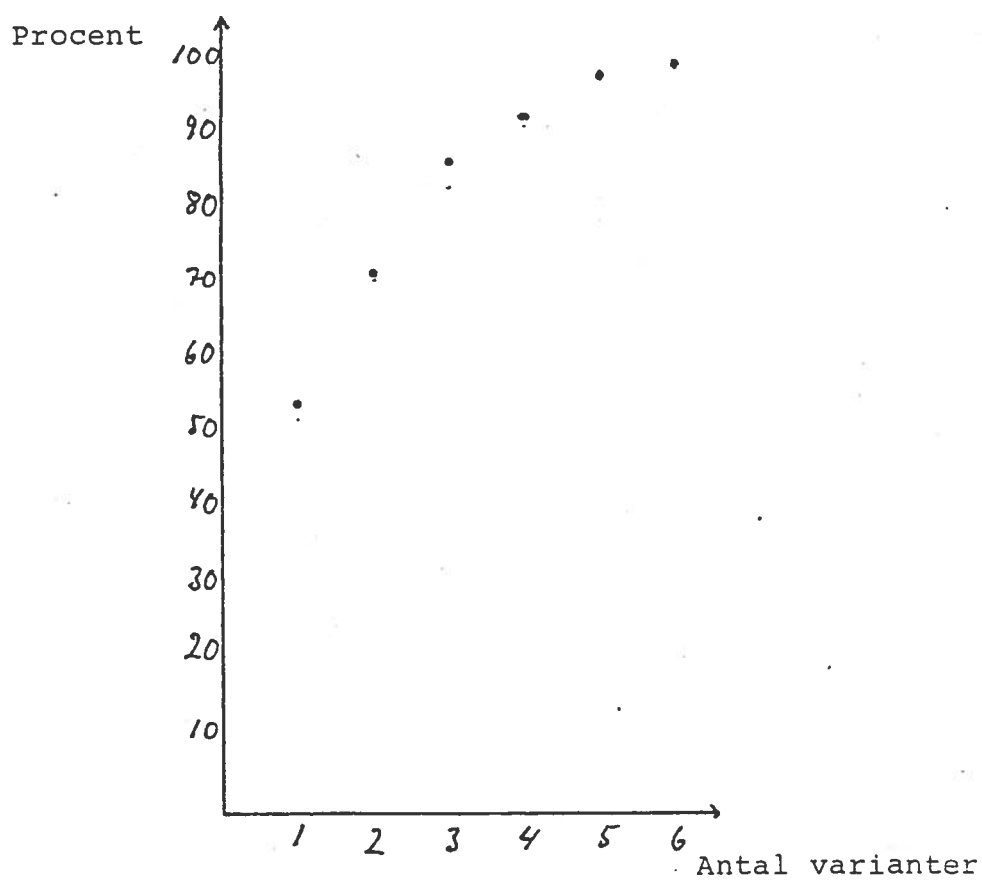


Figur 5.21 Bild 4.11 i diagramform.

Resultatet är taget från variantfördelningen i bild 4.10.



Figur 5.22



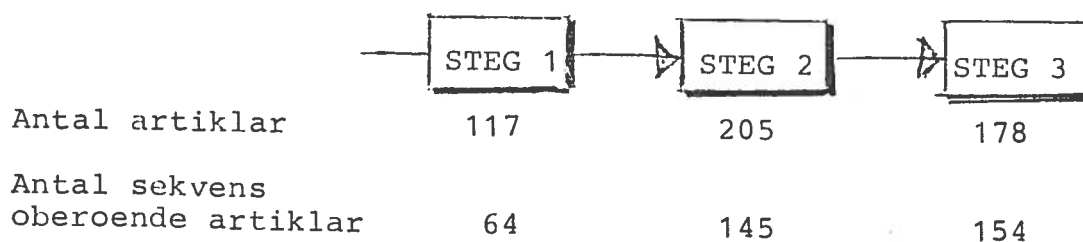
Figur 5.23

Sekvensbedömning

Del av line	Tot antal artiklar	Antal sekvens-oberoende artiklar	i %
Bakaxel	70	8	11
Framaxel	58	4	7
Line del I	30	19	63
Line del II	72	12	17
Hyttline	59	32	54
Motor	50	33	66

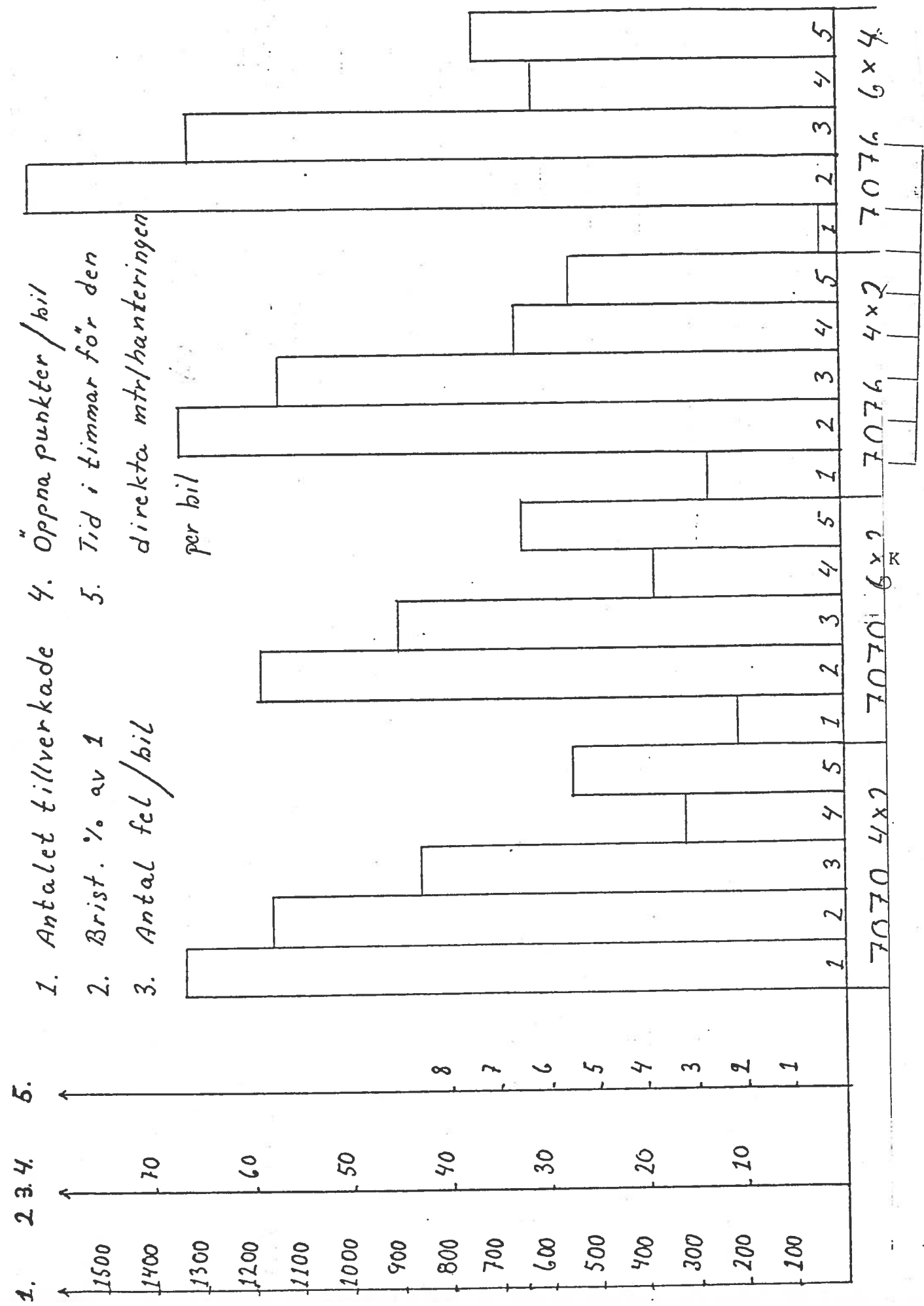
Bild 4.15 visar tidigare presenterad statistik. Det som ingår är : antalet tillverkade lastbilar, brister uttryckt i % av antalet tillverkade, antalet felpunkter i genomsnitt per bil, antalet öppna punkter i genomsnitt per bil, materialhanteringstid för 7070 och 7076 med varianter.

Volvo bygger sina bussar i trestegsdockor, busschassit förflyttas mellan tre seriekopplade steg. En studie av antalet artiklar har visat att sekvensberoendet minskar vid ökad färdigställning. Det motsatta förhållandet gäller för lastvagnar. Detta beror på att bussen saknar överbyggnad, d v s hytt, samt av att den är konstruerad för service underifrån d v s överbyggnaden är permanent fixerad.



Figur 5.24 Artikelfördelning vid slutmontering av bussar.

Figur 5.25

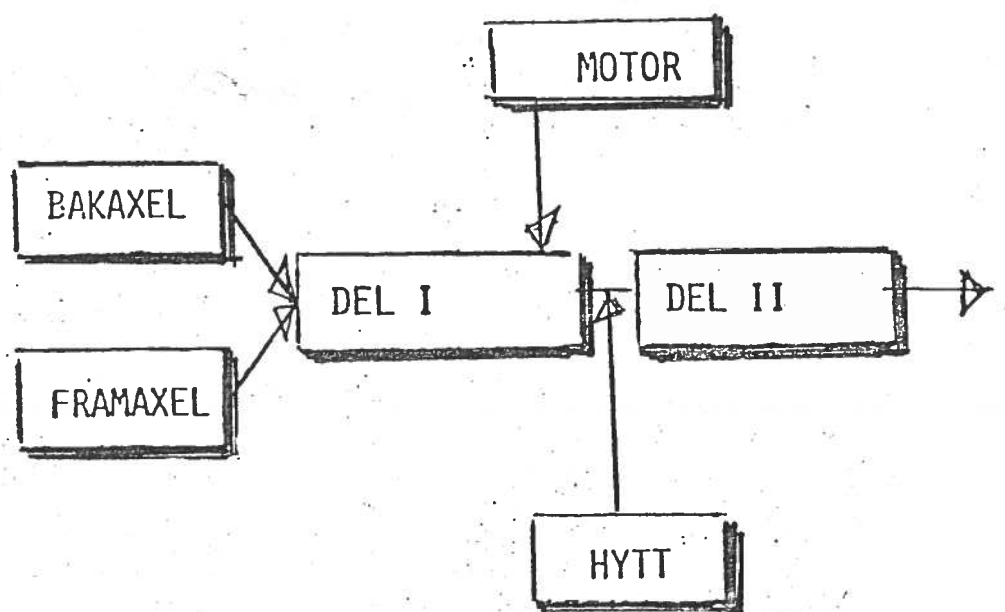


Slutligen kan för denna typ av montering konstateras:

- Högt sekvensberoende. Detta gör att ändringar i monteringsföljden blir svåra att genomföra, samt justeringar försvåras.
- ~~- De flesta~~
- De flesta basobjekt är unika. Till detta kommer en stor flora av varianter i tillsatsmaterialet. Detta gör montering och materialhantering komplexa.
- Mycket fel och brister. Få 0-ade bilar (en bil som går av banan utan kvarstående fel eller brister benäms "0-ad"). Beror detta på den stora variantfloran, på att montören monterar för många detaljer eller kanske inte har hunnit bli inkörd på den relativt nya bilen.
- Längden på det största basobjektet dikterar monteringsstationernas längd. Jämför personbilstillverkning där stationernas storlek bestäms av ytbehovet för det tillsatsmaterial som måste ligga tillgängligt för montören.

Sammanfattning

Layouten vid lastvagnsmontering i den s k G-hallen vid Volvo Lundby-verken i Göteborg åskådliggörs schematiskt i figuren nedan. Själva slutmonteringen sker i två steg, del I och II, hytt och motor förs in synkront. Den genomförda artikelanalysen begränsar sig till en typ av lastvagn, typ 7070, vilken är den mest frekventa modellen.



Figur 5.26 Slutmontering av lastvagnar, Volvo Lundby-verken.

Om vi sammanställer den monterings tid som idag krävs med antalet artiklar så fås nedanstående resultat. Tillkommer gör 5 timmars kontroll, 3 timmars justering och 6 timmars direkt materialhantering (köra truck från förråd till plats i pallställ).

	Totalt	>1 hg	Mont tid
Hyttline	26	14	20
Motorline	13	13	9
Axelliner	24	35	32
Huvudline (del I och II)	37	38	39
	100%	100%	100%
	(2145)	(500)	(28 tim)
Förmontage	40%	34%	32%
	(1418)	(266)	(12 tim)

Följande hypotes kan då formuleras, att antalet artiklar är direkt proportionellt mot monteringstiden. En jämförelse med Opels personvagn kan göras. En Opel innehåller $1/2$ av antalet artiklar, jämfört med en konventionell bil och har ca $1/2$ monterings-
monteringstid (10,5 timmar mot mer än 20 timmar).

Observera den stora andel artiklar med låg vikt, för både last- och personvagnar. Studier av GM:s personvagnar säger att 90 % av ingående artiklar väger under 2 kg. (Vid jordbruksmaskiner 80 % av artiklarna under 4 kg).

Om vi sammanfattar några intressanta punkter vid lastvagnsmontage, noteras:

- 5-10 % rakt material, d v s samma på alla vagnar.
- Det går exempelvis ej att montera fel. Upptäcks snabbt då bromsledningar och ventiler är förmonterade och anpassade för ett tänkt bestämt basobjekt.
- Ett fåtal varianter står för huvuddelen av de tillverkade vagnarna.
- Trucktid för en vagn (förmontage - slutmontage) minimum 5 tim, vilket får anses högt.
- Det är svårt för produktionstekniker att föra resonemang med konstruktionsavdelningen när bedömningsmall för ett objekts monterbarhet saknas.

5.2.2 Deskriptiv studie - SAAB 900 GL^{*/} och Volvo 244:a

Studie av SAAB 900:a

Föreliggande arbete försöker klarlägga sambanden mellan konstruktionslösningar och slutmontering. Nyckeldata har tagits fram vid slutmonteringen framförallt på SAAB för att ge underlag till forskning om alternativ till line-montering. En stor del av tiden tillbringade tillverkarna vid monteringsbandet. Större delen av vårt arbete har utförts på SAAB, där vi i huvudsak har tittat på deras första monteringsline, den s k A-linan. Alla undersökningar som beskrivs i fortsättningen har utförts på hela A-linan. Arbetet bygger även på materiallistor, protokoll och intervjuer med flera befattningshavare. För att begränsa uppgiften, har vi valt att endast ta hänsyn till konstruktionsutförandet vid för- och slutmonteringen. Således har ingen tanke ägnats åt om den färdiga produkten är servicevänlig eller inte, om den är säker ur krocksynpunkt, om det är korrosionsresistent osv.

*/ Se konstruktionens inverkan på förutsättningarna att införa alternativa monteringsystem, Edberg & Bystedt, Institutionen för Transportteknik, CTH, 1979.

Saab 900, som vårt arbete behandlar, är en fyrcylindrig framhjulsdriven bil. Den tillverkas i fem grundtyper: GL, GLS, GLE, EMS och Turbo. Dessa fem typer kan sedan varieras på en mängd sätt. Några få exempel på detta är: tre eller fem dörrar, färg, sollucka och/eller aircondition eller utan någondera av dessa två sistnämnda. Eftersom en stor del av tillverkningen går på export, finns det också ett stort antal landsvarianter. På Saab har man gått in för att göra 900:an till en personlig bil, därav den stora variantfloran. Saab 900 är ursprungligen en vidareutveckling av Saab 99. De två bilarna skiljer sig dock åt på många punkter. Exempelvis är 900:an längre och har 5 cm bredare spårvidd än 99:an. Den vänder sig även till en annan kategori av köpare då den är dyrare. Priset varierar mellan strax under femtiotusen upp till sjuttio tusen kronor, vilket är att jämföra med 99:an som kostar ca fyrtiofem tusen kronor. Dessa ungefärliga priser gäller hösten 1979.

Saab Scantias största fabrik för personbilstillverkning är förlagd till Trollhättan. Där tillverkar man Saab 900 samt pressar och sätter samman karosser till 99:or som sedan skickas till Finland för vidare sammansättning. Karosser till Saab 900 skickas även till Arlöv där man har en monteringsfabrik. Det finns även fabriker i Nyköping, Kristinehamn (bakaxlar), Södertälje (motorer), Göteborg (växellådor) och Kramfors. Saab tillverkar idag ca 90000 bilar per år, vilket säljs både inom landet och på export. Fördelningen av försäljningen var 1978:

Sverige	36%
Europa exkl Sverige	41%
Nordamerika	22%
Andra marknader	<u>1%</u>
Summa	100%

En presentation av bilen

Saab 900, som vårt arbete behandlar, är en fyr cylindrig framhjulsdriven bil. Den tillverkas i fem grundtyper: GL, GLS, GLE, EMS och Turbo. Dessa fem typer kan sedan varieras på en mängd sätt. Några få exempel på detta är: tre eller fem dörrar, färg, sollucka och/eller aircondition eller utannågondera av dessa två sistnämnda. Eftersom en stor del av tillverkningen går på export, finns det också ett stort antal landsvarianter. På Saab har man gått in för att göra 900:an till en personlig bil, därav den stora variantfloran. Saab 900 är ursprungligen en vidareutveckling av Saab 99. De två bilarna skiljer sig dock åt på många punkter. Exempelvis är 900:an längre och har 5 cm bredare spårvidd än 99:an. Den vänder sig även till en annan kategori av köpare då den är dyrare. Priset varierar mellan strax under femtiotusen upp till sjuttio tusen kronor, vilket är att jämföra med 99:an som kostar ca fyrtiofem tusen kronor. Dessa ungefärliga priser gäller hösten 1979.

Några allmänna uppgifter om de olika typer man tillverkar av 900:an: GL är den enklaste versionen. GLS är i princip samma bil som GL men har tvåförgasars motor och kan fås med något fler extra tillbehör. EMS och den tre dörrars turbon är de sportiga versionerna av Saab 900. De har hårdare stötdämpare, högre rattutväxling, fräckare fälgar m m jämfört med de andra typerna. GLE och den 5 dörrars turbon är mer familjebetonade. De är i princip likadana men har olika motorer. Några ytterligare data om bilarna finns i bilaga 1.

Slutmontering och materialstyrning

Slutmonteringen hos Saab är baserad på ett line-system. Det fungerar så att karossen sätts på en släde som hakas fast i en krok i golvet som drar släden framåt med en konstant fart av 70 cm/min. Hastigheten varierar något beroende på vilket arbetstempo man håller. Tempot i sin tur beror på vilken typ av bilar som tillverkas. Det finns två "linor", A och B linan, vilka är parallella. Man tillverkar alla typer av 900:an på båda linorna. I slutet av denna bok finns det en layoutskiss på A-linan.

För att förse linan med karosser har man ett lager av färdig-lackerade karosser. I detta lager ryms det fjorton bilar i bredd. Det finns noggranna bestämmelser på hur ofta en viss typ får gå ner till bandet. Detta beror på att de modellerna är olika "tunga", d v s tar olika lång tid att slutmontera. En 5-dörrars turbo med sollucka och aircondition är exempel på en mycket "tung" bil. Motsatsen är en GL i standardutförande. Den nämnda turbon får maximalt monteras i ett förhållande på 1:2. För extrautrustning såsom sollucka måste man ha extra montörer på bandet och dessa tar då monterings tid från de ordinarie montörerna.

För att klara av kraven på förhållandet mellan typer på linan samt tillgodose efterfrågan på färdiga bilar, har Saab lagt upp sitt materialstyrningssystem på data. När

exempelvis en blå GLE skall tillverkas, söker man av kaross-lagret. Om det då inte står någon lämplig kaross i första ledet, har man möjlighet att köra runt karosser och ställa dem sist i ledet tills man får fram ett lämpligt exemplar. Detta transporteras ner till linan m h a en conveyor. Samtidigt som detta sker skrivs ett datakort ut på terminaler som är placerade dels vid slutmonteringsbandet, förmonteringsstationerna och lagret. På så sätt vet alla berörda parter vilka detaljer som krävs vid linan inom kort. På bilen placeras en utskrift av datakortet, på så vis vet montörerna vilken typ det gäller. Silomaterialet körs in med truckar och placeras i pallar och ställ varifrån montörerna plockar det för hand.

FÖLJEKORT

SAAB-SCVIA

Makern		Varetilsknr		Nycklar nr		Godkänd		
Dokument								
Ment idp	Order spec	Korrasur		Chassir		Følg		
		Ebn						
Variantb=13		152		473447		90791033730		
1108		99439215		352		MARMORUIT		
1	2	3		4		5		
		6		7		8		
1=Sid	1=Sid	1=Sid	1=Sid	1=	1=	1=Sid	1=	
2=Cat	2=Cat	2=Cat	2=Cat	2=	2=	2=USA	2=	
3=	3=	3=	3=	3=	3=	3=Cat	3=	
9=Spec	9=Spec	9=Spec	9=Spec	9=	9=	9=Spec	9=	
						</		

Figur 5.27 Exempel på följekort som fästs på bilen i början av slutmonteringslinan.

Förmontering

Förmontering gör det möjligt att flytta ut en stor del av arbetet från slutmonteringslinan till andra delar av fabriken. Detta har många fördelar. Monteringsarbetet underlättas genom att arbetsställningarna blir naturligare. Planeringen av monteringshallens layout underlättas då linorna blir kortare. Tiden det tar att montera bilen sjunker och kontrollen av bilens funktioner underlättas liksom åtgärdandet av fel.

Saab har drivit förmonteringen så långt man kunnat. De viktigaste komponenter som idag förmonteras är: instrumentbrädan, kylarpaketet, drivaggregatet, framvagnen och bakaxeln.

Kontroll

Den vanligaste metoden att uppnå en viss kvalitetsnivå på bilar som monteras på en line är att ha en montör, en kontrollant som granskar montörens arbete och antecknar eventuella fel som då åtgärdas av en tredje man. Detta är både personal och tidskrävande och kvalitén är ändå inte garanterad. Saab prövar nu ett nytt system i slutmonteringen som ska ge montören mera ansvar. Man har i stor utsträckning avskaffat kontrollanterna, vilket gör att om montören gör fel, kan felet i värsta fall gå med den färdiga bilen ut till försäljningen. Den ökade ansvarskänslan väntas höja arbetsmotivationen och därmed utförs ett bättre arbete. Man kan givetvis inte riskera att säkerhetsdetaljer passerar felaktiga, där har man kvar kontrollanterna.

A-linan är uppdelad i fem delar. Efter varje del har man möjlighet att ta in bilen på justeringsstationer och där åtgärda de fel som uppstått på det aktuella avsnittet av linan. Alla bilar funktionstestas innan de släpps iväg till återförsäljarna. Ett antal bilar tas ut som stickprov och kontrolleras grundligt. Det fungerar så att man har en poängskala, där man

ger varje fel en viss poängsumma, allt efter felets svårighetsgrad. Funktions- och säkerhetsdetaljer får 50 poäng och sedan sjunker poängtalet för mindre fel. Om man hittar ett fel värt 50 poäng, så kontrollerar man de 10 bilar som gått av bandet närmast före den aktuella bilen och de 10 närmast efterföljande. Om man inte hittar någon bil med det felet då, åtgärdas felet och en rapport går till den ansvarige förmannen. I övrigt flyter allt vidare. Om man i stället hittar ett likadant fel på någon av de 20 utplockade bilarna, undersöker man de 100 bilar som tillverkats närmast före och efter "stickprovsbilen". Hittar man liknande fel även där, får inga ytterligare bilar föras ut till återförsäljarna. De bilar som producerats i samma serie och redan har levererats, kontrolleras också. Då alla fel är åtgärdade och orsaken till felet är upptäckt och ordnat, kan leveranserna återupptas.

En bil får heller inte uppnå för hög sammanlagd felpoäng utan åtgärd.

Några tillverkningssiffror

För att få en uppfattning om hur stor del av tillverkningen varje biltyp har, registrerade vi detta veckorna 40 - 43 1979. Då befanns det att av de bilar som lämnade slutmonteringslinan var:

<u>Typ</u>	<u>Antal</u>	<u>Procent</u>
GL	2233	47
EMS	356	7
GLE+GLi	892	19
Turbo	1258	<u>27</u>
Summa		100

Dessa siffror skiftar något inbördes, beroende på varierande efterfrågan.

Man tillverkar även en del bilar i specialutförande: polisbil, taxibil, brevbärrarbil, tävlingsbil, direktionsbil, friktionsmätbil samt skottskyddad bil.

Varianter

Artiklar som har mer än ett utförande är varianter. Det kan finnas många varianter av samma artikel.

Tabell 6.2.1 visar varianternas fördelning på bilen och på respektive modell. Räkningen är utförd på 1980 års modell. Inredningsfärger är medtagna men inte karosserifärger. Tabellen säger inget om hur många artiklar som det finns varianter av. Genom att kombinera olika varianter kan man få en mängd olika utföranden. Det är dock bara ett fåtal utföranden som är tillåtna. För att bygga en 900 GL behövs 165 st artiklar. 104 artiklar av dessa är variantartiklar resten är raka artiklar.

Många varianter är identiska för de olika modellerna.

Varianter som är lättare än ca 1 hg eller är silomaterial är inte medräknade.

Modell	Kaross			Motor	Under	Kupé	Bagage	Summa
	Fram	Mitt	Bak					
GL	4	8	14	29	8	167	0	230
GLs	7	8	14	29	7	167	0	232
GLE	16	2	25	38	12	127	2	222
EMS	16	6	29	37	14	115	2	219
Turbo	12	6	25	36	20	199	2	300
GLi	4	6	14	12	10	119	2	167

Figur 5.28 Varianternas fördelning på bilen och på respektive modell.

Fördelning av fel på bilen

En sak som naturligtvis är intressant är fördelningen av fel på bilens olika komponenter. För att få fram ett underlag för detta har vi tagit del av de resultat som man har kommit fram till vid efterjusteringen av bilarna. Resultaten härstammar från vecka 33-34, 1979. På de 75 vagnar av typ GL som undersöktes fann och åtgärdade man 418 anmärkningar, vilket gör 5,57 anmärkningar per bil. De vanligaste anmärkningarna var:

- Ljusfunktionen fungerar ej eller är trög.
- Ratten har dålig passning eller går emot rattkåpan.
- Gummilist, handtag med lås, passning fungerar ej eller går trögt.

Den procentuella fördelningen av felen över bilen framgår av tabell 6.2.

2 5.32

Under samma period undersöktes även 40 turbobilar och 4 GLE. Då dessa typer har fler delar och är svårare att montera kan man förvänta sig att de också ska ha fler anmärkningar. Så är också fallet. På de 44 kontrollerade bilarna fann man 375 anmärkningar, vilket gör 8,52 anmärkningar per bil. De vanligaste anmärkningarna var här:

- Dålig passning på dammskydd fram och bak.
- Ljusfunktionerna fungerar ej eller är tröga.
- Dålig passning på tröskelskyddet fram och bak.
- Gummilist, handtag med lås, passning fungerar ej eller går trögt alternativt passar dåligt.
- Soltak och slangar passar dåligt.

Slutjusteringstiden på en tredörrars 900 GL var 1978 226,8 minuter. För turbon tog det ytterligare 16,8 minuter. Extra utrustning förlängde justeringstiden med:

Automätvxl	11,4 minuter
Soltak	5,4 minuter
Aircondition	23,4 minuter

Anmärkningarna redovisas i tabell 6.4.

1. 6.53?

Skevhet och artikelfrekvens

För att beräkna hur många detaljer som ingår i en 900, gick vi längs A-linan och prickade av varje detalj, som monterades. Därvid infördes följande restriktioner:

- Detaljerna skulle vara tyngre än 1 hg.
- Komponenter som kom förmonterade till bandet, typ motor, instrumentbräda och dörrar, räknas som 1 detalj.
- Detaljer som sitter på både höger och vänster sida räknas som en detalj. Exempelvis bakljus och lister.

Silomaterial redovisas i en senare tabell.

Figur 5.29 visar hur komponenterna fördelar sig på bilen. Av de totalt 120 detaljerna är 68 förmonterade (tabell 6.2 och 6.3).

Kaross

Fram	Mitten	Bak	Motor- rum	Under- sida	Kupé	Bagage
17	8	20	18	8	40	9

Figur 5.30 Fördelningen av artiklar på bilens olika delar. Artiklar som förekommer på både höger och vänster sida exempelvis lister, räknas som en detalj. Siffrorna gäller Saab 900 GL-Sverige.

Kaross

Fram	Mitten	Bak	Motor- rum	Under- sida	Kupé	Bagage
24	14	28	21	11	55	12

Figur 5.31 Fördelningen av artiklar på bilens olika delar om man räknar de artiklar som sitter på både höger och vänster sida exempelvis baklyktorna. Siffrorna gäller Saab 900 GL-Sverige.

	Smutsig, lösa par- tiklar	Skadad trasig dålig	Ej färdig monterad	Dålig passning fel läge går emot	Skrammel gnissel	Otät läckage	Fungerar ej trög	Saknas	Fel sort
Framparti				0,2				0,5	
Dörrar	0,5	0,7	1,7	2,7	0,5		1,2	1,0	
Elledningar				0,2					
Bakparti		0,5	3,4	5,1	0,7		6,8	4,0	0,5
Manöverorgan									
Elartiklar									
Reglage		1,4	1,2	6,6	1,0		19,3	0,7	0,7
Inredning	1,4	0,2	6,3	2,7	1,0		4,5	1,0	
Framparti		1,9	5,0	6,5	1,0	1,0	0,2	3,8	0,7
Bränsle- insprutning			0,5	0,7		0,2	0,2	0,2	
Summa	1,9	4,7	18,1	24,7	4,2	1,2	32,2	11,2	1,9
									100%

Figur 5.32 900 GL. Anmärkningar i procent av det totala antalet påpekanden.

