

CHALMERS



Stödverktyg för kapacitetsplanering

Kartläggning av produktion och flöde vid tillverkning av
laseravståndsmätare

Tool for capacity planning

Investigation of production and flow for manufacturing laser rangefinders

Examensarbete inom Mekatronikingenjörsprogrammet

TIM ARNESEN

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Göteborg, Sverige, 2012

Förord

Detta examensarbete är utfört på Saab Electronic Defense Systems i Göteborg. Examensarbetet har varit en avslutande del i min högskoleingenjörsutbildning med inriktningen Mekatronik på Chalmers Tekniska Högskola. Eftersom jag tidigare genomfört två praktikperioder på företaget genom skolan känns det bra att kunna avsluta med ett examensarbete på samma företag.

Jag vill passa på att tacka de människor som gjort det möjligt för mig att genomföra detta arbete.

Ett speciellt tack till:

Patrik Stenqvist, handledare Saab Electronic Defence Systems

Mats Alemyr, handledare Chalmers Tekniska Högskola

Daniel Mossberg, chef på metodgruppen Saab EDS

Anställda på metodgruppen Saab EDS

Chefer och anställda på laserproduktionsavdelningen Saab EDS

Examensarbetet har varit intressant, utmanande och framförallt lärorikt. Det har givit en inblick i hur ingenjörsarbete på ett större företag går till.

Tim Arnesen

Sammanfattning

SAAB AB EDS är ett företag inom försvarsindustrin som tillverkar radar och positioneringssystem. Företaget är beläget i Göteborg och deras tillverkning är riktad mot både nationella och internationella kunder.

Då produkterna används inom försvar är det av största vikt att produkterna håller högsta kvalitet och levereras i tid. Detta är framförallt viktigt för att stå sig i konkurrensen från andra företag i branschen men även för att undvika böter som kan utdelas vid sena leveranser av produkter.

Från juni 2011 till mars 2012 bedrivs ett större projekt för industrialisering och förbättring av produktionen av laseravståndsmätare.

Detta examensarbete har varit en del av detta projekt med syfte att kartlägga produktionen av laseravståndsmätare och ta fram en metod för resursplanering.

För att kunna göra en kartläggning genomfördes ett antal delmoment under arbetet. Delmomenten var produktionsbesök, kartläggning med spaghettidiagram, inventering av utrustning samt sammanställning av tillgängliga personalresurser. Under arbetets gång genomfördes även litteraturstudier inom Lean Production.

Arbetet resulterade i en kapacitetsmatris i programmet Excel som kan användas för resursplanering och för att lokalisera eventuella resursbrister.

Resursplaneringen kan även hjälpa till att jämnna ut arbetsbördan och på så sätt kan en hög produktkvalitet bibehållas.

En del av slutsatserna som drogs på vägen vid framtagandet av matrisen har lett till förslag om förändrat upplägg i material- och produktionsstyrningssystemet (MPS-systemet) C:M.

Abstract

SAAB AB EDS is a company in the defence industry that manufactures radar and positioning systems. The company is located in Gothenburg and the manufacturing is directed to both national and international customers.

Since the products are for military use it is important that they are of top quality and delivered on time. This is important not only to withstand competition, but also to avoid fines that can be handed out in case of late delivery.

From June 2011 to March 2012 a major project for industrialisation and improvement is conducted on the production section for laser rangefinders.

The thesis has been a part of this project with aim to get a view of the production of laser rangefinders and to create a method for resource planning.

To be able to map the production a number of tasks were completed. Those were shop floor visit, mapping with spaghetti diagrams, inventory of equipment and compiling of available personnel resources. During the thesis a variety of literature about Lean Production was consumed.

The thesis resulted in an Excel-based capacity-matrix which can be used for planning of resources and locating eventual lack of resources.

The planning of resources can also help evening out the workload and that can lead to a maintained high level of product quality.

Some of the conclusions made during the evolution of the matrix have lead to suggestions about a changed arrangement in the material planning system.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsning	1
1.4 Frågeställning	2
2 TEORI	3
2.1 Lean Production	3
2.2 JIT, Jidoka och Lean-templet	3
2.3 Lagar kring processers flöde	5
2.4 De 7+1 slöserierna	5
2.5 Verktuget spaghettidiagram	6
2.6 Kapacitet	7
3 METOD	8
3.2 Intervjuer	8
3.3 Litteraturstudier	8
4 NULÄGESBESKRIVNING	11
4.1 Produktbeskrivning	11
4.2 Tillverkning	12
5.1 Beskrivning av kapacitetsmodellens uppbyggnad	16
5.2 Verifiering av kapacitetsmodell	19
5.3 Lokalisering av flaskhalsar	20
5.4 Anpassning för variationer	20
6 DISKUSSION	21
6.1 Flaskhalsar och variationer	21
6.2 Slöserier	21
6.3 Kapacitet	22
7 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	23
7.1 Slutsatser	23
7.2 Rekommendationer	23
8 REFERENSLISTA	25
8.1 Böcker	25
8.2 Webbkällor	25

Bilagor

- Bilaga 1:** *Spaghettidiagram för produkter*
Bilaga 2: *Bilder på kapacitetsmodell*
Bilaga 3: *Produkters ockupation av utrustning*

1 Inledning

Nedanstående kapitel beskriver bakgrund, syfte avgränsningar och frågeställning som togs upp under arbetets gång.

1.1 Bakgrund

SAAB Electronic Defence Systems är ett företag beläget i Kallebäck i Göteborg.

Företaget tillverkar radarsystem för militärt bruk och civil säkerhet.

Företaget har även en tillverkning av laserenheter för avståndsmätning.

Produktionen av dessa var fram till 2007 belägen i Gamlestan i Göteborg under namnet SAAB Avionics. I augusti 2007 gick hyreskontraktet ut för lokalen i Gamlestaden, produktionen flyttade då till Kallebäck där SAAB Microwave Systems var beläget. Detta för att centrera verksamheten i Göteborg till ett ställe.

I samband med detta gick SAAB Microwave Systems och Avionics ihop under det nuvarande namnet SAAB EDS.

I lokalerna i Gamlestaden skedde all montering och provning i samma rum, avstånden från ett monteringssteg till en provning var små.

Efter flytten till nya lokaler är förutsättningarna helt annorlunda. Provning och montering sker inte längre lika nära varandra och avstånden har ökat.

Mellan juni 2011 och mars 2012 pågår ett stort arbete för förbättring och industrialisering på avdelningen för laserproduktion. Detta examensarbete är en del av detta.

1.2 Syfte

Uppdraget syftar till att kartlägga verksamheten för produktion av laserenheter.

Målsättningen är att ta fram en metod för resursplanering. Detta för att bidra till att få ett jämt flöde där stopp och förseningar undviks och en hög produktkvalitet kan säkerställas.

Kartläggningen kommer även fungera som stöd för ett ombyggnadsprojekt i produktionsavdelningen.

1.3 Avgränsning

Arbetet begränsas till den interna produktionen av laserenheter. Inflödet av råmaterial berörs ej, det förutsätts finnas på hyllan.

Analysen gäller alltså från start av produktion till en färdig produkt för kundleverans(testad och klar) på de olika laserenheterna.

Arbetet avgränsas till att kartlägga produktionskapaciteten på avdelningen för laserproduktion.

1.4 Frågeställning

Följande frågeställning kommer behandlas i arbetet:

Hur kan man skaffa sig en översikt över produktionskapacitet?

Hur kan man skapa flöde i produktionen och säkerställa en hög kvalitet på produkterna?

Hur kan man utveckla ett verktyg för resursplanering?

2 Teori

Följande kapitel beskriver teorier och modeller som använts som referens för examensarbetet.

2.1 Lean Production

Lean Production är ett begrepp som tillämpats mycket på senare år, framförallt inom tillverkningsindustrin.

Begreppet Lean Production blev populärt i början av 1990-talet då boken ”The Machine that Changed the World” släpptes. (Bergman, Klefsjö 2007)

Uttrycket kommer från beskrivningen av Toyotas sätt att producera bilar som ansågs smärt och smidigt. En bra beskrivning av produktionssättet är att det är resurseffektivt.

Toyotas sätt att producera bilar kallas Toyota Production Systems och skapades i slutet av 1940-talet av Taiichi Ohno.

(Petersson, Johansson, Broman, Blücher, Alsterman 2009)

Taiichi Ohno hade varit i USA och studerat amerikansk biltillverkning.

Tillverkningen där bestod av stora maskiner som skulle kunna så mycket som möjligt och producera så mycket som möjligt hela tiden, utnyttjas till max.

Resurser och material fanns i överflöd maskinerna skulle bara gå.

Japan hade inte den här lyxen, de hade precis förlorat ett världskrig och landet var utfattigt. (Petersson, Johansson, Broman, Blücher, Alsterman 2009)

Toyota valde att fokusera på att med små medel tillverka något som kunden ville ha. Istället för att producera en mängd bilar som kunder kunde välja bland fick kunden beställa den bil de ville ha och Toyota byggde därefter.

Toyota frågade kunden vad vill du ha och när vill du ha den?

Om kunden säger 1 juni tar Toyota reda på vad som behöver göras för att ha en färdig bil den 1 juni.

Om bilen byggs i flera steg tar de reda på när behöver sista steget påbörjas för att kunna leverera den 1 juni. Steget innan dess tar reda på när det behöver påbörja sitt arbete för att leverera till sitt slutdatum och så går det vidare så ner till produktionsstart.

(Modig 2011).

Man strävar efter att leverera precis det datum som anges för att undvika lagerhållning, så kallad Just-In-Time princip (JIT).

2.2 JIT, Jidoka och Lean-templet

JIT är en av Toyotas huvudprinciper, man vill aldrig ha stillastående produkter i systemet. Det skall vara ett kontinuerligt flöde. JIT skapar ett dragande system där man utgår från slutliga leveransdatumet och sätter interna leveransdatum därefter.

Den andra huvudprincipen kallas Jidoka och är ett japanskt begrepp som innebär att bygga in kvalitet i produkten genom att göra rätt från början och stoppa direkt om något skulle gå fel. Ett japanskt begrepp kallat Poka Yoke står för lösningar som mer eller mindre gör det omöjligt att göra fel. Exempel på sådana lösningar kan vara utformning på en detalj som gör den omöjlig att montera på fel sätt.

Dessa två huvudprinciper utgör grundpelarna i den visuella Lean-modellen som ofta illustreras som ett tempel (Se Fig 1). JIT och Jidoka utgör grundpelarna med sina principer. Taket består av målen: högsta kvalitet, kortast ledtid och lägst kostnad. Grunden består bland annat av utjämning, att man strävar efter en jämn arbetsbelastning.

