



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Systematisk effektivisering av fabrikslayout vid lokalbyte för Blomdahls Mekaniska

Examensarbete inom maskinteknik

Ibrahim Abdulle

Akos Vass

Abstract

Simplified Systematic Layout Planning (SSLP) is a widely known and used method for designing small to medium size production layouts. The method developed in the 1960s by Richard Muther offers a constructed, systematic way to design layouts that facilitate the manufacturing process while maintaining flexibility, good working conditions and safety for the employees, and utilizing floor space effectively, amongst other possible objectives.

Blomdahls Mekaniska is a manufacturing company with 30-some employees who offers diverse processing techniques and assembly of metal parts as a subcontractor to other companies within the manufacturing businesses. The goal of the project is to create a layout for the company's new workshop that promotes the effective flow of materials through the plant, and provides flexibility by allowing for potential future expansions using SSLP and other layout planning methods.

Sammandrag

Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP) är en välkänd metod som används för utformning av små och medelstora produktionslayouter. Metoden, som utvecklades på 1960-talet av Richard Muther, erbjuder ett konstruerat och systematiskt sätt att utforma layouter som underlättar tillverkningsprocessen samt bevarar flexibilitet, goda arbets- och säkerhetsförhållanden åt anställda, och utnyttjar den tillgängliga golvytan på ett effektivt sätt, bland andra möjliga mål.

Blomdahls Mekaniska är ett tillverkningsföretag med cirka 30 anställda som erbjuder diverse tillverkningsprocesser och montering av metalledetaljer som en underleverantör till andra företag inom tillverkningsindustrin. Projektets mål är att med hjälp av FSLP och andra layoutplaneringsmetoder skapa en layout för företagets nya verkstad som främjar effektivt materialflöde genom anläggningen och erbjuder god flexibilitet genom att möjliggöra potentiella framtida expansioner.

Ordlista

CAD: Computer Aided Design

CAM: Computer Aided Manufacturing

CNC: Computer Numerical Control

FSLP: Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (Simplified Systematic Layout Planning)

SLP: Systematisk Lokalplanläggning (Systematic Layout Planning)

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Mål	1
1.4 Avgränsningar.....	1
1.5 Precisering av frågeställningen	2
1.6 Introduktion till företagets verksamhet.....	2
1.6.1 Stansmaskiner	2
1.6.2 Bockmaskiner	2
1.6.3 Pulverlackering	2
1.6.4 Pressmaskiner	3
1.6.5 Svetsmaskiner	3
1.6.6 Fräsmaskiner	3
1.6.7 Aluminiumkap	3
1.6.8 Gradsax	3
1.6.9 Nitmaskin/fästelement	3
1.6.10 Övriga maskiner.....	3
1.6.11 Maskiner för tillverkning av inspektionsluckor	4
1.7 Vanligaste flöden	4
1.8 Introduktion till den nya arbetsytan	5
2. Metod.....	7
2.1 Datainsamling	7
2.2 Virtuella tillbehör.....	7
2.2.1 AutoCAD	8
2.2.2 Radan Editor	8
3. Teori inom lokalplanering.....	9
3.1 Systematisk Layoutplanering.....	9
3.2 Apples anläggningsteknik.....	10
3.3 Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP).....	11
3.3.1 Kartlägga samband.....	11
3.3.2 Fastställa funktionskrav	11
3.3.3 Skissera funktionernas samband	12

3.3.4 Ritande av alternativa huvudplaner	12
3.3.5 Värdering av de olika alternativen	13
3.1.6 Detaljutformning av den valda planlösningen	14
4. Genomförande och Resultat.....	15
4.1 Datainsamling	15
4.2 Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP)	15
4.2.1 Kartlägga samband.....	15
4.2.2 Fastställa funktionskrav	17
4.2.3 Skissera funktionernas samband	18
4.2.4 Ritande av alternativa huvudplaner	19
4.2.5 Värdering av de olika av alternativen	23
4.2.6 Detaljutformning av den valda planlösningen	24
5. Diskussion.....	27
5.1 Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP)	27
5.1.1. Kartläggning av samband	27
5.1.2 Fastställa funktionskrav	27
5.1.3 Skissera funktionernas samband	27
5.1.4 Ritande av alternativa huvudplaner	28
5.1.5 Värdering av de olika av alternativen	29
5.1.6 Detaljutformning av den valda planlösningen	30
5.2 Utvärdering av slutlösningen	30
6. Slutsats	31
Referenser	32
Bilagor.....	33

1. Inledning

I kapitlet beskrivs arbetsgivande företags bakgrund och begären, såväl som projektets frågeställningar och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Blomdahls Mekaniska grundades 1942 i Herrljunga och drivs idag av tredje generationen Blomdahl, bröderna Åke och Jan. Från att ha varit ett lokalt verkstadsföretag har verksamheten genom åren utvecklats till en underleverantör med ett komplett erbjudande med kunder i flera länder. Företaget erbjuder diverse bearbetningsmetoder såsom stansning, kantpressning, fräsning, svarvning, planslipning, aluminiumkapning, robotsvetsning, samt pulverlackering och paketering.

Företaget har ständigt växt under åren och i dag har de cirka 30 medarbetare. Företagets ursprungliga anläggning är för liten för att kunna uppehålla ytterligare utveckling och behöver därför flytta sin produktion till en annan, större lokal.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att med hjälp av analytiska lokalplaneringsmetoder skapa en mer rationell produktionslayout för den nya lokalen. Den nya layouten skall tillåta uppdragsgivaren att driva sin nya anläggning effektivare än den gamla och ge möjlighet för ett förbättrat produktionsflöde.

1.3 Mål

Slutmålet med arbetet är en virtuell representation av den framtida fabriken med ett detaljerat teoretiskt underlag för de beslut som resulterar i slutplanen. Layouten som presenteras till uppdragsgivaren ska minimera slöseri och eventuellt tillåta framtida expansioner.

1.4 Avgränsningar

Företaget ska för tillfället behålla de tillverkningsmaskinerna som de redan har och inte byta ut några för alternativa modeller eller köpa in fler, vilket betyder att utrustningens prestanda inte ska utvärderas av gruppen.

Det ska inte heller göras något förslag inom organisation av företagets personalen.

Projektet är även tidsbegränsat då företagets ledning har bestämt att flytta fabriken i sin helhet under början av sommaren 2018. Den nya byggnaden brukade ge plats till ett annat företag och några ändringar av den befintliga arkitekturen är planerade för att bäst anpassa den nya layouten. Detta arbetet måste förstås vara klar innan flyttningen av utrustningen kan börja och därför måste den övergripande planläggningen vara färdig och presenteras innan den 20:e maj

2018. Efter detta är små preciseringar fortfarande möjliga men den generella uppställningen ska vara färdig.

1.5 Precisering av frågeställningen

Syftet kan preciseras av följande frågeställningar:

- Vilka är de vanligaste flöden som förekommer inom Blomdahls verksamhet?
- Hur kan företagets maskineri läggas ut i den nya lokalen för att minimera den totala sträckan som produkterna/materialet förflyttas över i fabriken under de olika arbetsflöden?
- Tillgodoser denna layoutplanen en god arbetsmiljö?
- Möjliggör layoutplanen eventuella framtida expansioner / inköp av ytterligare maskineri?

1.6 Introduktion till företagets verksamhet

I detta kapitel sammanfattas företagets maskiner och processerna de erbjuder. Dessutom redogörs det de viktigaste flöden i nuläget, enligt intervjuer med Vd:n Åke Blomdahl.

1.6.1 Stansmaskiner

Stansmaskinen är av modellen Triumph 3000L, som är en kombimaskin med full automatik. Den har en max plåtstorlek på 2500x1250mm och maskinen arbetar i plåt upp till 4mm. Stansmaskinen är den näst största maskinen i fabriken och är hjärtat av all produktion. Stansning är en lönsam metod för att göra hål i plåt. Stansmetodiken har dock en svaghet när det gäller stansning av radier och runda former. Där verkar lasertekniken som Triumph 3000L har, markant bättre. Bortsett från att den erbjuder en större flexibilitet när det gäller omformning av material och mönster på plåten är ställtiden betydligt kortare vilket gör lasertekniken perfekt för prototyp tillverkning.

PierceAll är en modell av en stansmaskin som stansar plåt men gör betydligt mindre detaljer än den ovannämnda stansmaskinen och gör specialdetaljer.

1.6.2 Bockmaskiner

Blomdahls Mekaniska har 3 bockmaskiner/kantpressmaskiner av modellerna Amada HD 8025 NT, Amada HFB 8025 och Göteneds PRO 25. Bockmaskinerna utformar detaljen enligt ritning och om detaljen möjligen behöver utrustas med fästelement. Kantpressning är en utmärkt metod för att bocka plåtkomponenter. Detaljen bearbetas med olika komplexitetsgrad och resultaten blir komponenter av en hög kvalitet. Detaljen skickas efter bockning antingen till pulverlacken eller till maskiner som justerar detaljen.

1.6.3 Pulverlackering

Pulverlackering är en metod där färgpulver görs statiskt med hjälp av en elektrisk laddning. Pulverpartiklarna fastnar på föremålet när de sprutas mot detaljen. Efter tillsättningen hårdas pulvret genom att komponenten värms upp i en ugn till en hög temperatur under en förutbestämd tid. Därefter svalnar detaljen och är redo för nästa fas i flödet. Pulverlacken är

den största maskinen i fabriken och tar störst plats. Pulverlacken kräver mycket service för att det är lätt att den färgar av sig på andra ytor. Dessutom har den en ugn som ger ut mycket värme och kräver brandsäkring.

1.6.4 Pressmaskiner

Företaget har tre små pressmaskiner av modellerna Excenterpress Aros 16 t, Rönqvist 16 ton, Klöfver 8 ton. Oftast när detaljen skickas till pressmaskinerna så är det för att detaljen behöver ha speciella egenskaper efter önskemål från kunden. Pressmaskinerna skapar då dessa egenskaper efter justeringar på detaljen.

1.6.5 Svetsmaskiner

I fabriken finns det två svetsmaskiner och en robotsvets. Svetsmaskinerna är av modellerna Fronius, Migatronic och svetsroboten är av typen ABB IRB1400 med Fronius CMT svets. Det finns manuella svetsmaskiner som punktsvets och svetsbultpistol. Detaljen svetsas efter önskade justeringar och skickas antingen till andra bearbetningsmaskiner eller till lagret.