	Smutsig lösa partiklar	Skadad trasig dålig	Ej färdig monterad	Dålig passning felläge går emot	Skrammel gnissel	Otät läck	Fungerar ej trög	Saknas	Fel sort
Framparti			0,3				0,3	0,3	
Dörrar		0,8	2,1	4,8	0,3		1,3	2,4	1,3
Elledningar			0,5	0,5			0,3	0,5	
Bakparti			3,5	6,7	0,5	0,3	3,5	3,5	0,3
Manöverorgan									
Elartiklar									
Reglage		1,0	0,5	3,7	0,5	0,5	18,1	0,5	0,8
Inredning		1,0	4,0	6,1	0,3		2,7	1,0	0,3
Framparti		0,5	6,1	6,9	0,8	0,5	0,5	3,5	0,3
Bränsle- insprutning		0,3	1,9	1,0	0,3	1,3			
Summa		3,6	18,9	29,7	2,7	2,6	28,0	11,7	3,0
									100%

Figur 5.33 Turbo + GLE. Anmärkningar i procent av det totala antalet påpekanden.

Vi har även studerat vilka förband som används på bilen och hur dessa fördelar sig, se tabell 6.6.

	Kaross						
	Fram	Mitten	Bak	Motor- rum	Under- sida	Kupé	Bagage
Bult o skruv	13	5	15	17	5	22	4
Nit			1				
Gummi	1				1		
Mutter	1			1	1	2	
Clips	2	1		2		5	2
Klämma		1				2	

Figur 5.34 Vissa detaljer fästs med två typer av fäst-element, t ex clips och skruv. Andra detaljer har ingen direkt infästning, typ fjädrarna. Att vi delade på bult/skruv och mutter beror på att en del detaljer är gängade och alltså bara kräver en mutter.

Silomaterial

Vi har räknat antalet backar med silomaterial utefter A-linan. Samtliga backar har räknats utan hänsyn till vilken variant de hör eller om två backar skulle innehålla samma material. Vid utvärdering av resultatet visade det sig att silomaterialet fördelar sig ganska jämt längs linan.

Silomaterial i relation till grov ordningsföljd:

<u>Stationsnummer</u>	<u>Antal</u>	<u>%</u>	
0-10	46	7,4	
11-20	54	8,7	
21-30	41	6,6	16,1
31-40	47	7,6	
41-50	88	14,2	21,8
51-60	45	7,2	
61-70	44	7,1	14,3

<u>Stationsnummer</u>	<u>Antal</u>	<u>%</u>	
71-80	61	9,8	
81-90	27	4,3	14,1
91-100	51	8,2	
101-110	30	4,8	13,0
111-120	11	1,8	
121-130	21	3,4	5,2
131-140	- (vatten + bensin)	0	
141-150	55	8,9	8,9
Silos		621	100%

Monteringsarbetets innehåll

En uppdelning av monteringstiden i materialhantering, väntetid, positionering, förbandstid skulle ha varit intressant men har visat sig svår att göra.

En uppskattning av Saab säger dock att 10-15% av monteringstiden består av förbandstid.

Monteringstider

Det är intressant att studera monteringstiderna, då man av den ofta kan utläsa om någon del av konstruktionen bör ändras därför att den tar alltför lång tid att montera. Man har även möjlighet att i vissa fall jämföra olika bilfabrikanter sammansättningsstider på typiska detaljer.

Slutmonteringen på Saab i Trollhättan tar ca 10,2 timmar. Totala monteringstiden var 1978 22 timmar. En del av förmonteringsstiderna redovisas nedan. Samtliga tider härrör från fabriken i Trollhättan.

Drivaggregat:

Detaljmontering (Std-variant)	1,245 h/bil
Montering av drivaggregat i bil	0,090 h/bil

Framvagn:

Hit räknas: framnav, stötdämpare, fjädrar med stöd, svängarmar (drivknutar i motor), styrväxel	0,400 h/bil

Bakaxel:

Komplett med fjädrar, stötdämpare och sidolaststag	0,266 h/bil

Instrumentpanel:

Detaljmontering, standard	1,429 h/bil
Montering i bil (exkl "underkjol", högtalare plus diverse annat vilket tar 2 man ca 0,15 h/bil	0,150 h/bil

Frontparti:

Hit räknas: Kyl, frontbalk, strålkastare, SRA (strålkastarrengöringsanläggning) samt kylfläkt	0,306 h/bil
Montering i bil, grill (exkl stötfångare och blinkers)	0,156 h/bil

Rattstång:

Detaljmontering	0,027 h/bil
Montering i bil + mellanaxel	0,025 h/bil

Dörr, fram:

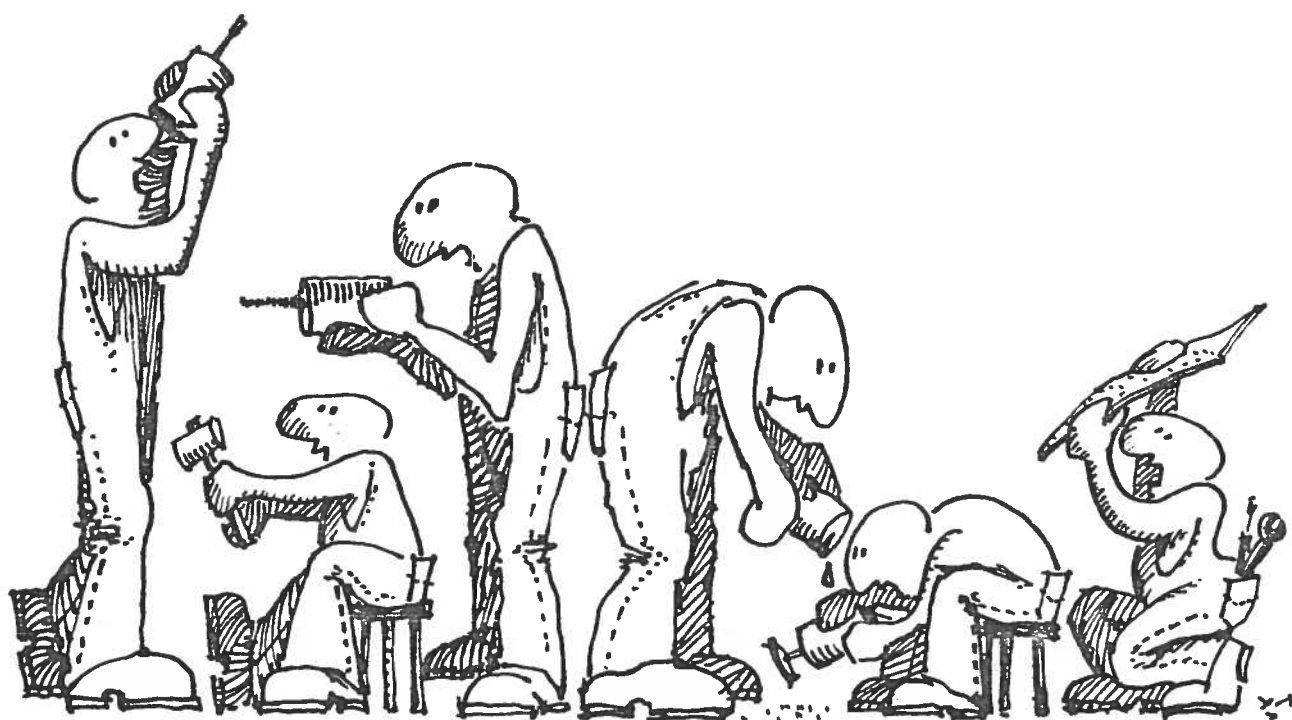
Detaljmontering (9 man)	0,400 h/bil
Montering på bil	0,133 h/bil
+ klädsel, hissvev och öppningshandtag	0,067 h/bil

Arbetsställningar

De arbetsställningar som förekommer vid monteringsarbetet är intressanta. Dåliga arbetsställningar som frestar hårt på vissa muskelgrupper kan orsaka värk och obehag. Detta i sin tur inverkar menligt på trivseln och arbetets utförande. En tabell har därför gjorts upp där man kan se vilka ställningar som används vid arbete på de olika delarna av bilen.

Kaross			Motor- rum	Under- sida	Kupé	Bagage	Summa	Arbets- ställning
F	M	B						
4,8	1,6	9,6	7,2	0	0	0,8	24,0	Stående
6,4	2,4	1,6	8,0	0,8	13,6	4,8	37,6	Stående fr böjd
4,0	0	3,2	0	0,8	5,6	0	13,6	Sitt
0	0	0	0	0	3,2	1,6	4,8	Sitt vrid
1,6	0	0	0	4,8	0	0	6,4	Under upp
0	1,6	0,8	0	0	11,2	0	13,6	Kupé

Figur 5.35 Arbetsställning. % av totala antalet arbetsställningar på A-linan.



Under
upp

Sittande

Stående

Stående
framåtböjd

Sittande
vriden

Kupé

Monteringsriktning kontra basobjekt

Sammanställningen avser huvudmonteringsriktningen kontra basobjektet vid slutmonteringen på A-linan. Noteras bör det stora antalet monteringar i kupén.

Kaross			Motor- rum	Under- sida	Kupé	Bagage	Summa	Monterings- riktning
F	M	B						
2,6	0,9	4,3	14,3	0	0	2,6	24,7	Ovan
1,7	0,9	0,9	0	0,9	24,5	3,4	32,3	Inifrån
0,9	0	0,9	0	6,0	0	0	7,8	Under
10,3	2,6	12,8	5,1	0,9	2,6	0,9	35,2	Sidan

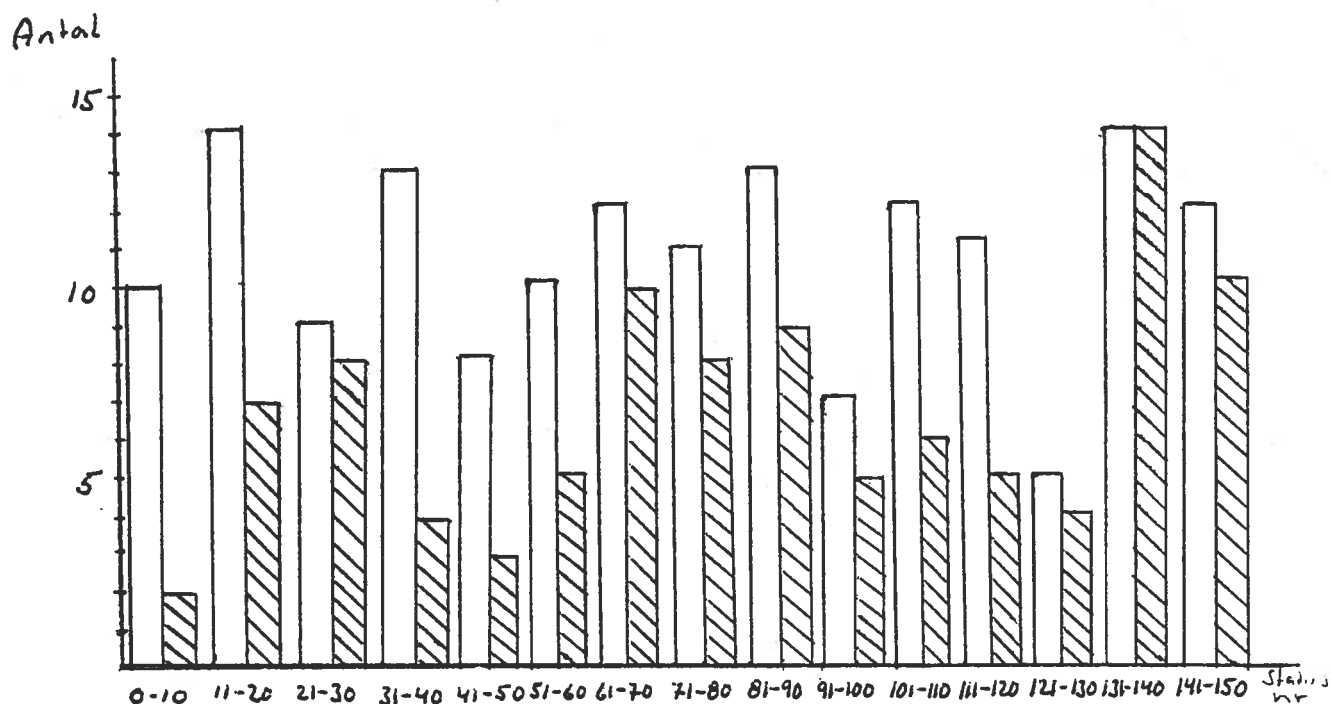
Figur 5.36 Monteringsriktning kontra basobjekt i % av totala antal monterade detaljer på A-linan.

Fördelning av detaljer och varianter längs linan

För att se om de detaljer som monteras på Saab 900 GL Sverige ligger jämt fördelade längs slutmonteringslinan, har vi gjort upp en tabell över detta. Av tabellen framgår också hur variantmaterialet är fördelat. Att det blivit så pass få varianter, beror på att en detalj kan ha fem - sex variantutföranden. Tabellen har alltså inget att göra med tabell 6.1.

Tabell 6.9 visar att variantartiklarna och detaljerna är tämligen väl utspridda längs linan. Variationerna beror dels på att delarna är olika arbetskrävande att montera och dels på att det även monteras andra typer av 900:an på samma lina. Det kan alltså monteras fler detaljer på dessa typer på de avsnitt där det monteras få på GL:en. Exempelvis tar inmonteringen av airconditionaggregatet i en turbo upp ganska stor plats på linan.

Av de 165 detaljer som sätts på 900 GL Sverige är 61 rakt material och resten variantmaterial.



Figur 5.37 Tabellen visar hur många detaljer som monteras på 900 GL Sverige på varje tiotal stationer samt hur många av dessa som kan fås som varianter på en GL.



Antalet detaljer över ett hekto som monteras på stationerna.



Antal detaljer över ett hekto som kan fås som variant.

Studie Volvo 244^{*/}

Volvos största fabrik, belägen i Torslanda Göteborg, tillverkar Volvo 240 och 260-serien. Produktionsvolymen är för närvarande omkring 300 000 bilar/år. Tillverkningen sker vid två separata linor. En viss uppdelning av varianter på respektive lina har gjorts. Detta gör balanseringsförlusterna mindre och förenklar materialstyrningen. Produktionen uppvisar en del anmärkningsvärda lösningar.

- Bilarna dras på slädar i golvet.
- Höglager där man vid uttagning av en kaross kan välja mellan ett stort antal.
- Modernt måleri där vilka kulörer som helst kan lackeras efter varandra utan särskild väntetid.
- Bilarna tiltas d v s vänds på sidan för att minska under-upp montage.
- Ett stort antal detaljer förmonteras. Exempel på detta är:
 - Motor
 - Avgassystem
 - Bakaxel
 - Delar av instrumentpanelen
 - Pedalställ
- Motor - växellåda - avgassystem - framvagn - bakvagn satsas till en enhet och sätts ihop med karossen vilken lyfts på ovanifrån. Allt detta sker vid en station, den s k "marriage point".

*/ Se konstruktionens inverkan på förutsättningarna att införa alternativa monteringsystem, Edberg & Bystedt, CTH, 1979.

Variantundersökning

Volvo har delat in bilens komponenter i olika grupper. För att få ett grepp på hur stor variantfloran är har vi undersökt 4 olika grupper. Volvo 244 DL i Sverige-version har utgjort referensbil. Antal erforderliga detaljer för en komplett referensbil har jämförts med det totala antalet detaljer som finns att tillgå inom varje grupp.

Variantmtrl Volvo-79

Bränslesystem

Tot	Ref	<u>Tot</u> Ref
50	27	1,85

Belysning

Tot	Ref	<u>Tot</u> Ref
146	22	6,64

Torkare + lyktrengörare

Tot	Ref	<u>Tot</u> Ref
132	41	3,22

Tillbehör på motor

Tot	Ref	<u>Tot</u> Ref
208	70	2,97

Vid montering av t ex en belysningsartikel har man således i genomsnitt 6,64 artiklar att välja på.

På modell-79 fanns det 33 olika motorer till 240 och 260 serierna.

Monteringstider Volvo

Mantimmar

<u>Slutmontering</u> 244 DL (Sverige-version) netto	9,9
Sen ankomst	0,45
Balanseringsförluster	1,01
Betalda raster	1,21
Brutto	13,27

Slutmonteringstid "Marriage point" som innefattar framvagn och bakaxel plus kardan som sätts på vid tiltningsstationen. (Bakaxel: axel, fjädrar, stötdämpare, bärarmar)

Netto	0,25
Laddning	0,12

Instrumentpanel (ej värmereglage)

Förmontering netto	0,25
Funktionstest netto	0,05
Slutmontage	0,10

Dörrar

Slutmontage netto för 4 st	1,4

USA-modell

En USA-modell av 244 DL tar 1,5 mantimmar längre att slutmontera än vad motsvarande Sverige-variant tar. De extra timmarna beror på bl a på hårdare lagkrav i USA. Som exempel kan kraven på avgasrening nämnas.

Mycket "svår" variant

Ex. USA-modell, 6 cyl, air cond, elfönsterhiss m m. Denna modell budgeteras ca 50% högre än 244 DL Sverige. Detta beror dels på ökad nettotid men mest på balanseringsförlusterna som kan uppgå till 40% av slutmontaget.

Mekanisk justering

Volvos mål är att den mekaniska justeringen ska vara 10% av slutmonteringstiden. Detta uppnås ej idag. En realistisk siffra ligger på 20-30%, d v s 2-3 mantimmar på en "enkel" variant.

Lackjustering

Vanlig lackering (ej metallic)	ca 1 tim
Metalliclack	ca 2 tim

Total bruttotid, som då innefattar nettotid, kvalitetskontroll, justeringstid, betalda raster, alla kringaktiviteter m m är ca 35 tim. Av dessa är då ca 10 tim nettotid. Det är alltså inte slutmonteringen utan snarare alla kringaktiviteter som bör studeras för att få ner monterings tiden.

Alla försök att jämföra antal detaljer och monteringen av olika komponenter mellan två märken är mycket svåra att genomföra. Detta beror på att man väljer att utrusta bilen på skilda sätt. Volvo monterar sitt lås i delar, Saab köper det helt för att ge ett exempel. Vi har trots detta valt att titta på monteringen av dörrar men överlåter åt den observante läsaren att dra sina egna slutsatser. Vid jämförelsen är inte innerklädseln eller handtagen monterade på Volvon, vilket de är på Saaben.

<u>Saab</u>		<u>Volvo</u>	
Tejp	6	Tätning	1
Plastbricka	3	Styrkåpa	1
Gummi	1	Låsbult	1
Låssats	1	Låsdel	2
Stag	2	Låslänk	1
Plastpåse	1	Låscylinder	1
Hörnbricka	1	Skoningar	2
Nit	6	Klämma	1
Gummipropp	2	Packning	1
Pappbit	2		
Låsknopp	1		
Fönstervev	1		
Täcklock	1		
Stängningshandtag	1		
Lås	1		
Bygel	1		6
Skruv	24		6
Bricka	6		5
Ledskena	1		1
Clips	17		6
Lister	3		5
Tätn lister	7		2
Fönsterhiss	1		1
Glas	1		1
Dörrhandtag	<u>1</u>		<u>1</u>
	92		45

Volvo också jämför

Sammanfattning

- Flertalet fel är inte operatörsberoende.
- Det är påfallande få artiklar i en vagn, 900 GL Sverige
161 artiklar 1 hg varav 107 variantartiklar.
- Inget montage under vagnen underlättar parallellt montage.
Jämför Volvo 244 som måste tiltas.
- Flest variantartiklar, kupén.
- Konstruktionen är skev med avseende på monteringsplats
på vagnen.
- Mycket få clips och nitar övervägande är bultförband.
- Antalet variantartiklar varierar längs linen (fler i mitten
och i slutet).

5.2.3 Materialförsörjningsanalys av SAAB 900:a och lastvagn Volvo 7070

SAAB 900:a

Syfte - Avgränsning - Metod

Föreliggande studie har två syften:

- 1 Försöka få en bild av en konstruktion för att kunna bedöma monterbarhet.
- 2 Visa att det går att lösa materialtillförseln vid alternativa monteringslayouter typ parallella stationer.

Avgränsning - Silomaterial uteslöts från analysen.

Metod - Analysen har skett med en av oss utformad blankett. Varje artikel har klassats efter de variabler som återfinns på denna blankett.

Data från blanketterna har sedan matats in i en datafil och speciella datorprogram har utarbetats för databehandlingen.

Frekvenskörning och korstabellering för variablerna har sedan gjorts:

- dels på hela slutmonteringen (hela linen),
- dels på ett speciellt utvalt line-avsnitt. (Se examensarbete Axelsson/Moberg, Inst. för Transportteknik, CTH, 1980).
För att få en jämförelse med annan typ av material har data för artiklar till en Volvo-7070 lastbil matats in i filen, och behandlats på analogt sätt. (Dessa data härhör från Klinton/Hagströms examensarbete, Inst. för Transportteknik, CTH, 1979).

*/ Se datorbaserad konstruktionsanalys för bedömning av monterbarhet och materialtillförsel - personbil: SAAB 900, lastvagn Volvo 7070, Amlöv & Calås, Institutionen för Industriell organisation, CTH, 1980.

Materialkategorier och materialförsörjning

Materialet utefter linen kan indelas i tre huvudgrupper:

- 1 Silomaterial (t ex skruvar, muttrar och mindre saker).
- 2 Backmaterial (saker som ligger i pallar eller lådor).
- 3 Synkront material (detaljer som styrs in till linen, t ex dörrar och instrumentpanel).

Vid vår studie har vi begränsat oss till att studera de två senare kategorierna ty det är dessa som innehåller de mest utrymmeskrävande artiklarna. Dessa är antagligen de artiklar som kräver mest observation vad gäller materialstyrningen, med hänsyn till kapitalbindning, inverkan på monterbarheten m m. Vi skriver "antagligen" ty vi vet ännu inget om silomaterialet eftersom någon studie, liknande den här, ej gjorts för silomaterialet.

Allt material ur kategori ett och två finns idag i pallställ utefter linen. Silomaterialet hålls i speciella behållare där sedan montören plockar för sig erforderligt antal för monteringen. Backmaterialet står placerat på golvet, oftast endast en back av varje artikelnummer (eventuellt en på varje sida av linen). Buffertlager finns på pallplatserna på 3:e och/eller 4:e våningen i pallstället, och lyfts ner av truckförare när så krävs. Montörerna går själva och hämtar materialet ur backarna. Gångavståndet är sällan mer än några meter, men om montören arbetar upp sig utefter linen kan det hända att han/hon får gå iväg 10-20 meter för att hämta material.

Material ur kategori 3 styrs in till linen så att varje detalj hör till en speciell kaross. När det gäller instrumentpaneler, kommer dessa på ett ställ som rymmer 6 st paneler. Ett nytt ställ får således köras fram efter var sjätte bil.

När man, som vi, studerar materialet utefter linen, noterar man den rika variantfloran av en del artiklar (t ex instrumentpanelen ca 45 varianter, blinkersglas 4 varianter m m). Detta beror delvis på de olika modellvarianterna (Turbo, GL m fl) och typerna (3 eller 5 dörrar), men också i hög grad på den marknadsanpassning som måste göras (USA-California, Australien m m). Många problem skulle säkert elimineras om man försökte begränsa antalet modeller och/eller marknader, men det är svårt att för vår del överblicka vilka konsekvenser detta skulle få på försäljningsvolymen.

Datainsamling SAAB 900:a

Utformande av blankett SAAB 900:a

Insamlingsförfarandet började med utformande av en blankett m h a vilken vi tänkt att klassa material längs hela A-linen. Blankettens utseende framgår av figur 5.38 I denna figur är blankettens variabler numrerade i löpande ordning. Numreringen gjordes ej vid blankettutformningen utan tillkom vid ett senare tillfälle för att underlätta inmatning och behandling av materialet i dator.

Det är tänkt att de diskreta variablerna (de som har flera olika alternativa värden) skall på varje blankett ha ett och endast ett alternativ ikryssat på varje rad, detta för att man enkelt skall kunna kontrollera om man fyllt i allting. Om någon person nu bläddrar igenom våra blanketter så skall denna person märka att ovanstående regel ej är fullständigt efterföljd. Detta gäller främst variabel 4, vilken omfattar variabelvärdena "vänster, mitt, höger". Här finns ofta både vänster och höger alternativen ikryssade. Anledningen till detta är att artiklar som dörrar, backspeglar etc ofta finns på båda sidor av bilen. Vi återkommer till detta problem med variabel 4 i avsnittet som handlar om inmatning av data i datorn.

Efter att vi rådgjort med SAAB-folk om hur många artiklar (ej silo-matr medräknat) som beräknas finnas utefter A-linen, så tryckte vi upp blanketter i ett antal av 600 st.

Förklaring till variabel nummer. Blankett nr 0

BLANKETT FÖR KLASSIFICERING AV MATERIAL UTEFTER A-LINEN, SAAB.

Benämning: _____
 Art. Nr: _____

Station Nr: 1

Placering på objektet:

1	2	3	4
2 ☐ Utsida	☐ Insida	☐ Över	☐ Under
3 ☐ Fram	☐ Mitt	☐ Bak	
4 ☐ Vänster	☐ Mitt	☐ Höger	☐ Både vänster och höger
5 ☐ Sida	☐ Golv	☐ Tak	☐ Ej Cupé

Anm.

Monteringsriktning:

1	2	3
6 ☐ Uppifrån	☐ Från sidan	☐ Underifrån

Sekvensberoende: Förmansområde Nr: utgår (0=ej)

Form:

7 ☐ Lådform	☐ Cylinderform	☐ Övrigt
L= <u>8</u>	B= <u>9</u>	H= <u>10</u>
		Ø= <u>11</u>
		Höjd vid cyl form= <u>12</u>

13 Formstyvhet: ☐ Ja ☐ Nej

14 Material: ☐ Metall ☐ Icke metall

Ömtålighet: 15 Repkänsligt: ☐ Ja ☐ Nej
 16 Bräckligt: ☐ Ja ☐ Nej

17 Förmontage i fabrik: ☐ Ja ☐ Nej

Värde: _____ Antal enheter/pall: 18

Vikt: 19

Monteringstid _____

Antal/Objekt 20

Variantantal 21 1, 2, 3, 4, 5 Finns på alla bilar 22 1, 2,

23 Verktyg: ☐ Linjebundet ☐ Stationsbundet ☐ special

24 = -1 (Ledig plats.)

Insamling av data

Datainsamlingen har tillgått så att vi tillsammans med Axelsson/Moberg (vilka i sitt examensarbete också har använt det insamlade materialet) gick två och två på varsin sida av linen och klassade samtliga artiklar enligt blankettens variabler.

Genast uppstod problemet att vi ej på ett smidigt sätt kunde inhämta alla de data om varje artikel som vi tänkt oss från början.

De flesta variabler gick att få fram genast genom att gå längs lådorna vid linen. Dit hör placering på objektet, monteringsriktning, form etc.

Vissa andra variabler fick vi fram genom att slå upp samtliga artikelnummer i SAAB:s datalistor. Vi fick då fram:

- korrekt benämning
- stationsnr
- antal enheter per pall
- vikt
- antal per objekt

Bland de data som nu studeras fick vi fram vikt genom att med hjälp av en fjädervåg gå ännu en runda och väga dessa artiklar. Uppgift om enheter/pall saknas däremot fortfarande i vissa fall då vi ej brydde oss om att räkna antalet enheter i alla lådor där uppgift saknades, eftersom detta skulle ta alltför lång tid. En del variabler var trots ansträngningar omöjliga att få tag på. Hit hör:

- sekvensberoende
- värde
- monteringsstid

På vissa blanketter finns monterings-tid angivna, men dessa tider är felaktiga, då de ej anger tid för enbart artikeln i fråga, utan även för andra artiklar som monteras i samma operation (balanserad tid).

Kommentarer till vissa variabler på blanketten med avseende på datainsamlingen

Var nr 2-5: Samtliga dessa variabler skall vara ikryssade med ett kryss på varje rad. För variabel 4 är ibland så ej fallet enligt tidigare kommentar.

Variabel 5 gäller endast inne i cupén. I SAAB 900:s fall räknas även bagagerum som cupé då bilen är en s k combi cupé. Om en detalj ej sitter i cupén kryssas alternativt ej cupé i för var. nummer 5.

Exempel: Pedalställ får kod:

Insida

Fram

Vänster

Golv

Motorrum är:

Insida

Fram

Ej cupé

Var. nr 7: I fråga om form har vi ej varit riktigt konsekventa då vi samlat in data gående i två grupper. En slang som är 2 m lång och 20 mm i diameter har ibland klassats som cyl form med diam 20 mm och höjd 2 m och ibland har den rullats ihop och kanske klassats som cyl form med diameter 300 mm och höjd 100 mm, då det ur transportsynpunkt är mer logiskt att rulla ihop den.

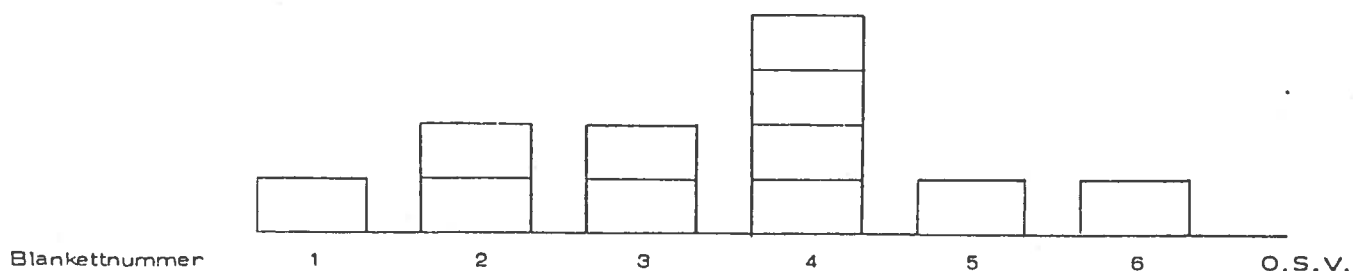
Var. nr 14: Om en artikel består både av metall och icke metall har den klassats efter den matr typ som är övervägande.