En jämn arbetsbelastning är en förutsättning för att JIT och Jidoka skall kunna uppfyllas och anses därför väldigt viktigt att försöka åstadkomma.

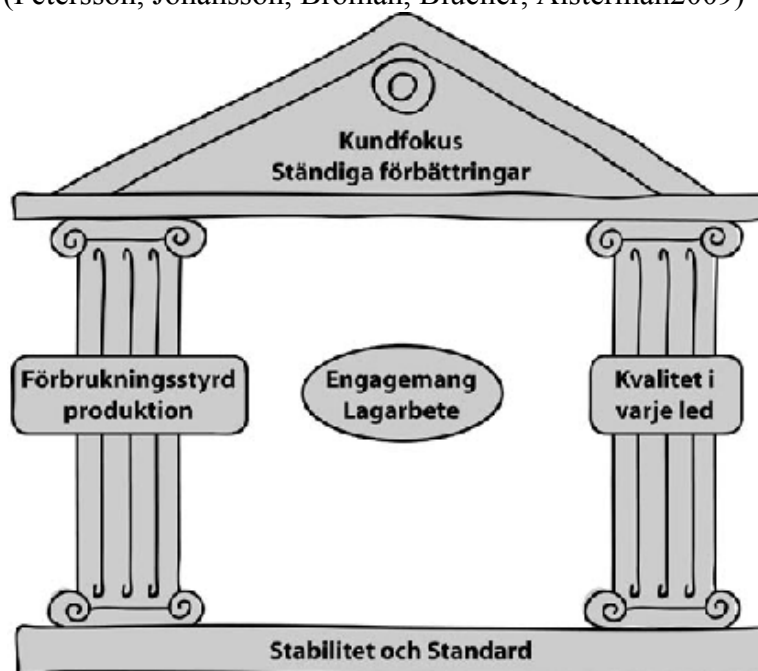
Principerna är var för sig viktiga för att uppnå ett bra resultat i Lean-arbetet, för att kunna prioritera aktiviteter är det dock viktigt att även förstå sambanden mellan grunden, pelarna och taket.

Utgjämning är som sagt en förutsättning för de båda huvudprinciperna. Ett jämt flöde i produktionen gör att tider blir förutsägbara, detta resulterar i att JIT-principen blir lättare att uppnå.

Utgjämning skapar även en jämn arbetsbelastning, detta gör det lättare att bibehålla kvaliteten i produkterna. Perioder med mycket stor arbetsbelastning kan ofta leda till stress, detta i sin tur kan få negativa konsekvenser för kvaliteten. Perioder med ovanligt låg arbetsbelastning kan även den påverka kvaliteten negativt då det är lätt hänt att tanken hos människan vandrar iväg vid understimulans.

En jämn arbetsbelastning blir därför en förutsättning för att målet om kortast möjliga ledtid, högsta kvalitet och lägsta kostnad skall uppnås.

(Petersson, Johansson, Broman, Blücher, Alsterman 2009)



Figur 1. Exempelbild på Lean-templet där grundpelarna är förbrukningsstyrd produktion (JIT) och kvalitet i varje led (Jidoka).

(<http://extra.ivf.se/lean/Principer/grunder.htm>)

2.3 Lagar kring processers flöde

För att kunna uppnå ett så kontinuerligt flöde som möjligt gäller det att förstå sig på vad som påverkar flödet i processer. Processer styrs av vissa lagar som påverkar flödet (Modig, Åhlström 2011) Några av lagarna presenteras nedan.

Little's lag:

Genomloppstiden = Cykeltiden x antalet enheter i flödet.

Två faktorer påverkar genomloppstiden, cykeltiden och antalet enheter man har i flödet. Om en produkt har en viss cykeltid för och det förutsätts att den inte förändras betyder detta att antalet enheter är den variabel som påverkar genomloppstiden för en beställning. Ju fler enheter i systemet desto längre bli genomloppstiden.

Lagen om flaskhalsar:

En flaskhals är en station eller ett moment i flödet där det bildas kö. Kravet för att det ska klassas som en flaskhals är att produktionen måste ske i en särskild ordning, att man inte kan kringgå stationen. För att det skall vara en flaskhals krävs även att stationen efter flaskhalsen blir stående och väntar på det som ska igenom flaskhalsen.

Lagen om variationers påverkan:

Variationer skapar ojämnheter i ett produktionsflöde. Olika produkter har olika cykeltider och kommer att ta olika tid på varje station. Om du bara tillverkar en produkt kommer cykeltiden vara i stort sett samma för varje enhet, det blir då lättare att få ett jämt flöde genom systemet.

2.4 De 7+1 slöserierna

Förutom att identifiera vilket värde som skall skapas är en stor del av Lean production att man skall identifiera och eliminera slöseri. Ofta nämns de sju typerna av slöseri som är:

- Överproduktion – Produkter som ligger och väntar på kunder skapar inget värde, därav sträva efter dragande system
- Väntan – om en operatör eller maskin måste vänta på resurser eller material skapas inget värde
- Transport och onödiga rörelser – transporter skapar inget värde, kan man eliminera transport utan att skapa andra problem har man eliminerat slöseri
- Felaktiga processer – om en process skapar felaktiga produkter måste denna omedelbart rättas till för att inte orsaka mer slöseri
- Lager – material som ligger och väntar i lager skapar inget värde
- Producera och omarbota defekta enheter
- Säkerhetsbrister – riskerar att orsaka skador, detta skapar otrygghet och därmed en mindre effektiv arbetsmiljö (Bergman, Klefsjö 2007)
- Det åttonde slöseriet som tillkommer är när medarbetares kreativitet inte utnyttjas (Bicheno 2006)

2.5 Verktöget spaghettidiagram

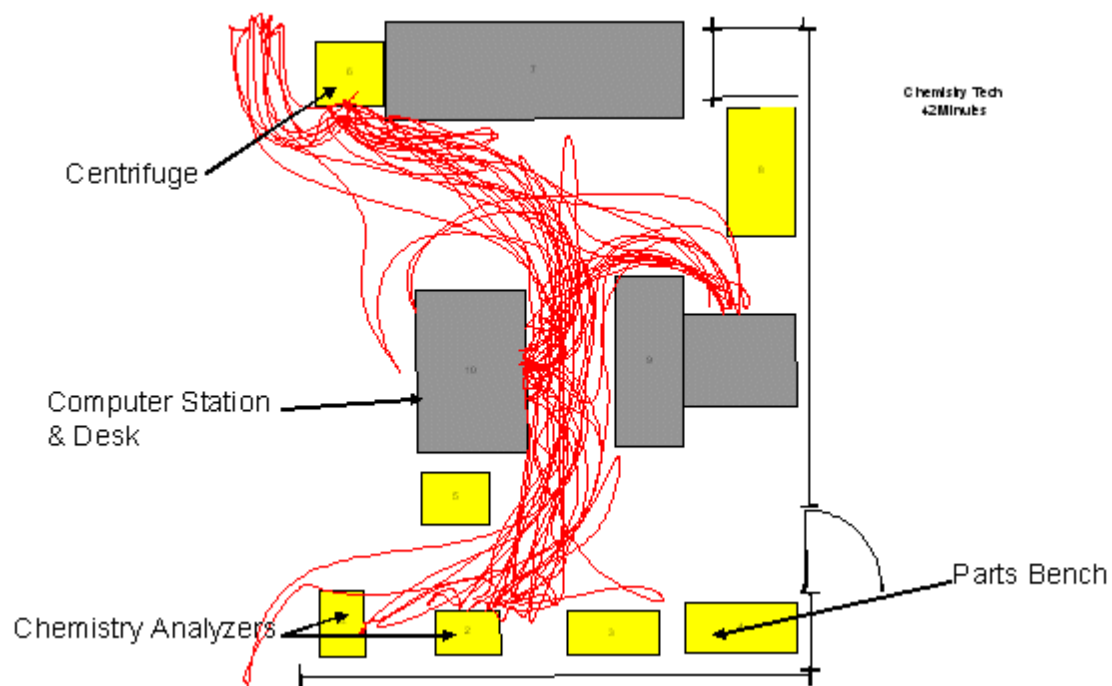
För att kartlägga en verksamhet finns inom Lean en mängd olika så kallade verktyg. De flesta är generella och mer vägvisande mallar på hur man kan göra snarare än exakta metoder.

Ett sådant verktyg är spaghettidiagrammet. Det är en enkel metod för att kartlägga en produkts fysiska flöde i produktionen. Diagrammet visar slöserier kopplade till transporter och förflyttningar i anläggningen (Se Fig 2).

Spaghettidiagrammet kan genomföras på en mängd olika sätt, allt som krävs är ett layoutdiagram över fabriken.

Produktens väg följs sedan och stoppunkter markeras.

Ett spaghettidiagram kan även användas för att chocka genom att visa en stor mängd förflyttningar och transporter. (Bicheno 2006)



Figur 2. Exempel på hur ett spaghettidiagram kan se ut.
(<http://www.sprickstegall.com/services/three-lean-tools/>)

Ett annat exempel på verktyg som kan användas vid kartläggning av verksamhet är en så kallad värdeflödesanalys. En värdeflödesanalys genomförs även den med papper och penna. Istället för en layout över produktionsytan ritas man upp en produktfamiljs flöde genom produktionen, med stopp och lagerplatser markerade. (Bicheno 2006)
Resultatet ser ut ungefär som ett flödesschema.

2.6 Kapacitet

Kapacitet beskrivs som förmågan att uträtta något (Nationalencyklopedin 2011). Som företag är det viktigt att balansera tillgänglig kapacitet mot behovet av kapacitet. För stor kapacitet kan vara lika ofördelaktigt att ha som för liten kapacitet (Krajewski & Ritzman 2002). För en resursenhet finns två olika typer av kapacitet, dessa är volymkapacitet och genomloppskapacitet (Mattsson & Jonsson 2003).