1.6.6 Fräsmaskiner

Blomdahls Mekaniska har dessutom två fräsmaskiner av modellen HAAS VF2 som kan bearbeta i 5 axlar och HAAS VF3 som kan bearbeta i 4 axlar. Ibland har inte stansmaskinen eller pressarna egenskaperna för att kunna skapa formen för en specifik önskad detalj. Då kan det krävas skärande bearbetning i form av fräsning, svarvning eller planslipning. Företaget har två planslipmaskiner och två svarvmaskiner som har samma avsikt som de ovannämnda fräsmaskinerna men självklart har de unika egenskaper för att kunna forma om detaljen.

1.6.7 Aluminiumkap

Aluminiumkap består av två st. av modellen Elumatec DG 104 girkap med max längd 6000mm och Emmeggi automatkap med en max längd på 500mm. Aluminiumkapmaskinen används när kunden har i behov av detaljer som utgår från en strängsprutad profil i aluminium.

1.6.8 Gradsax

Gradsaxen är av modellen Boschert G-Cut och gradsaxens funktion är att klippa plåt. Gradsaxen klipper i antingen raka linjer eller klipper kurvor åt höger respektive vänster.

“Klipp” är en gradsax som är ungefär samma funktion som den ovannämnda gradsaxen men drivs tillsammans med PierceAll när företaget kör specialordrar till kund.

1.6.9 Nitmaskin/fästelement

Haeger 824 Window touch halvautomat är en utrustning för att göra fästelement på tunnplåt. Exempel på fästelement är muttrar, skruvar, distanser eller specialkomponenter då specialordrar körs.

1.6.10 Övriga maskiner

Företaget äger en industriell tvättmaskin för rengöring av stansade detaljer innan de bearbetas vidare. Företaget äger också en plåtmaskin av modellen Aros 75 ton som ägnar sig åt att göra specialordrar på beställning.

1.6.11 Maskiner för tillverkning av inspektionsluckor

Företaget äger en rad stationer för tillverkning av inspektionsluckor som listas här nedan.

- “Lucklinen” är en fullt automatiserad maskin som gör ramar som sedan skickas till pulverlacken för att lackas. Lucklinen gör enbart samma detalj och har sitt flöde igång mer eller mindre oavbrutet.
- “Luckroboten” kantar detaljen och bockar efter önskat mått och modell. Luckroboten är också automatiserad maskin men behöver overseende för att materialet som maskinen behandlar behöver bytas manuellt.
- “Luckmanuell” består av tre stycken manuella pressmaskiner som binder fast detaljerna. Det finns dessutom fyra stycken paketering stationer där de packas och skickas till lagret för utleverans.

1.7 Vanligaste flöden

Blomdahls Mekaniska är en underleverantör som vanligtvis tillverkar/förbereder detaljer till större produkter och samarbetar med flera företag inom tillverkningsindustrin. Detta betyder att en stor del av deras produktion består av små partier (ofta <100 stycken) av diverse produkter, som de framställer mot order. Deras mest voluminösa produktfamilj med stor marginal är inspektionsluckor, som drar in ”minst 27%” av företagets totala omsättning. Den serien av processer som ingår i tillverkning av inspektionsluckor är deras mest sammanhängande produktionsflöde, och är helt oberoende av de resterande delar av fabriken.

Flödet består av tre huvudsakliga sektioner:

- Lucklinen
- Luckrobotlinen
- Montering-paketering, vidare kallad luckmanuell

Lucklinen bearbetar den råa plåten först och gör de fundamentala grunderna för utseendet av inspektionsluckorna. Därefter skickas inspektionsluckorna antingen till pulverlacken eller luckroboten.

Luckroboten får inspektionsluckorna efter den har lackats och detaljen kantas och bockas efter kundens önskemål. Luckroboten är väldigt beroende av den manuella bearbetningen i nästa stadie av flödet. När luckroboten har bockat detaljen är det viktigt att den har nära tillgång till mellanlagret emellan luckroboten och luckmanuell där personal som jobbar på luckmanuell kan hämta med lätthet. Luckmanuell som består av tre stycken manuella pressmaskiner som sammanfogar detaljerna och innehåller också fyra stycken paketering stationer där inspektionsluckorna packas till kund.

De andra tillverkningsflöden som förekommer varierar mycket mer beroende på produkternas natur och kundernas behov. Företaget hade tyvärr inget exakt värde på de olika maskinernas beläggningsgrad, cykeltider och liknande produktionslogistiska data som de kunde dela med gruppen, men deras vanligast förekommande flöden baserad på erfarenhet är:

- Stansning → Bockning → Pulverlackering
- Stansning → Bockning → Presselement → Pulverlackering

- Stansning → Bockning → Svetsning → Pulverlackering
- Fräsning → Leverans
- Svarvning → Leverans

Företaget erbjuder även manuellt montage av olika komponenter till färdiga produkt. Delkomponenterna är ibland helt importerade, och ibland kombineras med detaljer som de själv tillverkar på något sätt.

2D-ritningarna av företagets gamla fabrik finns i bilaga 1.

1.8 Introduktion till den nya arbetsytan

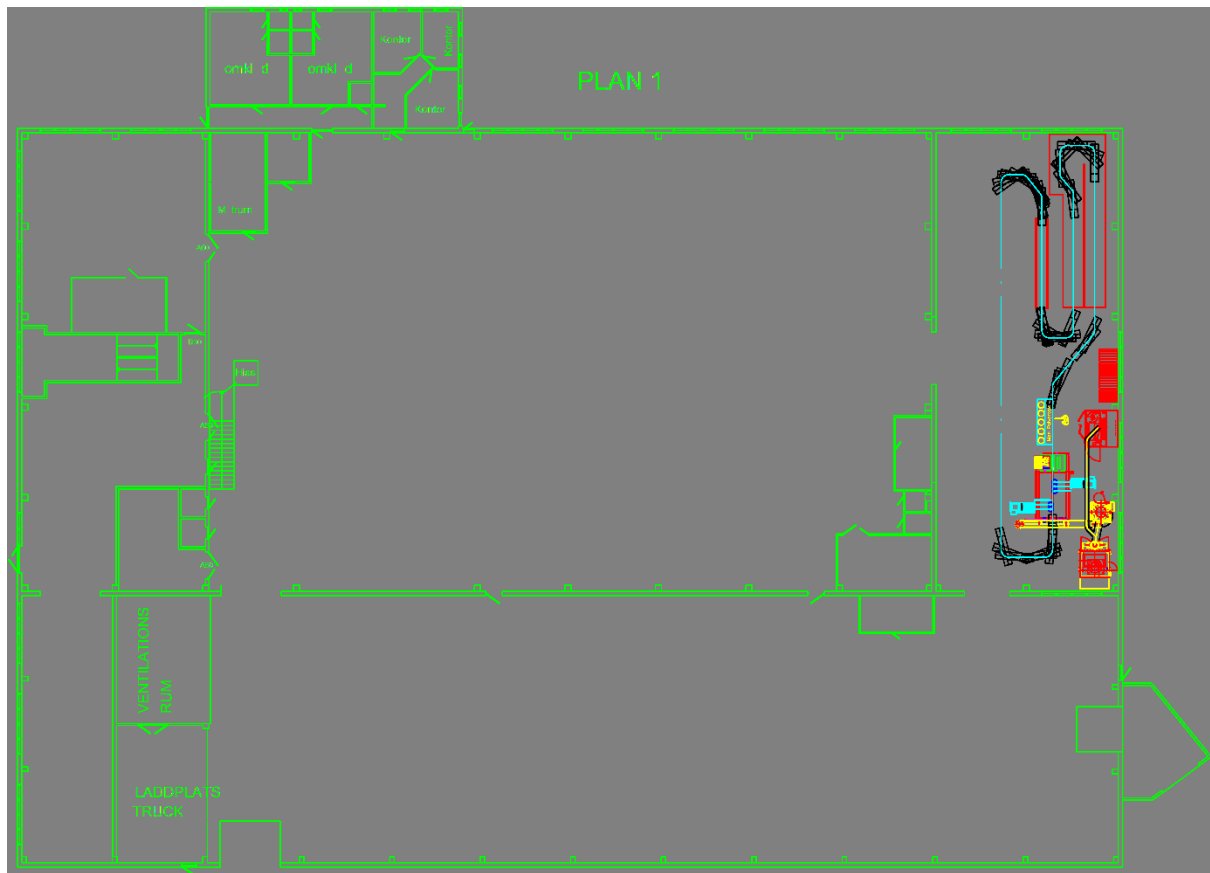
Figuren nedan visar ritning över fabriken som skall planeras med hjälp av en effektiv metod. Anläggningen som företaget ska flytta till ägdes tidigare av ett annat tillverkningsföretag och erbjuder nästan dubbel så stor total yta som deras gamla fabrik.

Den ”vänstra sidan” av byggnaden har två våningar, där andra våningen ska ge plats för ledningens kontor och en lunchlokal. På nedre våningen i denna arean finns det en lång korridor och några mindre rum. Rummet i det övre vänstra hörnet av ritningen behåller några justeringsmaskiner som de föregående ägare lämnade efter sig, en del av vilka Blomdahls kan använda i framtiden. Rummet i mitten av denna sidan av byggnaden användes tidigare för svetsning och som manuell verkstad och har också kvar några begagnade verktyg som företaget vill behålla. Korridoren är tom och kommer att kunna användas för placering av företagets egna maskiner. Ej visad på ritningen är en planerad öppning på nedre sidan av denna korridor, samt ett tält som företaget skulle sätta upp för att effektivt förlänga korridorens längd och använda för lagring av gods.

Den mellersta 2/3 av fabriken är ett stort öppet rum som ska behålla de flesta arbetsstationer. Övre väggen av rummet har många stora fönster för att släppa in naturlig ljus till fabriken. I det nedra högra hörnet av området finns det toaletter, ett mindre rum som ska användas för dagliga styrningsmöten, samt ett ”kemirum” som ska användas för ventilationskrävande montering och bearbetning av detaljer.