Var. nr 23: Med linjebundet menas verktyg som kan förflyttas över ett stort avsnitt på linen (tillåter upparbetning). Stationsbundet är ett verktyg som ej går att flytta. Specialverktyg kan bara användas till ett ändamål (avser liksom linjebundet oftast handverktyg).

Dataredigering

När datainsamlingen var klar vidtog en manuell dataredigering. Det huvudsakliga syftet med denna var att underlätta inmatning av materialet i datorn. Vi försökte då minska antalet blanketter genom att för samtliga artiklar som har mer än en variant överföra samtliga varianter på en blankett. Detta har för det fortsatta arbetet medfört både för- och nackdelar.

Som blanketterna nu ser ut i pärmarna innebär en blankett en funktion på bilen, men observera att samtliga funktioner ej finns på samtliga bilar, t ex 900 Turbo har fler funktioner än en 900 GL. I pärmarna har även i en del fall blanketter som är varianter till varandra satts ihop med teip. Exempel på en funktion är ratt, stol, växelspak m m.



Staplarnas höjd anger hur många varianter det finns av varje funktion (blankett). Blankett nr. 1 representerar endast en variant medan exempelvis blankett nr 3 representerar två varianter. Detta resonemang gäller även för antalet artiklar, blankett nr 4 representerar alltså fyra stycken artiklar. Totalt representerar de sex ovan illustrerade blanketterna elva stycken artiklar.

Inledande databehandling

Utformning av databehandlingsprogram

Som tidigare nämnts numrerades samtliga variabler i löpande ordning för att underlätta inmatning i dator.

För att man skall kunna koda in variablernas värde på datafilen har vi givit samtliga diskreta variabelutfall ett siffervärde. Detta framgår av figur nr 5.38, där en blankett återfinnes med variabel nr och utfallskoderna angivna.

Som framgår av figuren har några variabler tillkommit sedan insamlandet.

Uppe i övre högra hörnet står variabel nr 0. Detta nr är ett blankettnummer. Detta blankettnummer infördes för att det var omöjligt att mata in artikelnr i datorfilen. Ett blankettnr motsvarar ett artikelnummer i de fall då artikeln bara existerar i en variant i annat fall då fler varianter existerar motsvarar ett blankettnummer samtliga varianter på funktionen. Med funktion menas här t ex ratt, pedaler, motor etc. På motor finns det flera varianter; förgasarmotor, insprutningsmotor, turbomotor m' fl.

På var. nr 4 har det tillkommit ett utfall benämnt både vänster och höger. Denna har fått kod nr 4. Variabel nr 12 har också tillkommit. Denna variabel används bara för att ange höjd för cylinderformiga föremål.

Längst ut på raden "variantantal" har variabel nr 22 tillkommit. Denna anger om artikeln sitter på alla bilar eller ej. Om den ej finns på alla bilar anges detta på blanketterna med en nolla. Står där en etta eller inget alls finns den på samtliga bilar.

Vid inmatning i datorn markeras detta som framgår av figuren med en etta för "finns på alla bilar" och en tvåa för "finns ej på alla bilar".

Databehandlingsprogrammet vilket beskrivs i detalj i bilaga nr 1 är utformad så att blanketterna matas in i blankett-nummerordning och variablerna på varje blankett i variabelordning.

Blanketterna har fått nummer och inmatats i sådan ordning att först ligger blanketter vars artiklar ligger på vänster sida av linen (huvudsakligen) och sen följer högersidans blanketter med början på nr 200. Totalt är 370 st blanketter inmatade.

De kontinuerliga variablerna är inmatade som de står på blanketterna. Observera att var. nr 21 "variantantal" ej är kontinuerlig. På grund av den stora spridningen i variantantal har det varit nödvändigt att vid inmatningen i datorn dela in variabelvärdena i intervall enligt nedan:

Utfall (antal varianter):	Representeras i dator med:
1	1
2	2
3-5	3
6-10	4
>10	5

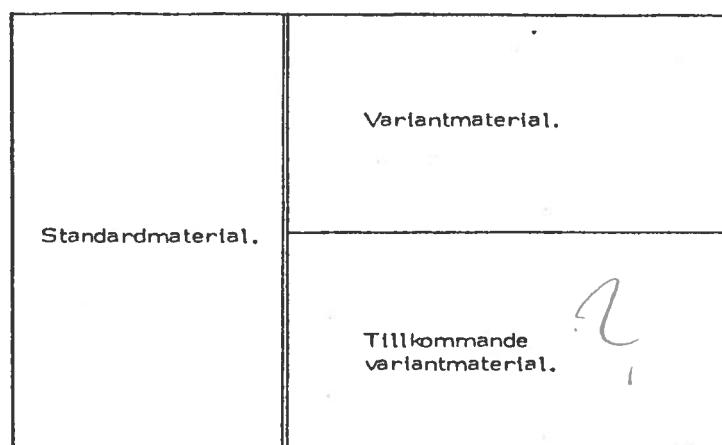
Detta förfarande har medfört att en del av exaktheten vid datorkörningarna senare har gått förlorad.

Vi vill dock här påpeka att med rådande datoranläggning (HP 2000) hade programmet för frekvenskörningarna blivit mycket långt om man kodat in samtliga varianter exakt från 1 till 45.

Frekvenskörning och studie av det s k skevhetstalet

Den första frekvenskörning som gjordes var en frekvenskörning av samtliga variabler på blanketten. Några av resultaten är redovisade i figur nr- 5.39

Placeringen av detaljerna på objektet är av stort intresse för den möjliga montörstätheten, en noggrannare studie av detta det s k skevhetstalet är genomförd längre fram i kapitlet. Men låt oss först påminna om de tidigare införda begreppen standardmaterial, variantmaterial och tillkommande variantmaterial.



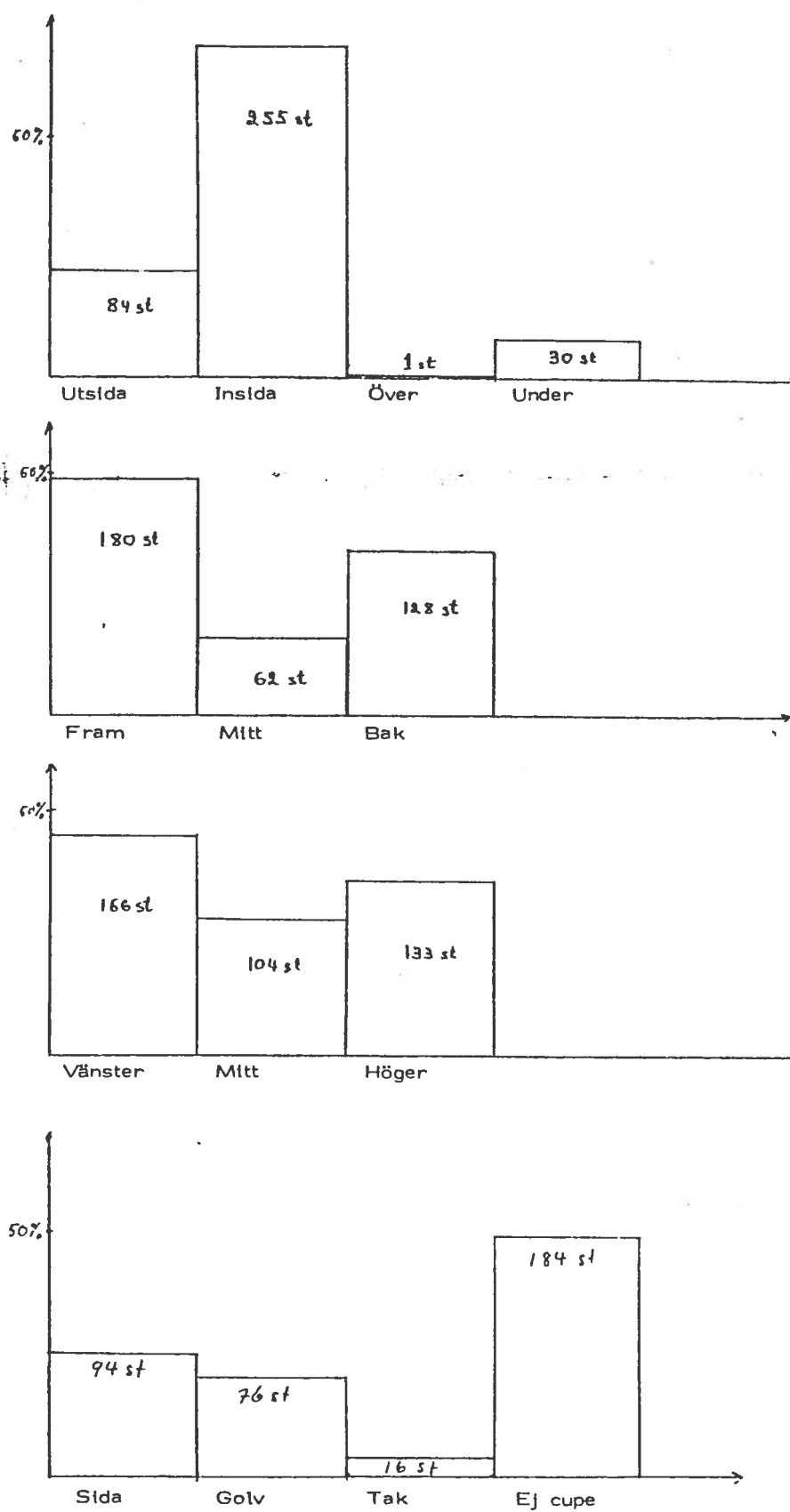
Figur 5.39 Hela den stora rektangeln symboliserar allt på bilen förekommande material.

ej alltid

Standardmaterialen även benämnt rakt material har definierats så att det är allt det material som sitter på samtliga bilar, samtidigt som det bara finns i en variant (ett utförande).

Variantmaterial sitter också i någon form på samtliga bilar men det finns alltså i flera varianter.

Tillkommande variantmaterial slutligen är sådant material som tillkommer på vissa modeller och marknader.



Figur 5.40 Placering på objektet, Saab-900.

Med hjälp av dessa definitioner samt möjligheten att köra så kallade korstabeller i datorn kan man köra frekvenskörning på exempelvis enbart standardmaterial. Korstabellskörning tillgår på så sätt att man med ett speciellt program kan ställa villkor på varje variabelvärde som detta måste uppfylla för att räknas med vid frekvenskörningen. För att en blankett skall representera en standardartikel som nämnts ovan måste den uppfylla villkoren: "endast en variant" och "finns på alla bilar", enligt definitionen ovan. Om man nu tar resultatet från frekvenskörningen utan några villkor och subtraherar resultatet från standardmaterialkörningen fås variantmaterialet plus tillkommande variantmaterial.

Enbart extra material fås genom det enda villkoret "sitter ej på alla bilar". Om nu detta sista resultat subtraheras från variantmaterial + tillkommande variantmaterial så har man följande bild av de tre materialkategorierna.

Standardmaterial	Variantmaterial	Tillkommande variantmaterial
135 st	80 st	135 st

Ovanstående siffror anger enligt vad som tidigare sagts antalet funktioner (blanketter). Enbart i fallet standardmaterial är detta lika med antalet artiklar. I fallet variantmaterial är det fråga om antalet blanketter och man måste här med hjälp av korstabellprogram få fram hur många variantblanketter som har 2 varianter, multiplicera detta antal med 2, göra på samma sätt med alla blanketter som anger 3 varianter osv.

Här uppstår nu ett problem, p g a att vi kodat in varianterna som 1 variant, 2 varianter, 3 till 5 varianter, 6 till 10 varianter samt fler än 10 varianter. Därför var det omöjligt att veta hur många blanketter som har exakt 3 varianter.

För att rätta till detta misstag har vi kört in blanketterna en gång till men denna gången tog vi ej med samtliga variabler utan enbart: blankettnummer, variantantal och finns på alla bilar? I datorfilen finns nu lagrat på block nr:

- 1-40 De av SAAB 900 blanketterna som behandlar vänstra sidan av A 1 linen. Här finns hela blankettens innehåll lagrat. (Dock med de förargliga intervallen).
- 41-74 De av SAAB 900 blanketterna som behandlar höger sida av A 1 linen.
- 75-100 Blanketter som behandlar Volvolastbilen 7070.
- 101-109 De SAAB 900 blanketter där varje variant är inkodad som den står på blanketterna.

För tillkommande variantmaterial gör man på samma sätt, men här måste man komma ihåg att även ta med detaljer som enbart har en variant.

Varken i fallet variantmaterial eller tillkommande variantmaterial har vi beaktat antalet artiklar med varianter fler än 10, då dessa främst är beroende av färgvarianter. Sådana artiklar är främst dörrar, motorhuvor och bakluckor och då dessa detaljer ändå hör till en specifik bil, måste de även i framtiden hanteras på samma sätt som tidigare.

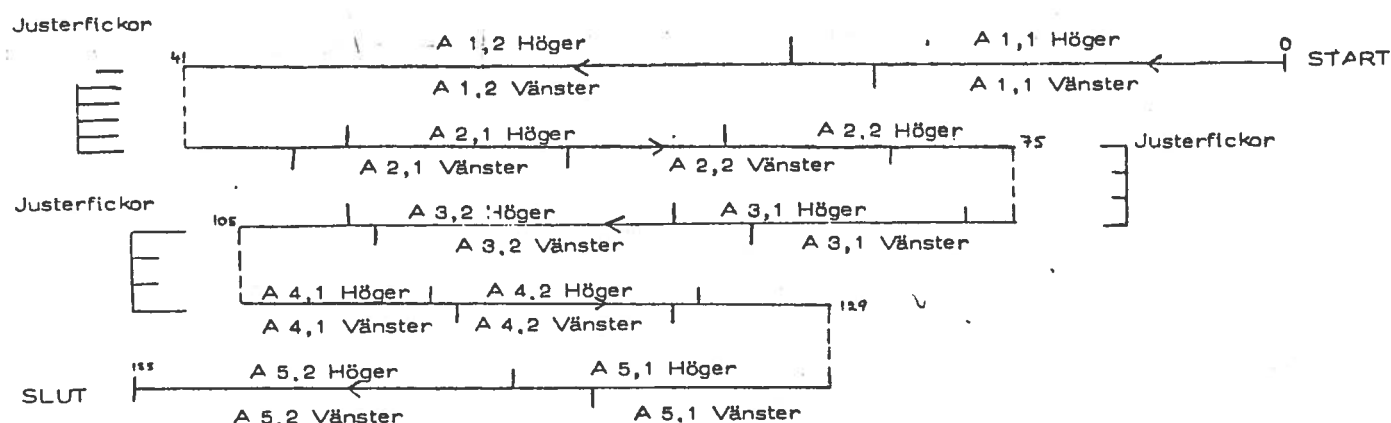
Resultatet av den ovan beskrivna frekvenskörningen är redovisat i figur 5.41

Antal varianter (n)	Variant material antal blanketter (b)	Variantmaterial antal artiklar (n·b)	Standardmaterial
1	—	—	137
2	54	108	
3	13	39	
4	9	36	
5	4	20	
6	0	0	
7	0	0	
8	0	0	
9	0	0	
10	4	40	
	<u>84</u>	<u>243</u>	137
A. 10 varianter (n)	Tillkommande variantmaterial antal varianter (b)	Tillkommande variantmaterial antal artiklar (n·b)	Totalt material
1	93	93	Standardmaterial 137
2	25	50	Variantmaterial 243
3	5	15	Tillkommande 207
4	1	4	variantmaterial 587
5	2	10	
6	3	18	
7	1	7	
8	0	0	
9	0	0	
10	1	10	
	<u>131</u>	<u>207</u>	

Figur 5.41 Förteckning över variantmaterial, tillkommande variantmaterial och standardmaterial, Saab-Scania.

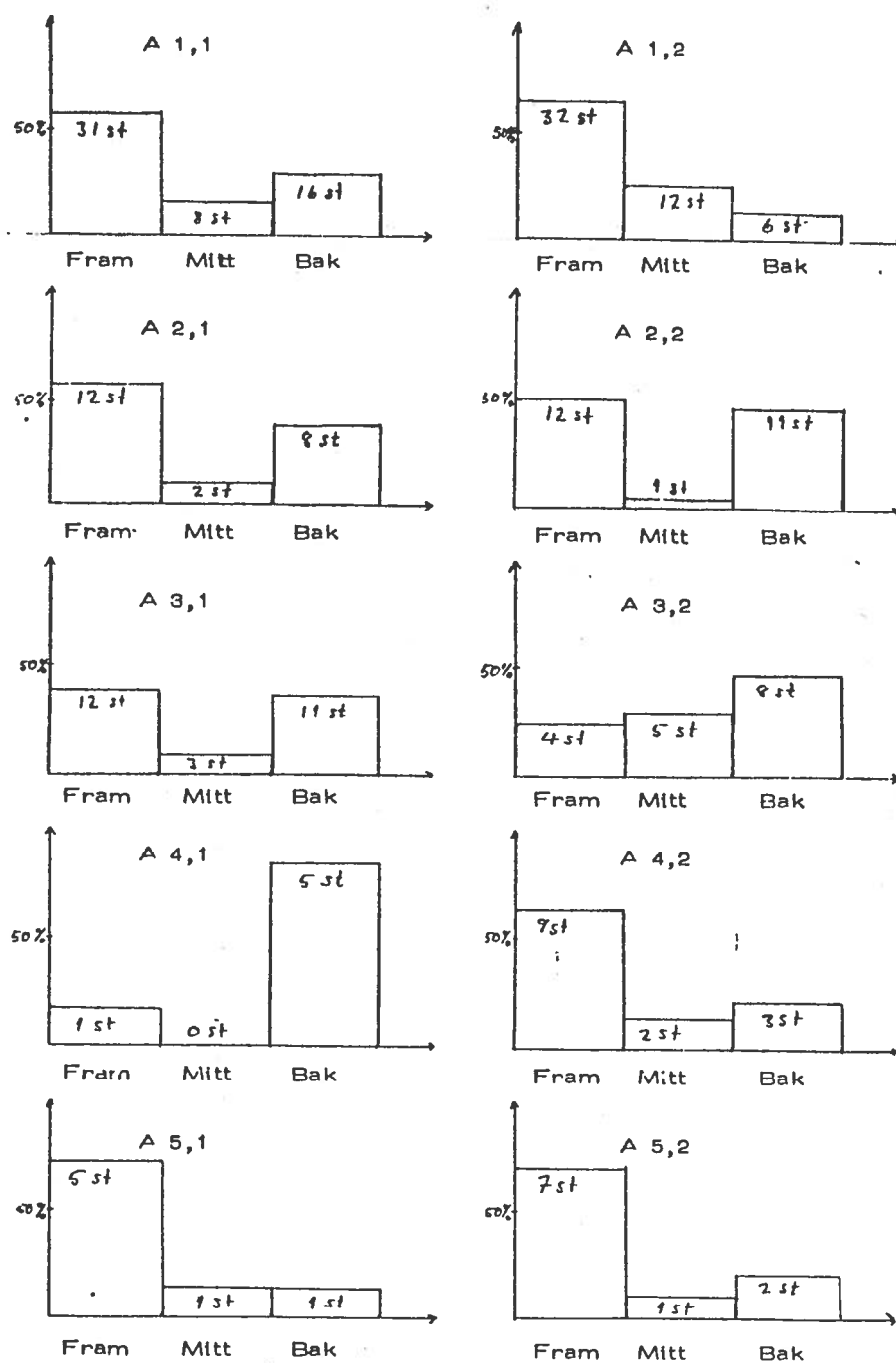
Tidigare i kapitlet nämndes att vi har studerat det s k skevhetstalet. Detta är definierat som ett förhållande mellan antal artiklar som monteras på ett ställe i bilen jämfört med bilen som helhet. Därmed är våra variabler 2-5 skevhetstal. Dessa finns redovisade i figur nr 5.40. Vi har valt att studera skevhetsförhållandet fram-mitt-bak mera lite närmare. Vi delade därför in A linen i tio stycken geometriskt och därmed också tidsmässigt ungefär lika delar. Se figur 5.42 Dessutom är linen indelad i höger och

vänster sida. Vi vill påpeka att indelningen höger/vänster ej är hundra procentigt pålitlig men med 80% säkerhet kan man nog säga att det som ligger på vänster sida om linan sitter på vänster sida i bilen.

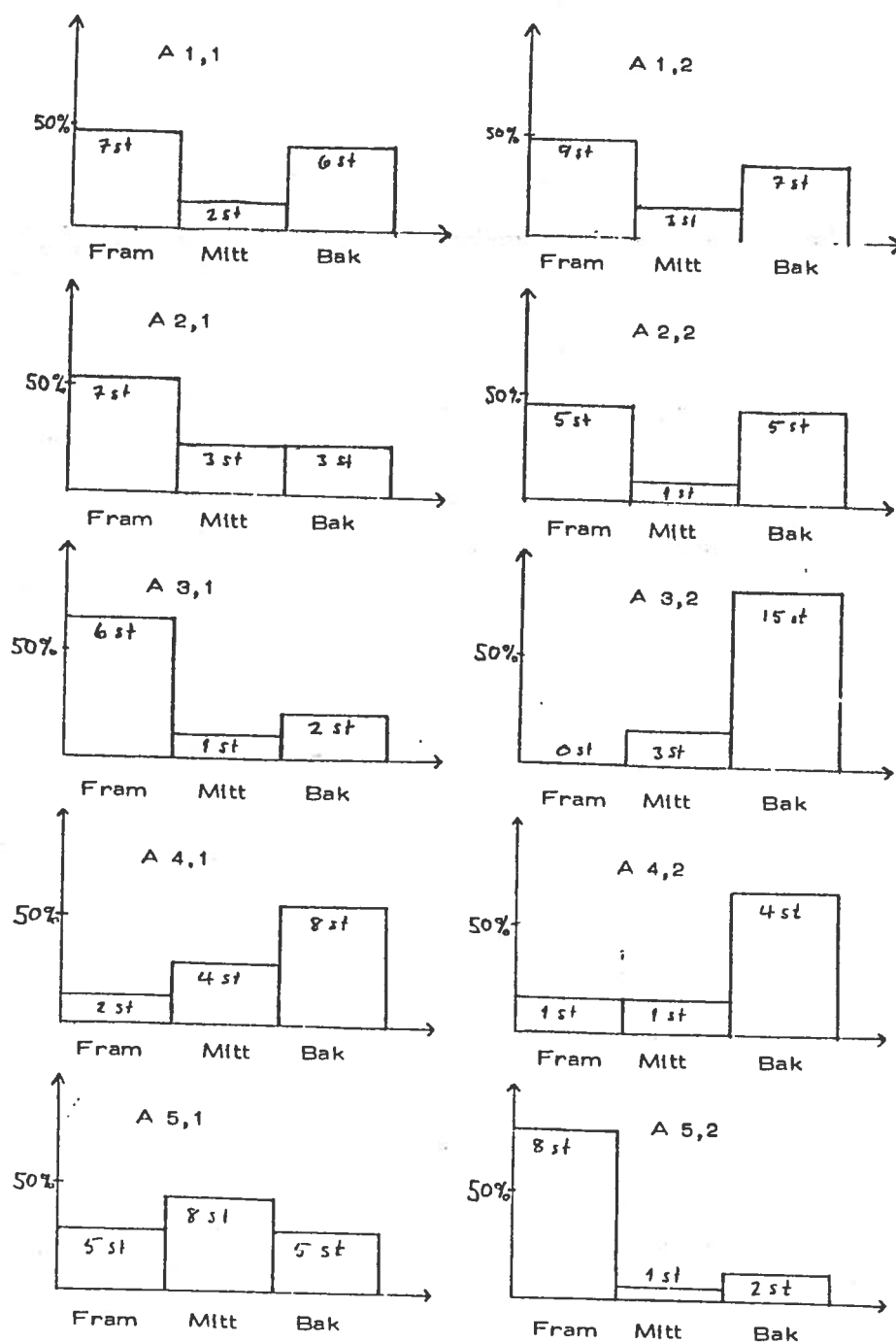


Figur 5.42 Skiss över indelningen av A-linan, Saab-Scania.

Anledningen till att vi har delat in linan i tio intervall är att undersöka hur skevhetstalet varierar längs linan och att man sedan med utgångspunkt från detta kan avgöra hur lämpliga de olika avsnitten är för införandet av montering i parallella stationer. Resultatet av datakörningen är redovisad i form av stapeldiagram i figur nr 5.43 och nr 5.44.



Figur 5.43 Skevhetsstal för variantmaterial + standardmaterial på 10 line-avsnitt, SAAB.

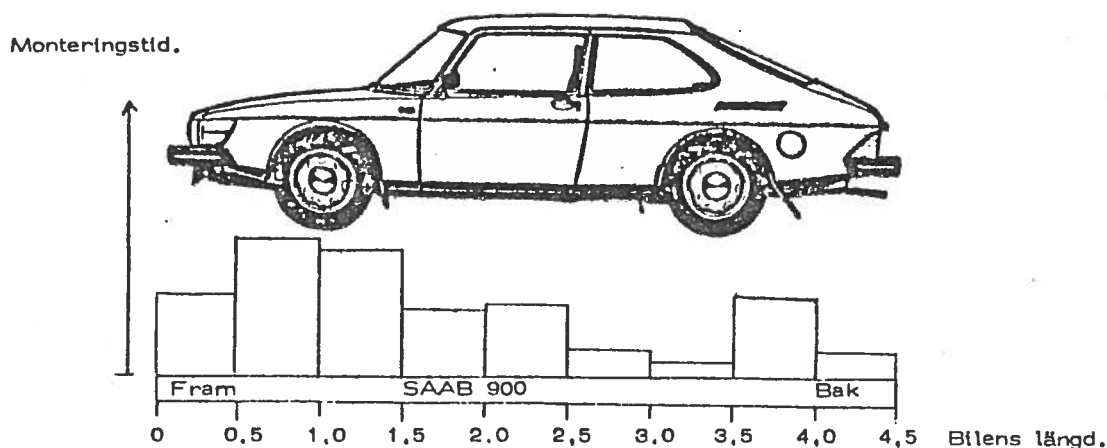


Figur 5.44 Skevhetstal för tillkommande variantmaterial på 10 lineavsnitt, SAAB.

Den första sidan gäller standardmaterial plus variantmaterial och den andra tillkommande variantmaterial. Om man först betraktar standardmaterial plus variantmaterial ser man att fördelningen fram-mitt-bak varierar starkt efter linen. Det ligger därför nära till hands att misstänka att ett avsnitt med närmare 70% av detaljerna placerade framtill på bilen skulle vara olämpligt att överföra till montering i parallella stationer med hög montörstäthet p g a att montörerna då skulle vara mycket i vägen för varandra och att man på så sätt skulle få en stor s k störtid per fri arbetstakt.

Man måste då betänka att detta enbart gäller om alla detaljerna tar ungefär lika lång tid att montera inom avsnittet. Antagligen är så ej fallet utan en del detaljer är små och av dessa kan flera stycken snabbt monteras av en man medan andra detaljer är svårmonterade eller stora. Dessa kräver kanske också fler än en montör och mycket längre tid än övriga artiklar på avsnittet.

Det vore därför av stort intresse för de som eventuellt skall ta vid där vi slutade att försöka samla in uppgifter om varje detaljs monterings tid och hur många montörer varje detalj kräver. Troligen kommer ett skevhetstal uppbyggt kring monterings tid som nedläggs fram-mitt-bak på bilen att säga mycket mer. Om man samtidigt vet hur många montörer som krävs kan man konstruera ett diagram över hur lång tid varje montör befinner sig på varje plats. (Se figur nr 5.45 För att få en fullständig bild av situationen krävs också att man på något sätt kartlägger sekvensberoendet. Vi vill samtidigt påpeka att om en sådan här analys skall bli användbar måste man studera en specifik modell av bilen, förslagsvis då en av de tyngsta modellvarianterna t ex turbo, 5-dörrars. Det krävs då att man samlar in uppgifter om vilken modell artiklarna går på. I vår studie av skevhetstalet har vi tittat på allt material (ej silo) som finns utefter A-linen, och allt material går ju ej på alla bilar, men vår figur nr (standard + variant)5.43 borde vara rätt nära sanningen för en SAAB 900 GL om man antar att denna modell ej har några tillkommande variantdetaljer.



Figur 5.45 Figuren visar ett förslag till åskådliggörande av monteringsstid för artiklar som endast kräver en montör. Sedan kan man göra en liknande figur för sådana artiklar som kräver två montörer och även tre montörer om sådana artiklar finns. För att få en korrekt bild av blockeringen av olika platser på bilen måste även sekvensberoendet klarläggas.

Figur nr (extra detaljer) 5.44 säger ingenting om någon specifik modellvariant då tillkommande variantmaterial fördelar sig olika på de olika modellerna. Som synes är diagrammen graderade i % och de tre staplarna i varje diagram representerar 100%, d v s att material av respektive kategori som ligger på det aktuella lineavsnittet. Det är här då värt att påpeka att det ej monteras lika många detaljer inom varje avsnitt, utan här är spridningen rätt stor.

Anledningen till att skevhetstalet är så intressant vid övergång till parallellmontering är att montörstätheten är större vid det tänkta kollektivsystemet än vid line, så att resonemanget: går det på linen skall det väl gå i gruppen (se beskrivning parallellsystem) håller inte.