Med volymkapacitet avses hur många timmar eller andra kapacitetsenheter en resursenhet presterar per tidsperiod, till exempel hur många arbetstimmar som kan presteras på en vecka. Vid kapacitetsplanering är det volymkapaciteten som är intressant. (Mattsson & Jonsson 2003)

Genomloppskapacitet innebär hur många timmar i en tidsperiod som kan avsättas för en viss operation. Genomloppskapaciteten är snarare ett uttryck för hur lång tid det tar att genomföra en aktivitet än ett mått på hur många timmar som kan utföras totalt under denna tid. Begreppet är intressant främst vid till exempel genomloppsplanering, operationstidssättning och leveranstidsplanering. (Mattsson & Jonsson 2003)

Kapacitet kan delas in i fyra olika nivåer, maximal kapacitet, nominell kapacitet, bruttokapacitet och nettokapacitet. Den maximala kapaciteten är den teoretiska kapacitet man skulle få ut av en produktionsgrupp om produktionen pågick dygnet runt, varje dag året om. Den nominella kapaciteten är den kapacitet man beräknar vara tillgänglig för en produktionsgrupp och anges ofta i fyra variabler: antalet produktionsenheter i gruppen, antal skift per dag, antal timmar per skift samt antalet arbetsdagar för perioden. Om det exempelvis finns 5 maskiner i en produktionsgrupp, gruppen arbetar ett skift, varje skift är 8 timmar och en arbetsvecka innehåller 5 arbetsdagar kommer den nominella kapaciteten vara $5 \times 1 \times 8 \times 5 = 200$ timmar för den veckan. Bruttokapaciteten fås av att man räknar bort olika former av kapacitetsbortfall från den nominella kapaciteten. Det kan exempelvis vara maskinhaverier, underhåll eller dylikt.

Hänsyn måste även tas till olika former av indirekt tidsbortfall som är nästan oundvikligt. Sådana bortfall kan exempelvis vara väntetid på material. Även ej planerbar tillverkning såsom omarbete och akutordrar måste tas hänsyn till. När den nominella kapaciteten justerats även i detta avseende får man fram nettokapaciteten. (Mattsson & Jonsson 2003)

3 Metod

Kapitlet beskriver vilka metoder som användes under examensarbetets gång.

3.1 Observation

För att få en förståelse för produkterna som tillverkas på avdelningen besöktes produktionen. Tillsammans med handledare besöktes de olika produktionsytorna för att se hur produkterna byggs upp och vilka anställda som gör vilken del.

Vid intervjuer med personal användes ostrukturerade intervjuer.

Områden som besöktes var monteringsytor, tvättrum, rum för sändartillverkning samt rum för olika typer av provning.

3.2 Intervjuer

Under arbetets gång genomfördes en rad intervjuer med människor som jobbar inne i eller i anslutning till laserproduktionen.

För att få en uppfattning av hur intervjuer skulle läggas upp besöktes Internet för att hämta information om intervjuer.

Intervjuer kan vara ostrukturerade, semistrukturerade eller strukturerade.

Metoden som användes var ostrukturerade intervjuer. Dessa går ut på att frågorna avgörs efter intervjusituationen och informantens svar. Detta för att kunna anpassa intervjun och följdfrågor utefter den information som erhöles under samtalen.

Denna metod gör det även lätt att anpassa intervjuer beroende på vem som intervjuas. Enligt <http://kvalitativmetod.webs.com/intervjuer.htm> (2012-02-16) finns några saker att tänka på vid intervju:

- Börja att fråga om det närliggande
- Ställ inte för svåra frågor utan formulera frågor så att de matchar informantens förmåga
- Ställ frågorna i logisk följd
- Ställ följdfrågor
- Värdera inte svaren
- Sammanfatta
- Tacka för informantens insats

3.3 Litteraturstudier

Under arbetets gång genomgicks litteratur och utbildning inom Lean Production och kapacitetsplanering.

Litteratur inom Lean Production fanns tillgänglig på arbetsplatsen och i tidigare kurslitteratur.

Litteratur för kapacitetsplanering lånades på Chalmers bibliotek efter en sökning på ordet kapacitetsplanering

3.4 Kartläggning med spaghettidiagram

För kartläggning av produkternas flöde valdes verktyget spaghettidiagram. Detta på grund av enkelheten vilket var fördelaktigt då kartläggningen gällde flera produkter. Kartläggningen skedde produktvis för att få en blick över produkternas geografiska förflyttning. Ett diagram för varje produkt togs fram. För att få en så tydlig bild som möjligt över en produkts förflyttning valdes att följa produkternas hus. Med huset menas själva ytterhöljet på produkten som alla komponenter monteras i.

För att skapa ett diagram behövdes en karta över produktionsytan, penna samt kännedom om produktens samtliga förflyttningar.

För varje diagram kallades ett möte med en konstruktör, tekniker, planerare eller provare för varje produkt. Personalen med expertisen beskrev sedan produktens väg och anhalter i lokalen som ritades in i ritningen med pennan.

3.5 Inventering av utrustning

En inventering av utrustningen genomfördes på avdelningen. Denna var nödvändig för att kunna ta reda på vilken kapacitet som finns för att producera produkter. Den utrustning som gicks igenom var större maskiner och riggar som ockuperas av produkterna. Handhållna verktyg och dylikt togs inte i beaktning.

I inventeringen togs upp vilka maskiner som fanns, hur många av varje sort samt även vilka produkter som ockuperar vilka maskiner.

3.6 Sammanställning av personalresurser

För att veta vilken tillgänglighet som finns på personalstyrkan behöver man veta vilken personal som finns.

För att kunna reda ut detta kontaktades produktionsavdelningens chef.

Denne sammanställde en lista över sina anställda. Listan innehöll information om hur många som jobbar på avdelningen och vilken befattning varje anställd har t.ex. montörer, provare eller avsynare. Av listan framgår även hur mycket personalen jobbar, om någon är sjukskriven för tillfället eller föräldraledig eller något annat som påverkar arbetsmängden.

Det är från denna lista som den tillgängliga arbetstiden för varje kompetens hämtas till den slutgiltiga kapacitetsmodellen.

3.7 Uppställning av kapacitetsmodell

För att förenkla planerarnas arbete bestämdes att ta fram ett stödverktyg för kapacitetsplanering.

Verktyget skulle kunna visualisera den tillgängliga produktionskapaciteten och kapacitetsåtgången på avdelningen.

För att möta detta behov ställdes en kapacitetsmodell upp. Modellen är en matris gjord i Microsoft Excel som visar hur mycket kapacitet det finns för att producera produkter. Kapaciteten mäts i det här fallet i timmar.

Varje produkt kartlades utifrån vilken tid de tar att tillverka.

För att veta vilken tid en produkt tar studerades operationskortet i planeringssystemet C:M. Studeras operationskortet för en produkt räknas dock inte underdetaljerna in och även de står för en tidsbelastning på personalen.

För att få fram tider för underdetaljer studerades produktstrukturer där underdetaljerna står angivna och operationskort för underdetaljerna studerades därefter.

Ett problem med att följa operationskorten är att de är ganska oprecisa i beskrivningen av vilken kompetens som gör vad då operationerna ligger på olika så kallade workcenter.

Till exempel ligger både förbindning, montering av optikdetaljer samt montering på översta nivån under samma workcenter men det är skilda kompetenser som utförs av olika människor.

När matrisen ställdes upp baserades kompetensindelningen på personallistan från sektionschefen. Av denna anledning krävdes att produkterna och deras underdetaljer delades upp efter kompetenserna, vilka som gör vad.

För att göra detta gick varje produkt igenom tillsammans med planerare och tekniker.

När detta var gjort kunde operationskorten tolkas och de olika workcenter som var belagda i operationskorten kunde delas upp på kompetenser i matrisen.

Själva utformningen på matrisen togs fram i flera steg. Först skapades ett grundkoncept på en whiteboard-tavla och papper.

Därefter sattes en första modell upp. Möten hölls med produktionsplanerare och chefer på laseravdelningen för att samla in åsikter och önskemål om utformning för att den skulle bli användarvänlig.

Resultatet blev en modell bestående av tre flikar.

4 Nulägesbeskrivning

Detta kapitel beskriver nuläget på avdelningen. Informationen kommer från observationer, intervjuer med personal och informationsblad om produkterna.

4.1 Produktbeskrivning

På den berörda avdelningen tillverkas laseravståndsmätare. Avståndsmätarna lämpar sig att användas i mark-, flyg-, och sjösystem. Alla laserenheter är så kallade ”ögonsäkra lasrar”. Detta innebär att de sänder ut laser med en våglängd ofarlig för det mänskliga ögat ($1,57\mu\text{m}$).

Några av produkterna som tillverkas är TOR, FREJ, ODIN och HEIMDALL. Det som skiljer de olika produkterna åt är deras storlek och räckvidd. Detta gör att olika produkter lämpar sig inom olika områden. Fortsättningsvis i rapporten kommer produkterna benämnas med A, B, C och så vidare utan information om vilken produkt som döljer sig bakom vilken bokstav. Detta för att information gällande produkternas tillverkning är hemligstämplad. Det kommer även nämnas fler produkter än dessa fyra dock får dessa inte nämnas vid namn i rapporten.

TOR är den kraftfullaste av produkterna och används i luftvärnssystem, den finns både som mark och marinsystem.

FREJ är en kompaktare lättviktsmodell som är anpassad för att enkelt integreras i elektro-optiska system för en mängd olika syften. Även FREJ finns för både mark och marinsystem

ODIN är anpassad för att användas i stridsfordon som avståndsmätare till mål.

HEIMDALL är mindre än de övriga och anpassad för att spåra rörliga objekt. Detta gör att den har många användningsområden både militärt och civilt. Till exempel för övervakning av anläggningar.

Nedan ser ni ett exempel på hur en laseravståndsmätare kan se ut.



Figur 3. Exempelbild på en laseravståndsmätare hämtad från reklamblad på SAAB

4.2 Tillverkning

Tillverkningen och provningen av laserprodukterna sker inne i renrum. Renrummen är indelade i två olika klasser där rummet för tillverkning och montering har högre renhetskrav än rummet för provning.

Detta för att när sändaren ligger blottad får den inte utsättas för mer än en viss mängd partiklar.

När produkterna monterats ihop i det förstnämnda rummet flyttas dem via en lucka i väggen till det andra rummet för provning.

Produkterna kan gå flera steg mellan de olika renrummen genom luckan som syns som renrumsgräns i spaghettidiagrammen (Bilaga 1). Detta för att exempelvis fylla och tömma kylsystem med vätska mellan olika provningar.

Tillverkningen sker styckvis av en montör och inte på ett löpande band där varje montör är ansvarig för ett delmoment. Varje montör har sin bänk där de monterar ihop detaljer till en färdig produkt.

Tillverkningen av laserprodukterna är grovt sett uppdelat i tre kategorier: Montering, sändartillverkning och provning.

Monteringen består av flera delar.

Montörerna är de som tillverkar laserenheterna, de får delar såsom sändare, mottagare och mekanikdelar tilldelade sig och sätter ihop till en färdig produkt.

I monteringen ingår bland annat att alla detaljer tvättas. Detta sker delvis externt på en annan avdelning eller internt på avdelningen i ultraljudstvättar av montören själv innan monteringen startar.

Montörerna utför även delmontering av vissa underdetaljer innan de monteras i den färdiga produkten.

En annan del av monteringen är förbindningen.