Den nedre arean under huvudrummet har två ingångar för truckar och ska användas framför allt som lastplats, men erbjuder även tillräckligt mycket area för placering av några maskiner vid väggen som avgränsar den från huvudrummet.

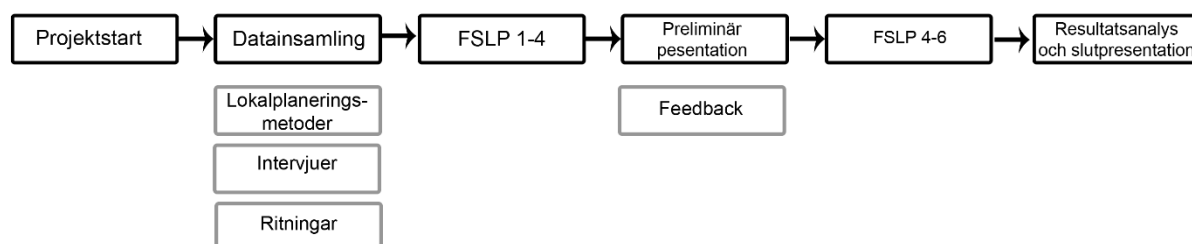
Det sista nämnvärda rummet är avsedd för att behålla pulverlacken. Om det skulle visa sig att placering av lackeringsstationen någonstans i huvudrummet är mycket mer lönsamt kan detta ändras, men enligt företagets egen insikt är det bäst att hålla den i förbestämt plats.



Figur 1 - 2D-ritning av Blomdahls Mekaniskas framtida fabriksyta

2. Metod

Projektets utförande presenteras i figur 2 med de olika huvudstegen i kronologisk ordning.



Figur 2 - Flödesschema över projektets utförande

2.1 Datainsamling

Projektet började med introduktionen av företaget och gruppen till varandra via en serie av e-mails samt två personliga möten i Herrljunga genom vilka parterna fick känna varandra och gruppen kunde samla in data som skulle eventuellt vara relevant till utförandet av arbetet. Under första mötets gång erhöles framför allt övergripande information angående företaget och projektets omfattning som presenterades i Introduktion-avsnittet av rapporten. Vid andra besöket samlades in mer detaljerade data som eventuellt användes som underlag till FSLP.

Majoriteten av den datan som erhöles samlades genom ostrukturerade intervjuer under de två besökens gång. Denna metod av datainsamling tycktes vara lämplig eftersom gruppen inte besatt utförlig expertis inom området och därmed var osäker på vilka specifika frågor som skulle vara avgörande för arbetet (Denscombe, 2016) (Idar Magne Holme, 1997). Gruppen fick en personlig presentation av företaget av Vd:n Åke Blomdahl, under vilken mer eller mindre improviserade frågor ställdes för att utveckla samtalet gällande bland annat:

- de vanligast förekommande arbetsflöden
- företagets omsättning från olika produkter
- tekniska information om maskiner och processer
- avsikter och önskemål om den nya lokalen och framtiden

Gruppen fick även chansen att tala med de anställda som var i fabriken på dagen av besöket, 3 maj 2018. Dessa samtalen var återigen i form av ostrukturerade intervjuer berörande personliga insikter och önskemål om deras framtida arbetsområden.

De huvudsakliga informationsbitar som samlades under dessa möten antecknades på papper i realtid och sammanfattas i resultatdelen.

2.2 Virtuella tillbehör

Tekniska ritningar har sedan länge varit det primära sättet genom vilket arkitekter och anläggningsplanäraren framställer och kommunicerar sina idéer till kunder, hatsverkare och

varandra. I dag finns det många virtuella verktyg som underlättar skapelsen och redigering av sådana ritningar. De olika designer programvaror varierar en del i funktionerna som de erbjuder, vilket tillåter användaren att välja verktyget som är mest anpassad till sina mål och behov. Vissa av dessa mjukvaror levererar även tillbehör anpassade för noggrann systematisk utvärdering av de skapade layoutalternativen i linje med teknikerna beskrivna i Teori-avsnittet för att tillfredsställa marknadens efterfråga för effektivisering av industriella anläggningar (Björn Johansson, 2017).

2.2.1 AutoCAD

AutoCAD är ett av de populäraste program idag som kan flexibelt användas inom flera industriella områden, med tillgängliga tillbehör specifikt syftade till förenkling av FSLP processen. En av stora fördelarna med AutoCAD är att den visuellt underlättar beslutfattandet genom att frambringa tydliga visualiseringar. Syftet med AutoCAD var i början att den skulle brukas av ingenjörer men programmets mångsidighet innebar att den kunde användas av arkitekter och designer. Filformatet för AutoCAD har idag blivit standardfilformaten för tekniska ritningar. Programvarans utvecklare erbjuder även en billigare version med färre funktioner åt mindre kunder, AutoCAD LT, som fokuserar på 2D-ritningar (Wedeen, 2017).

FactoryFLOW är en kommersiellt tillgänglig kompletteringsprogramvara till AutoCAD från Siemens AB. Mjukvaran är inriktad på optimering av fabrikers produktivitet baserat på information om produktionskostnader och materialflöde (Siemens).

2.2.2 Radan Editor

Radan är ett program som fördjupar sig i Computer Aided Manufacturing (CAM) där CAM skapas med hjälp av CNC-kod från en CAD-modell av detaljen som skall framställas. Radan är känd som en av världens ledande PC-baserade CAD CAM-programvarulösningar för plåtindustrin. Radan erbjuder en unik kombination av applikationer för stansning, profilering, böjning, design och produktionshantering för plåtbearbetning. Radan underlättar framställningen av alternativa lösningar då maskiner i fabriker redan finns i en databas o då är det enkelt att hitta ritningar och exakta mått på maskinerna och därefter förflytta maskinerna efter önskemål i layouten. Med hjälp av RADAN kan man avsevärt minska lagerinvesteringarna och öka materialutnyttjandet så att man kan uppnå en bra avkastning på sin investering (Radan, 2018).

3. Teori inom lokalplanering

Effektivisering av industrin var en konsekvens av den allmänt högre efterfrågan från globaliseringen och den ständigt växande samhälle. Kraven blev mer tydliga och industrin behövde anpassa sig. Skapande av diverse och nya process och layout typer var i första hand beroende av produktvariation och produktionsvolym. En påföljd blev att kraven på hur systematisk utformning av fabriker och lokalplanläggning utförs höjdes (M. Bellgran, 2003). Richard Muthers idéer och metoder för detaljerad layoutplanering blev de mest framgångsrika för industrierna och verksamheterna. Metoderna sammanställdes i 60-talet och är idag grundpelare för utvecklingsprojekt (Richard Muther L. H., 2015).

3.1 Systematisk Layoutplanering

Systematisk layoutplanering (SLP) är en av metoderna som används för att strukturera en arbetsplats i en anläggning genom att lokalisera områden med högfrekventa och logiska relationer nära varandra. Processen sanktionerar det snabbaste materialflödet vid bearbetning av produkten till lägsta kostnad och minst mängd hantering. Målet med systematisk layoutplanering är följande

- Minimera investering i utrustning.
- Minimera produktionstid.
- Minimera materialkostnader.
- Maximera utnyttjande av plats.
- Upprätthålla flexibilitet av funktion och uppgörelse.
- Stadga säkerheten och trygghet hos anställda.

För att nå de målen finns det fyra grundpelare man följer:

- Analysera
- Sökande
- Värdering
- Urval

De fyra grundpelarna är i kronologisk ordning för att annars får man inte ut maximal utdelning av metoden. Med analys så syftar man på att man undersöker befintliga förhållande mellan material och flödet av verksamheten. Man kikar om man kan ändra eller förbättra flödet och relationen mellan materialen. Därefter granskar man på om man har tillräckligt stor yta för att kunna skapa nya relationer mellan materialen för att bättra på flödet. Steget efter innebär att man gör sökningar på praktiska begränsningar och att man överväger förändringar. Tillslut

utvecklas lämpliga kandidater som layouter och man värderar de efter krav och därefter koras ett vinnande planlösning (Richard Muther L. H., 2015).

3.2 Apples anläggningsteknik

Ett annat teoretiskt tillvägagångssätt till anläggningsplanering har utvecklats av Apple. Hans teknik kan sammansättas kort i 20 steg, dock kan man antyda att punkternas sekvens inte behöver följas noggrant i var och en fall, då varje fastighetsprojekt varierar i natur (James A. Tompkins, 2010).

1. Skaffa grundläggande uppgifter.
2. Analysera de grundläggande uppgifterna.
3. Utforma produktionsprocessen.
4. Planera materialflödesmodell.
5. Överväg materialhanterings översiktsplan.
6. Beräkna utrustningskraven.
7. Planera de individuella arbetsstationerna.
8. Välj särskild utrustning för materialhantering.
9. Samordna grupper med likartade verksamhet.
10. Utforma aktiviteternas inbördes samband.
11. Bestäm lagringskrav.
12. Planera service och särskilda aktiviteter.
13. Bestäm utrymmeskrav.
14. Tilldela totalt utrymme till aktiviteter.
15. Tänk över hustyper.
16. Konstruera huvudlayout.
17. Utvärdera, justera och kontrollera layouten med rätt personer.
18. Skaffa godkännanden.
19. Framställ layouten.
20. Följ upp genomförandet av layouten.

3.3 Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP)

Det finns ett par avgörande faktorer som kräver ett visst hänsynstagande i samband med planläggningar av nya verkstäder. Ett par faktorer är arbetsmiljön, transport, flödet och arbetsergonomin. Ett vanligt problem som uppkommer med verkstadsplanering är att den ofta har en oklar metodik som lämnar rum för partiska åsikter som påverkar processen negativt då det kan förekomma att viktiga faktorer blir bortprioriterade i den fastställda planläggningen. Detta leder till missnöje och layouten blir dålig. För att undvika de ovanstående problemen så utvecklades flera metoder där syftet var att planera verkstäder sakligt och metodiskt. En av metoderna som utvecklades var "Förenklad systematisk lokalplanläggning".

FSLP är en metod som skapades av Richard Muther och John D Wheeler som egentligen är en simplificerad version av den fullständiga metoden "Systematisk lokalplanläggning" skapad av Richard Muther. FSLP är en smidigare metod för projekter i en mindre skala, exempelvis en del av en verksamhet eller en liten fabrik som har maximalt 20 funktioner.