Då olika många artiklar finns på de olika lineavsnitten trots att avsnitten tidsmässigt motsvarar ungefär lika lång tid gjorde att vi blev intresserade av om det är så att på ett avsnitt med få detaljer kräver dessa detaljer speciellt lång monteringsstid. För att undersöka detta lånade vi en förteckning över allt backmaterial över 1 hg vikt,

som monteras på en SAAB 900 GL Sverige, utförd av Bystedt/Edberg i deras examensarbete CTH 79/80. I denna förteckning finnes samtliga monteringstider angivna i TMU. Vi räknade avsnitt för avsnitt fram den genomsnittliga monteringstiden och jämförde med vår förteckning av antalet detaljer på varje avsnitt, men fann inget samband. Här bör då påpekas att vi räknade med samtliga artiklar utan någon viktbe-gränsning (25% av alla artiklar väger under 1 hg). I tab nr 2 nedan finns förekomsten av material på fem delar av A-linen redovisade (A_1 t o m A_5) uppdelade på standard-material + variantmaterial och tillkommande variantmaterial samt summan av dessa. När man studerar dessa siffror skall man tänka på att A_1 och A_2 är längre än A_3 , A_4 och A_5 men längdskillnaden motsvarar ej på något sätt skillnaden i antalet standard + variantmaterial på de olika avsnitten. Fördelningen av tillkommande variantmaterial jämnar ut det hela något men långt ifrån fullständigt. Denna skillnad gör att det kan vara intressant med en närmare kartläggning av monteringstiderna i framtiden. En av anledningarna till att det monteras färre antal artiklar mot slutet av linen kan tänkas vara att andelen kontroll och justering är större där än i början av linen.

	Standardmaterial+ Variantmaterial	Tillkommande variantmaterial
A 1	106	34
A 2	46	24
A 3	43	27
A 4	20	20
A 5	17	33

Tabellen visar fördelningen av de olika material-kategorierna utefter A-linen, SAAB SCANIA.

	Total materialmängd
A 1	140
A 2	70
A 3	70
A 4	40
A 5	50

Tabellen visar total materialmängd utefter A-linen, SAAB SCANIA, Trollhättan.

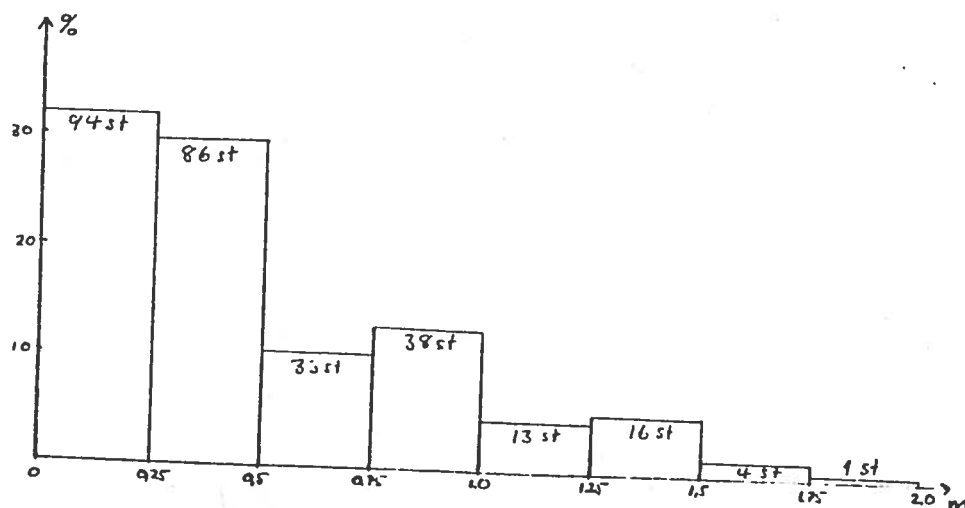
Figur 5.46

Frekvensstudier av mått och vikter

Ett av syftena med denna undersökning var ju som tidigare nämnts att undersöka om det är möjligt att förse en monteringsgrupp med material med hjälp av en s k "supermarket wagon" eller en auto-carrier. För att få en uppfattning om materialets beskaffenhet har vi studerat mått och vikter närmare.

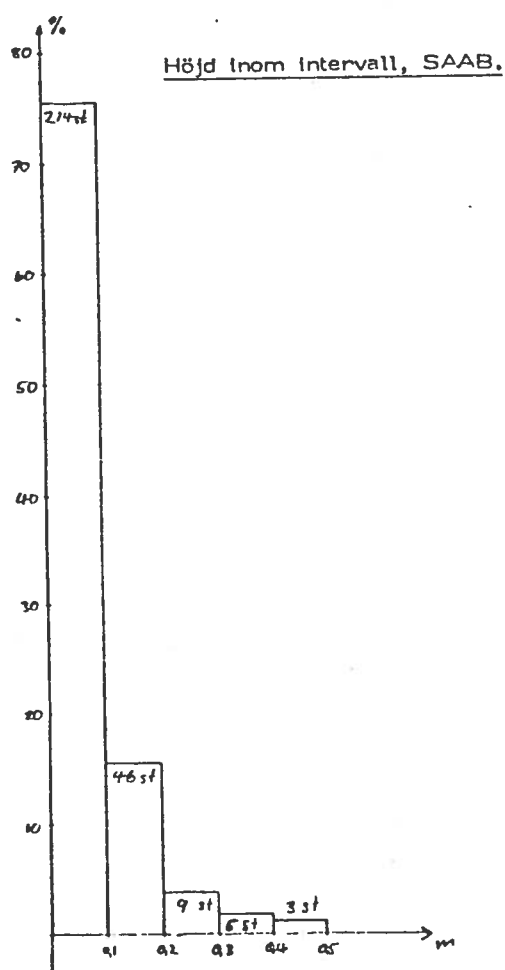
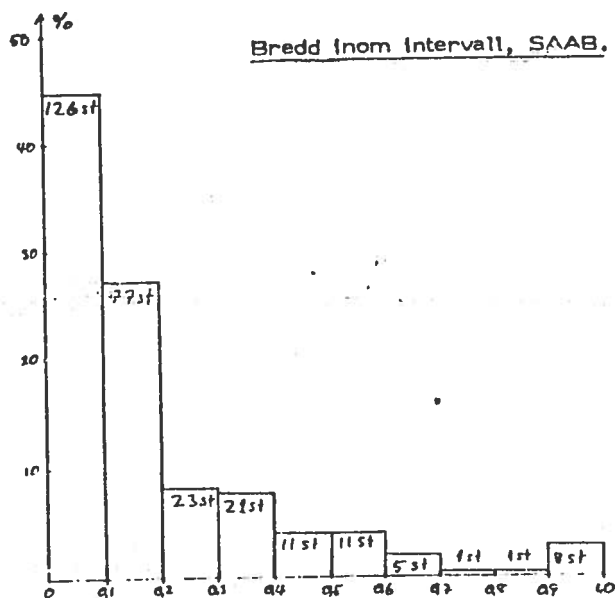
Vi gjorde en frekvenskörning av samtliga på blanketten förekommande geometriska mått sedan dessa indelats i lämpliga intervall. Figur nr 5.47 är ett stolpdiagram över längd hos detaljerna indelat på intervall av längden 0,25 m. Förekomsten anges i % av 370 st blanketter (funktioner). Längder över 2 m har ej beaktats på grund av att detaljer med så stor längd är övervägande slangar och dessa kan rullas ihop till en avsevärt mindre enhet. Detta har vi fått fram genom frekvenskörning av enbart material över 2 m längd, och sedan jämförde vi detta med en körning av material med längd över 2 m och som var icke formstyvt.

Resterande mängd långa detaljer är rör som bromsrör o dyl och sådana detaljer är tänkta att laddas in i bilen direkt. Ur diagrammet kan utläsas att över 80% av detaljerna är kortare än 1 meter och med utgångspunkt från detta verkar det inte vara några problem med materialtransporter med hjälp av en "supermarket wagon".



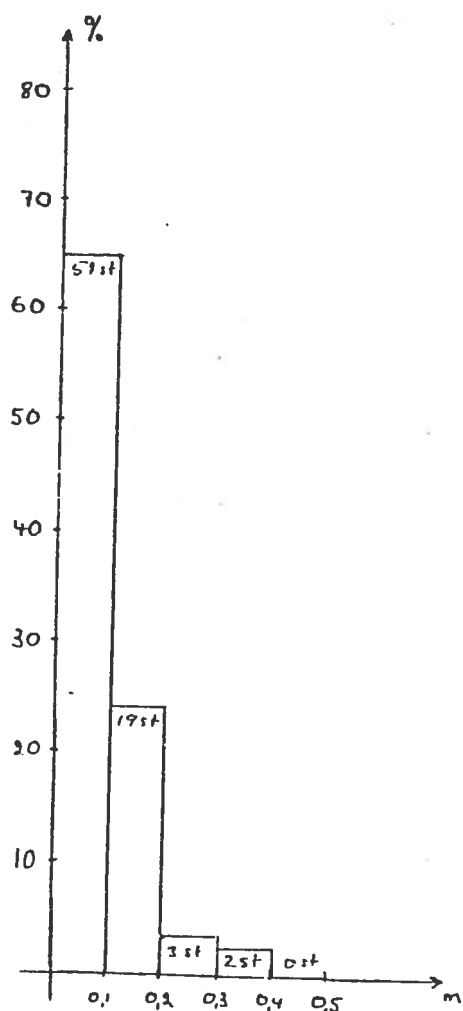
Figur 5.47 Längd inom intervall, SAAB.

Samma uppfattning får man om man studerar diagrammen över bredd och höjd, figur nr 5.48 där förekomsten av stora detaljer avklingar ännu fortare.

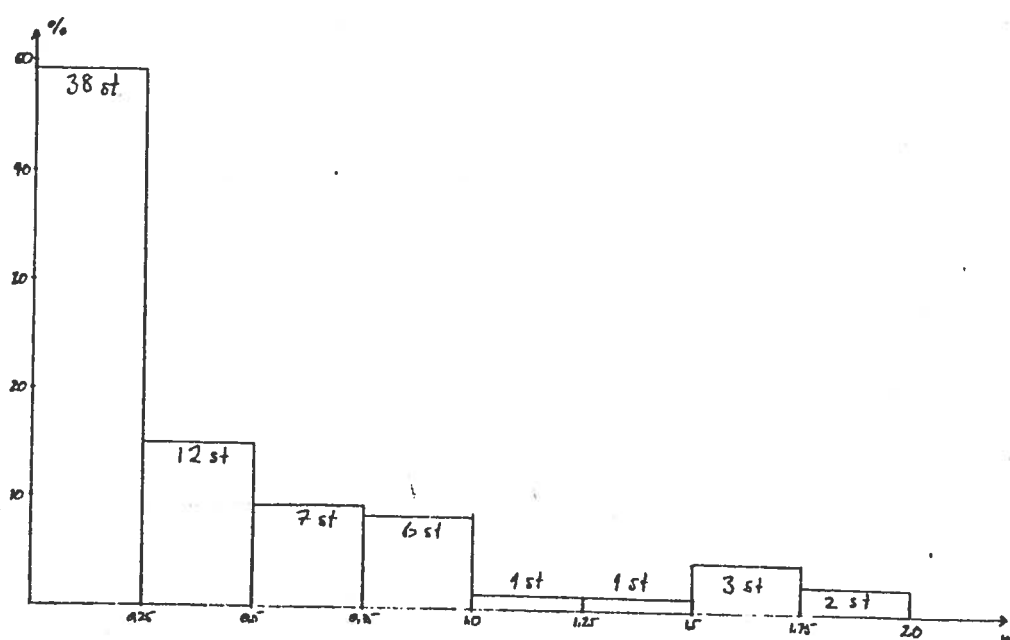


Figur 5.48

Om man nu studerar de två återstående variablerna figur nr 5.49 och nr 5.50, höjd vid cylinderform, så ser man att det på variabeln höjd finns en liten topp i intervallet mellan 1,5 och 1,75 meter. Detta är troligen också slangar och rör som återfinnes här på grund av inkonsekvens vid klassificeringen. Annars avklingar även dessa variabler fort när man går mot större detaljer.



Figur 5.49 Diameter vid cylinderform inom intervall, Saab.



Figur 5.50 Höjd vid cylinderform inom intervall, Saab.

Om någon är intresserad att närmare studera hur materialet som tillförs bilen på ett visst lineavsnitt så finns en sådan studie utförd på ett avsnitt av A1 linjen av Axelsson/Moberg i deras examensarbete CTH 79/80. Fotografier av samtliga detaljer finns tillsammans med måttangivelser på institutionen för transportteknik, CTH.

Med hjälp av ovanstående material har vi tagit fram måtten på en låda resp cylinder, vardera i två storlekar som är anpassade så att 50% resp 90% av alla artiklar kan inneslutas en och en i en sådan låda eller cylinder.

Måtten på dessa lyder som följer:

Låda	Längd m	Bredd m	Höjd m
50%	0,40	0,13	0,05
90%	1,15	0,53	0,20

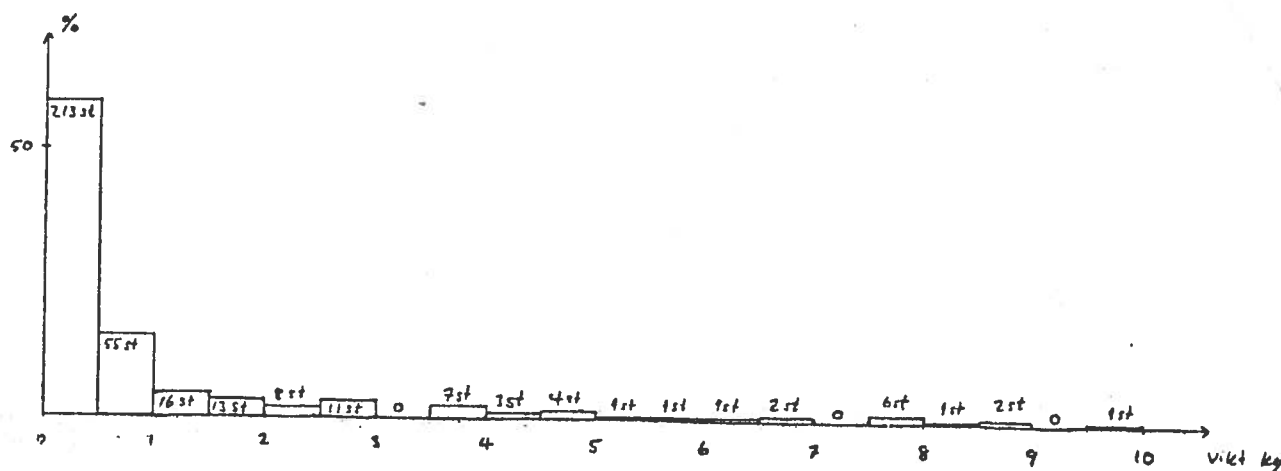
Cylinder	Ø m	Höjd m
50%	0,08	0,26
90%	0,22	1,95

Skillnaden i storlek mellan 50% kropparna och 90% kropparna beror på den stora måttspredningen hos de större detaljerna. De höga värdena på längd hos 90% lådan resp 90% cylindern beror på att lister och slangar m m i många fall tyvärr mättes i utsträckt läge, vilket ger en dålig bild av verkligheten då större delen av dessa artiklar ej är formstyva som tidigare nämnts.

Hur mycket detaljerna väger är också av stor betydelse om dessa skall kunna hanteras med vagn. Därför har vi på samma sätt som med de geometriska måtten delat in dessa i intervall om 0,5 kg från 0 till 10 kg. Resultatet finns redovisat i figur nr 5.51 på nästa sida där förekomsten anges i % av 370 blanketter (funktioner). Det kan kanske verka förbryllande att vi relaterar förekomsten till antalet funktioner och ej till antalet artiklar, men för en bedömning av möjligheterna att transportera materialet på en vagn är detta det mest logiska, på grund av att bara en av varianterna på varje funktion skall räknas med. Den i figuren avbildade fördelningen bör då likna fördelningen av material till en av de tyngsta varianterna.

Som förtydligande exempel kan nämnas att om man i fördelningen angav varianter istället för funktioner skulle samtliga varianter av rattar räknas in. Av detta inses lätt att det riktigaste i det här fallet är att räkna funktioner då bilar vanligen bara har en ratt.

Vi kan dock ej garantera att artiklarnas viktfördelning för exempelvis en turbo ser ut som i figur nr 5.51 då vi i datamaterialet saknar uppgift om vilken modellvariant artiklarna går på. Ur figuren ser man i alla fall att ca 75% av materialet ligger under 1 kilos vikt. Spridningen hos de detaljer som väger över 1 kg är stor som synes, och 5% av detaljerna väger över 10 kg. Dessa är huvudsakligen detaljer som baklucka, dörrar, kylarpaket, instrumentbräda m fl. Detaljer med så stor vikt får laddas in i bilen vid någon typ av laddningsstation eller liknande.



Figur 5.57 Fördelning av vikten på artiklarna, Saab.

Axelsson och Moberg har i sitt examensarbete även angett vikten på detaljerna på ett mindre avsnitt av A1 linjen, detta är samma avsnitt som tidigare nämnts angående bilder och mått på där förekommande artiklar.

Jämförelse: Hela linjen - begränsat avsnitt

För att få en uppfattning om hur representativt ett visst utvalt avsnitt är för hela linjen, har vi gjort frekvenskörningar för detta avsnitt.

Den del av linjen som studerades är det i Axelsson/Mobergs examensarbete omnämnda avsnittet och omfattar stationerna 6-10, 12, 14-16 och 22.

Detta är det aktuella materialet vid en eventuell ombyggnad av A-linjen (första etappen).

Det finns inte någon större överensstämmelse mellan frekvenserna för de olika avsnitten. Slutsatsen blir då att det ej är lämpligt att välja ett speciellt avsnitt om man önskar göra en stickprovsmässig analys av materialet.

Genom att utarbeta andra urvalsmetoder än den ovan nämnda, bör man kunna finna ett sätt att stickprovsmässigt analysera materialet, så att detta urval blir representativt för alla artiklar.

Slutsats

Genom vår analys av allt backmaterial som monteras på en SAAB-900 har vi erhållit en bild av konstruktionen.

Denna bild säger oss följande:

- Av totalt 587 backartiklar är
 - 137 st standardartiklar
 - 243 st variantartiklar
 - 207 st tillkommande variantartiklar
- Påfallande få artiklar.
- Den geografiska fördelningen av artiklarna på konstruktionen är skev, och denna skevhet varierar utefter linen. Fördelningen av respektive artikeltyp (standard, variant, och tillkommande variantartiklar) är också skev och varierar även den utefter linen.
- Övervägande delen av artiklarna är små och lätta.
- Endast 12% av artiklarna förmonteras inom fabrikslokalen.

När det gäller analysmetoder har vi konstaterat att en analys av materialet på ett begränsat line-avsnitt ej är representativt för hela linen, ej på någon variabel.

Slutsatsen blir då att en stickprovsmässig analys genom val av ett begränsat line-avsnitt ej är möjlig, samt att resultatet ej är överförbart mellan line-avsnitt.

Materialtillförsel, med hjälp av nämnda analys har vi kunnat dra slutsatsen att en materialtillförsel till ett alternativt monteringsystem, med parallella flöden och grupparbete, bör vara möjlig genom satsning av materialet och tillförsel med en manuell vagn tillsammans med laddningsstationer.

VOLVO - 7070Datainsamling Volvo 7070

Insamling av data rörande Volvolastbilen 7070 utfördes av Klinton/Kagström i deras examensarbete CTH 79. De utformade en blankett med utseende enligt figur nr 5.52. Vi har på denna blankett numrerat variablerna med tanke på inmatning i dator.

Klassningen av material avser det material som kommer till slutmonteringslinen och har en vikt större än 0,1 kg. En stor del av dessa artiklar är förmonterade, närmare bestämt 32%, vilket är betydligt högre än på SAAB 900. (Se tidigare text: 12%). Som framgår av vår numrering av variablerna har vi ej tagit med samtliga. Detta beror på att andelen blanketter där dessa variabler var ikryssade var så litet att vi antog att resultatet av frekvensstörningar på dessa variabler skulle bli missvisande. De uteslutna är "verktyg, sekvens och varianter". På två variabler har vi lagt till ett utfall på vardera. Det gäller variabel nr 4, vänster-mitt-höger, där vi lagt till "både vänster och höger" och variabel nr 15, metall, icke-metall, där vi lagt till "både metall och icke-metall".

Inmatning på datorfil

Blanketterna är inmatade på datorfilen på så sätt att de ligger grupperade sju och sju på varje block. En blankett innehåller 18 variabler numrerade från 0 till 17 enligt figur nr 5.52. I varje inmatad blankett finns två st tomma platser där eventuell kompletterande data kan inmatas. Detta kan göras med program nr BP20. Av de på varje block existerande 128 platserna är då $7 \times 18 = 126$ platser upptagna.

Volvomaterialet upptar på datorfilen blocknumren från och med 75 till och med 100.

BENÄMNING: Volvo 7070 O. blankett nr

PA-NR: _____

ARTIKELNR: _____ Ö-GRIP: _____

VARIANT: OBLIG MED ANTAL VARIANter: _____
UTAN

VIKT: 1

PLACERING PÅ
BASOBJEKTET: 2 RAM ¹ 0 TV-BALK ² 0 AXEL ³ 0 MOTOR ⁴ 0 HYTT ⁵ 0
3 FRAM 0 MITT 0 BAK 0
4 HÖGER 0 MITT 0 VÄNSTER 0 Vänster o. Höger 0
5 ÖVER 0 UNDER 0 UTANPÅ 0 INUTI 0
6 FRONT 0 BAK 0 SIDA 0 TAK 0 GOLV 0

FÖRMONT: 7 JA 0 NEJ 0

VERKTYG: LINJEB ☒ STNB 0 SPECIAL 0

FÖRMONT.BAR: 8 NEJ 0 JA 0

SEKVENs: TIDIGAST SENAST

STN: _____

HUVUDFORM: 9 LÅDA ¹ 0 CYLINDER ² 0 ÖVRIGT ³ 0

L: 10 B: 11 H: 12 D: 13 H(Ø) 14

15 METALL 0 ICKE-METALL 0 Båda 0

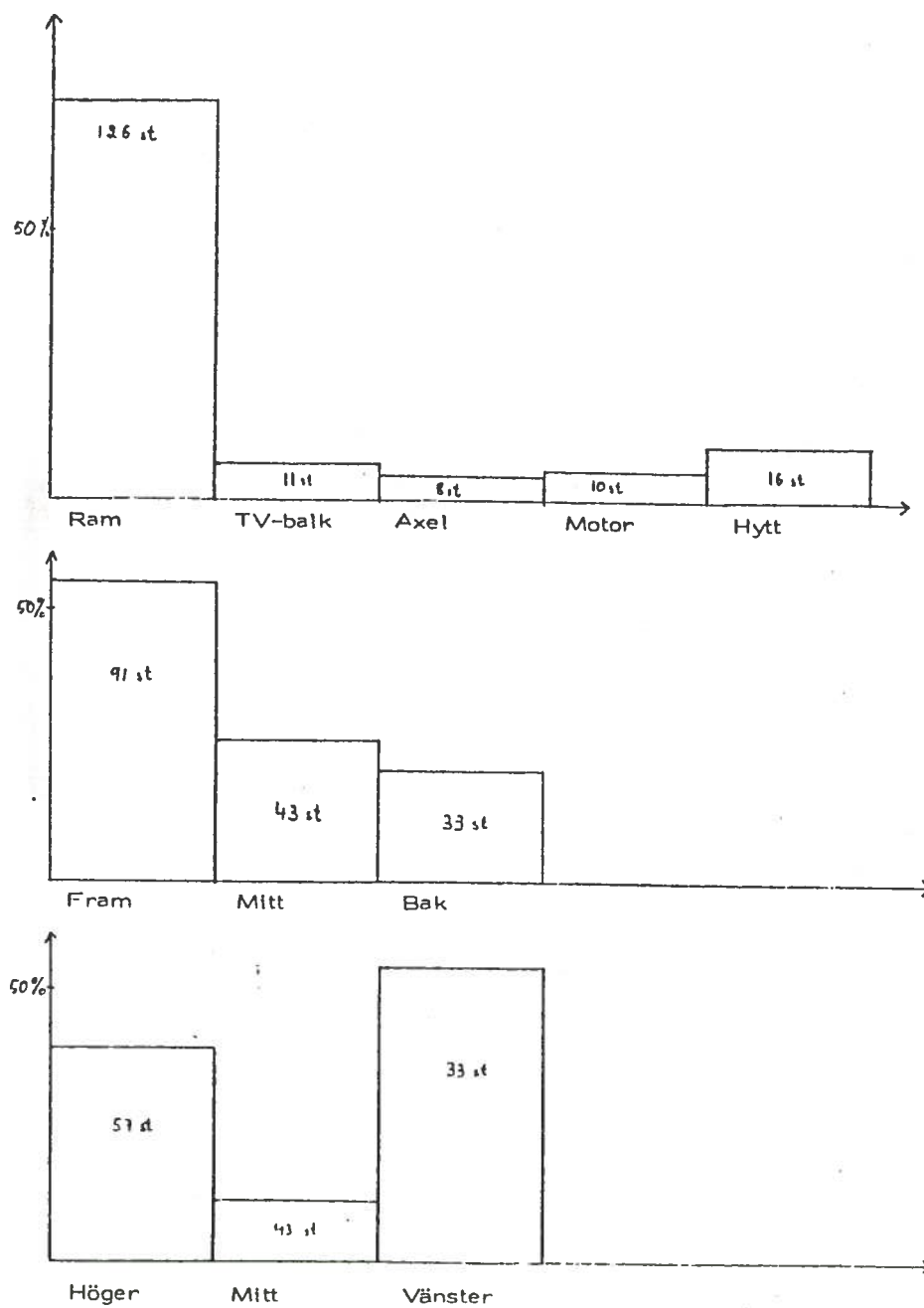
Figur 5.52 Blankett för Volvo 7070 - material.

Frekvenskörning och studie av det s k skevhetstalet

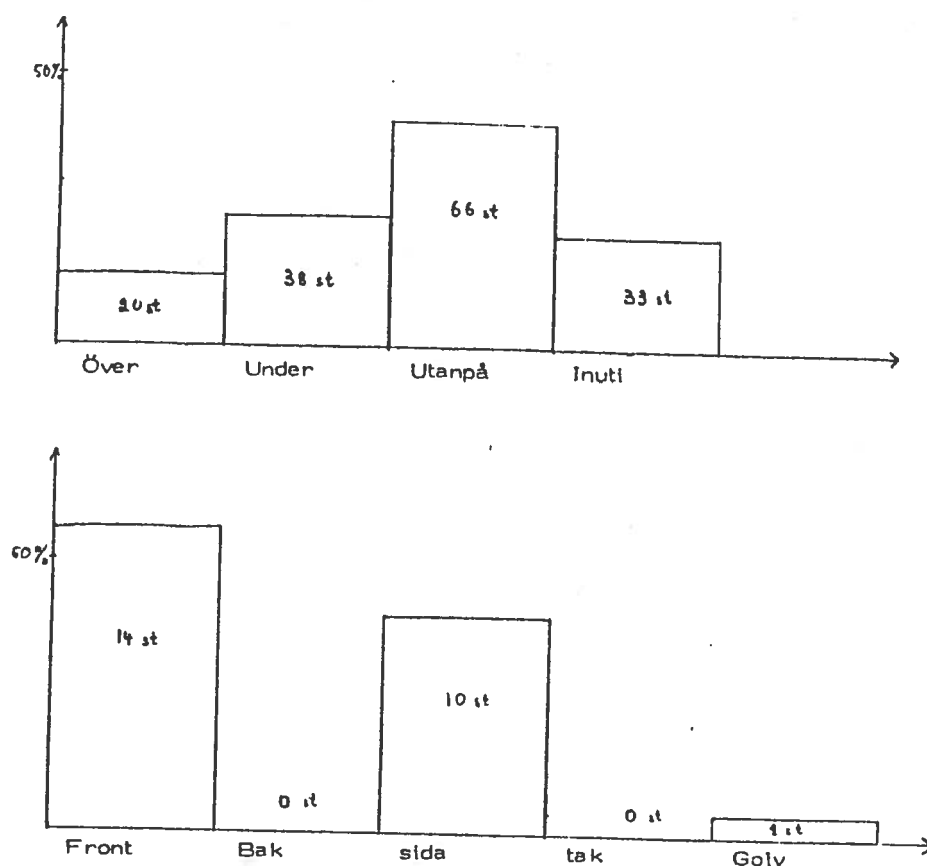
Liksom i SAAB-fallet gjorde vi först en frekvenskörning på hela det insamlade materialet. Resultatet av variabelkategori "placering på objektet" är redovisad nedan i figur nr 5.53 o 5.54. Vad som är speciellt intressant vid en jämförelse med resultatet från SAAB 900 är att skevhetstalet "fram-mitt-bak" i lastbilsfallet har en större dominans av "fram". Detta är ju heller ej direkt överraskande med tanke på en lastvagns uppbyggnad jämfört med en personvagn. Här skall man beakta att svensktillverkade lastvagnar (Volvo/SAAB-SCANIA) lämnar fabriken i form av färdigmonterad hytt på chassi. Någon annan överbyggnad med tanke på lastvagnens användningsområde levereras ej ~~från fabriken~~ ^{i de flesta fall}. Bland de europeiska konkurrenter som Daimler-Benz, Fiat, Daf m fl är det vanligt att fordonen förses med flak om sådant önskas av kunden. Skevhetsbilden "fram-mitt-bak" kommer då att bli annorlunda. En annan sak som man bör tänka på när man jämför skevhetstalen för SAAB 900 och Volvo 7070 är att i SAAB-fallet är allt batchmaterial inkluderat medan det i Volvo-fallet bara är batchartiklar med en vikt större än 0,1 hg medräknat.

En indelning i intervall av Volvons slutmontering (figur nr 5.55) med avseende på skevhetstalet "fram-mitt-bak" visar ^{ar} att liksom för SAAB 900 förekommer variationer. Vi vill här återigen påpeka att ett skevhetstal baserat på monterings-tider i stället för var monteringen sker skulle ge ett bättre underlag för bedömning av möjlig montörstäthet.