Förbindarna jobbar med att löda, tillverka kablar och dra kablar som ingår i produkterna. De gör med andra ord en stor del av arbetet med underdetaljer.

Förbindarna tillverkar bland annat kraftenheterna till produkterna.

Optiklimning är ett annat monteringsjobb som utförs på avdelningen. Med det innebär att optiska delar såsom prismor och dylikt limmas och monteras till optikenheter som sedan montörer och sändarmontörer sätter i produkterna.

Sändartillverkning är en blandning av montering och provning. Sändarna som sitter i enheterna innehåller bland annat optikdelar som förtillverkats av optikmontören.

Sändarmontören tillverkar hela sändaren till en produkt och när den är provad och klar går sändaren vidare till montören för montering i produkt.

Provning är något som genomförs på alla produkter av särskilda provare. De gör tester för att se så att lasern är ögonsäker, att den avger rätt energinivåer och inte skjuter snett. De testar både sändare och mottagare samt gör sluttest på hela produkten. Bland annat genomförs så kallade tempcyklingar då enheten testas i extrema temperaturer för att garantera att lasern funkar även då.

4.3 Planering, verktyget C:M

I dagsläget sköts planeringen av vilka produkter som skall byggas med hjälp av ett program som heter C:M.

I C:M finns all information om produkter och material och systemet uppdateras dygnsvis för att hålla ett aktuellt saldo.

Programmet är helt textbaserat och styrs av kommandon som användaren skriver in.

I C:M kan man se hur stort antal av en artikel som finns tillgängligt, oavsett om det är en enskild komponent eller en färdig produkt.

Där finns även information om hur lång tid det tar att tillverka en produkt.

Denna information ligger på så kallade operationskort som upprättas av tekniker för produkterna. På operationskorten står hur lång tid varje delmoment i tillverkningen av en produkt tar. Där står även vilket workcenter som belastas med tiden.

Med workcenter menas den kompetens som belastas, det kan till exempel vara ett workcenter för montering och ett annat för provning.

De workcenter som berörs vid tillverkningen av laserprodukter är idag montering, avsyning, provning, orderstart, processtid och engineeringtid. Med processtid menas exempelvis torktider för lim och andra processer som innebär väntan. Engineeringtid är en extra tidsmarginal som läggs på varje produkt vid planering. Engineeringtiden är till för att ha en buffert för korrigerande av felaktigheter och annat som kan uppstå vid tillverkningen.

Varje workcenter har en angiven kapacitet mätt i timmar, om det till exempel finns 8 montörer som jobbar heltid innebär det en kapacitet på 64h för det workcentret.

Ett problem med C:M i dagsläget är att workcenter inte alltid är vårdade, det är inte säkert att kapaciteten som står på ett workcenter är aktuell.

Ett annat problem är att sändartillverkningen består av både montering och provning, allt utfört av samma person. Där kan det bli förvirrande när man inte vet vilket av workcentren som skall belastas.

4.4 Flödesbeskrivning med spaghettidiagram

Spaghettidiagrammen som uppförts för varje produkt samt reparationer visar hur produkterna färdas över produktionsytorna.

Då diagrammen följer själva "huset" som alla delar i en produkt monteras i visas inte vilken väg underdetaljer färdas förrän de monterats i produkten.

Detta är ett medvetet val då det skulle bli väl röriga diagram om även dessa togs med. Även om ett spaghettidiagram inte är menat att vara snyggt valdes denna prioritering för att kunna följa produkterna relativt tydligt.

Första diagrammet som gjordes var för produkten A (Se Fig 4). Tillsammans med tekniker ritades produktens väg genom ytorna in i kartan över produktionsytan. A är klart den produkt som gör flest transporter inom byggnaden, framförallt mellan provningsrummen och renrummet där monteringen sker. Detta för att den har högre säkerhetskrav på sig och genomgår därför avsevärt många fler tester än övriga produkter.

Därefter gjordes diagram för B, C och D tillsammans med avdelningens planerare och tekniker som informationskälla.

B och C förflyttar sig på ett liknande sätt varandra genom ytorna rent transportmässigt. D gör ungefär samma antal resor som B och C till och från provning men den har ett eget rum där dess testutrustning står. Gemensamt för alla produkter är att de slussas genom en liten lucka i en vägg när de flyttas från renrummet de byggs i till området där provningsrummen är.

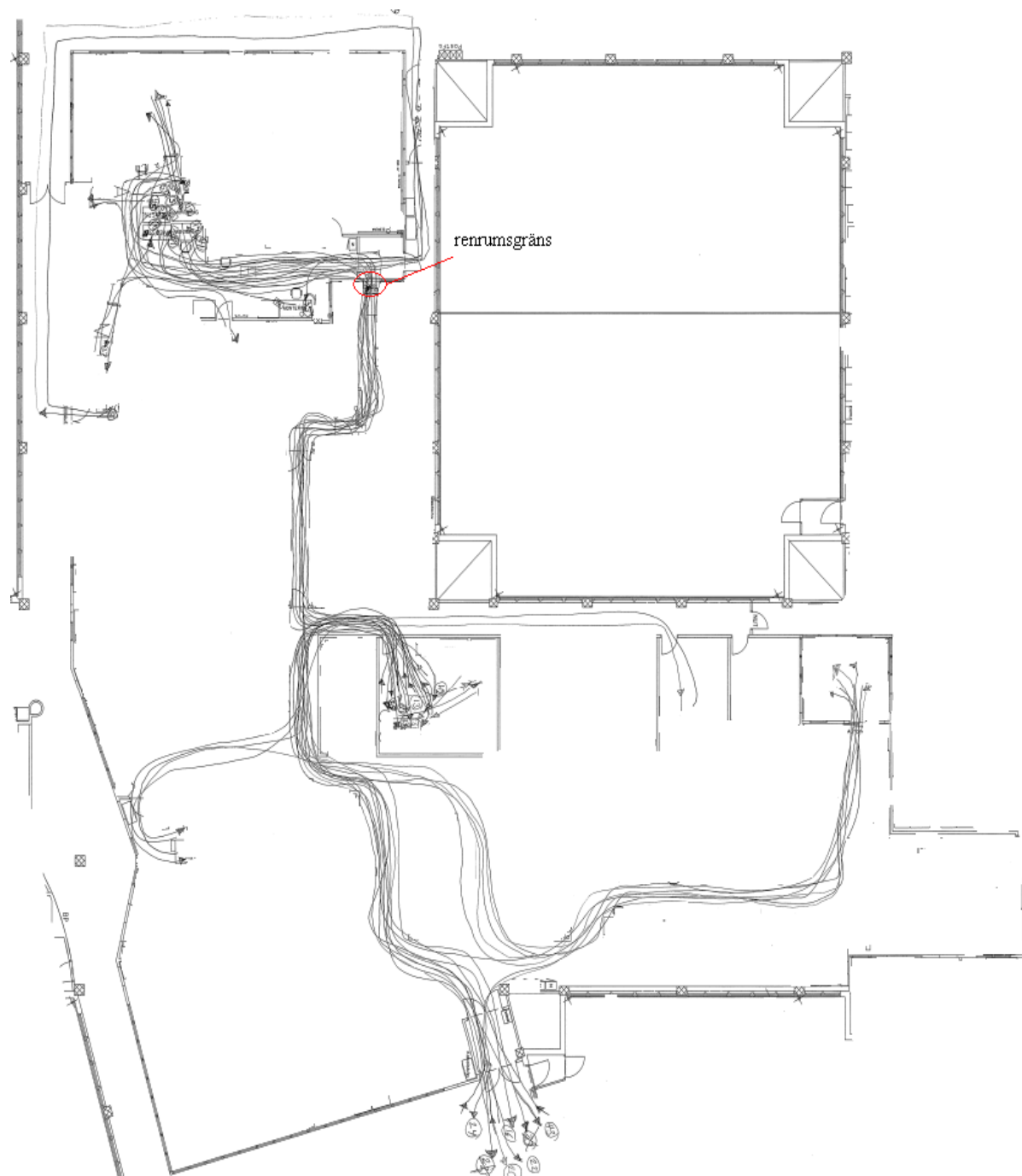
Nästa produkt att kartläggas var E. Kartläggningen skedde här tillsammans med en provare som är insatt i produkten. Det som skiljer denna produkt från de övriga är att all montering görs innan provning inleds. Detta innebär att den inte färdas alls lika många gånger fram och tillbaka genom luckan.

Den sista produkten att uppföra ett diagram för var F. Diagrammet ritades tillsammans med produktens konstruktör. Eftersom F är en ganska ny produkt sker all tillverkning och provning inne i konstruktionsavdelningens prototypplabb. Detta gör att transporterna blir väldigt korta, enbart några få steg inne i ett rum. Se bilaga 1 för spaghettidiagram för produkterna

Diagrammen visar på stora slöserier i form av transporter inom byggnaden för flera av produkterna, framförallt många resor mellan montering och olika typer av provning. Ett problem som blir väldigt tydligt med diagrammen är att produkten färdas genom en lucka mellan rummen för provning och montering vilket inte är en optimal lösning. Det finns två typer av provning som sker utanför avdelningen helt och hållet, den ena är ett skaktest som genomförs i byggnadens källare, den andra är en testmätning som görs på våning nio i byggnaden. Dessa tester kräver ganska långa resor men är svåra att lösa på något annat sätt då skakmaskinen måste stå på byggnadens bottenvåning och testmätningen görs mot utplacerade mål som nås från nionde våning.

Ett arbete har påbörjats för att bygga om produktionsytorna och skapa en planlösning som ger ett bättre flöde och kortar ner transporterna.

Spaghettidiagrammen används flitigt vid planeringen av detta arbete.



Figur 4. Spaghettidiagram för produkt A, renrumsgränsen markerad med rött.

5 Kapacitetsmodellen

Kapacitetsmodellen är tänkt att användas som ett verktyg för resursplanering och skall användas av produktionsplanerarna på laserproduktionsavdelningen.

Modellen skall snabbt kunna ge en visuell och detaljerad bild över hur kapaciteten ser ut på avdelningen.

Produktionsplanerarna skall kunna anpassa bilden av kapaciteten efter hur personalens verkliga arbetsfördelning ser ut.

Matrisen är inte tänkt att ersätta MPS-systemet utan skall användas som ett fristående hjälpmedel.

5.1 Beskrivning av kapacitetsmodellens uppbyggnad

Kapacitetsmodellen är ett verktyg framtaget i Microsoft Excel. Det består fyra olika flikar varav den fjärde och sista är en skriven manual för hur verktyget används.

Den första fliken består av själva kapacitetsberäkningen. Planeraren fyller i hur många produkter som ämnas produceras och matrisen visar om det finns tillräcklig kapacitet för detta.