FSLP består av 6 olika steg som verkställs i en ordnad tidsföljd som erbjuder ett par planlösningsskisser och sedan väljs förslaget som är mest gynnsamt för ytan och de fastställda kraven på fabriken (Richard Muther J. D., 1977). De sex stegen beskrivs mer djupgående nedan som är grundpelare till FSLP.

3.3.1 Kartlägga samband

I första steget listas varje funktion som identifierades under informationssamlingen som skall befinna sig på den nya ytan som skall planläggas. Vad som menas med "en funktion" i detta sammanhang kan variera en del beroende på projektets omfattning och karaktär och kan betyda enskilda maskiner, grupp av maskiner som utför samma sorts arbete, kontor och fikarum, lager och dylikt.

De listade funktionernas relationer kartläggs sedan genom att fylla ut en sambandsdiagram och rangordna de olika enheternas relation med hjälp av bokstäver. Sambandsdiagrammet ger en bra översikt över alla funktioner och förhållandet mellan dem. Bokstäverna används för att siffror kan skapa en förvirring då funktionernas numrering och orsakskoderna är siffror (Richard Muther J. D., 1977). Bokstäverna som används är:

- A - Absolut nödvändig
- E - Extra Inflytelserik
- I - Inflytelserik
- O - Ordinär närhet
- U - Utan betydelse
- X - Ej önskvärd

3.3.2 Fastställa funktionskrav

I detta steg av FSLP samlas de olika kraven av samtliga funktionerna, såsom golvyta, takhöjd, golvbelastning, special fundament, elektricitet/högspänning, vatten, ventilation med mera. Återigen graderas de olika kraven med bokstäver (A, E, I, O) beroende på hur viktiga de är för

de olika funktionerna. Irrelevanta utrustningsbehov markeras med ett sträck. Om en funktion har förbestämd position i lokalen kan dess areabehov markeras med ett areabehov på 0 m².

Noggrannhet med datainsamling och kartläggning av funktionskraven i detta steg är av yttersta vikt: om något väsentligt behov inte markeras i god tid så kan det påverka samtliga efterkommande steg på negativt sätt och eventuellt leda till en planläggning som kräver dyra (möjligtvis omöjliga) förändringar i lokalen för att kunna appliceras i verkligheten. Införande av precisa funktionskrav medför att alla funktioner hamnar i adekvata positioner, vilket minskar eventuella justeringsbehov av planlösningen.

3.3.3 Skissera funktionernas samband

Steg 3 av FSLP bygger på den informationen som samlades i steg 1. Här representeras funktionernas förhållande grafiskt. Först ritas (på papper eller digitalt) samtliga par av funktioner som har ett A-samband och sammankopplas med 4 parallella linjer. Cirkelar med funktionsnummer är ett lämpligt sätt att representera funktionerna. Därefter läggs till varje E-samband och bindas med 3 parallella linjer. I- och O-sambanden görs på samma sätt med 2 respektive 1 parallella linjer. X-sambanden visualiseras slutligen med vågiga sträck. Om det finns många negativa samband kan det vara önskvärd att lägga till dessa tidigare i arbetet, förslagsvis efter E- och före I-sambanden. Det är också rekommenderat att göra om diagrammet efter varje steg och omorganisera de befintliga funktionerna för att underlätta tillägg av ytterligare enheter, såväl som att använda färgade streck för ännu tydligare visualisering av sambanden.

När alla stegen kompletterades skall sambandsdiagrammet omarbetas några gånger till för att erhålla en realiserbar representation av det optimala arrangemanget. Slutligen markeras ytbehoven av samtliga funktionerna som samlades i steg 2 bredvid funktionssymbolerna.

Det färdiga sambandsdiagrammet som erhålls i detta steg används som bas för varje steg som följer är det viktigt att arbetet utförs noggrant. Potentiella misstag och brister i detta steg påverkar den slutliga planlösningen.

3.3.4 Ritande av alternativa huvudplaner

I detta steg skissas och redogörs olika lösningar till en planläggning med existerande ritningarna på fabriken. Skissen i steg 3 skall sammanföras med den befintliga ytan i fabriken.

Huvudplanen som är den första planläggningen har steg 3 som utgångspunkt. Huvudplanen går därefter igenom en undersökning där den skall anpassas med verkligheten med minsta möjliga skiljaktigheter och sedan sätta in den i de väsentliga detaljerna (Richard Muther J. D., 1977). Att den skall anpassas med verkligheten innebär att man gör alternativa huvudplaner som går att tillämpa till verkligheten då huvudplanen inte tar de befintliga problemen från steg 2 under konsideration. Med hjälp av resultatet från steg 2 framställs alternativa huvudplaner från den representativa skissen med hänsyn till att det skall göras så lite justeringar som möjligt på huvudplanen.

3.3.5 Värdering av de olika alternativen

Målet av det femte steget av lokalplaneringsmetoden är att utvärdera de framtagna alternativen från steg 4 på ett opartiskt och strukturerat sätt för att kunna objektivt jämföra dem, och till sist utvälja den lämpligaste lösningen för att vidareutveckla i detalj i steg 6.

Detta utförs genom sammanställning av ett värderingsschema. Man tar fram alla relevanta faktorer som avskiljer de olika planläggningar från varandra och kan påverka valet av det bästa alternativet. Samtliga faktorerna ges sedan en vikt som motsvarar deras relativa betydelse för lösningarnas lämplighet baserad på företagets syften och önskemål. Detta ger förstås att antalet faktorer och vilka de är varierar en del mellan olika projekt, dock borde det noteras att man skall vara omsorgsfull när man väljer ut dem så att det blir tydlig vad samtliga faktorer innebär och det går att avskilja mellan kriterierna exakt. Några exempel på värderingsfaktorer som vanligtvis kan användas är:

- Flödeseffektivitet – närhet mellan sammanhängande stationer
- Arbetsmiljö
- Flexibilitet
- Investeringskostnad
- Utnyttjande av tillgänglig utrymme
- Lätthet för övervakning och kontroll
- O.s.v.

När faktorerna har uppsatts och givits en relativ vikt utvärderas hur väl de olika alternativen tillfredsställer dem, med de samma bokstavsbezeichnungarna som förut, visad i tabell 1:

Tabell 1 - Uppfyllningsgrad

Uppfyllningsgrad	Bokstav	Poäng
Absolut perfekt	A	4
Effektiv lösning	E	3
Intressant lösning	I	2
Ordinär lösning	O	1
Utan betydelse	U	0
Ej önskvärd	X	-5

Tillvägagångssättet för utvärderingar varierar beroende på karaktären av kriterierna men borde utföras så objektivt som möjligt. I vissa fall kan det vara svårt att mäta/beräkna de exakta skillnaderna mellan alternativen och i så fall kan det räcka att värdera de olika planläggningarna relativt varandra; det vill säga tilldela ett A till det planet som anses uppfylla kravet bäst och betygsätta stegvist sjunkande de övriga alternativen.

Ett bra exempel på hur mätbara faktorer kan försäkra att jämförelsen är objektiv är utvärderingen av positionering. Man kan använda sambanden från steg 1 / 3 och rita avstånden mellan de sammanhängande stationerna i olika färg beroende på deras relation. Därefter mäts den totala längden av alla likfärgade streck på ett huvudplan och multipliceras med en relativ viktning beroende på sambandet (där A-samband viktas högst och de övriga successivt

sjunkande), vilket ger ett avståndspoäng. De olika planläggningarnas avståndspoäng kan jämföras och alternativet med det lägsta summerade värdet kan anses vara bäst med avseende på positionering.

När samtliga faktorer har utvärderats för varje alternativ kan bokstavsbeteckningarna förvandlas till en siffra (visad i tabell 1) vilket multipliceras med vikten hos värderingsfaktorn. Detta ger olika poängvärden för varje huvudplan och faktor-par som slutligen summeras kolonnvis för att få ”Mutherpoängen” till varje alternativ från steg 4. Det alternativet med högst totalpoäng anses som bäst och vidareutvecklas i steg 6.

3.1.6 Detaljutformning av den valda planlösningen

Slutligen skapas den planlösning som bestämdes i föregående steg med hjälp av Mutherpoäng. Den fastställda ritningen skall vara lagom fylld för att den skall kunna placera och anordna alla funktioner på den öppna ytan som skall fyllas. Det är absolut viktigt att man inte har exkluderat betydelsefull information i denna fas eftersom detaljplanen beskriver och representerar allt som har uppgjorts i de föregående fem stegen. Systematiska lokalplaneringsprocessen kan anses vara färdig när man har producerat en ritning över den planlagda lokalen som är tillräckligt detaljrik för att den skall kunna överlämnas till en arkitekt (Richard Muther J. D., 1977).

4. Genomförande och Resultat

I kapitlet redogörs hur gruppen utförde metoderna som har beskrivits hittills för att nå projektets mål, och deras resultat.

4.1 Datainsamling

Majoriteten av informationen som samlades genom observationer och intervjuerna nämnda i kapitel 2.1 redogjordes redan i Introduktion-kapitlet för läsarens bekvämlighet. Ledningens och anställdas begäran om den nya layouten användes under utförandet av FSLP, och beskrivs därför inte explicit här, utan förklaras i de tillhörande Diskussion-kapitlen.