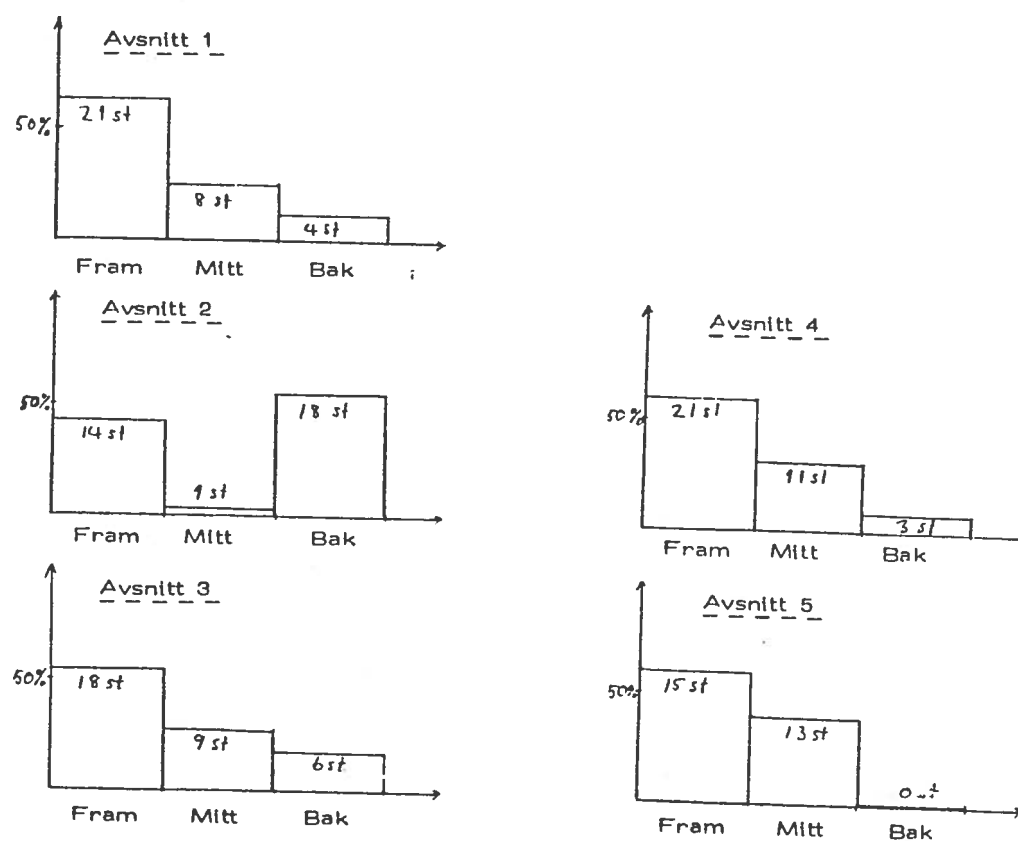
En annan sak som bör påpekas är att ett skevhetstal av denna typ som vi här använt, vare sig det avser antal detaljer eller monterings-tider, ej är lämpat för att jämföra en personvagn och en lastvagn då storleken på dessa är mycket olika. Därför kan det vara lämpligt att definiera ett skevhetstal som är baserat på monterings-tider och relaterat till bilens längd. Vid jämförelse mellan olika personvagnar är detta ej nödvändigt då de är ungefär lika stora. Samma sak gäller troligtvis också för lastvagnar.



Figur 5.53 Placering på objektet Volvo-7070.

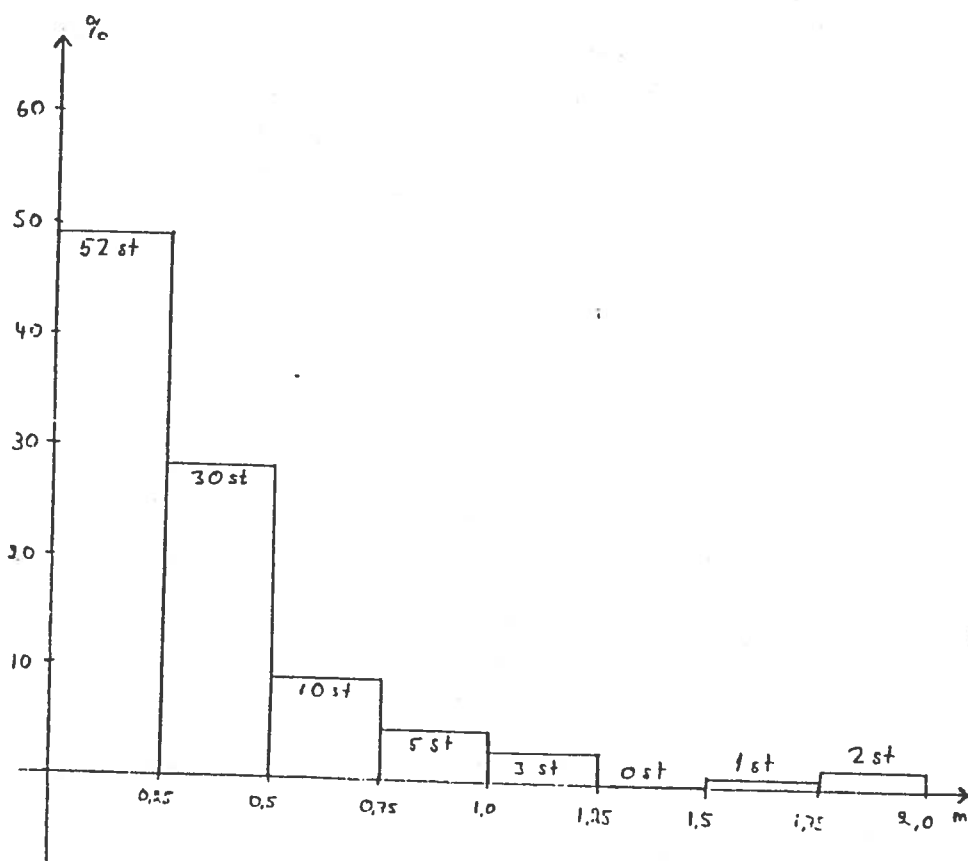


Figur 5.54 Placering på objektet Volvo-7070.

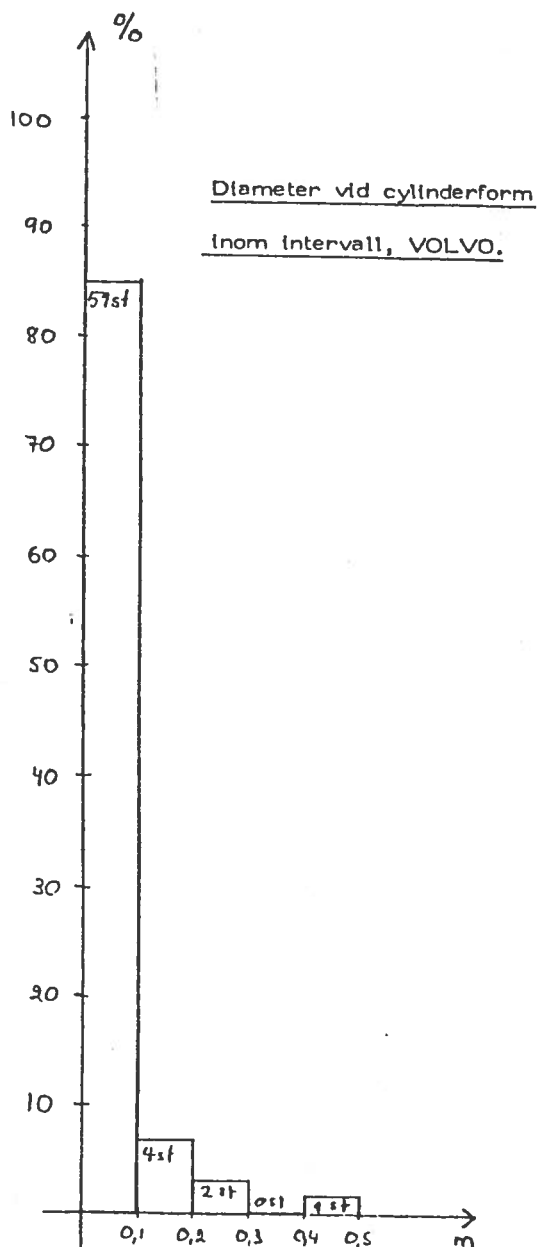
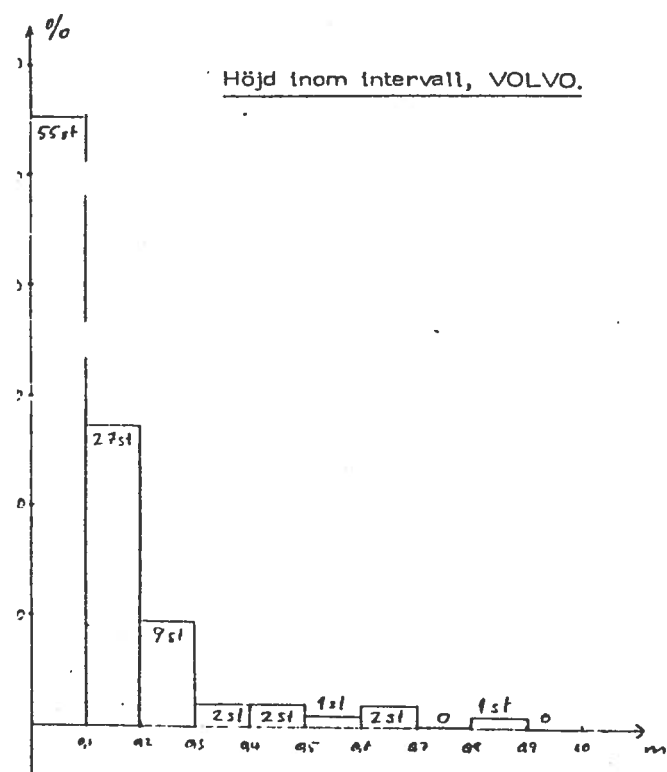
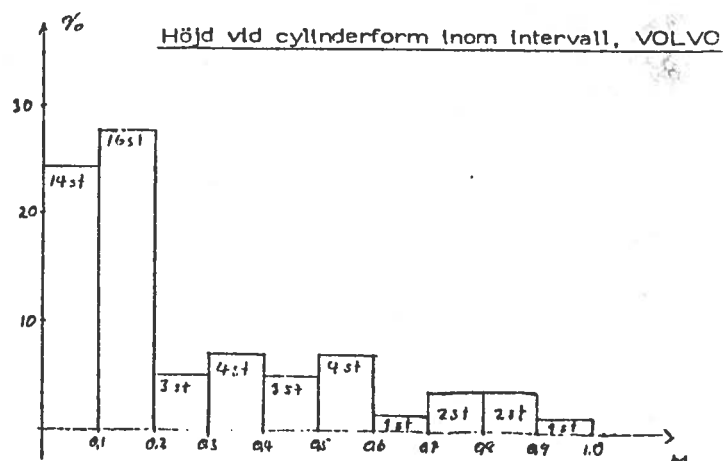
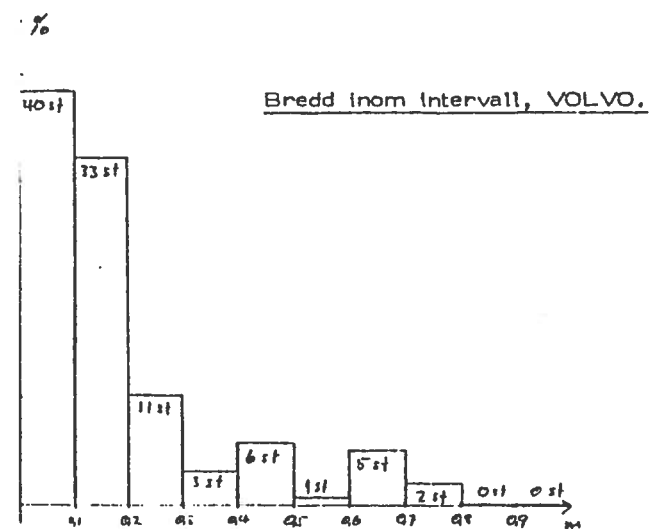


Figur 5.55 Skewhetstal för 5 line-avsnitt, Volvo.

Samtliga frekvenskörningar rörande de geometriska måtten finns redovisade på de följande sidorna i form av stapeldiagram (figur 5.56 och 5.57). Om man jämför dessa med motsvarande stapeldiagram för SAAB 900 kommer man fram till att formen på diagrammen är snarlika. Något överraskande är att dominansen av smådetaljer är större i lastbilsfallet än i personbilsfallet. Om vi samtidigt beaktar att artiklar med en vikt lägre än 0,1 hg ej är medräknade i lastbilsmaterialiet, men medräknade i personvagnsmaterialet och gör den inte alls för djärva gissningen att material med låg vikt har relativt små mått, så kommer dominansen av små artiklar i lastbilsfallet att bli ännu större jämfört med personvagnen. Detta medför att en materialförsörjning till parallella monteringsgrupper med hjälp av en s k "supermarket wagon" ej heller vid lastvagnsmontering bör vara omöjlig.



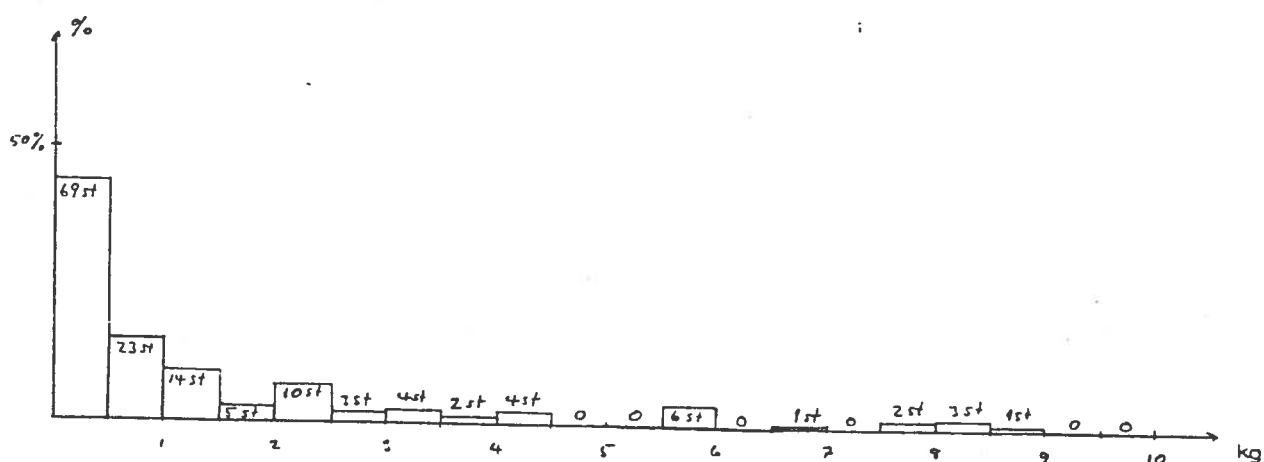
Figur 5.56 Längd inom intervall, Volvo.



Figur 5.57 Geometriska mått inom intervall, Volvo.

En uppdelning av artiklarna i standardmaterial, variantmaterial och tillkommande variantmaterial har ej varit möjlig då uppgifter om variantantal och "sitter på alla bilar eller ej" inte var angivna på blanketterna.

Om man på samma sätt som gjorts för SAAB 900 delar in detaljerna i viktsintervall av storleken 0,5 hg och i ett stapeldiagram avsätter förekomsten inom varje intervall får det ett utseende som framgår av figur nr 5.58. Vid en jämförelse med motsvarande diagram gällande SAAB 900 framgår det att fördelningarna är väldigt lika. Dock är stapeln för intervallet 0 t o m 0,5 hg mindre i Volvo-diagrammet men detta kan eventuellt uppvägas av att intervallet i Volvo-fallet egentligen avser vikter mellan 0,1 och 0,5 kg, medan någon viktbegränsning i SAAB-fallet ej har gjorts. Hur stor förekomsten av detaljer med en vikt lägre än 0,1 kg är har vi svårt att säga något om då vi ej gjort insamlingen av Volvo-materialet själva. Vad det gäller SAAB-materialet kan vi dock säga att ca 25% av artiklarna väger under 0,1 kg.



Figur 5.58 Fördelning av vikten på artiklarna, Volvo.

Av de 157 Volvoartiklarna som viktangivelser förekom på väger 8 st mellan 10 och 100 kg och 2 st över 100 kg. Detta är artiklar som måste påföras bilen i en laddningsstation. Även en del skrymmande artiklar måste laddas på detta sätt. Om man studerar diagrammen för de geometriska måtten och diagrammen för detaljernas vikt och jämför last- och personvagn så framgår det att svårigheterna att transportera detaljerna med en s k "supermarket wagon" ej bör bli större för lastvagnar än för personvagnar, då formen på diagrammen är mycket snarlika. En hastig blick i diagrammen ger att endast 10% av alla detaljer på Volvo 7070 är längre än en meter och bredare än 0,5 meter, detta medför i absoluta tal 15 - 16 detaljer som p g a sin geometriska form bör laddas i någon form av laddningsstation.

Slutsats

Vår studie av material till en VOLVO 7070 - lastbil gav oss en uppfattning om hur detta ser ut.

Följande är värt att notera:

- Den geografiska fördelningen av artiklarna på konstruktionen är skev, och denna skevhet varierar utefter linen. Denna variation är dock mindre för lastbil än motsvarande för personbil.
- Övervägande delen av artiklarna är små och lätta, men ett fåtal stora och/eller tunga detaljer finns.
- Nästan 3/4 av artiklarna monteras på ramen (ej på TV-balk, hytt, axlar, eller motor), och över hälften av artiklarna monteras fram.
- Ca 33% av detaljerna är förmonterade inom fabrikslokalen, men 50% anses förmonterbara.

Materialtillförsel: Vi har också studerat rimligheten av att kunna förse ett alternativt monteringsystem, bestående av parallella flöden och grupparbete, med material satsvis med hjälp av t ex en s k "supermarket wagon" och laddningsstationer och funnit att ett sådant förfarande bör vara rimligt.

Jämförelse personvagn SAAB 900 och lastvagn Volvo 7070Slutsatser

Monterbarhet:

I båda fallen har vi konstaterat att fördelningen av artiklarna på konstruktionen är skev och att denna skevhet är varierande på olika avsnitt av linen. Några slutsatser om montörstätheten konstruktionerna sinsemellan bör däremot inte dras då basobjektets storlek och form har stor inverkan på montörstätheten. Skevhetstalet är således ej direkt överförbart mellan konstruktionerna utan hänsyn måste tas till basobjektets absoluta form. Ett mått av typen skevhet per längdenhet bör vara riktigare att använda vid olika långa, men för övrigt liknande, basobjekt.

Trots att vikt- och volymfördelningarna för SAAB resp Volvo artiklarna påminner om varandra så är monteringscykelns innehåll väsensskilt, ty:

- Andelen förmontage skiljer sig.
- Andel variantartiklar är större vid lastvagnar. Dessutom har variantartiklarna en annan funktion på lastvagnar. Artiklarna är här funktionellt dikterade. På personbilen har variantartiklarna en kosmetisk funktion att fylla, ex färgkoordinering.
- Fler färgkombinationer i personbilsfallet medför risk för förväxlingar som i sin tur leder till felmontage.
- Finishkraven på de monterade artiklarna skiljer sig. Personbilen har mer artiklar som sitter i "rampljuset" och ställer därför större krav på finishen.

- Konstruktionerna uppvisar en skevhet och variation i ingående artiklars storlek och vikt, vilken varierar längst linerna, varför inget avsnitt kan anses representativ för hela systemet. Materialförsörjningssystem vid parallellgrupperad layout får specialkonstrueras för varje avsnitt.
- Påfallande få artiklar i back till ett objekt eller hela serien av objekt.

Materialtillförseln:

Trots lastvagnens större dimensioner tyder analysen på att större delen av artiklarna är små. Fördelningarna av mått och vikt på Volvo-artiklarna påminner starkt om motsvarande fördelningar på SAAB-artiklarna, varför vi drar slutsatsen att det i båda fallen bör vara fullt möjligt att förse ett alternativt monteringsystem, bestående av parallella flöden och grupper, med material satsvis med hjälp av t e x e n s k "supermarket wagon" tillsammans med laddningsstationer.

5.2.4 Analys av silomaterial - SAAB 900

Syftet med föreliggande studie är att utföra en variantstudie av silomaterialet vid Saab-Scania i Trollhättan, d v s att studera hur artiklarna fördelar sig på skilda typer och varianter, samt utföra en konstruktionsanalys av en viss grundmodell, d v s undersöka samvariation mellan monterings- och vissa konstruktionsvariabler.

Avgränsningar är:

- Monteringslina A.
- Enbart silomaterial.
- Konstruktionsanalysen bygger endast på en modell; Saab 900 GL, Sverige (en typ - en variant).
- Vi har endast utfört konstruktionsanalysen m a p fästelement.

Det existerar fem typer av material:

- Silomaterial är sådant material som har små dimensioner, förekommer i stor mängd och är högfrekvent. Sådant material finns i lådor eller rännor på flera ställen utefter linen. Exempel: skruvar, brickor, muttrar, klämmor, spännband.
- "Silorännorna" är placerade på så kallade förbrukarplatser. Dessa består av mellan 5-20 rännor och betjänar mellan 1-4 stationer.
- ~~Bäck~~material avser det material som finns i backar utefter linen (pallar + pallkragar, nätcontainers etc). Exempel: stötdämpare, kabelhärvor, nav, fjädrar.

x) Se variantstudie - konstruktionsanalys Saab 900, Larsson, Cottman och Ohlsson, Institutionen för transportteknik, 1981, CTH.

16.11

- 3
- Rakt material (standardmaterial) är sådant material som sitter på samtliga modelltyper och bara finns i ett utförande.
 - Variantmaterial (ersättningsmaterial) är material som sitter på alla modelltyper men finns i flera varianter. För silomaterialet bestäms detta till 100 % av varianterna på backmaterialet. Som exempel kan nämnas olika sorters silomaterial till olika typer av strålkastare.
 - Tillkommande variantmaterial (extramaterial) benämnes sådant material som ej sitter på alla modelltyper och finns i en eller flera varianter. Exempel; soltak + tillhörande silomaterial.

Variantstudie

Avsikten med att studera silomaterialet M A P varianter d v s redogöra för vilket material - skruvar, muttrar, clips etc - som går på vilken modell är att utgöra underlag vid övergång från line - till gruppmontering M A P materialförsörjningsproblematiken. Detta kallar vi för variantstudien.

Färdig och förklarad ofta

Silomaterialet på A-linan består av 119 stycken raka artiklar av totalt 335 stycken d v s andelen rakt material är cirka 35 %. Denna siffra får inte anses vara generell utefter hela monteringen utan man får betänka att station 0 startar från "scrat" d v s själva karossen utan något påmonterat. Det ligger nära till hands att andelen rakt material i det senare skedet av monteringen successivt kommer att minska ju mer "specialbyggd" bilen blir. Detta finns inte studerat varför vi låter frågan stå öppen.

Värdet 35 % rakt silomaterial får anses vara positivt ur materialförsörjningssynpunkt om man i framtiden skall gå över till gruppmontering där materialet hämtas från någon form av materialtorg.

Som exempel kan nämnas att andelen silomaterial som går på bilen "enbart" till USA (även Kanada, Japan) är 43 stycken eller knappt 20 % av totala antalet siloartiklar som monteras på dessa bilar.

Den bilmodell som specialgranskades var BCK - GL - SW - V - M4 - 1 F, d v s 3 dörrars combi cupé, modell GL (grundutförande), vänsterstyrd för Sverigemarknaden med manuell 4-växlad låda och en förgasare. Detta får betraktas som en typisk grundmodell, där det enda riktigt speciella är marknaden. Här fick vi:

- "Totalt antal" siloartiklar = 238 stycken (70 % av alla artiklar).
- Andel raka därav = 50 %.

De hittills redovisade siffrorna visar bara de olika siloartiklarnas antal.

Motsvarande siffror på vår valda modell jämfört med totala antalet backmaterial som går på blir då:

- Totala antalet silomaterial - 407 stycken (jämfört med 238 ovan).
- Totala antalet backmaterial - 151 stycken.

Resultatet är redovisat i bildform stationsvis. För att få ett så överskådligt resultat som möjligt inskränkte vi oss till att använda tre kolumner i vertikal led:

- Kolumn 1: Rakt material
" 2: Material till vår valda modell
" 3: Övrigt material

På grund av att den listan vi använder oss av vid utplockningen på Saab ej innehöll uppgifter om antalet av varje silomaterial per bil, byggde vi upp en matris där antalet redovisas i horisontell led.

Längst upp i högra hörnet på varje bild syns stationsnumret.

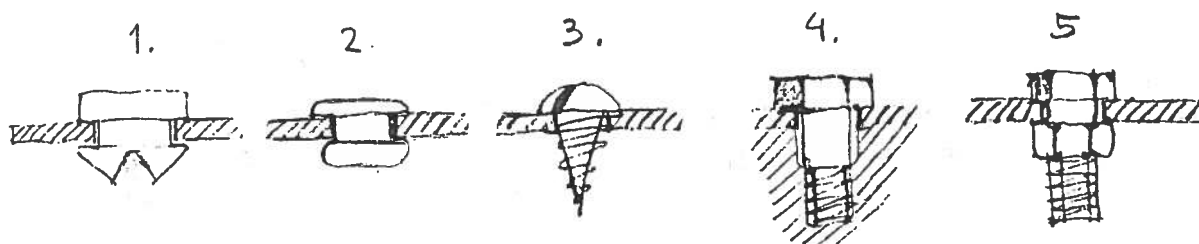
Vid stationerna 13, 19, 20, 30 och 32 förekommer ingen montering utan endast justering och kontroll. Därför finns inga bilder på dessa stationer.

ANTAL	1	2	3	4	5 o. MER
RAKT					
3CK GLSW					
ÖV-RIGT					

Figur 5.59 Exempel på matris över silomaterial på station 1, A-line, Saab-Scania, Trollhättan 1980.

Konstruktionsanalys

Den andra uppgiften var att utföra en konstruktionsanalys av silomaterialet på A-linan på Saab-Trollhättan. Analysen gjordes M A P artiklar och fästelement (FE).



Figur 5.60 Clips, nit, plåtskruv, maskingängad skruv eller mutter och maskingängad skruv med mutter på baksidan.

Problem vi konfronterats med vid arbetet med konstruktionsanalysen:

- Ibland kan det vara svårt att klassa detaljerna med hjälp av FE. Hur gör man t ex med lister, smörjolja, tvålatten osv?
- Detaljer som motor, bromsrör, kabelhärvor, osv har analysmetoden ej klarat av. Dessa har då uteslutits.
- Datalistorna förändras hela tiden. Eftersom vi fått korsläsa många olika listor har detta varit ett stort problem.
- Datalistorna är ej så noggranna m a p tider att vi med 100 % säkerhet kan hänföra en viss till ett visst arbetsmoment.

Vi har funnit att på det valda avsnittet är:

- 78 % av silomaterialet utav metall
- 11 % " " " gummi
- 11 % " " " plast

Vidare kan vi se hur fästelementstyperna är fördelade.

FÄSTELEMENT, SILO.

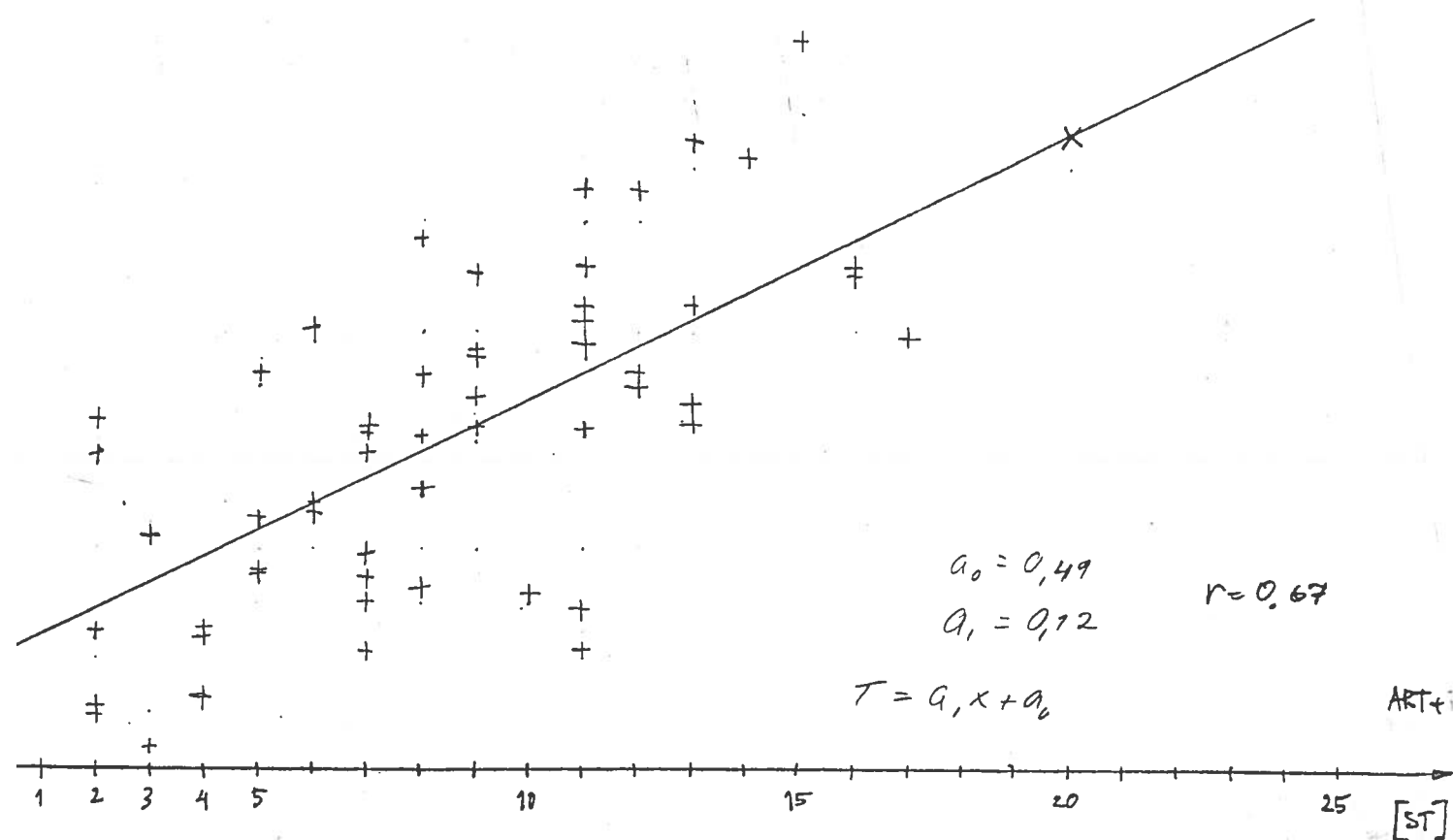
TYP	1	2	3	4	Σ
ANTAL	101	32	44	127	304
%	33	11	14	42	100

I vårt exempel hade vi 38 stycken stationer (observationer), de funna korrelationerna är:

- Tid - artiklar $r = 0,55$
- Tid - fästelement $r = 0,48$
- Tid - fästelement + artiklar $r = 0,67$

Anledningen till den låga korrelationen torde vara den korta cykeltiden, mindre än 4 min, då hanteringsförlusternas inverkan minskar sambandets styrka. Vidare har de stora artiklar som exkluderat inverkat menligt på sambandets styrka.