Fliken består av tre olika matriser som visar olika information om kapaciteten.

Översta matrisen visar personalens kapacitet uppdelat efter kompetenser (Se Fig 5).

Den mittersta matrisen visar ockupationen av utrustning (Se Fig 6).

Just utrustning skiljer sig en del från personalen vad det gäller tillgänglig tid.

En maskin kan köras dygnet runt men eftersom det manuella arbetet med en maskin bara kan genomföras under arbetsdagen krävs planering runt körningar.

Tiden som varje kompetens eller utrustning belastas med är hämtad ur operationskorten i C:M och multipliceras med antalet produkter i kolumnen längst till vänster. Detta ger en total belastning när alla produkter slås ihop och en nyttjandegrad när man får ut kvoten mellan totala belastningen och den totala tillgängliga tiden.

		Kapacitetsmodell						
		Avsyrning	Förbindning	Kretskortsprov	Mont	Mont	Mont	Mo
Kompetens:	Tillgänglig tid/månad:	240	330	210	90	180	150	
Antal/månad:	Produkt							
5		21	99	0	64,5			
0		0	0	0	0			
2		40,2	164	23,4	0	77,2		
8		52,8	269,6	44,8	0		132,8	
0		0	0	0	0			
4		18,8	60,4	64,4	0			
6		24	0	0	0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
Total belastning:		156,8	593	132,6	64,5	77,2	132,8	
Kvarstående kap:		83,2	-263	77,4	25,5	102,8	17,2	
Utnyttjandegrad:		65%	180%	63%	72%	43%	89%	

Figur 5. Översta matrisen i första fliken visar personalens kapacitet och nyttjandegrad.

		Utrustning					
		Flushning	Cykling	Vakuum	Utökat tempprov	Storage	Mätstr
Antal/månad:	Utrustning: Tillgänglig tid/månad:	960	1440	960	1440	480	
	Produkt						
5			90				
0			0				
2			36		48		
8		392	144				
0			0				
4			312	212	96	96	
6			108				
0	reparent						
0	reparent						
0	reparent						
0	reparent						
0	reparent						
0	reparent						
0	reparent						
Total belastning:		392	690	212	144	96	
Kvarstående kap:		568	750	748	1296	384	
Utnyttjandegrad:		41%	48%	22%	10%	20%	

Figur 6. Mittersta matrisen i första fliken visar utrustningens kapacitet och nyttjandegrad.

Den nedre matrisen består av en sammanfattning på de tidigare matriserna. Här visas alla montörer som en summa oavsett produkt. Det samma gäller för provare. Utrustningen är även den sammanfattad till några kategorier.

Den andra fliken listar all produktionspersonal på avdelningen och deras kompetenser (Se Fig 7). I de fem översta raderna fyller planerare i hur mycket personalen jobbar och hur många arbetsdagar den aktuella månaden har. I fältet under det fyller planerare i personalens arbetsfördelning över olika områden. Denna flik räknar nu ut hur mycket tillgänglig tid som finns för varje kompetensområde och visar det i översta fältet på flik ett. Genom att sätta en arbetskvot för personalen som tar hänsyn till kapacitetsbortfall och ej planerbar verksamhet kan nettokapaciteten beräknas.

Personal:	KRISTINA JOH	HÅKAN OSI	MARGARET SUZI	CARL KRISTIAN E	ROBERT GRAB	CHRISTER	ERIKA RA	KATARINA	SOFIE	
Tjänstgöringsgrad:	100%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
arb.kvot:	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Arb. dagar/mån:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
tot arb. tid:	78	78	58,5	78	78	78	78	78	78	78
Arb. fördelning:										
Avsättning	100%	100%								
Förbindning			100%	100%	100%					
Kretskortsprov						75%	100%			
Mont									75%	
Mont										
Mont										
Mont							100%			
Mont									25%	
Mont										100%
Mont										
Optikdelar										
Sändare										
Sändare										
Sändare										
Sändare										
Provning										
Provning										
Provning										
Provning										
Provning										
Provning										
Provning										
Provning										
Underenheter						25%				
tot	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figur 7. Flik två där planerarna uppdaterar personalens kapacitet.

Den tredje fliken visar vilken utrustning som finns tillgänglig (Se Fig 8). Utrustningen är indelad i tre kategorier, tempboxar, mätsträckor och övrig utrustning.

Planerare fyller i antalet enheter av varje typ av utrustning. Det är härifrån den första fliken hämtar information om tillgänglighet för utrustning.

Fältet för tempboxar består av två rader. Den översta raden visar hur många av tempboxarna som kan utföra de olika tempproven. Noterbart är att vissa boxar kan göra fler än en av funktionerna. Därför blir summan av översta raden större än antalet boxar som existerar.

I den undre raden väljer planeraren hur många av varje box som skall användas till vilken typ av test. Viktigt är att siffran i varje kolumn inte är större än motsvarande siffra på rad ett och att summan av rad två inte överstiger antalet tempboxar som faktiskt finns tillgängliga.

Om man skulle fördela personalens arbetstid efter hur den sett ut i verkligheten hade kapaciteten sjunkit på montering och ökat på optiklimning. Detta förklarar varför det framstod som överkapacitet på montering och extrem underkapacitet på optiklimning.

I fallet med förbindning genomfördes samma procedur, tiderna för alla produkter kontrollerades tillsammans med förbindare som jobbar med dem. Även här framgick att tiderna var rimliga. Anledningen till att förbindningen framstår som överbelastad beror sannolikt på att matrisen enbart kollar en månad i taget medans förbindningsarbetet för en produkt kan vara utspritt över en längre tid. Till exempel om en produkt skall levereras i oktober så kanske förbindningsarbetet startar redan i september.

5.3 Lokalisering av flaskhalsar

Med hjälp av matrisen kan man få en uppfattning om eventuella flaskhalsar i produktionen. Om man lägger in en planerad mängd tillverkning i matrisen ser man vilka kompetensområden och maskiner som belastas och hur mycket de belastas. En svårighet med att se flaskhalsar är att matrisen enbart tar hänsyn till en månads kapacitet i taget. Det betyder att om produkten tar längre tid än en månad att tillverka kan det lätt uppfattas som att ett kompetensområde blir väldigt överbelastat fast så kanske inte är fallet. Därför bör man kolla på några på varandra följande månader när man planerar produktionen och se hur den totala belastningen blir.

Ett annat problem är att vissa maskiner kan köras dygnet runt men det finns bara personal på plats att starta dem under åtta timmar av dygnet. Detta medför att maskinernas tillgängliga tid är väldigt mycket mer än vad som utnyttjas. Dessa maskiner kan således vara faktiska flaskhalsar även om det i matrisen framstår som att de inte saknar någon kapacitet alls för att täcka upp behovet.

För att få en verklig bild av kapaciteten för dessa maskiner bör tiderna för dem i matrisen justeras i efterhand. För att göra detta krävs noggranna beräkningar på hur många enheter som kan köras i en maskin per dygn med rådande arbetsskift.

5.4 Anpassning för variationer

Det tillverkas en viss mängd olika produkter på avdelningen, vissa av produkterna har liknande sätt att byggas på men det är självklart variation i tillverkningstid produkterna emellan.

I matrisen kan man se hur mycket varje produkt belastar de olika kompetensområdena och maskinerna som finns på avdelningen. Således blir variationen i kapacitetsbelastning väl överskådlig. Eftersom man i matrisen kan uppdatera personalens fördelning på olika kompetenser kan man så länge det finns tillgänglig kompetens omfördela kapaciteten på olika områden för att kompensera för variationer av produkter.

6 Diskussion

Detta kapitel är en diskussion över resultaten utifrån den teoretiska referensramen.

6.1 Flaskhalsar och variationer

En flaskhals kan definieras som en station där det sker ett stopp som påverkar stationen efter så att den blir stående. Detta innebär att varje kompetens i sig skulle kunna vara en flaskhals på avdelningen. Till exempel är en provare av produkt A beroende av att montören till produkt A levererar produkter att prova. Detta gör montören av produkt A till en potentiell flaskhals. På samma sätt som provaren är beroende av att montören levererar är montören beroende av att sändartillverkningen levererar sändare för att kunna montera sina produkter.

Med matrisen kan man se om en kompetens eller maskin är överbelastad och på så vis riskerar att bli en flaskhals i produktionen.

Variationer på produkter är något som skapar ojämnheter i flödet. Produktvariationen på den aktuella avdelningen beror på att de tillverkar olika produkter för olika ändamål.

I dagsläget är olika personer specialiserade på olika produkter, ett visst antal personer tillverkar produkt A medan andra tillverkar produkt B eller E och så vidare.

Detta innebär att variationen på produkter kan skapa flaskhalsar, till exempel om det en månad tillverkas ett så högt antal av produkt A att montörerna inte hinner med.

Då blir monteringen av produkt A en flaskhals.

6.2 Slöserier

Matrisen och spaghettidiagrammen kan användas för att visa och motverka några av de sju slöserierna som nämnts.

Överproduktion faller sig naturligt att undvika då man fyller i önskat antal produkter utifrån kundönskemål. Väntan kan undvikas om man planerar så att flaskhalsar undviks. Om man planerar för en jämn arbetsbelastning minskar risken för felaktigheter i produkterna och detta gör att slöseri i form av omarbete kan undvikas. Spaghettidiagrammen visar slöserier i form av förflyttningar och interna transporter och med hjälp av dessa kan produktionsytorna planeras för att minimera detta slöseri.

6.3 Kapacitet

Matrisen är ett verktyg för kapacitetsplanering.

I fliken för personalplanering kan man sätta den nominella kapaciteten samt att olika typer av kapacitetsbortfall räknas in för att resultera i en nettokapacitet för produktionspersonalen.

Utrustningskapitlet i matrisen är inte lika rättvisande på kapaciteten som personalkapitlet. Det pågick samtidigt som examensarbetet ett särskilt arbete beträffande kapaciteten på en del av utrustningen. Detta tillsammans med tidsaspekten gjorde att fokus lades på personalkapaciteten. Utrustningen har dessutom en mer komplex kapacitet att räkna ut då den kan användas dygnet runt men påbörjande av användning enbart kan göras när personalen är där.

7 Slutsatser och rekommendationer

Kapitlet presenterar slutsatser som dragits under arbetets gång och rekommendationer baserade på dessa.

7.1 Slutsatser

Då examensarbetet är en del av ett större förbättrings och industrialiseringsarbete har metoderna och arbetet som genomförts använts som underlag och stöd för andra projekt.

Spaghettidiagrammen skiljde sig från övriga inslag i arbetet.
Dock var det viktigt att genomföra då det gav en god förståelse för hur produktionen av laserenheter går till.