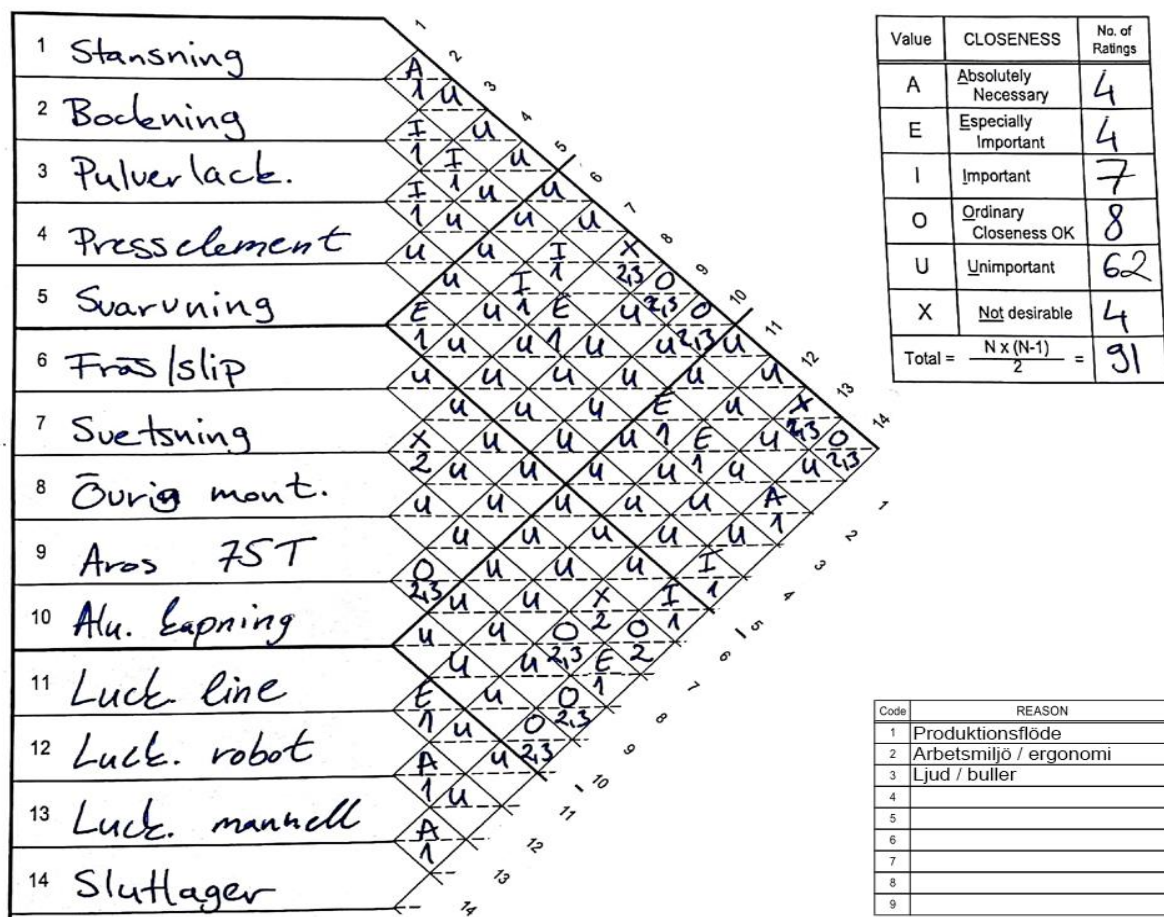
4.2 Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP)

Metoden som valdes för utförande var FSLP, eftersom den ansågs vara mest lämplig för projektet. Apples anläggningsteknik mindre vanligt förekommande och brett erkänt som en pålitlig planeringsteknik jämfört med Muthers idéer. Hans ursprungliga, mer utvidgade teknik, SLP, är bättre anpassad till större anläggningar och projekt. Den förenklade versionen är mer fokuserad på relativt små verksamheter, såsom den som bedrivs av Blomdahls Mekaniska. Resultaten från utförandet av denna metod presenteras stegvist nedan.

4.2.1 Kartlägga samband

Det definierades totalt 14 distinkta funktioner som skulle användas genom metodens gång. Deras relationer, tillsammans med resonemang sammanfattas i form av ett sambandsdiagram i figur 3.

De olika bestämda funktionerna innefattar varierande antal maskiner och medföljande utrustning, som för tydlighets skull redogörs i den tillhörande diskussion-kapitlet.



Figur 3 - Sambandsdiagram över samtliga bestämda funktionernas relationer till varandra

Sambandsvärderingarna utfördes sedan med avseende på 3 orsaker: produktionsflöde (1), arbetsmiljö/ergonomi (2) och ljud/buller (3). Orsaken 1 medförde önskad närhet mellan vissa stationer medan orsakerna 2 och 3 var relevanta för det mesta i koppling till maskiner som är högljudda och önskas hållas nära varandra och långt ifrån de tysta delarna av fabriken.

Kedjan av funktionerna som tillhör inspektionslucka-flödet sammanbildades med A- och E-samband från start till slut eftersom effektivisering av detta flöde ansågs vara viktigast. Även stansning och bockning fick ett A-samband eftersom nästan all övrig produktion börjar med de två processer, efter vilket de tillverkade produkter kan ta olika vägar, som märktes med I-samband.

Montering kopplades endast till pulverlackering och lager med E-samband med avseende på produktionsflöde. Detta är på grund av att produkter kommer till montering ganska jämnt från alla icke-luckarelaterade stationer och det skulle onödigt försvåra genomsynlighet och utvärdering av eventuella modeller i metodens gång att sätta andra samband än U till de relevanta funktioner, då arbetsmiljö ansågs vara en viktigare drivande faktor till positionering av funktionen.

Vidare sattes X-samband mellan stansning-svetsning och monteringsfunktionerna, baserad på arbetsmiljömässiga orsaker. Närheten av dessa funktioner påverkar även alla andra bemannade funktioner på negativt sätt också, men det tycktes vara mest relevant för montering, och markerades inte för de övriga funktioner, återigen för genomsynlighets skull. Andra låtande maskiner kopplades till stansning, varandra, och lager med O-samband, för att skapa en tråd mellan detta block av funktioner.

Slutligen är det viktigt att anmärka att det finns några maskiner som inte definierades i sambandsdiagrammet alls, nämligen: PierceAll, Klippmaskin, Haeger. Detta är på grund av att de används sällan, har inte någon anmärkningsvärd relation till specifika funktioner flödesmässigt, och inte är arbetsmiljömässigt störande till andra funktioner.

4.2.2 Fastställa funktionskrav

I detta steg sammanställdes utrymmes- och servicekraven av de redan nämnde funktionerna och visas i figur 4. Den viktigaste aspekten som skulle tas hänsyn till för samtliga stationer var arean på ytan de tar upp; takhöjden och maximala golvbelastningen inte är begränsande faktorer någonstans i den nya lokalen, förutom området som är avsedd för pulverlackeringsstationen, som var redan bestämt för att konstrueras om just för det.

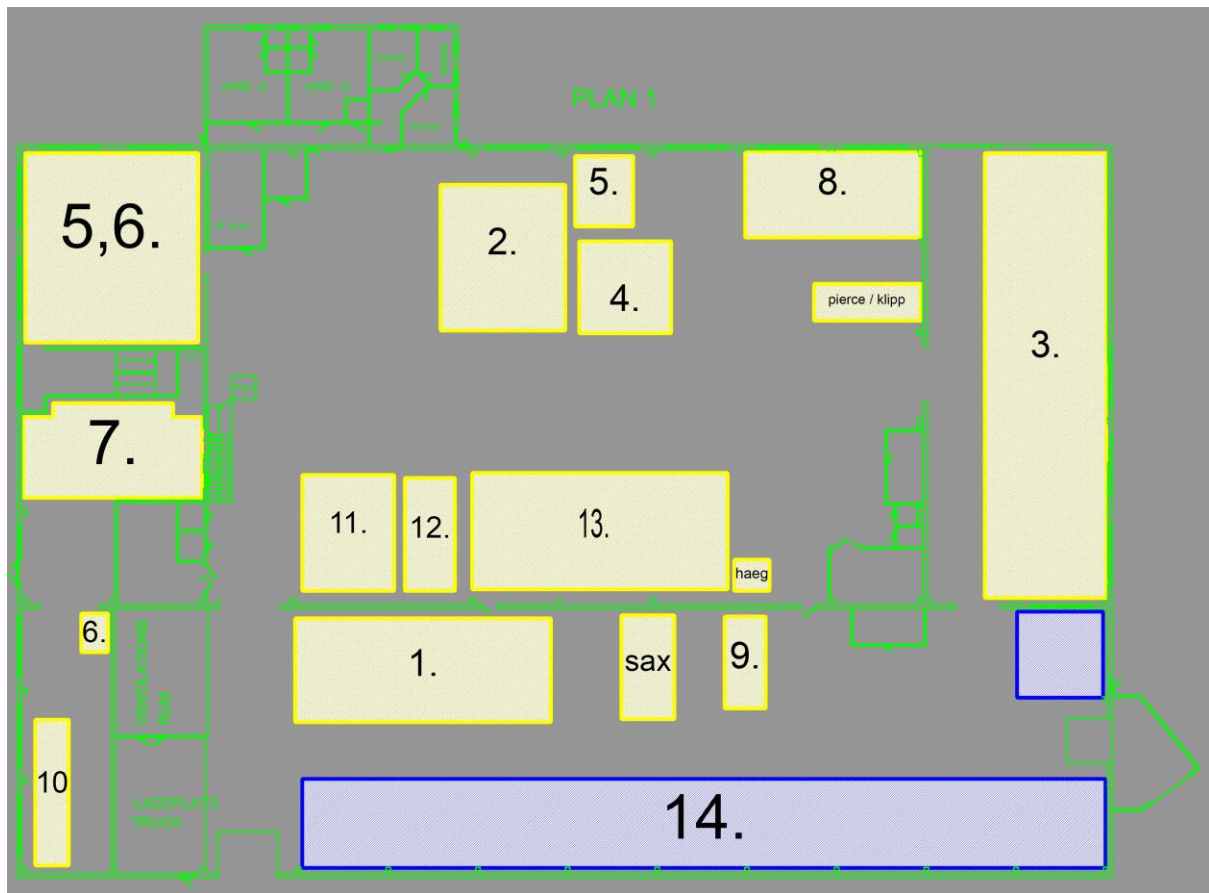
Omgivningen av pulverlacken och svetsarna behöver brandsäkras av uppenbara skäl. Svetsarna och de högljudda stationerna bör utrustas med ögon- respektive hörselskydd; det ska dock anmärkas att detta blir väsentligt enklare om funktionerna läggs i redan avgränsade områden, såsom ett mindre rum utanför huvudområdet av fabriken eller i ett hörn. I så fall kunde det räcka med individuell skyddsutrustning till personalen vid de berörda funktionerna, utan att bygga isolerande gränser kring hela stationen. Det är önskvärt att ha monteringsstationerna nära fönster så att montörerna kan arbeta med naturlig ljus, dock är det inte ett begränsande krav.