DIAGRAM 3: TID - FE+ARTIKLAR



Figur 5.61 Samband mellan monteringsstid och antalet artiklar + fästelement, avsnitt A, Saab-Scania, Trollhättan.

Sammanfattning

Studien visar att cirka 30 % av allt silomaterial på monteringslina A är rakt material d v s förekommer på alla bilar. På avsnittets 38 stycken stationer monteras cirka 400 stycken silomaterial på den "enklaste" bilmodellen vilket kan jämföras med cirka 150 stycken större artiklar vilka huvudsakligen ligger i backar.

Analyser visar att ett klart positivt samband råder mellan främst FE + artiklar och monteringstiden.

5.2.5 Studie_av_förmontage_Volvo_Lastvagn_7070_ */

Studien har fokuserats på att klassificera en konstruktions artiklar efter variablerna:

- Antal
- Monteringstid
- Variant
- Form
- Volym
- Vikt
- Materialflöde
- Använda lastbärare
- Fördelning artikel, fästelement
- Placering på basobjektet
- Monteringssekvens

Studien har avgränsats till att behandla:

- Förmontage till en specifik lastvagn Volvo 7070.
- Förmontage ett hanteringssteg från slutmonteringsline, d v s första fristående station (se vidare kap 14 "definitioner och begrepp").
- Enbart förmontage inom Volvo Lundby.

x) Se förmontage lastvagn typ 7070 - Volvo lastvagnar, Andersson, Bengtsson, Bolt-Christmas o Hertz, Institutionen för transportteknik, 1981, CTH.

Nedan beskrives de indelningsgrunder i vilka förmonteringsstationer, i förmontage ingående artiklar och materialhantering, kan klassificeras.

1 Förmontagestation

Direkt vid slutmonteringsstation

Synkront till station, d v s förs direkt utan sortering, men eventuellt med buffert till slutmonteringsstation.

Fristående station, buffertering sker vid förmontagestation.

2 Materialhantering

Synkront till slutmonteringsstation.

I back (pall)

I silofack

3 I förmontage ingående material

Rakt material (samma till alla lastvagnar 7070).

Variantmaterial ersätter extra

Synkront speciellt till ett chassinummer.

De förmontage vi studerar (23 st) är till största delen montage som utförs av en person. Det finns dock större förmontage, hytt, bakaxel, framaxel, motor och växellåda, som monteras på förmonteringslinier. Linerna som dessa förmontage monterades vid är odrivna.

Hyttline: Vid denna line förmonteras hytter enbart till Volvos F7 lastbilar. Hytterna byggs på sådant sätt att de från förmonteringslinen går direkt till slutmonteringslinen utan mellanliggande lagring. Vid linen arbetar 9 operatörer.

Motor och växellådeline: Förmontering av 7 liters motorer sker vid denna line. Motorerna går sedan direkt (på vagnar) till slutmonteringslinen. Mellanlagring av motorer förekommer ej. Vid linen arbetar 6 operatörer (5 ordinarie och en extra operatör).

Bakaxelline: Förmontering av bakaxlar till samtliga Volvos lastvagnstyper förekommer på denna line. Efter monteringen lagras axlarna på speciella ställ innan de går till slutmonteringslinen. Vid linen arbetar 8 operatörer.

Framaxelline: Förmontering av framaxlar till alla Volvos lastvagnstyper sker vid denna line. Efter monteringen lagras framaxlarna på samma sätt som bakaxlarna d v s i ställ. Vid linen arbetar 9 operatörer.

De återstående 19 förmontagen är komponenter som är volymsmässigt mindre. Dessa förmontage monteras, som nämnts i inledningen, vid förmonteringsstationer som betjänas av en operatör.

X- HALLEN

5-STYRIN RÄTTNINGEN

G- HALLEN

1- REGLERVENTIL

2- SNABBLOSSVENTIL

3- KONSOL FÖR
MATARSLANG4- LASTKÄNNANDE
VENTIL6- KONSOL MED
KOPPLINGSLANG

8- RELÄVENTIL SERVICE

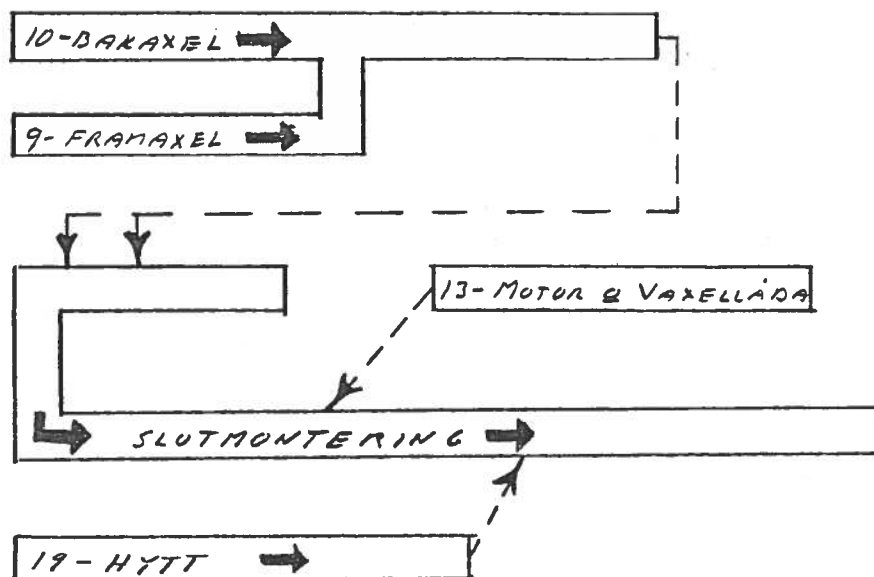
14- RELÄVENTIL

15- KYL

18- BAKRE HYTTUPPHÄNGNING

22- KONSOL SKOTTNIPPEL

23- STYRVENTIL



Figur 2.8

A- HALLEN

7- BAKRE BELYSNING

11-12- STÄNKSKÄRM

16- FRÖSTSKYDDSDENHÅLLARE

17- PUMPKONSOL

20- SPÄNNRAM FÖR
BATTERIER

21- GRILL

Figur 5.63 Layout och beskrivning av förmonterade Volvo lastvagnar Lundby.

Blankettutformning - Beskrivning

Vi har arbetat med 2 st olika blanketter. Den blankett som är skriven i tabellform (A) behandlar sammansättning av förmontaget. Blanketten i rutform (B) behandlar ett färdigt förmontage montering på basobjektet. Blanketterna har reviderats under arbetets gång p g a att möjligheten att mäta de olika variabler vi ansett oss behöva visat sig vara begränsad. Även vid den slutgiltiga datainsamlingen har en del data ej varit möjliga att få fram med rimlig arbetsinsats, varför metod eller analys ej gör anspråk på fullständighet.

Blankett A. Variabler - Problemställning

Artikel - Antal

Vilka artiklar som ingår och antalet kan bestämmas m h a arbetsbeskrivningar s k balanser som Volvo tillhandahållit . Problemet att hitta de förmontage som intresserade oss löste vi dels genom studier i verkstad samt studier av Mats Johanssons examensarbete.

Rakt - ersätter - extra

Dessa variabler behandlar artiklar som går på alla 7070 (RAKT)*, artiklar som är olika (ERSÄTTER) samt artiklar som ej är nödvändiga för bilens funktion (EXTRA). Denna indelning visade sig olämplig eftersom svårigheter fanns att skilja på ERSÄTTER och EXTRA. Detta löses lämpligast genom att slå ihop dessa till VARIANT. Blankettens utformning kvarstår dock. Datainsamlingen har skett med balanser.

* Rakt material innebär här sådant material som återfinnes på alla lastvagnar 7070 och får således ej förväxlas med rakt material för hela serien. PSS extra material.

Vikt - Volym

De indelningar vi gjort har visat sig vara lämpliga för att snabbt och utan utrustning avgöra vikt resp volym. Datainsamlingen har skett i verkstad. Svårigheter att hitta material förelåg p g a bristande numrering av främst pallar.

Huvudform - Monteringsverktyg - Anmärkning

Svårigheterna att mäta artiklarnas individuella huvudform visade sig vara stora. Vi övergick istället till att avgöra storleken genom registrering av SILO resp BACK. Data insamlades genom studier i verkstad. Kolumnerna för monteringsverktyg och anmärkning användes till att notera om operatören var bunden till stationen eller om han kunde följa med objektet. Dessa data används som grund för förslag till lämplig layout. Data insamlades via balanser samt i verkstad.

Fästelement

Fästelementen är indelade enligt tidigare klassifikation (se Mats Johansson). Data är insamlade via balanser.

Indelningen av fästelement följer de indelningar som Mats Johansson gjort i sin studie av slutmontage på VOLVO LV7070. De olika typerna definieras enligt nedan:

Typ 1	Clips
Typ 2	Nit
Typ 3	Plåtskruv, slangklämma
Typ 4	Maskingängad skruv eller mutter
Typ 5	Maskingängad skruv med mutter

Alla fästelement stämmer inte in på denna definition men subjektiva bedömningar har då gjorts i fall för fall att relatera fästelementen till den typ som passar in bäst.

Blankett B. Variabler - Problemställning

De olika variabelobservationerna är numrerade från 1 till 18. I fortsättningen anges endast nummer. För tolkning hänvisas till bifogad blankett.

Variabel 1 behandlar det färdiga förmontagets anslutning till basobjektet. Datainsamlingen har skett i verkstad genom observation.

Variabel 2 anger om det färdiga förmontaget går på samtliga lastvagnar typ 7070 eller ej. Datainsamling har skett med hjälp av arbetsbeskrivning, s k balanser som Volvo tillhandahållit.

Variablerna 3 och 5 har studerats i verkstad. Indelningen har visat sig lämplig för att snabbt och lätt bedöma vikt och volym.

Huvudformen på det färdiga förmontaget visade sig svår att bedöma, varför vi övergick till bedömning enligt variabel 4. Datainsamlingen skedde i verkstad.

Tider för sammansättning av förmontage resp montering av färdigt förmontage på basobjekt gavs av företagets tidsstudier. Hänsyn har endast tagits till direkt montering, d v s ej hantering av material och dylikt.

Antalet fästelement för montering av förmontage på basobjekt insamlades genom studier av balanser.

Antal artiklar i förmontaget har studerats genom balanser. Våra restriktioner medför att förmontage till förmontaget betraktas som en artikel.

Variablerna 9, 10 och 13 har studerats i verkstad.

Variablerna 11 och 12.

På vår sammanställningsblankett har vi tagit med justering och testning. Då vi kom ut till Volvo och skulle försöka mäta och bedöma vart testning av förmontaget sker, insåg vi att detta var mycket svårt. Detta berodde dels på svårigheten av att få information om testning och justering. Det beror också på att det är väldigt svårt att dra gränser vad som är justering och testning.

Variablerna 14 - 18 är en direkt sammanställning av blankett A. Dessa används för att underlätta informationsbehandlingen.

BLANKETT B SAMMANSTÄLLNING FÖRMONTAGE

IDENTITET NR

ANTAL OPERATÖRER PÅ SLUTLINE PÅ FÖRMONTAGE

STATIONSNUMMER

① SYNKRONT TILL LINE ☐ FRISTÅENDE ☐

② FÖRMONTAGE RAKT ☐ VARIANT ☐

③ VIKT(KG) 0-1 ☐ 1-5 ☐ 5-20 ☐ 20- ☐

④ HUVUD FORM SILO ☐ BACK ☐ ÖVR ☐

⑤ VOLYM (LITER) 0-1 ☐ 1-10 ☐ 10- ☐

⑥ TID FÖR: FÖRMONTAGE ☐ SLUTMONTAGE ☐

⑦ ANTAL FÄSTELEMENT FÖR ATT MONTERA PÅ BASOBJEKT ☐

⑧ ANTAL ÄRTIKLAR INGÅENDE I FÖRMONTAGET ☐

⑨ ANTAL FÖRMONTERINGSSTATIONER ☐

⑩ FÖRMONTAGETS PLATS PÅ BASOBJEKTET

VF ☐ VB ☐ HF ☐ HB ☐

⑪ TESTNING INNAN SM ☐ EFTER SM ☐ FÄRDIG ☐

⑫ JUSTERING ☐ DIREKT ☐ FÄRDIG ☐

⑬ PLACERING EFTER FÖRMONTAGE

BACK ☐ SILO ☐ TILL SM ☐ SORTERING ☐

ÖVRIGT ☐ VAD:

SAMMANSTÄLLNING ARTIKLAR I FÖRMONTAGE

⑭ RAKT ☐ VARIANT ☐

⑮ VIKT 0-1 ☐ 1-5 ☐ 5-20 ☐ 20- ☐

⑯ VOLYM 0-1 ☐ 1-10 ☐ 10- ☐

⑰ ARTIKLARNAS PLACERING

BACK ☐ SILO ☐ ÖVR. ☐

⑱ ANTAL FÄSTELEMENT INGÅENDE I FÖRMONTAGET ☐

Figur 5.65 Blankett B, Sammanställning förmontage.

Resultatsammanfattning artikelklassifikation

Vikt och volym

I figuren nedan finns beskrivet hur vikt, volym hos ingående artiklar i ett förmontage varierar. Det är också angivet hur många fästelement som ingår i de olika förmontagen.

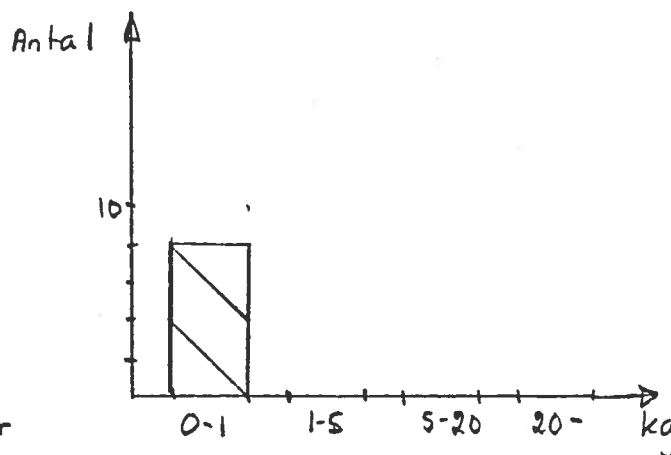
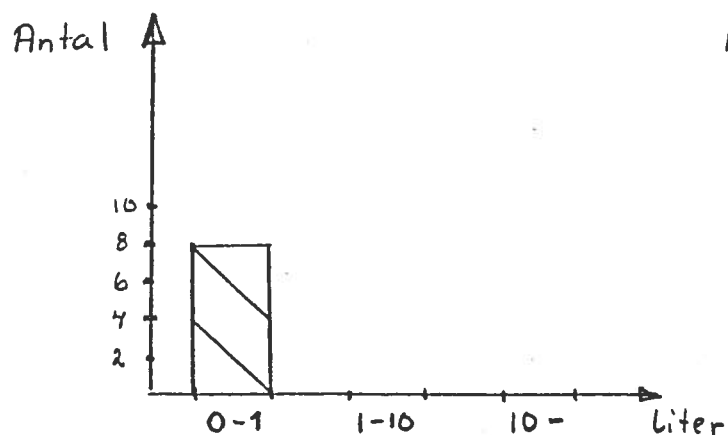
Volym: För att på ett åskådligt sätt se hur volymen av de olika ingående artiklarna i förmontaget fördelar sig har vi delat upp volymerna i 0-1, 1-10 och 10- liter. De olika volymklasserna relateras till hur stor plats de olika artiklarna tar upp i fysiskt materialförsörjningshänseende (d v s i silo eller back). Vid informationsinsamlingstillfället uppskattades volymen på artiklarna subjektivt av de olika gruppmedlemmarna genom okulär observation.

Vikt: Viktindelning gjordes i klasserna 0-1, 1-5, 5-20, 20 kg och däröver. Uppskattningar av vikten på artiklarna gjordes av de olika gruppmedlemmarna genom att ta upp artikeln i handen och känna på den. Noggrannheten i metoden kan diskuteras men vi menar att detta sätt är tillräckligt då mera noggranna metoder, som att väga varje artikel, inte skulle ge så mycket bättre resultat i förhållande till den extra tid som måste läggas ned vid informationsinhämtningen.

1. Reglerventil : 1 operatör

Volym

Vikt:

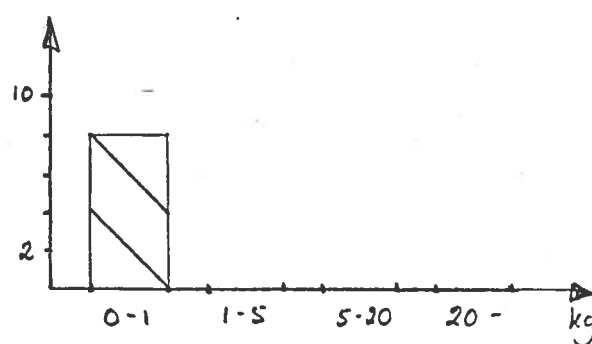
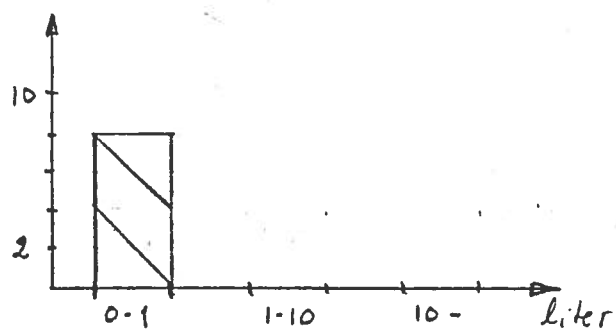


Antal fästelement : 1 av typ 4

2. Snabblossventil : 1 operatör

Volym:

Vikt:

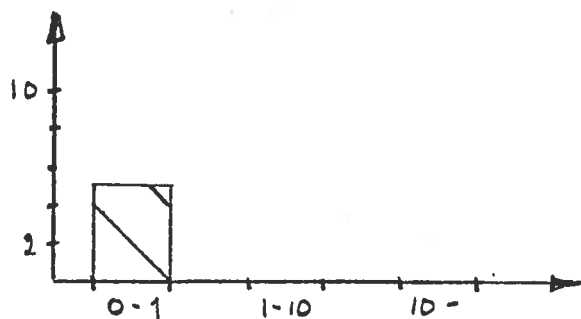


Antal fästelement : 2 av typ 5

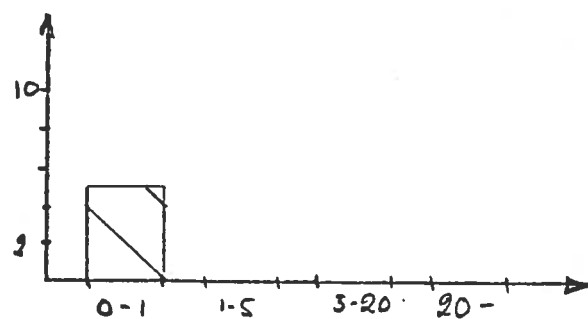
Figur 5.66

3 Konsol för matarslang: 1 operatör

Volym:



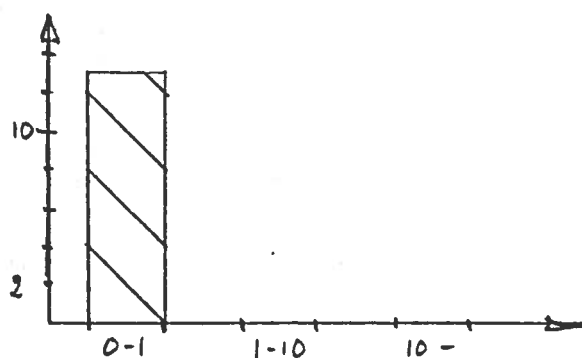
Vikt:



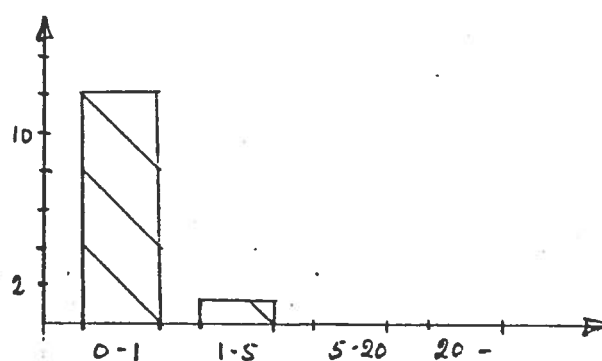
Antal fästelement: 1 av typ 4

4. Lastkännande ventil

Volym



Vikt

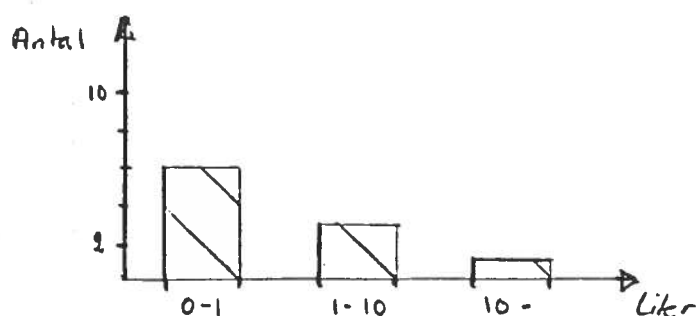


Antal fästelement: 2 av typ 4.

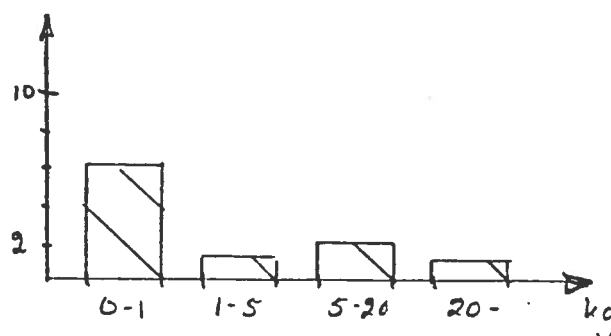
Figur 5.67

5. Styrinrättning och hyttfäste : 1 operatör

Volym:



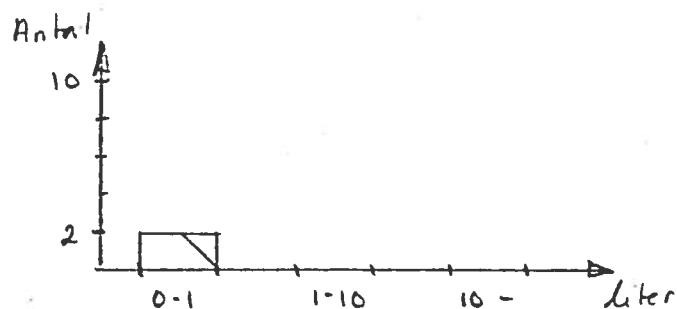
Vikt:



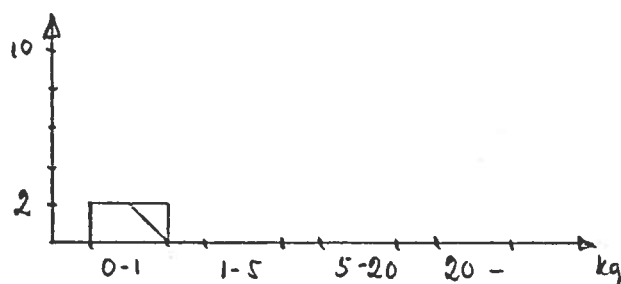
Antal fästelement: 6 av typ 4.

6. Konsol med kopplingslang : 1 operatör

Volym:



Vikt:

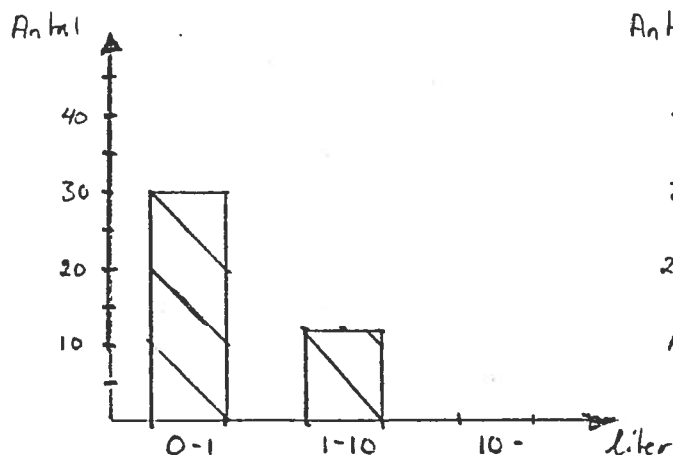


Antal fästelement: 1 av typ 4.