Kapacitetsmodellen ger möjlighet att kartlägga eventuella kapacitetsbrister i personalstyrkan och utrustningen.
Detta tillsammans med möjligheten att fördela personalens och utrustningens kompetens gör att man kan planera för att utjämna arbetsbelastningen.
Utgjämning av arbetsbelastning leder i sin tur till att färre misstag görs i produktionen och en hög produktkvalitet kan bibehållas.

7.2 Rekommendationer

Några rekommendationer baserade på slutsatser som dragits under arbetets gång.

Vid ombyggnation av produktionsytorna bör man ha i åtanke hur produkterna färdas i dagsläget. Titta på spaghettidiagrammen och försök centrera moment som är liknande och utförs med samma typ av utrustning men som i dagsläget är utspritt över olika delar av byggnaden.

I dagsläget är workcenter i C:M uppdelade på ett sätt som gör det svåröveskådligt att se vilka resurser som finns. Nu ligger optiklimning, förbindning och montering under samma workcenter när de i verkligheten är skilda från varandra i produktionen. Likaså ligger sändartillverkning blandat över montering och provning, detta leder till att kapaciteten blir svår att se i C:M

Ett arbete där nya workcenter införs är påbörjat och rekommendationerna utifrån arbetet med matrisen är att göra följande fördelning:

- Montering – enbart mekanikmonteringen av produkterna på översta nivån
- Optiklimning – om optiklimning har ett eget workcenter blir det lättare att se kapaciteten än om det är en del av montering
- Förbindning – förbindning är ett stort jobb som är separerat från själva monteringen och känns logiskt att ligga på ett eget workcenter
- Sändartillverkning – eftersom alla moment i sändartillverkningen, både montering och provning, utförs av samma operatör rekommenderas att

sändartillverkning får ett eget workcenter istället för att dela upp sin tid på två olika workcenter.

Att ändra på workcenter är dock inte en komplett lösning. De måste även vårdas och hållas uppdaterade med rätt tillgänglig kapacitet. Om personalstyrkan förändras måste berörda workcenter uppdateras.

Använd matrisen för att få en övergripande bild över hur kapaciteten ser ut. På så sätt får man en fingervisning om hur många produkter man kan producera en månad. Eftersom man i matrisen fyller i hur mycket varje person finns tillgänglig kan man utifrån den se vilken kapacitet som finns tillgänglig på varje kompetens och använda den informationen för att hålla workcenter i C:M uppdaterade.

Bredda kompetensen.

I en perfekt värld kan alla göra allt men så ser inte verkligheten ut. Däremot kan det vara en bra idé att exempelvis flera montörer och provare har kompetensen att arbeta med flera produkter. Om man utbildar personalen till att kunna flera produkter innebär inte variationen lika mycket problem då mer resurser kan läggas på den produkt det byggs mycket av för tillfället.

8 Referenslista

8.1 Böcker

Bergman, B., Klefsjö, B. (2007) *Kvalitet från behov till användning*. Upplaga 4:3. Lund: Studentlitteratur AB

Bicheno, J.(2006) *Ny verktygslåda för Lean*. Buckingham, UK: Lean Enterprise Research Center

Mattsson, S-A., Jonsson, P.(2003)*Produktionslogistik*. Lund: Studentlitteratur

Modig, N., Åhlström, P. (2011)*Vad är lean?*. Stockholm: Stockholm School of Economics Institute for Research

Petersson, P., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D. och Alsterman, H.(2009) *Lean-Gör avvikelser till framgång!*. 2:a upplagan. Bromma: Part Media.

8.2 Webbkällor

Krajewski, L, J., Ritzman, L, P. (2002) *Operations management: strategy and analysis*. 6:e upplagan. Prentice Hall, New Jersey. Citerad i Lundholm, D. (2007) Analys av information för förbättrad kapacitetsplanering. *Publikationer – LTU – Luleå tekniska universitet*. <http://epubl.ltu.se/1402-1617/2007/058/LTU-EX-07058-SE.pdf> (2012-02-23)

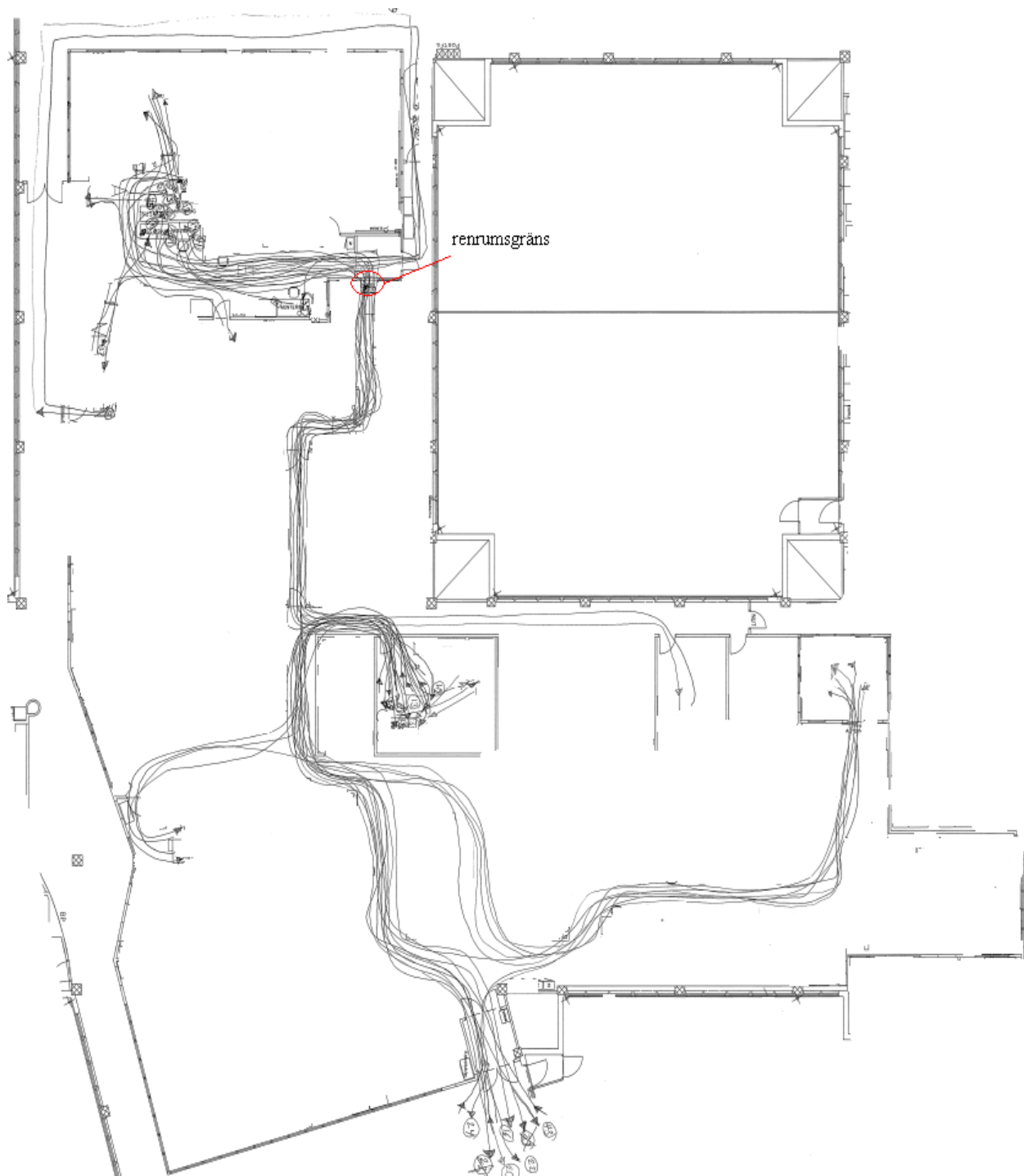
<http://extra.ivf.se/lean/Principer/grunder.htm> (2012-04-10)

<http://kvalitativmetod.webs.com/intervjuer.htm> (2012-02-16)

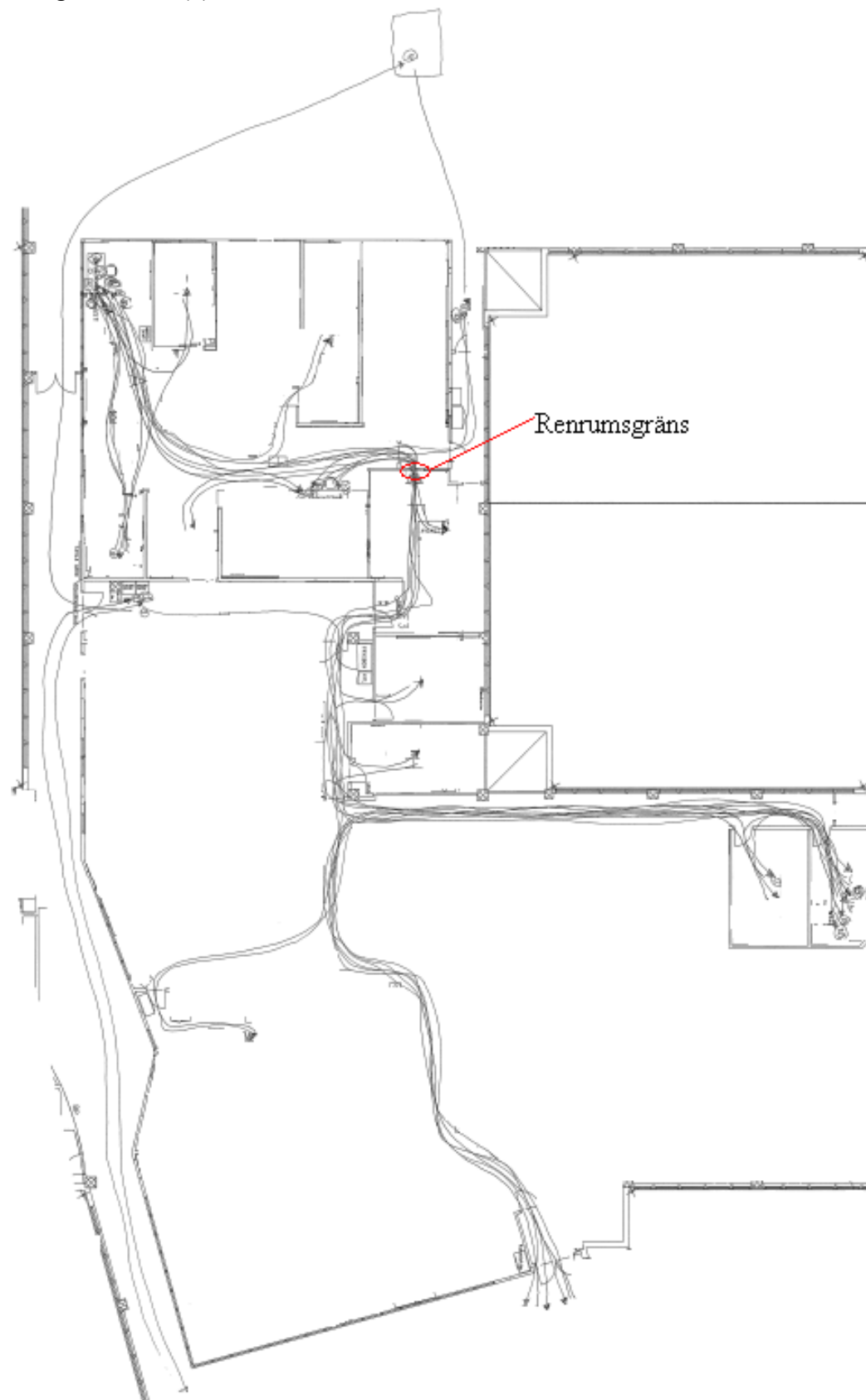
<http://www.sprickstegall.com/services/three-lean-tools/> (2012-04-10)