ACTIVITIES AREA & FEATURES SHEET			Physical Features Required										Plant	
Activity			O'Head Clearance	Max. Overhead Supported Load	Max. Floor Loading	Min. Column Spacing	Water & Drains	Fire or Explosion Hazard	Special Ventilation	Eye protection	Soundproofing	Sunlight	By _____	With _____
No.	Name	Area in m ²	Enter Unit and Required Amount under each				Relative Importance of Features						Requirements for Shape or Configuration of Area (Space)	
							A - Absolutely Necessary O - Ordinary Importance E - Especially Important - - Not Required I - Important						Enter Requirements for Shape or Configuration and Reasons therefore	
1.	Stansning	125					A	-	-	-	I	-		
2.	Bockning	85					-	-	-	-	-	-		
3.	Pulverlack.	250					-	A	A	-	-	-		
4.	Presselem.	46					-	-	-	-	-	-		
5.	Svarvning	60					-	-	-	-	-	-		
6.	Fräs/slip	20					-	-	-	-	-	-		
7.	Svetsning	55					-	A	-	A	-	-		
8.	Övrig mont.	72					-	-	-	-	-	E		
9.	Aros 75T	20					-	-	-	-	I	-		
10.	Alu.kapning	25					-	-	-	-	-	-		
11.	Luckline	47					-	-	-	-	-	-		
12.	Luckrobot	26					-	-	-	-	I	-		
13.	Luckmanuell	150					-	-	-	-	-	I		
14.	Slutlager	350					-	-	-	-	-	-		
15.														

Figur 4 - Sammanställning av utrymmes- och servicekrav

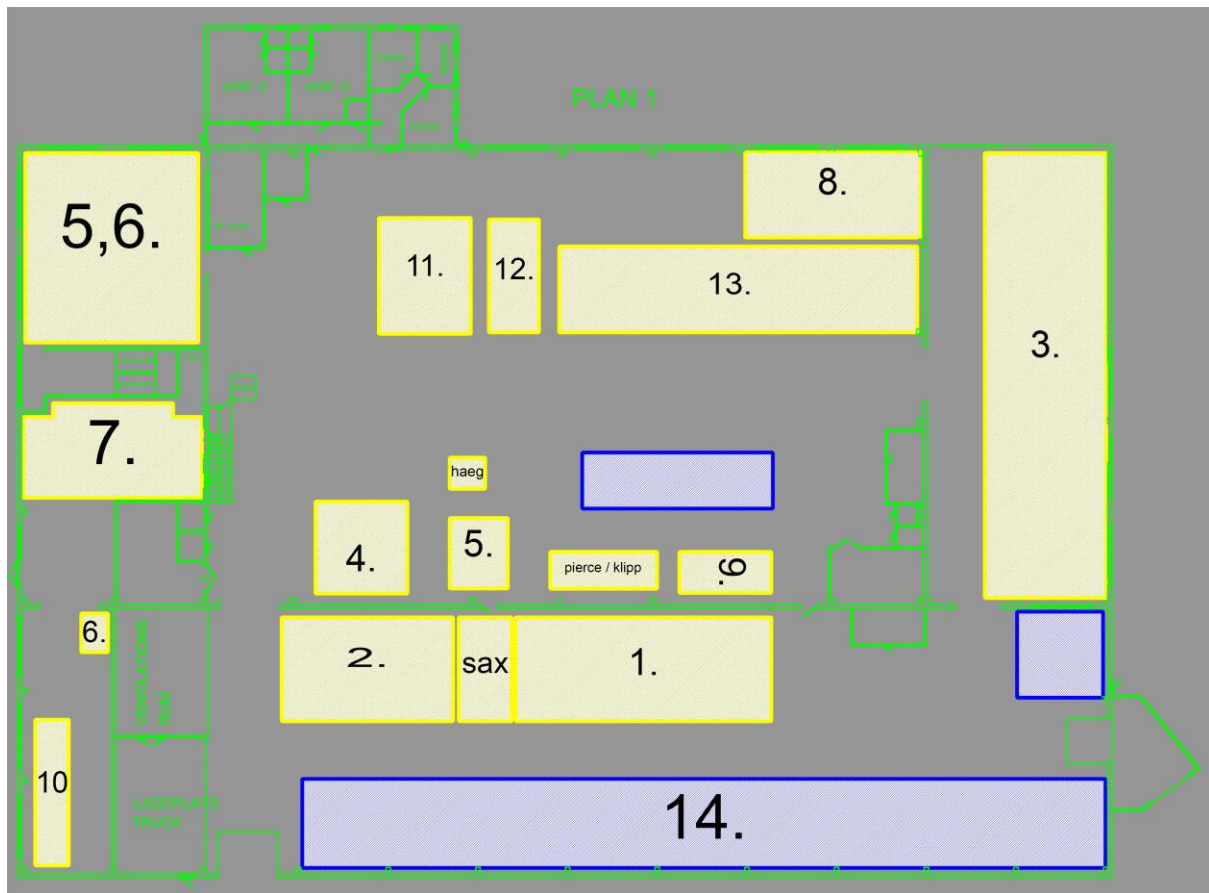
4.2.3 Skissera funktionernas samband

Sambandsdiagrammet ritades för hand i färg. Det kännetecknas mest av flöden som beskrevs till gruppen av företaget. Funktionerna 3 och 14 (lackering, lager) placerades i mitten eftersom eventuellt slutar alla flöden med dem. "Lucka-kedjan" befinner sig på den högra sidan av diagrammet, skärande bearbetning på botten och alla övriga flöden på den övre vänstra sidan. Man kan också snabbt känna igen nätverken av högljudda maskiner sammankopplade med O-samband på den nedre vänstra sidan av ritningen.



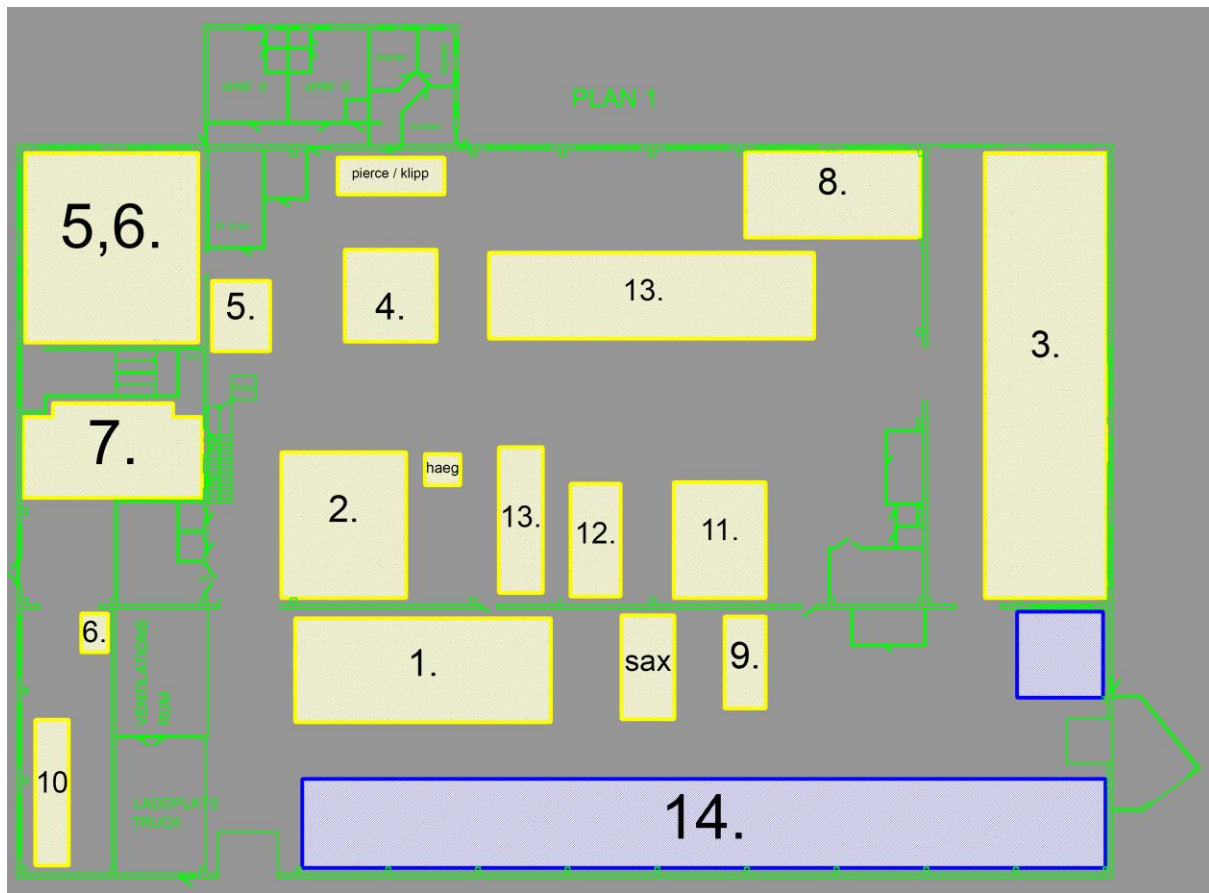
Figur 6 - Alternativ A

I alternativ A samlades alla delar av inspektionslucka-flödet i den nedre delen av centrala rummet längs väggen. Även Haeger-maskinen fick plats vid samma vägg. Övrig montering och den "udda" svarvmaskinen som inte fick plats i vänstra rummet placerades vid fönsterna på övre sidan av rummet, och de resterande maskinerna sattes runt dem på så sätt att lämna plats för en horisontell väg mitt i lokalen för gaffeltruckar. Närheten mellan stansen och kantpressarna offrades för att främja effektiviteten av lucka-flödet.