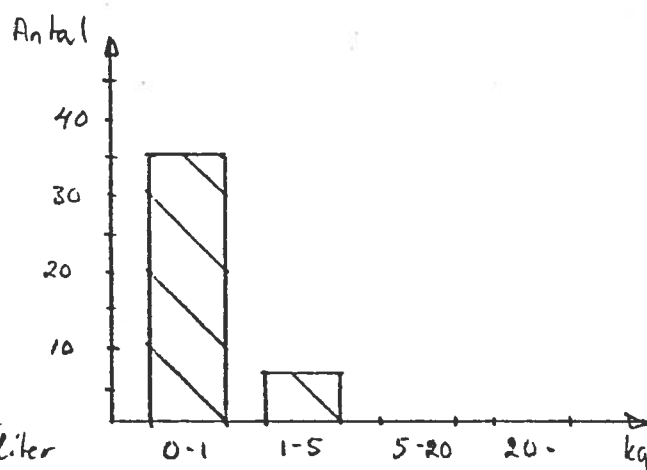
Figur 5.68

7. Bakre belysning : 1 operatör

Volym:



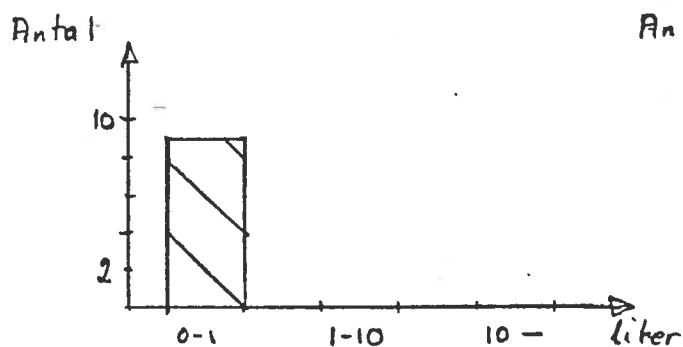
Vikt:



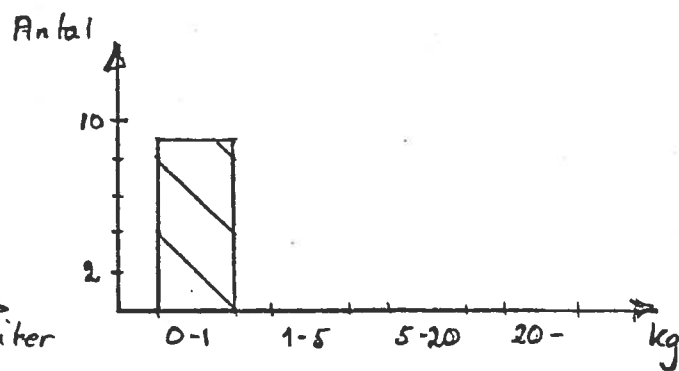
Antal fästelement: 4 av typ 4
16 av typ 5

8. Relöventil service : 1 operatör

Volym:



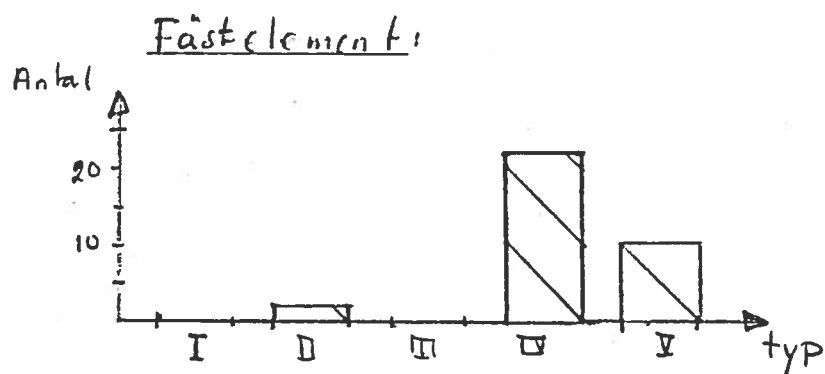
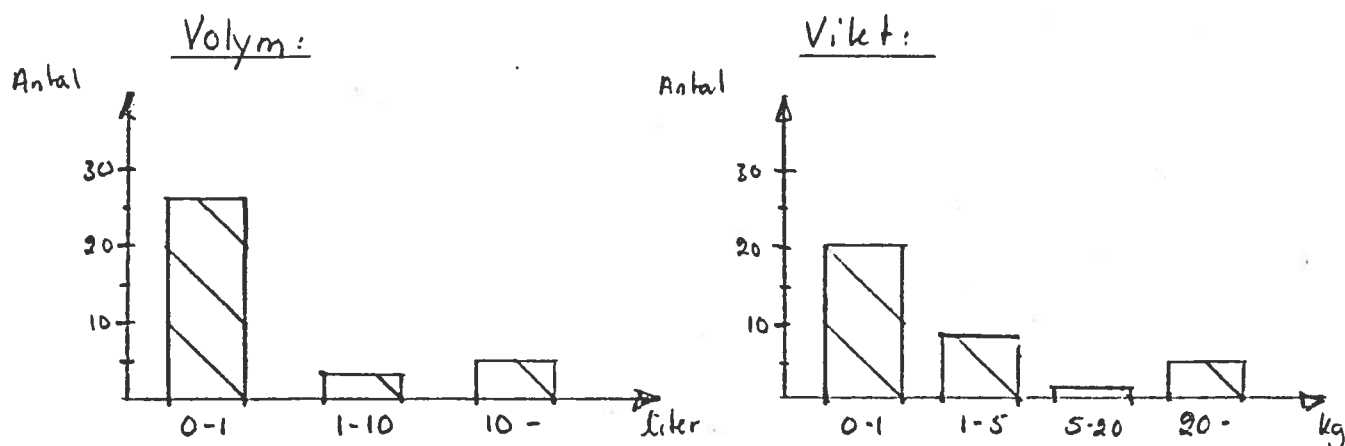
Vikt:



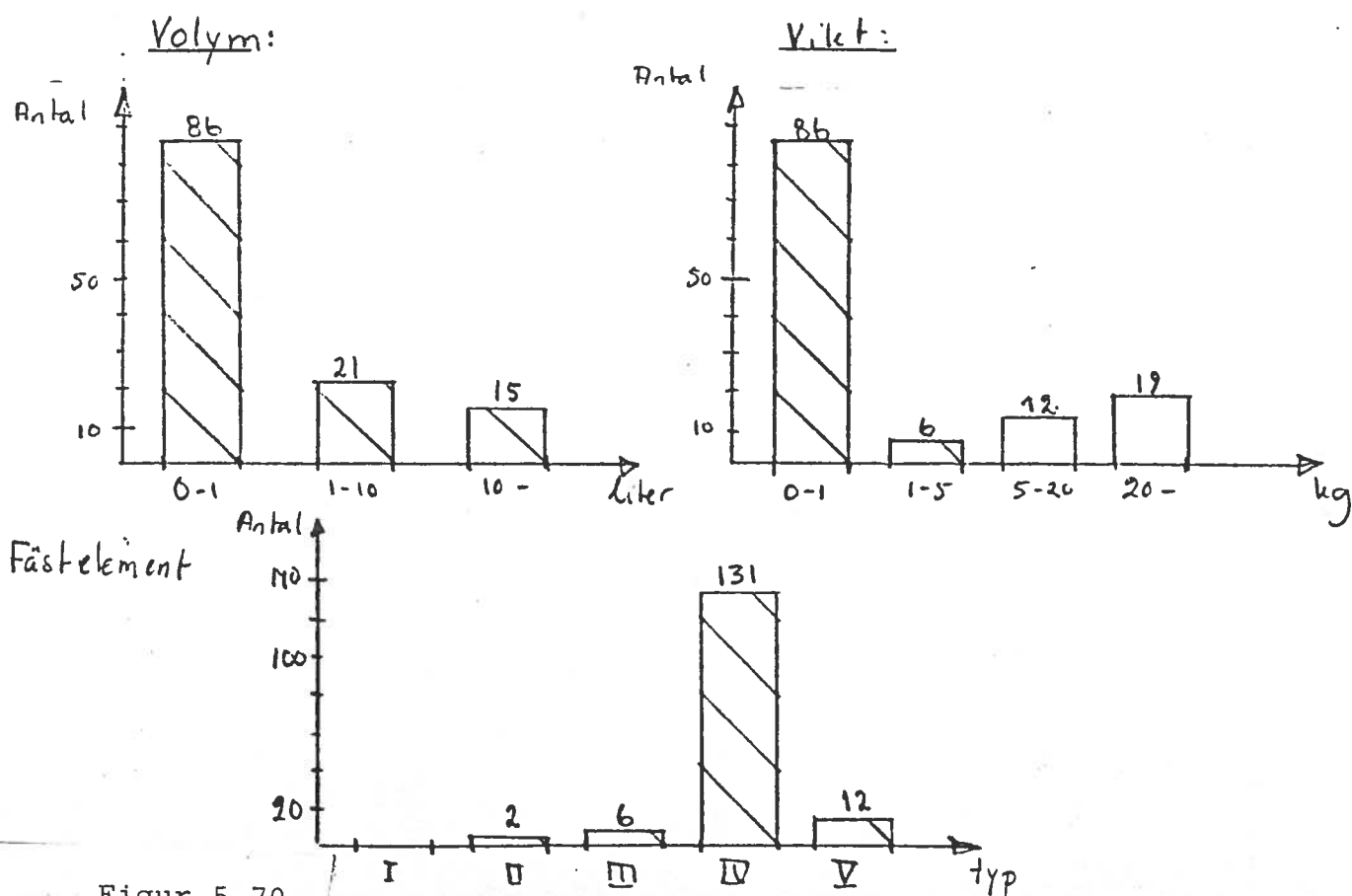
Antal fästelement: 0

Figur 5.69

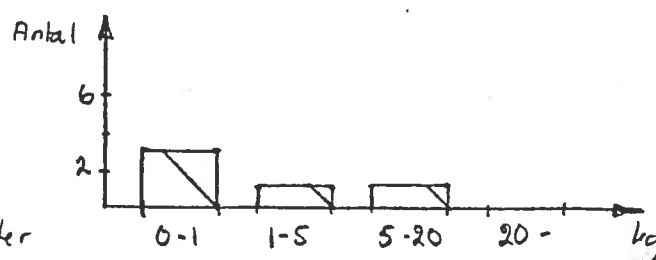
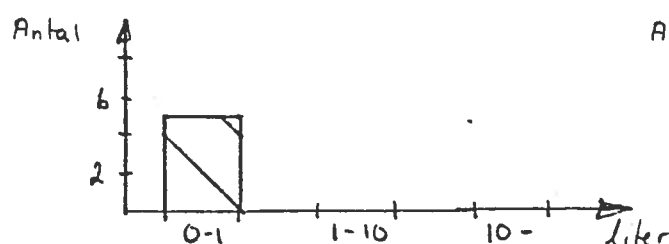
9. Framaxlar: 9 operatörer



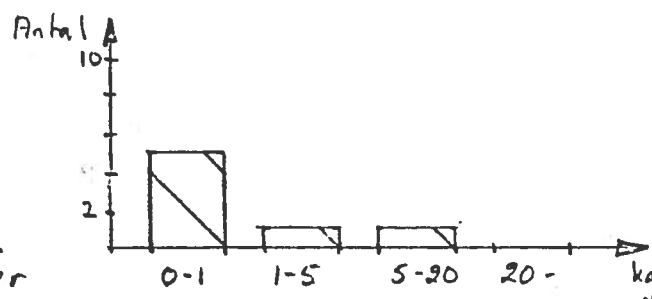
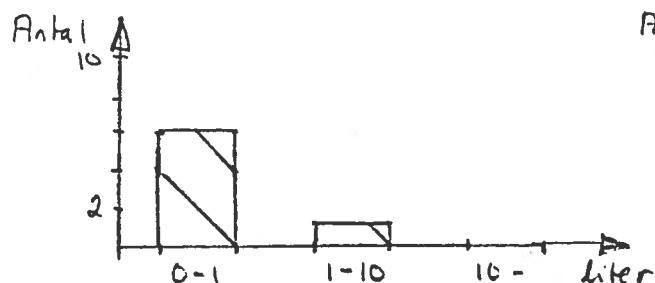
10. Bakaxlar: 8 operatörer



Figur 5.70

11 Stänkskärm höger: 1 operatörVolym:Vikt:

Antal fästelement: 2 av typ 3
28 av typ 4.

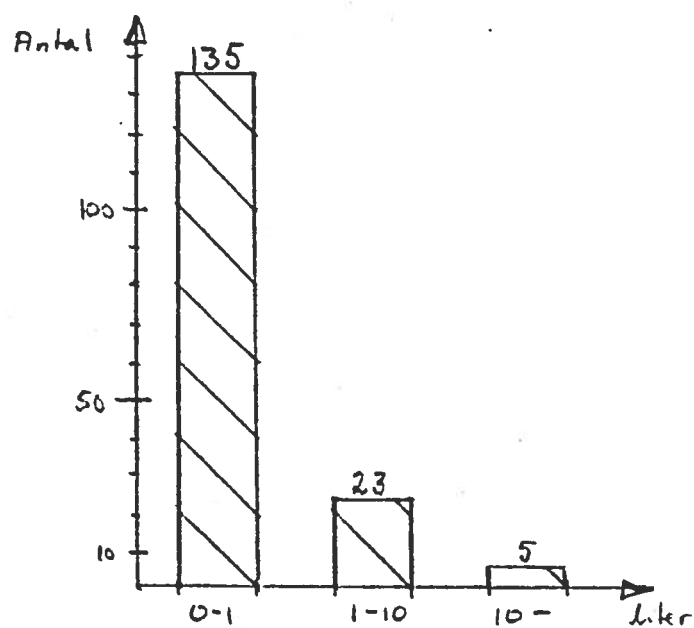
12 Stänkskärm vänster: 1 operatörVolym:Vikt:

Antal fästelement: 1 av typ 3
28 av typ 4.

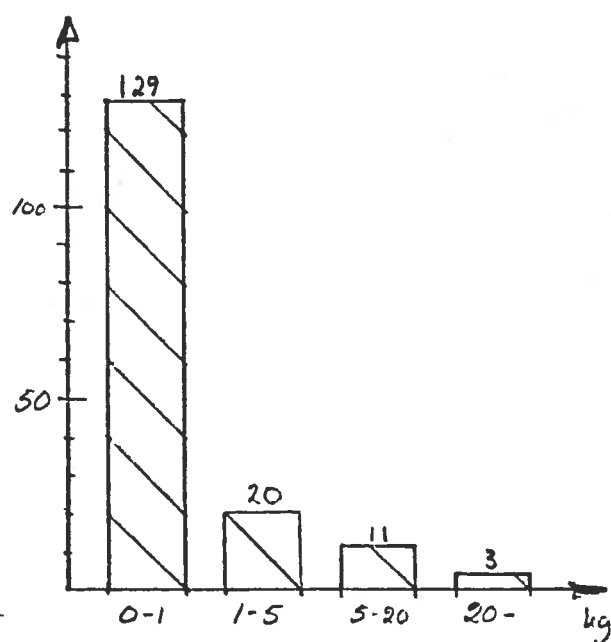
Figur 5.71

13. Motor o växellåda: 6 operatörer

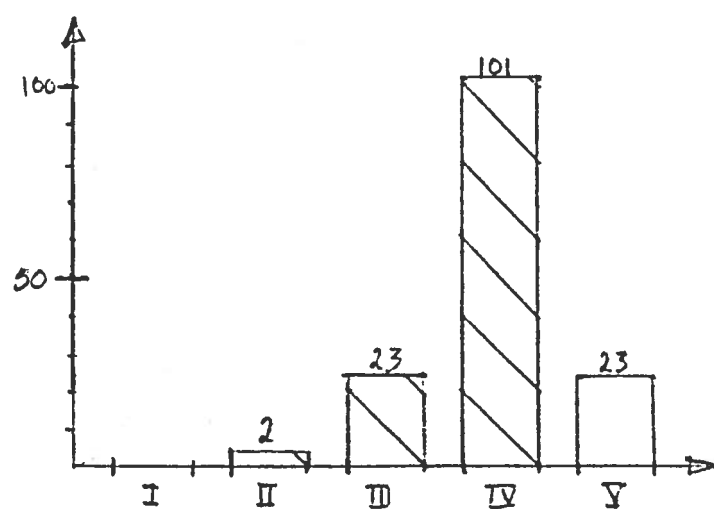
Volym:



Vikt:

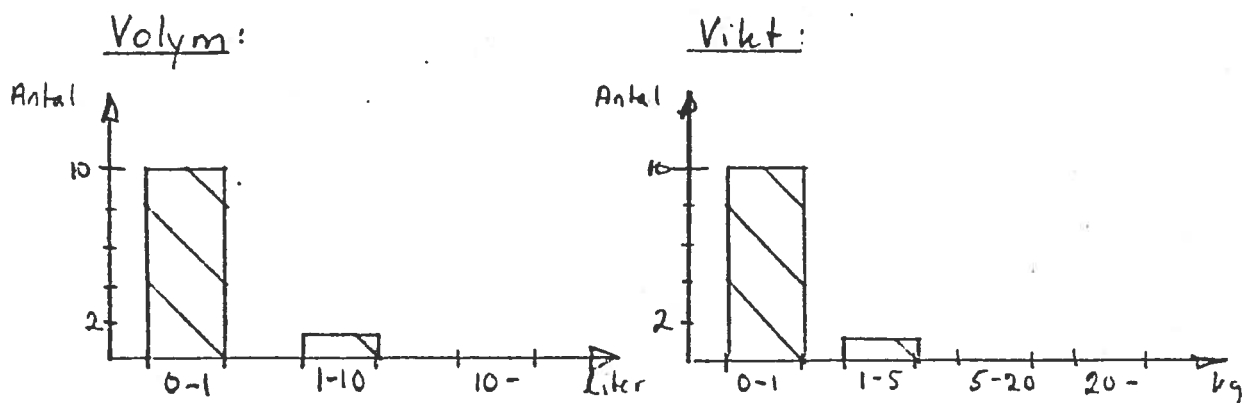


Antal fästelement



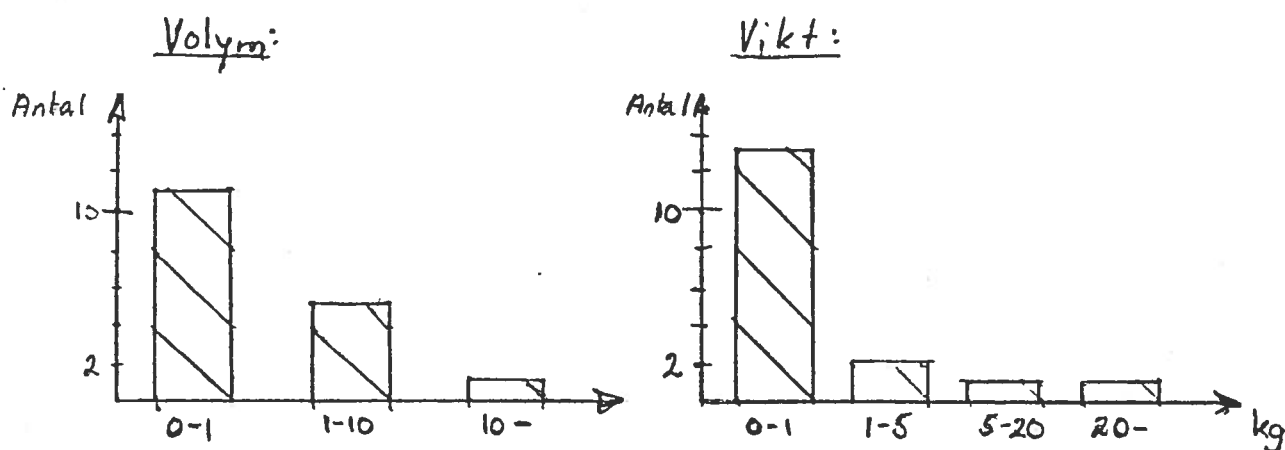
Figur 5.72

14. Reläventil park.: 1 operatör



Antal fästelement: 2 av typ 5

15 Kyl: 1 operatör

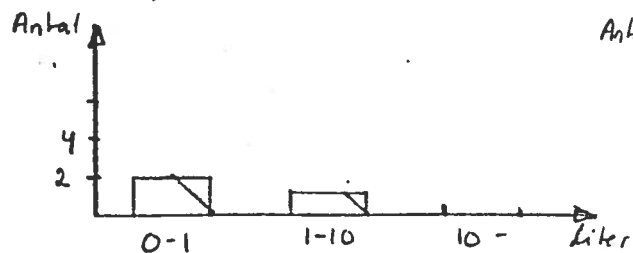


Antal fästelement: 8 av typ 4
8 av typ 5

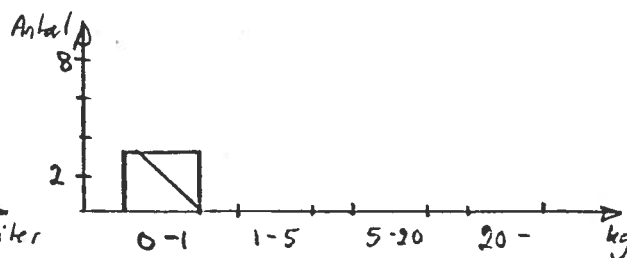
Figur 5.73

16 Frostskydds behållare: 1 operatör

Volym:



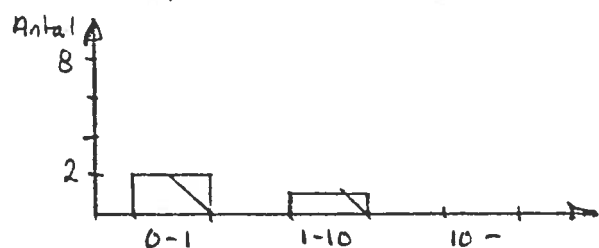
Vikt:



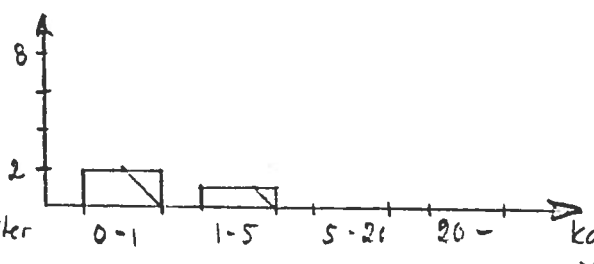
Antal fästelement: 3 av typ 5

17. Pumpkonsol: 1 operatör

Volym



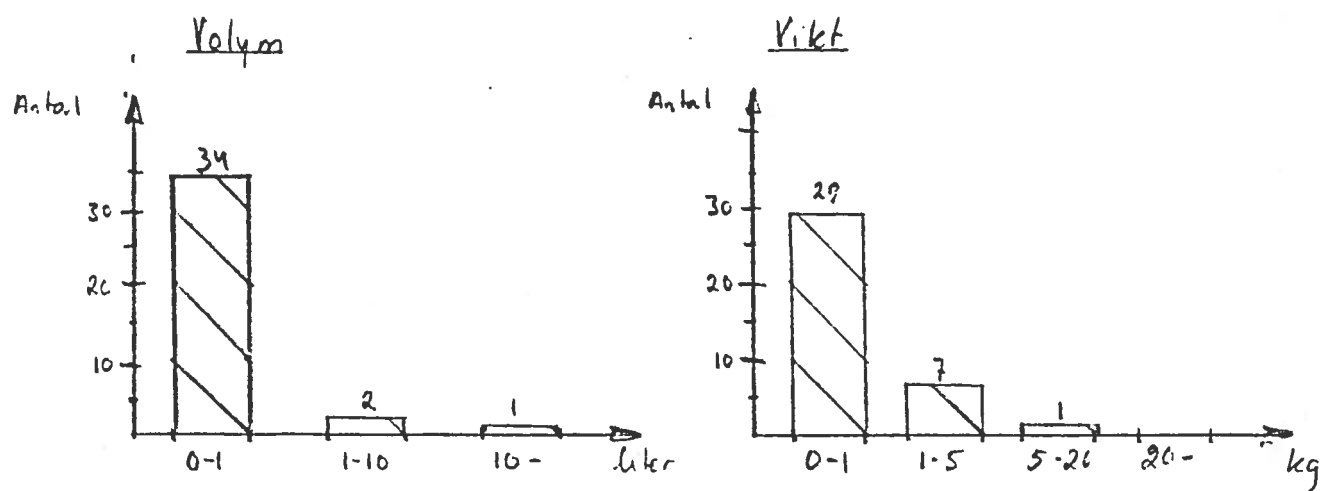
Vikt



Antal fästelement: 2 av typ 4

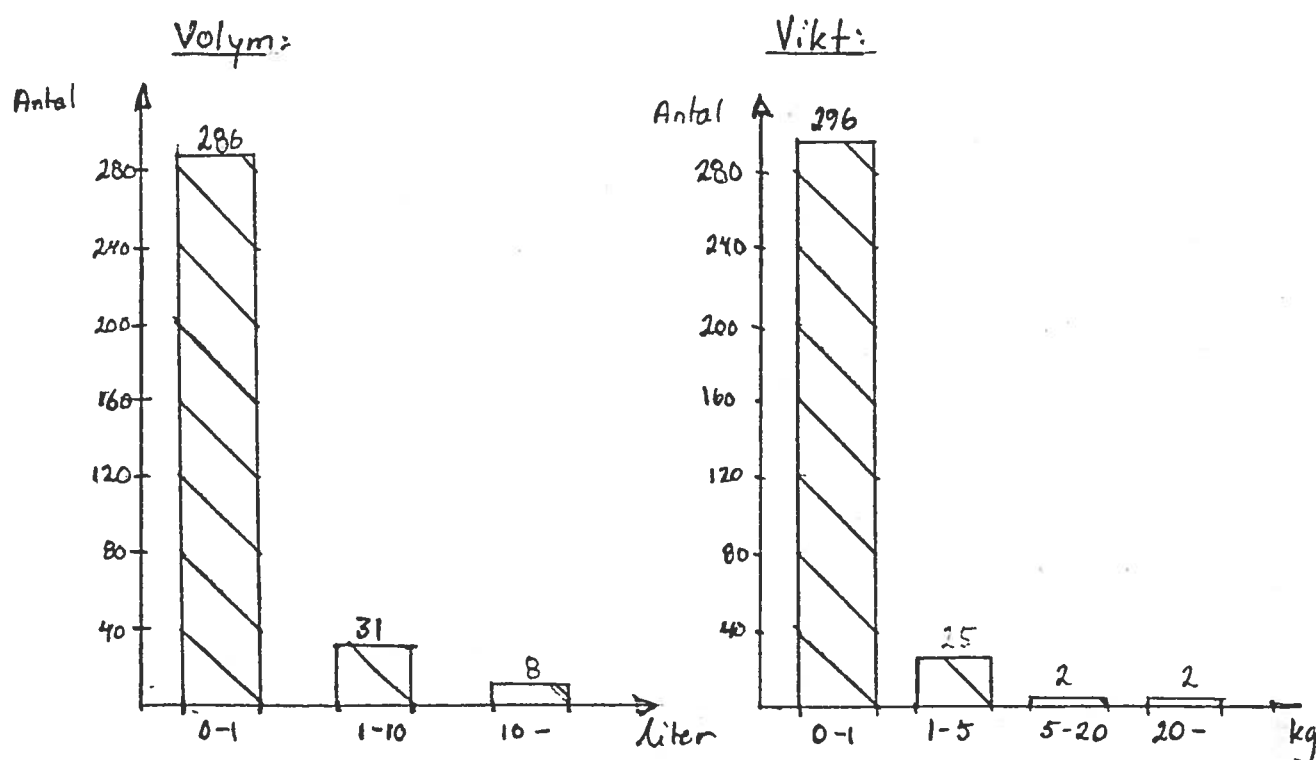
Figur 5.74

18 Bakre hyttupphängning: 1 operatör

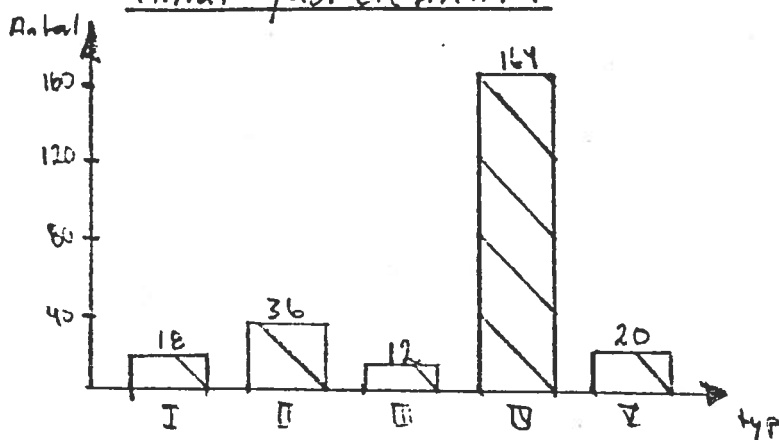
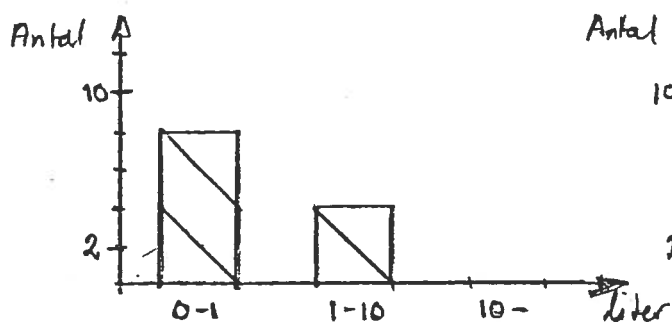
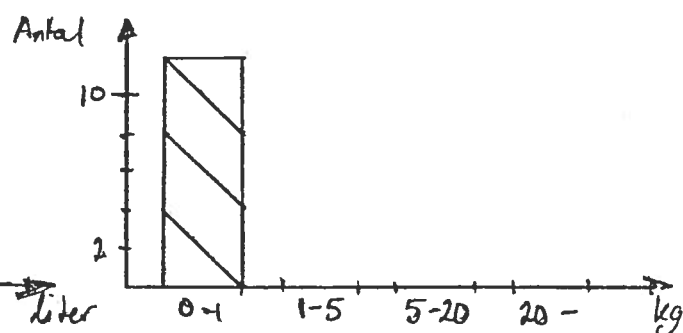


Antal fästelement. 12 av typ 4
30 av typ 5

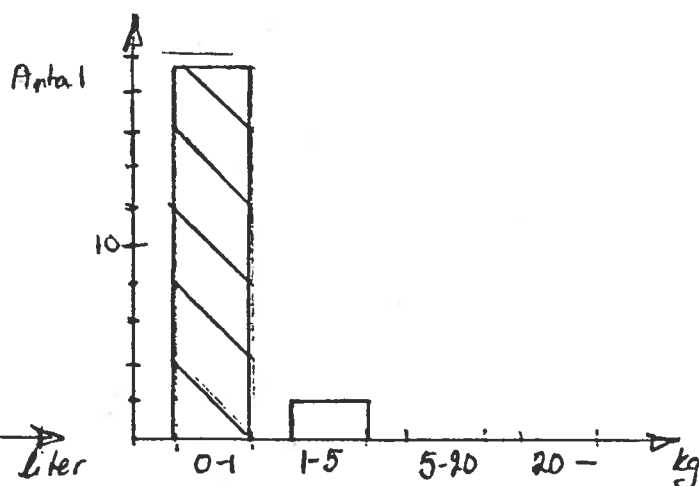
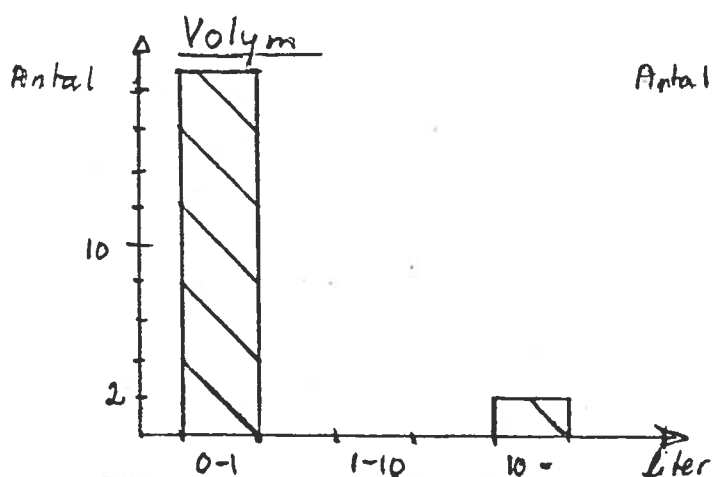
19 Hytt.: 9 operatörer



Figur 5.75

19 Hyll festsättningAntal fästelement:20 Spönnram för batteri: 1 operatörVolym:Vikt:

Antal fästelement: 8 av typ 2
8 av typ 4.