<http://www.ne.se/kapacitet/220949> (2012-02-16)

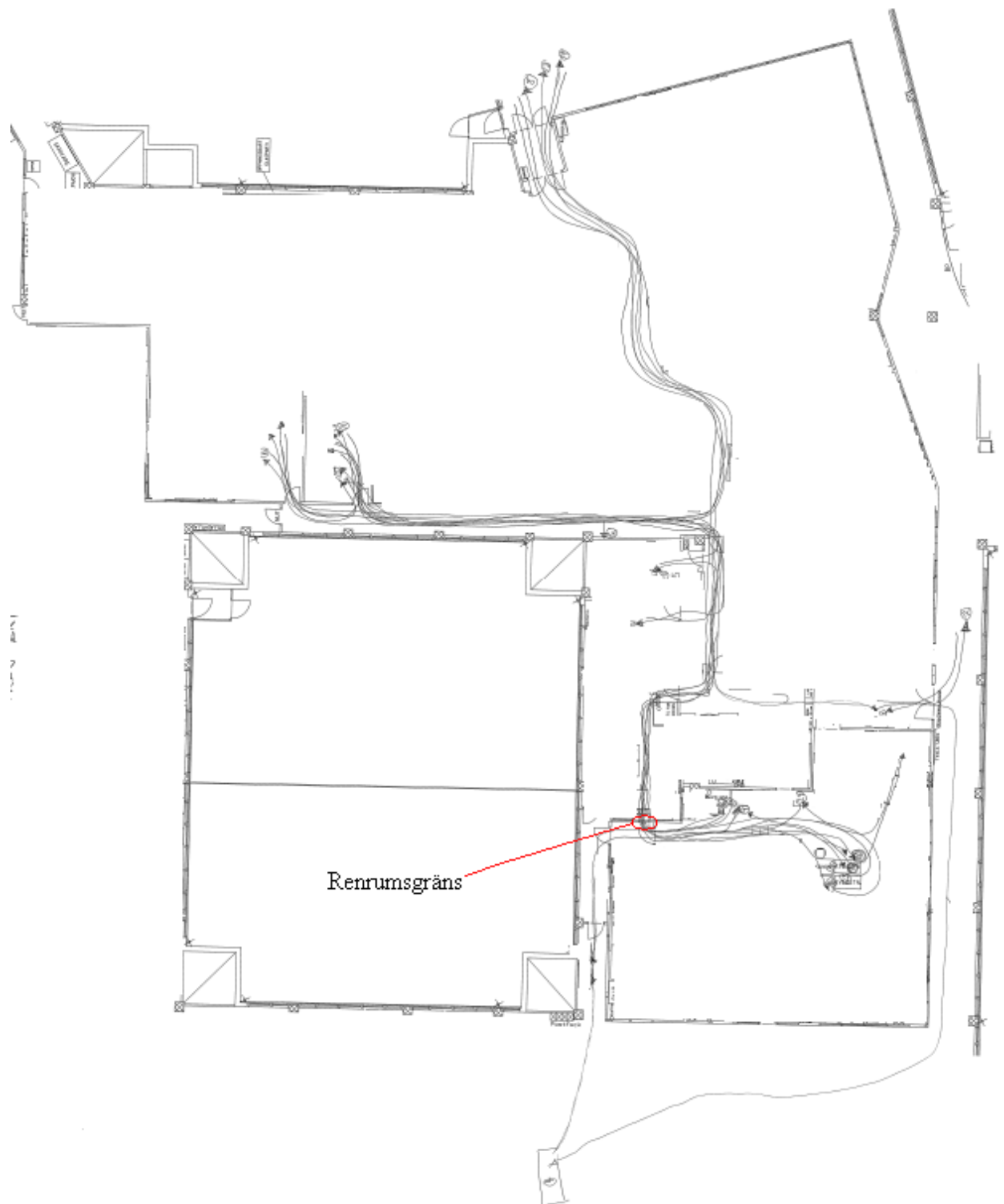
Lean-filmer med Niklas Modig på Saab AB intranät