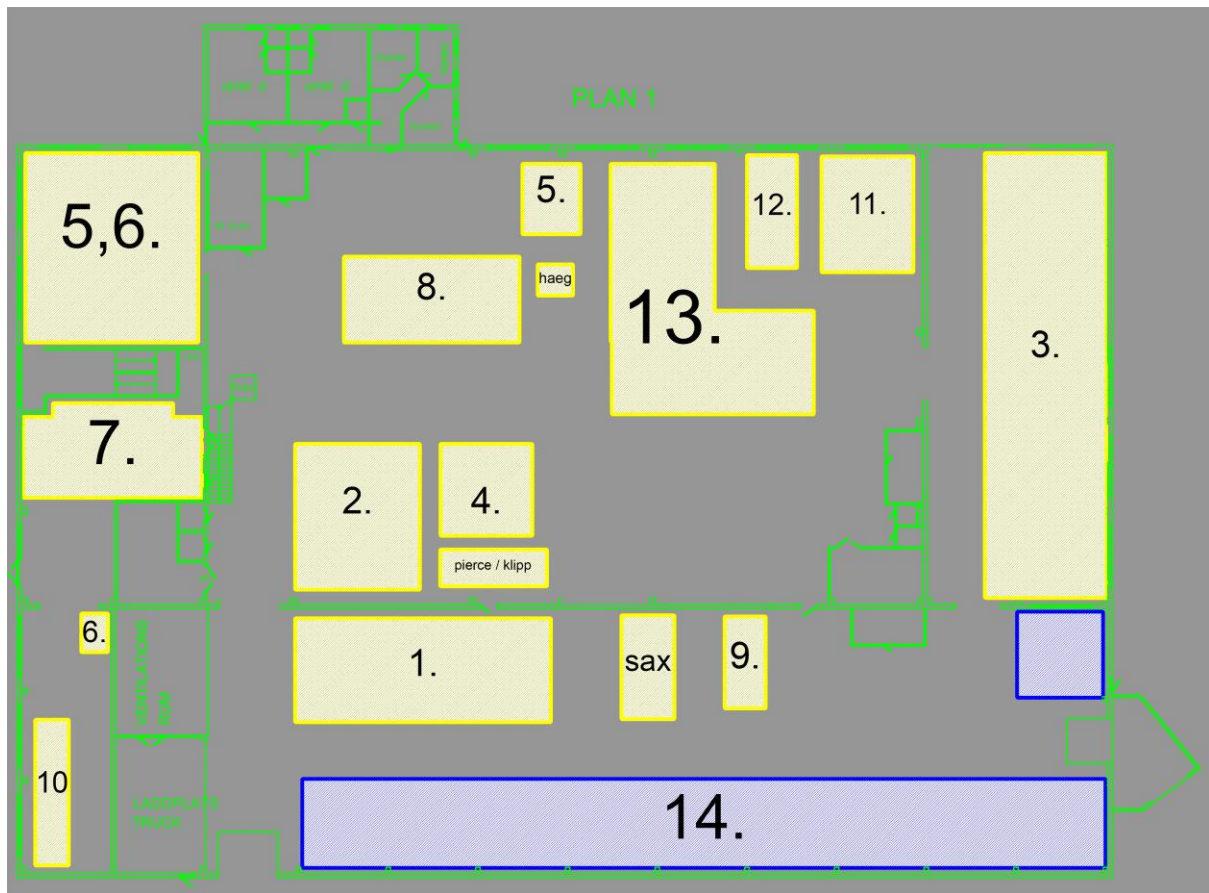
Figur 7- Alternativ B

Alternativ B har en liknande sammanhängande lucka-flöde, fast på andra sidan av truckvägen. Funktion 8 behövs vid fönsterna, nära montering av inspektionsluckor. Den främsta sär egenheten med layouten är att bockarna har förflyttats till det nedre rummet för att minimera avståndet mellan dem och stansen. De övriga funktionerna placerades längs nedre väggen. En konsekvens av detta är att huvudrummet bibehåller mycket fri yta till framtida expansioner, och förslagsvis ett mellanlager mitt i fabriken. Nackdelen är att Aros 75t får inte plats i nedre rummet och måste dela utrymme med de tystare funktioner.



Figur 8 - Alternativ C

Alternativ C följer standardpositionerna utanför huvudrummet. Bockarna och Haeger ligger nära stansen på motsatta sidan av väggen. Den ensamstående HAAS-maskinen ligger precis utanför rummet med resten av skärande bearbetningsmaskiner. I detta alternativ delades upp lucka-flödet i två delar; de stora maskinerna ligger längs den nedre väggen, tillsammans med manuell bearbetning-delen av funktion 13. Paketering av färdiga inspektionsluckor sker på övre sidan av fabriken, nära övrig montering, som är fortfarande vid fönsterna.



Figur 9 - Alternativ D

I alternativ D samlades luckaproduktionen i det övre högra hörnet av rummet, så nära pulverlacken som möjligt, med de resterande funktioner samlade på vänstra sidan av lokalen. Funktion 13 täcker delvis truckbanan, vilket gör att flödet av produkter mellan övriga maskiner och pulverlacken är något hindrat. Ytterligare fick manuell montering inte plats i sin "vanliga" position och flyttades bort från fönsterna mot mitten av fabriken.

4.2.5 Värdering av de olika av alternativen

Steg 5 utfördes enligt principerna beskrivna i metoddelen. Det valdes 4 olika faktorer som gruppen tänkte sig vara mest relevanta baserad på dialogerna med företaget, nämligen: flödeseffektivitet, arbetsmiljö, platseffektivitet och framkomlighet.

Flödeseffektivitet fick högst viktning eftersom det tänktes vara det mest pålitliga och kontrollerbara måttet på planernas lämplighet. Avstånden mellan de olika sammanhängande funktionerna mättes på de digitala skisserna som framtoogs i steg 4 och användes för att beräkna jämförbara avståndspoäng för de olika huvudplanerna. Resultaten på mätningarna och ritningarna själva finns bilagor 3 och 4:

Tabell 2 - System för utvärdering av alternativens flödeseffektivitet

Samband	Vikt	Färg
A	5	Röd
E	3	Blå
I	2	Gul

Det ska anmärkas att O- och X-sambanden ingick ej i detta delen av utvärderingen eftersom de alla har varit baserade på arbetsmiljömässiga faktorer och därmed påverkar inte arbetsflöden väsentligt. Vidare var funktionerna med sådana samband fastställda i mer eller mindre avgränsade områden baserad på företagets feedback på första gruppen av alternativen, vilket ledde till att effekten av de mest störande maskinerna blev irrelevant i alla alternativen förutom B. Huvudplanerna utvärderades därför med avseende på arbetsmiljö (och andra faktorerna) relativt varandra efter personlig bedömning. Resultaten på poängsättningen visas i figur 10.

VÄRDERINGSSCHEMA

Projekt _____ Datum _____

Värdering satt av _____ Granskad av _____

Värdering av _____ Godkänd av _____

Värderingskarta			
A	Δbsolut perfekt (4p)	O	Ordinär lösning (1p)
E	Effektiv lösning (3p)	U	Utan betydelse (0p)
I	Intressant lösning (2p)	X	Önskvärd (-5p)

Beskrivning av alternativ:

1. Layout 1
2. Layout 2
3. Layout 3
4. Layout 4

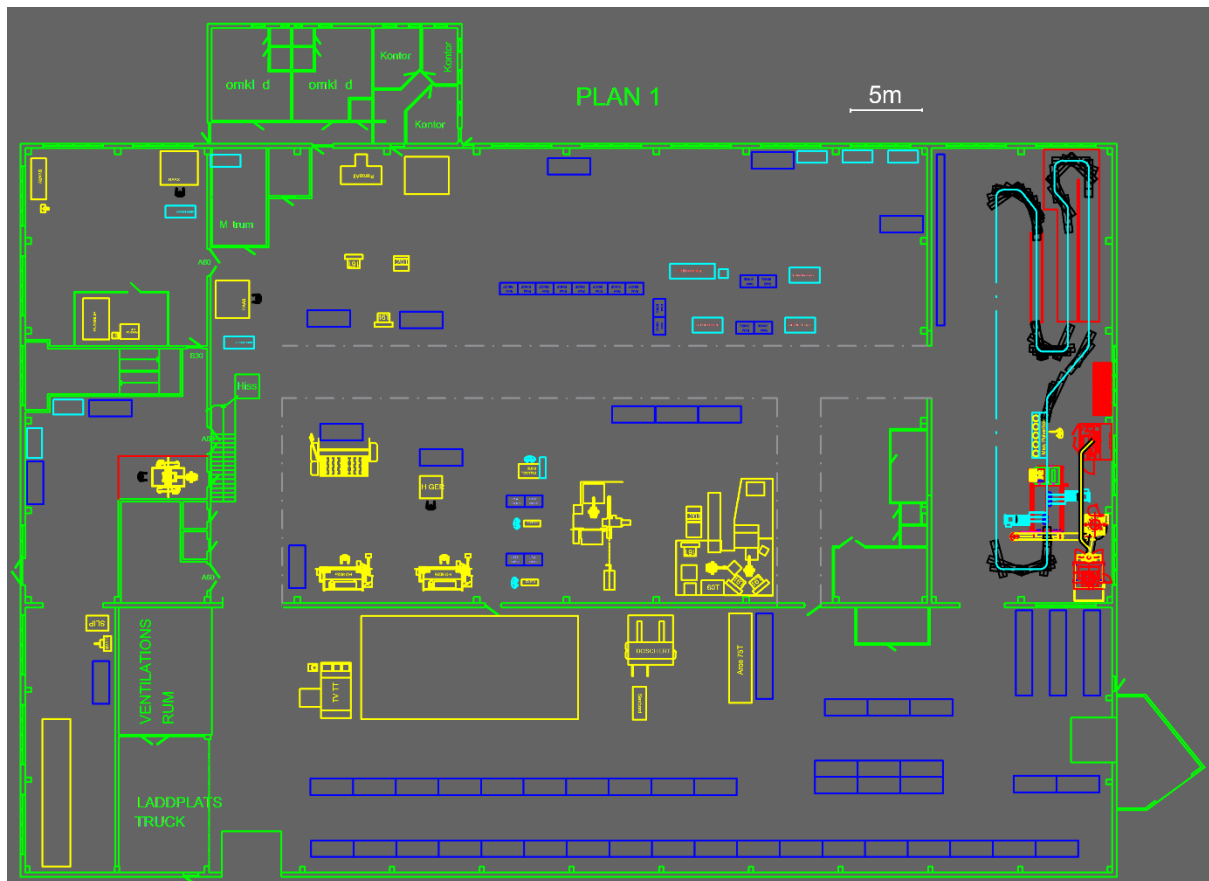
FAKTOR	Vikt	ALTERNATIV			
		A	B	C	D
Flödeseffektivitet	7	I 7	E 21	A 28	I 14
Arbetsmiljö	5	E 15	I 10	A 20	E 15
Platseffektivitet	3	E 9	A 12	O 3	E 9
Framkomlighet	2	A 8	I 4	A 8	X -10
Total		39	47	59	28

Figur 10 - Värderingsschema över andra gruppen av alternativen

4.2.6 Detaljutformning av den valda planlösningen

Efter utvärdering och jämförelse av planlösningarna i steg 5 valdes alternativ C för vidareutveckling som eventuell slutlösning. Planlösningen presenterades till uppdragsgivaren först i form av blockdiagram och sedan återskapades i AutoCAD tillsammans med företaget

och deras befintliga ritningar. Detta insågs vara ideell eftersom gruppen inte hade lika bra förståelse som företaget för de praktiska tillvägagångssätten vid arbetsstationerna, arbetarnas potentiella personliga bekymmer och gällande materialflöde genom anläggningen.