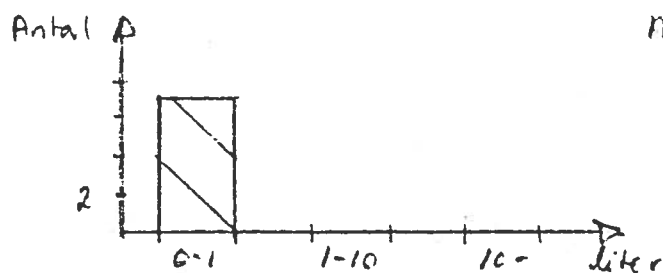
21 Grill: 1 operatörVikt:

Figur 5.76

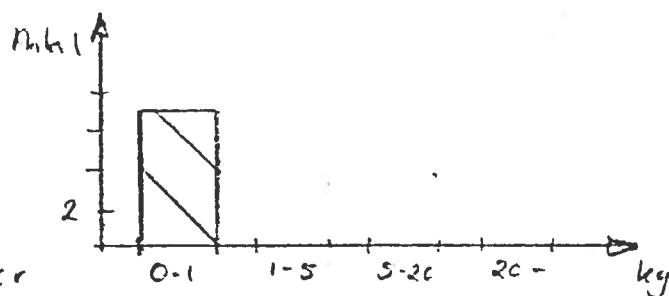
Antal fästelement: 4 av typ 1
6 av typ 5

22 Konsol skottnippel bäger sida: 1 operatör

Volym:



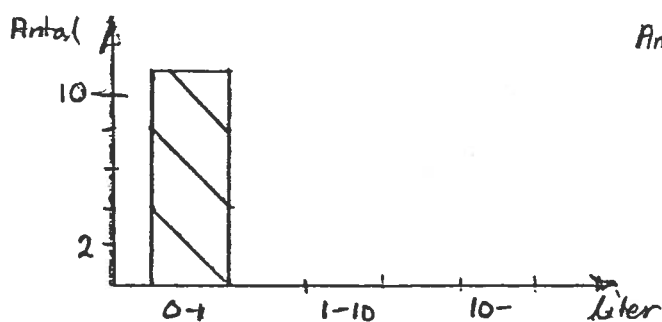
Vikt:



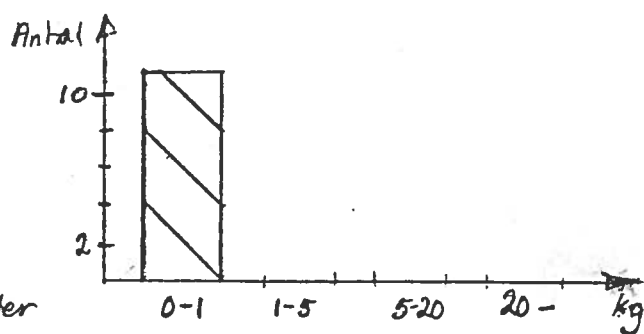
Antal fästelement: 2 av typ 4.

23: Styrventil: 1 operatör.

Volym:



Vikt:



Antal fästelement: 0

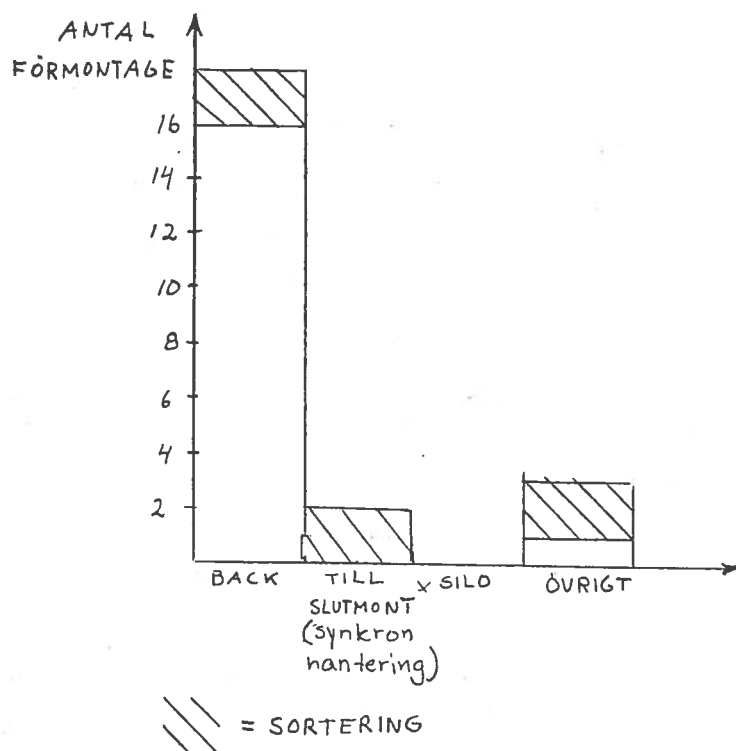
Figur 5.77

Förmonstage	Rakt		Variant	
	Back	Silo	Back	Silo
1 Styrventil			1	10
2 Reglerventil			2	6
3 Snabblossventil			2	6
4 konsol för mätarslang	1	4		
5 Lastkännande ventil			2	11
6 Styrinrättning och hyttfäste	1		9	
7 Konsol med kopplingslang			1	1
8 Bakre ledlysning		22	16	4
9 Reläventil service			1	8
10 Framaxel		1	22	9
11 Bakaxel		18	42	61
12 Stängskärmar 3 höger och vänster	4	2	6	
14 Motor och växellåda	15	39	21	80
15 Reläventil park			1	10
16 Kyl	6		7	4
Fröskyddsbehållare			2	1
pumpkonsol	1	1	1	
Bakre hyttupphängn.	10	5	1	21
Hytt	33	105	45	123
Spännram för batteri	8	4		
Grill	4	17		
Konsol skottnippel			1	6
TOTALT	83	218	183	351

Figur 5.78

Figuren anger hur materialförsörjningen sker till monteringen av de olika förmontagen. Indelningen BACK-SILO har visat sig lämplig och siffran i resp kolumn anger antal artiklar. Figuren visar också om artiklarna går på alla LV7070 eller om det är olika för olika utföranden. Av tabellen framgår att större delen (64 %) av artiklarna är variant-material, av detta är 66 % silomaterial.

Materialhantering av färdiga förmontage



Ett antal artiklar har vid studien ej kunnat delas in i "BACK/SILO" utan redovisas enskilt nedan.

Antal ingående artiklar i förmontage

Förmontage:	Framaxel	2 st
	Bakaxel	2
	Hytt	24
	Motor och växellåda	5
		<u>tot 33 st.</u>

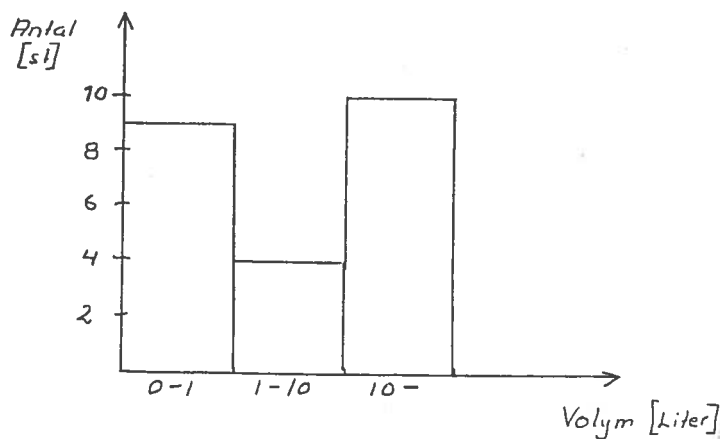
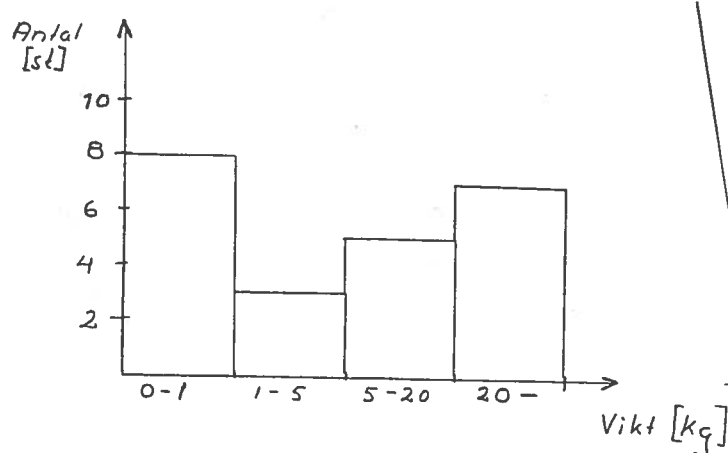
Figur 5.79

Av figuren framgår att 18 st förmontage av totalt 23 placeras i back efter montering. Av dessa sorteras 2 st, d v s de måste placeras i bestämd ordning för att gå på rätt basobjekt vid slutmonteringen. Hytt och motor går till slutline som de är och 3 st förmontage går under rubriken ÖVRIGT som avser ställning, travers o dyl.

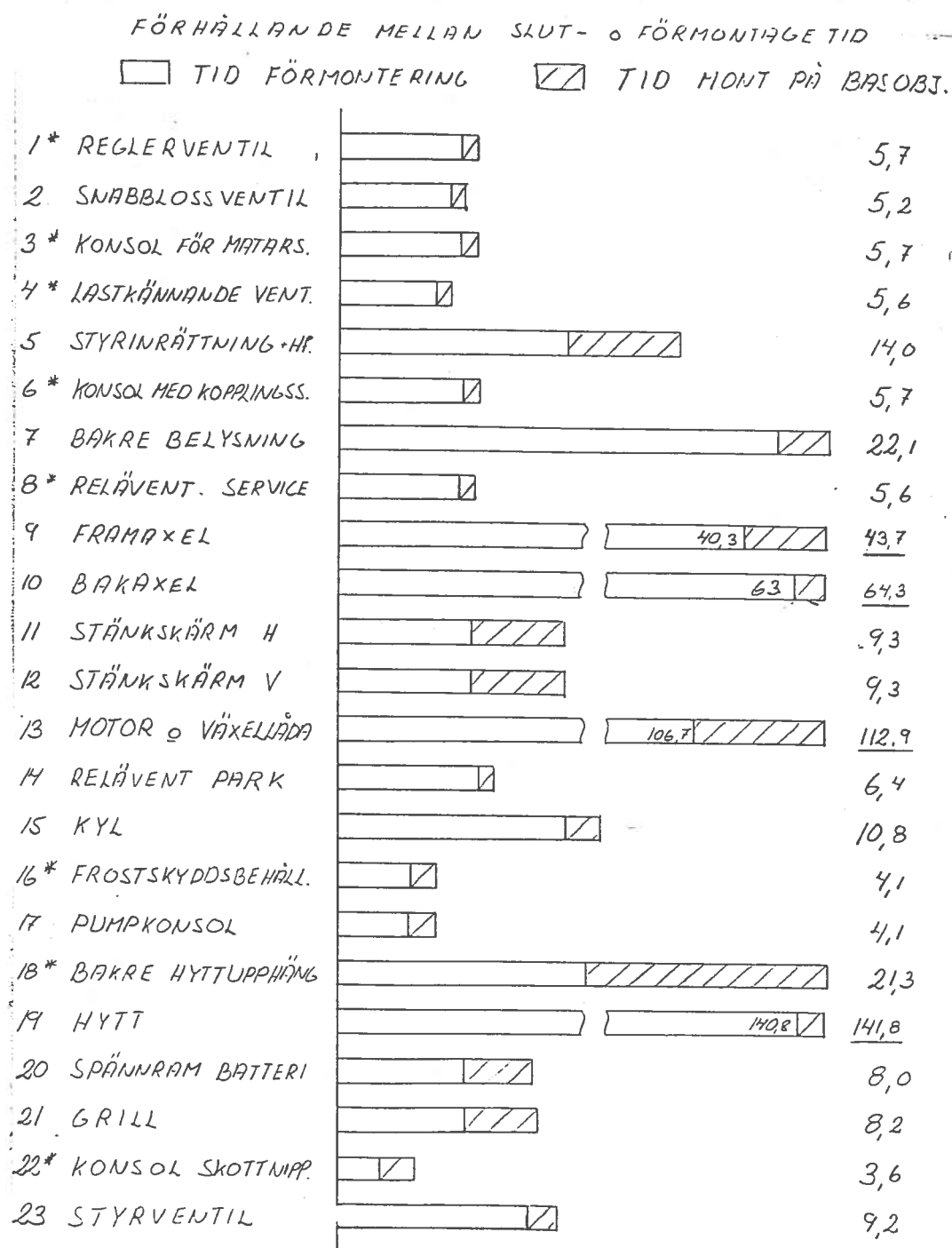
	455	
	*	
	Synkront till line	Fristående
	(omsortering ej möjlig)	(omsortering möjlig)
Reglerventil		X
Snabblossventil		X
Konsol för matarslang		X
astkännande ventil		X
Styrinrättning och hyttfäste		X
Konsol med kopplingslang		X
Bakre belysning		X
Reläventil service		X
Framare		X
Bakare		X
Stänkskärmar höger och vänster		X
Motor och växellåda		X
Reläventil park		X
Kyl		X
Frostskyddsbehållare		X
Pumpkonsol		X
Bakre hyttupphäng.		X
Hytt		X
Spännram för batteri		X
Grill		X
Konsol Skottnippel		X
Styrventil		X
TOTALT	0	2

* Avser placering i back, silo eller annan hanteringsmetod där buffertering medges (ex racks)

Figur 5.80 Figuren anger om de färdiga förmontagen går synkront till slutmontering (direkt till line) eller om de är fristående (lagras och körs till slutline). Även här har vi delat upp i rakt material och variantmaterial. Variantmaterialet svarar för 91 % av materialet och den övervägande delen av variantmaterialet är fristående (90 %).



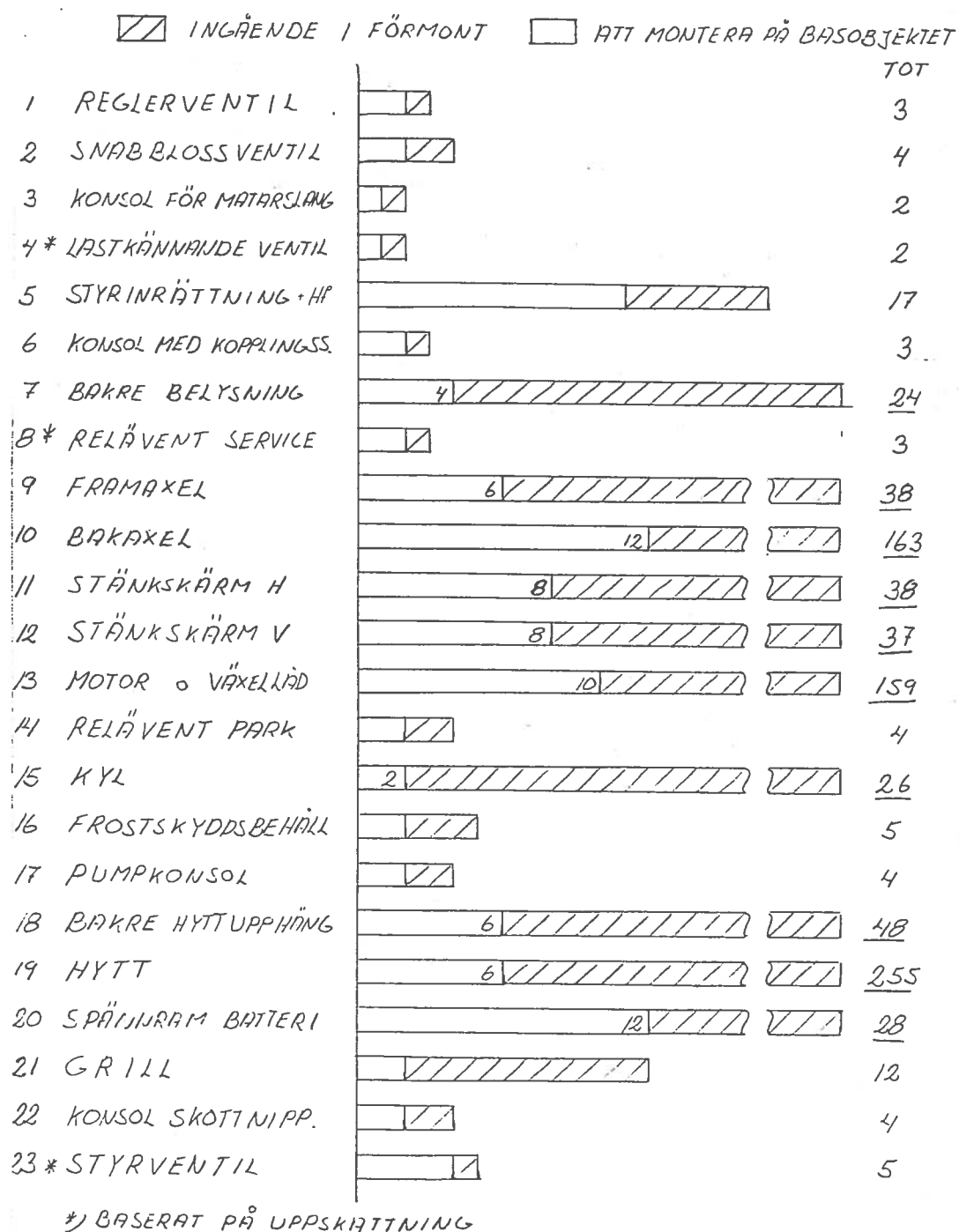
Figur 5.81 En sammanställning av de färdiga förmontagens vikt och volym. Indelningen är analog med den som tidigare anges. Det stora antalet artiklar med låg vikt och liten volym förklaras av att ett antal ventiler förmonteras. Som väntat är antalet förmon- tage med hög vikt och stor volym stort.



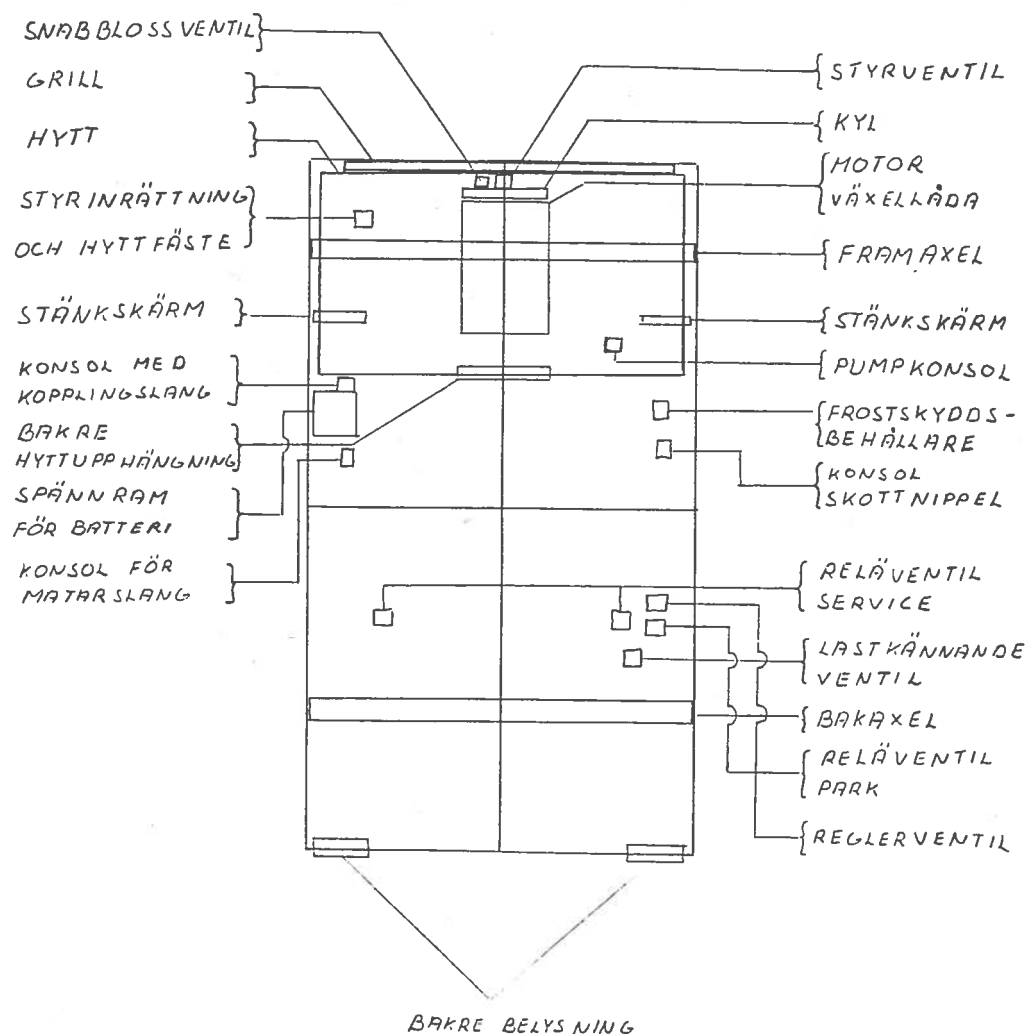
* DELAR AV TIDEN BYGGER PÅ UPPSKATTNINGAR

Figur 5.82

Figuren visar förhållandet mellan slutmontage och förmontage tid. Tiderna är hämtade ur produktionsteknikernas analyser på Volvo och hänsyn har endast tagits till direkt montering, d v s ej rengöring, materialhantering etc.



Figur 5.83 Förhållande mellan antal fästelement ingående i förmontaget och fästelement att monteras på basobjektet.

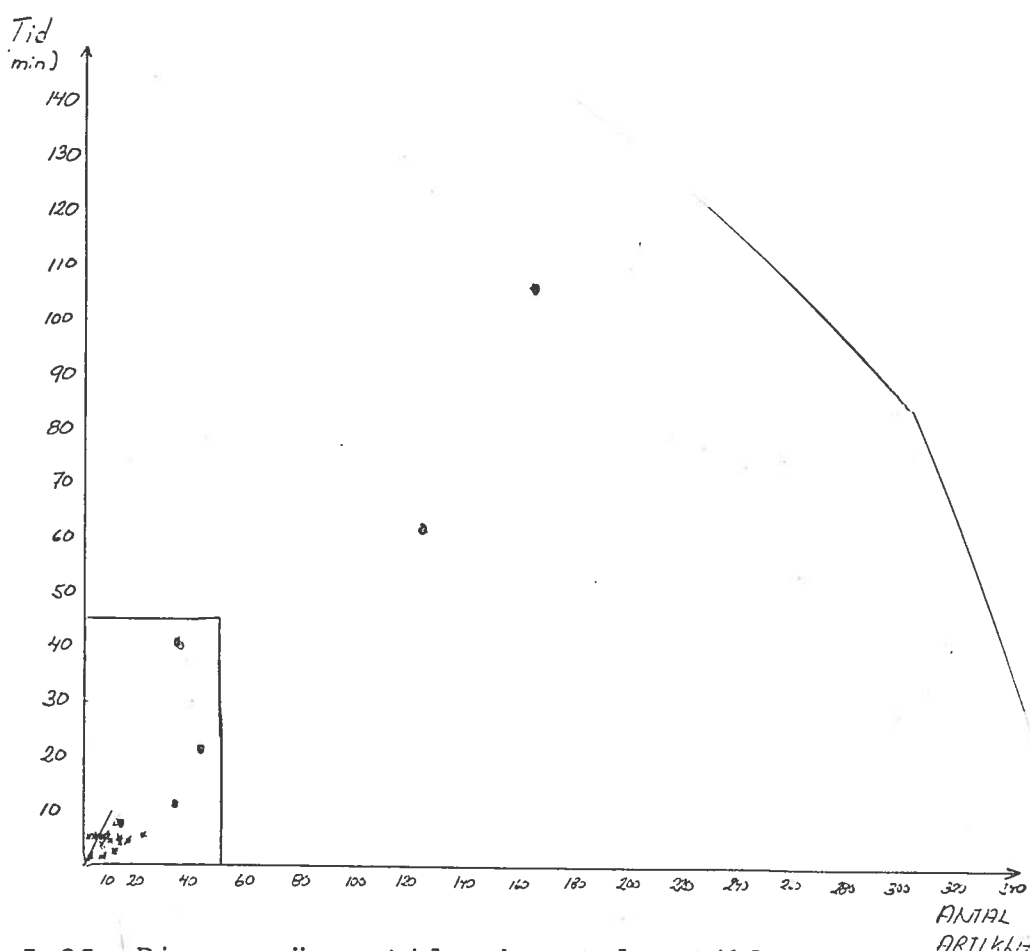


Figur 5.84 Förmontagets placering på basobjektet. Skissen visar att de flesta förmontagen är placerade på basobjektets främre halva.

Monteringstid - antal artiklar

En artikel definieras som det som fästes på basobjektet. I analysen av monteringsstid som funktion av antal artiklar har ingen hänsyn tagits till variationer i volym, vikt, utformning m m.

Då metoden att beräkna korrelationskoefficienten är uppbyggd så att extremvärden^{x)} inverkar stort, uppförstoras den del av diagrammet som befinner sig innanför rutan i figuren nedan. Med slopande av de förmonstage, fås en försämrad korrelation. r_{xy} sjunker från 0,96 till 0,83.



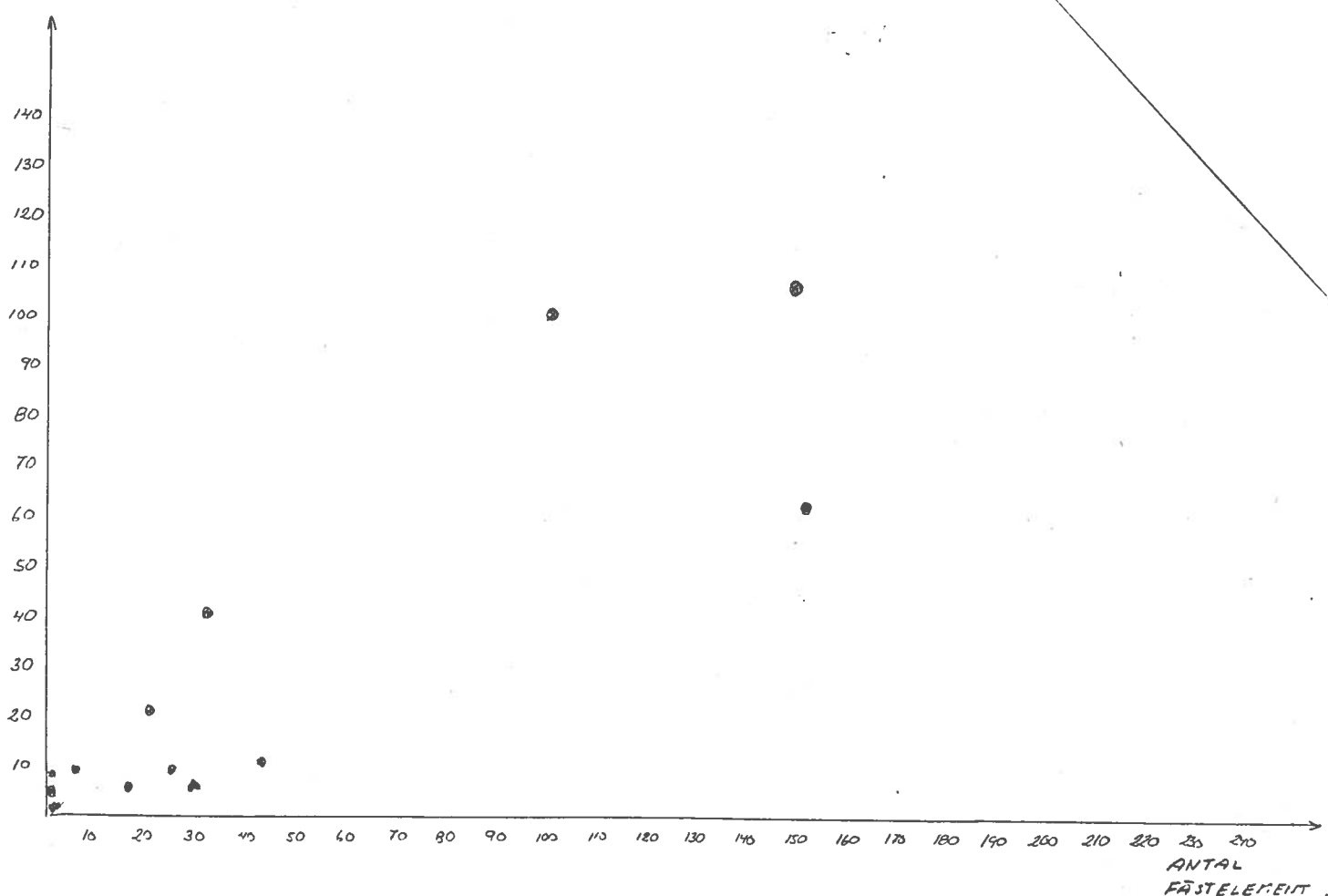
Figur 5.85 Diagram över tid och antal artiklar Volvo lastvagn 7070 förmonterade enheter.

x) Metodologiskt diskutabelt då extremvärden från en rätlinje egentligen avses.

Monteringstid - antal fästelement

Ett fästelement definieras som element som fixerar artikeln på basobjektet. Vilken typ av fästelement som ingår i förmontaget har inte medtagits i analysen. Indata använda i analysen är resultat ur blanketten "sammanställning förmontage".

Ur figuren nedan fås samma tendens som tidigare. Fyra förmontage avviker från de andra. En uppförstoring av diagrammet ger en annorlunda bild av förhållandena mellan förmontagen. Även i detta fall fås en lägre korrelationskoefficient från 0,96 till 0,89.



Figur 5.86 Observationer monteringsstid och antal fästelement, för förmontage Volvo lastvagnar typ 7070.

För att "pröva" korrelationen för mindre förmontage exkluderades de stora förmontagen, hytt, motor, växellåda och bakaxel. Då framgår genast att korrelationen mellan monterings- och antal artiklar har minskat något.

Framaxel, bakre belysning, styrinrättning och styrventil avviker från den trend de övriga förmontagen har. Avvikelse-erna för bakre belysning och styrinrättning torde bero på svårigheter att få fram rätt underlag för vad som ingår inom den avgränsning vi gjort. Styrventilen har relativt många artiklar där några är integrerade fästelement, vilket är en förklaring till avvikelse-erna.

Den stora avvikelsen för framaxeln orsakas av att en stor del av fästelementen är av typ mutter eller skruv samt typ mutter och skruv. Svår inpassarrörelse och tunga artiklar torde även inverka.

Sammanfattningsvis är det intressant att notera:

- Hög korrelation mellan monteringsstid och antalet artiklar.
- 2/3 av alla artiklar ingående i förmontagen ligger i silo.
- 2/3 av alla artiklar ingående i förmontagen är variant-material.
- 21 av 23 förmontage är varianter.
- 2 av 23 förmontage går synkront till line.
- 8 av 23 förmontage väger mindre än 1 kg.
- 7 av 23 förmontage väger mera än 20 kg.
- 9 av 23 förmontage är mindre än 1 liter.
- 10 av 23 förmontage är större än 10 liter.
- 5 - 15% av totala monteringsstiden av förmonteringen är slutmontage.