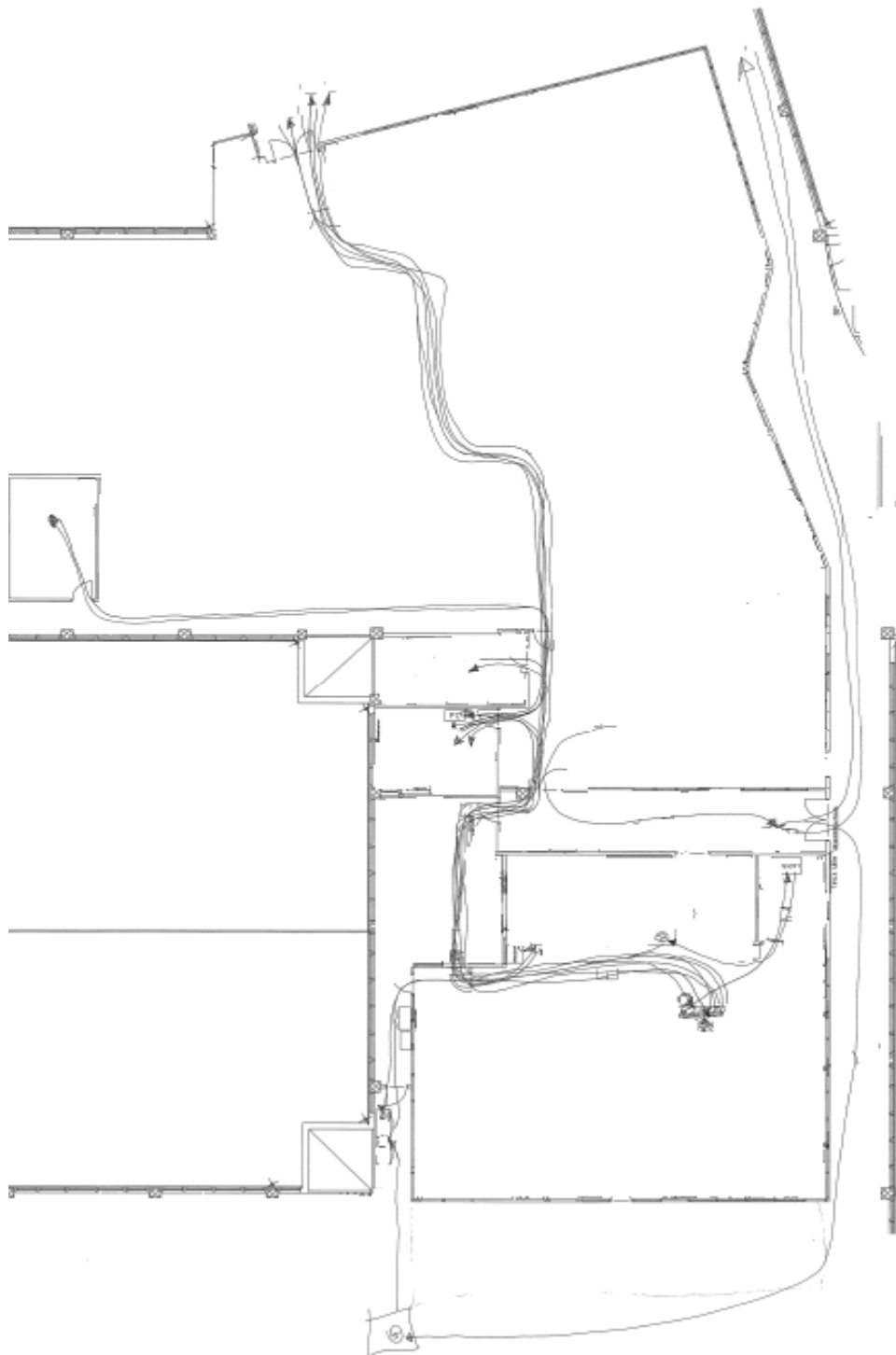
Spaghettidiagram produkt A



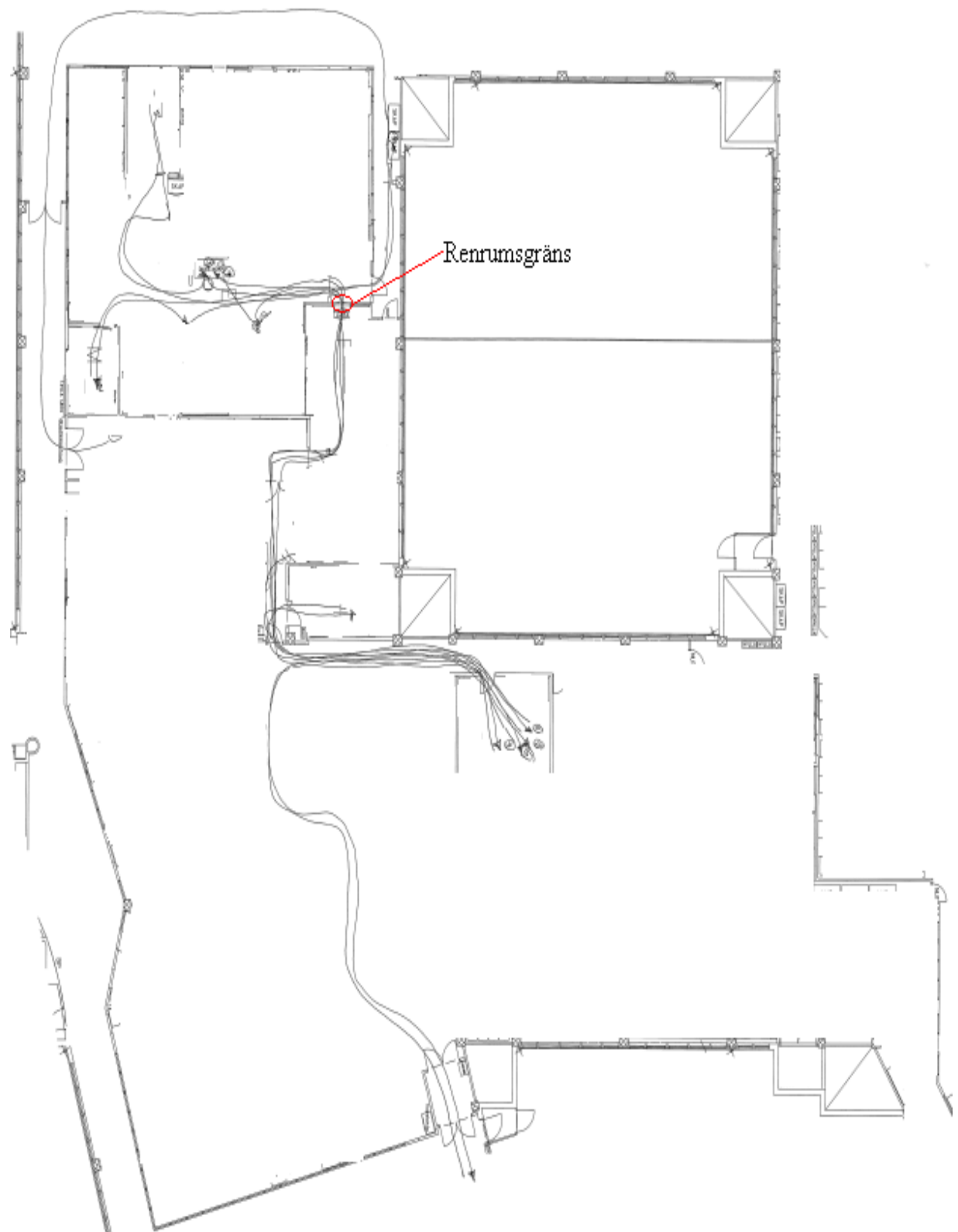
Spaghettidiagramm produkt B



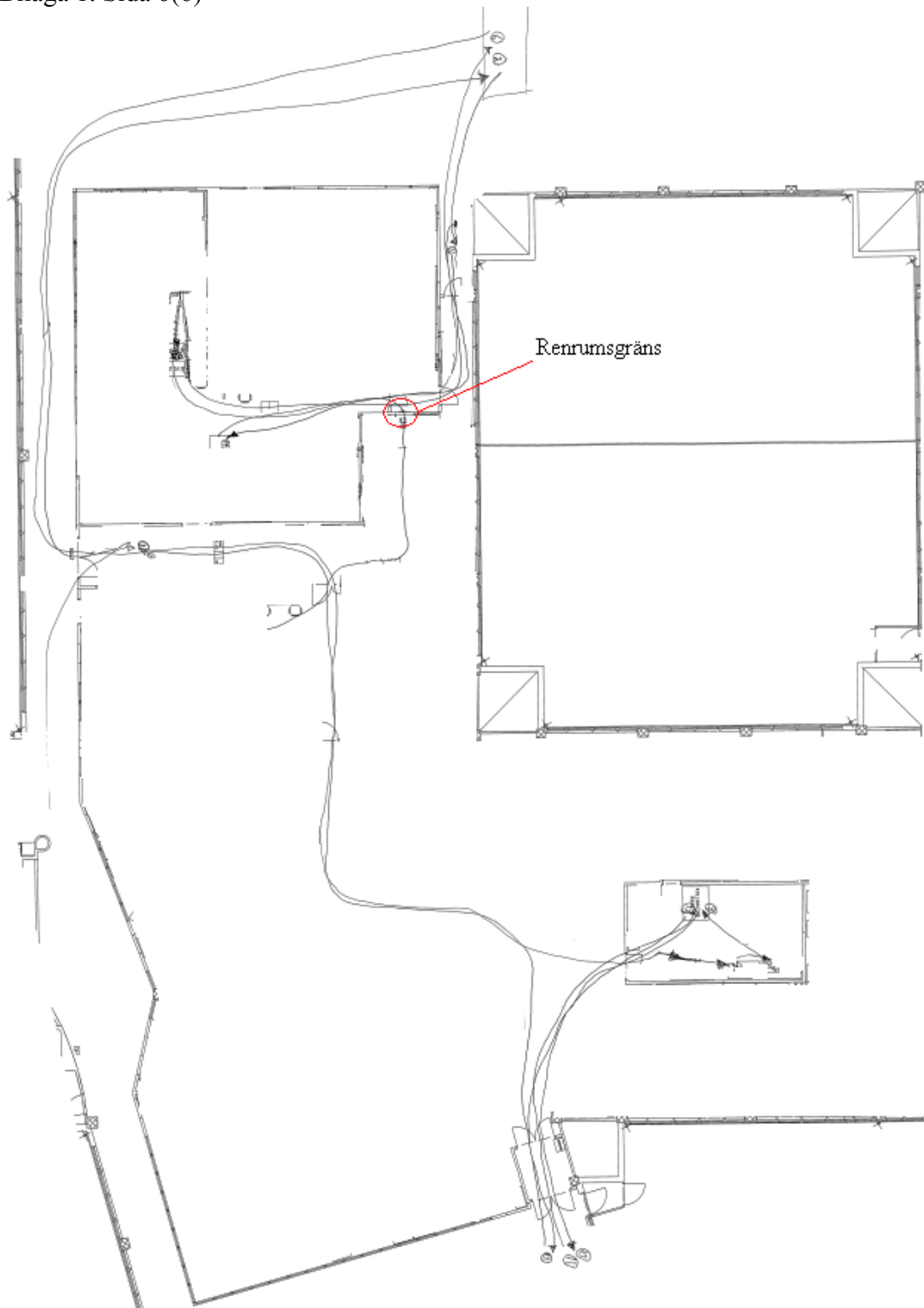
Spaghettidiagram product C



Spaghettdiagram produkt D



Spaghettidiagram produkt E



Bilaga 2. Sida 1(4)

Kapacitetsmodell								
Kompetens:		Avsugning	Förbindning	Kretskortsprov	Mont	Mont	Mont	Mont
Antal/månad:	Tillgänglig tid/månad:	240	330	210	90	180	150	60
Produkt								
5		21	99	0	64,5			
0		0	0	0	0			
2		40,2	164	23,4	0	77,2		
8		52,8	269,6	44,8	0		132,8	39,2
0		0	0	0	0			
4		18,8	60,4	64,4	0			
6		24	0	0	0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
0	reparent				0			
Total belastning:		156,8	593	132,6	64,5	77,2	132,8	39,2
Kvarstående kap:		83,2	-263	77,4	25,5	102,8	17,2	20,8
Utnyttjandegrad:		65%	180%	63%	72%	43%	89%	65%

Kapacitetsmodell. Belastning och kapacitet för personal

Utrustning								
Utrustning:		Flushning	Cykling	Vakuüm	Utökat tempprov	Storage	Mätsträckor	Mätsträcka
Antal/månad:	Tillgänglig tid/månad:	960	1440	960	1440	480	320	160
Produkt								
5			90				10	
0			0					
2			36		48			
8		392	144					
0			0					0
4			312	212	96	96		
6			108					
0	reparent							
0	reparent							
0	reparent							
0	reparent							
0	reparent							
0	reparent							
0	reparent							
Total belastning:		392	690	212	144	96	10	0
Kvarstående kap:		568	750	748	1296	384	310	160
Utnyttjandegrad:		41%	48%	22%	10%	20%	3%	0%

Kapacitetsmodell. Belastning och kapacitet för utrustning

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Bilaga 2. Sida 3(4)

Personal: Tjänstgöringsgrad: arb.kvot: Arb. dagar/mån: tot arb. tid:	KRISTINA JOH	HÅKAN OSI	MARGARET SUZI	CARL KRISTIAN E	ROBERT GRAB	CHRISTER ERIKA RA	KATARINA SOFIE ANI	JOCKE GL	SÖREN JO
	100%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	78	78	58,5	78	78	78	78	78	78
Arb. fördelning:									
Avsyning									
Förbindning	100%	100%	100%	100%					
Kretskortsprov			100%		75%	100%			
Mont							75%		
Mont									75%
Mont						100%			25%
Mont							25%		
Mont								100%	
Mont									100%
Mont									
Optikdelar									
Sändare									
Sändare									
Sändare									
Sändare									
Provning									
Provning									
Provning									
Provning									
Provning									
Provning									
Provning									
Underenheter					25%				
tot	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Bilaga 2. Sida 4(4)

[illegible]

Förteckning utrustning

Bilaga 3. Sida 1(1)

	Produkt:	F	C	A	B	D	E
Maskin:							
Torkskåp (3st), [REDACTED]			X	X			
Tempbox för flushning, [REDACTED]			X			X	
Tempbox för cykling, [REDACTED]			X	X	X	X	X
Tempbox med vakuum, [REDACTED]				X			
Tempbox med vakuum och fönster, [REDACTED]				X	X		
Tempbox med fönster i TASOR-rum [REDACTED]				X			
Liten tempbox (komponenter), [REDACTED]							
2st Mätsträckor rum [REDACTED]							X
Mätsträcka [REDACTED] rummet						X	
Mätsträcka rum [REDACTED]				X			
Mätsträcka enbart mottagare, rum [REDACTED]			X	X	X	X	X
Mätsträcka enbart sändare, [REDACTED]			X		X		
skakmaskin			X	X	X	X	X
3 tempboxar plan [REDACTED]			X	X	X	X	X
3 Kylare				X			
klass 7 rum:							
Torkskåp (3st)			X	X			
Mätsträcka sändarrum 1				X	X		
Mätsträcka sändarrum 2			X			X	
Mätsträcka sändarrum 3				X			
Ugnar (2st)				X			
Pumpanläggning i tvättrum				X			
Pumpanläggning i tvättrum					X		
Ultraljudstvättar (2st)		X	X	X	X	X	X
Läcktestare		X	X	X	X	X	X
Utr för fyllning av ramancell					X		
vakuumskåp (3 varav 1 i drift)			X	X			
Vakuumfyllningsutr av kylsystem, ej i drift				X	X		
Vakuumpack				X			X
Påssvets			X	X	X	X	X
Hindall-rummet							
Tempbox [REDACTED]		X					
Mätsträcka		X					
Optikbänk		X					

Produkters ockupation av utrustning