Figur 11 - Slutgiltiga lösningen. Samma layout med de vanligaste flöden visualiserade finns i högre upplösning i bilaga 5.

Amada-bockmaskinerna placerades parallellt emot den nedre horisontella väggen. De kantas på vänstra sidan med ett pallställ som är lätt tillgänglig både för operatörerna vid maskinerna och för truckar från andra sidan. Götened-bocken ställdes mitt emot dem, med sitt eget pallställ vid baksidan av maskinen. De tre kantpressar kompletterades till en fyrkantig grupp med Haeger-nitmaskinen närmast ”lucka-avdelningen” för enstaka justeringar på specialluckor.

Pressmaskinerna ställdes på liknande sätt i två rader, med två horisontella pallställ för enkel åtkomlighet på båda håll.

Precisering av funktionerna 5 och 6 utfördes inte eftersom företaget var fortfarande osäker på vilka av de efterlämnade verktyg de skulle behålla i det övre vänstra rummet och därmed den exakta layouten av lokalen, förutom den yttre HAAS-maskinen som skulle sättas mot väggen med en tillhörande arbetsbänk. In- och utflödande gods till denna maskinen kunde lagras på en av pressarnas pallställ.

Robotsvetsen ställdes i hörnet och kommer att omringas med permanenta skyddsskärmar. Manuell svetsning kan utföras vid två arbetsbänkar, som avskiljas från förbigående till viss nivå med hyllor för material- och utrustningsplacering.

Montering ska bestå av 3 tätt placerade arbetsbänkar satt mot fönsterna, med en direkt tillgänglig hylla för handverktyg och ett pallställ lite längre bort för lagring av gods.

Montering-halvan av funktion 13 ställdes parallellt med funktion 12 för att tillåta montörerna att ständigt övervaka roboten och flytta detaljer till och från den när nödvändigt. Färdiga inspektionsluckor kan sedan rullas över till övre sidan av rummet för paketering. Det ställdes även 3 extra pallställ för produkter i arbete mellan funktionerna 11 och 12, vars position bestämdes på så sätt att tillåta paketerare att övervaka den automatiserade lucklinen på samma sätt som montörerna övervakar roboten.

5. Diskussion

5.1 Förenklad Systematisk Lokalplanläggning (FSLP)

5.1.1. Kartläggning av samband

De funktionerna som används från och med första steget av FSLP bör tolkas enligt följande:

Stansning innehåller maskinen Trumph 3000L, samt en tillhörande tvättmaskin för rensning av stansade detaljer innan de flyttas vidare till vidare bearbetning. Bockning innehåller bockmaskiner Amada HD 8025 NT, Amada HFB 8025 och Göteneds PRO 25. Pulverlackering innehåller maskinerna Aros 16t, Rönnqvist 16t och Klöfver 8ton. Svarvning består av 3st maskiner, inkluderande HAAS VF2 och VF3. Fräsning/slipning innefattar en större och en mindre slipmaskin. Svetsning består av robotsvetsen och 2 arbetsbänkar för manuell svetsning. Övrig montering är en station med 3–4 arbetsbänkar samt nödvändiga verktyg för manuell montering och paketering av alla produkter som inte är inspektionsluckor.

Lucklinen avser den fullt automatiserade produktionslinjen som skapar standardramar. Luckrobot är ytterligare en stor maskin inom inspektionslucka-produktionen som bockar lackerade komponenterna innan dem görs färdigt manuellt. Luckmanuell avser 3 stycken manuella pressbord för bindning av inspektionsluckor och 4 arbetsbänkar för paketering av färdiga produkter. I denna funktionen ingår även ett stort mellanlager av inspektionsluckor i produktion.

Förutom de explicit nämnda maskinerna ingår även ett eller två pallställ i varje funktion för placering av produkter i arbete, och en mindre verkstadsbänk där den är nödvändig.

5.1.2 Fastställa funktionskrav

På grund av hur funktionerna definierades i steg 1, man kan säga att detta steg utfördes mindre noggrant än vad metoden vanligtvis förespråkar. Eftersom de flesta funktioner innehåller fler än en maskin, de ytbehoven som tilldelades till dem avser den totala arean som anses vara nödvändig för maskinerna, godsplacering, och operatörerna för att kunna flytta runt arbetsstationen och behandla materialen och utrustningen, istället för de exakta måtten av bara maskinerna. Detta ansågs inte vara en försämrade avvikelse från standardmetoden eftersom lokalen som skulle planläggas hade för det mesta stora öppna ytor, och det var ett tydligt önskemål av uppdragsgivaren att förse personalen med hyfsat rymliga arbetsstationer. En sådan modell skulle därför förenkla skapandet och utvärderingen av alternativa huvudplaner, medans de exakta uppställningarna av funktionerna kunde bestämmas i steg 6.

5.1.3 Skissera funktionernas samband

Detta steg upplevdes inte lika betydelsefull som teorin påstår. Det resulterande sambandsdiagrammet använder samma informationsbitar som har redan kartlagts i de första två stegen och presenterar dem i en annan form utan att tillägga något annat. Gruppen ritade

diagrammet i flera steg enligt metodens rekommendation tills slutresultatet blev genomsynlig och begriplig, men den slutliga versionen ansågs vara omöjlig att föra över till steg 4, delvis på grund av komplexiteten av beläggningen som skulle planläggas (flera rum med olika storlekar, dörrarnas positioner, o.s.v.), delvis på grund av mångfaldigheten av funktioner, vissa av vilka fick eventuellt förbestämda positioner.

Med detta sagt, gruppen tyckte att funktionernas samband var mycket enklare att begripa genom ritningen än i form av tabellen från steg 1, och använde sig skissen vid skapande och kontroll av alternativa huvudplaner i steg 4 och 5.

5.1.4 Ritande av alternativa huvudplaner

Samtliga huvudplaner framställdes i detta steg använde proportionella blockar för att representera funktionerna. Detta tillvägagångssättet valdes eftersom företagets CAD-ritningar skapades i Radan Editor, och medans filerna kunde öppnas och redigeras i AutoCAD, gruppen upplevde omformulering av ritningar krångligt på grund av kompatibilitetsproblem mellan programvarorna. Dessutom föredrog uppdragsgivaren en förenklad representation över huvudplanerna för bedömning av deras huvudsakliga karaktärdrag.

Första gruppen av planerna syftades inte direkt till att vara effektiva lösningar, utan snarare som en bas för diskussion med företaget. Gruppen fick en del övergripande information från Åke Blomdahl i början av projektet, men strävade efter noggrannare begränsningar och praktiska insikter från flera medlemmar av företaget, då tidigare intervjuerna med personalen tycktes vara korta och ytliga, med fokus på ergonomiska önskemål inom specifika arbetsstationer snarare än funktionernas främsta egenskaper, relativa viktigheter och deras relationer. Målet med presentationen var att få arbetsledarnas tankar kring olika lösningars utförbarhet och allmänna krav som layouten måste uppfylla.

Genom samtal över preliminära planerna kunde en stor del av funktionerna fastställas i periferiska rum kring byggnaden. Pulverlacken blev cementerad i sitt eget avskilda område till höger, som förväntat. Pulverlacken är en av de mest aktiva maskinerna i fabriken och emitterar värme och strövande färgpartiklar till närliggande stationers besvär, samt är själv känslig för damm och smuts från andra maskiner. Stansen cementerades vid lagret och blev parad ihop med gradsaxen och Aros plåtmaskinen för att avskilja de mest högljudda maskiner från resten av fabriken. Aluminiumkapen ställdes i botten av vänstra korridoren, som ansågs vara ett passande område på grund av maskinens avlånga form, och för utnyttjande av företagets befintliga tält som ska användas för lagring av aluminiumplåtar och färdiga produkter tillhörande maskinen.

Svetsarna ställdes längre upp i samma korridor. På så sätt blir de visuellt avskilda från resten av fabriken, medans fortfarande snabbt tillgängliga för godstransportering genom dörrarna under trapporna. Sålunda är företagets egna svetsar även nära en efterlämnad manuellsvets i det närbelägna rummet.

Majoriteten av skärande bearbetning ställdes i de översta vänstra rummen, med några ärvda justeringsmaskiner från de före detta ägarna av anläggningen, med undantag av lilla

slipmaskinen och en av HAAS-maskinerna. Orsaken till uppdelning av dessa funktioner var att rummen är för små för att inrymma samtliga svarvar och slipar tillsammans med de ärvda maskinerna, samt att maskinerna visade sig ha varierande användningar, ett faktum som gruppen inte var medveten om tidigare. Den lilla slipmaskinen används ibland för justering av inspektionsluckor och övriga produkter ”1–2 gånger om veckan”, och ställdes mellan svetsarna och aluminiumkapen. HAAS-maskinen används i relativt låg takt för tillverkning av specialbeställningar, och skulle placeras någonstans i stora rummet i nästa fas av planskapning.

Förutom fastställning av de ovan nämnda funktioner uttryckte företaget ett krav för 3–3.5 meter breda fria ytor genom stora rummet parallellt med de yttre dörrarna på den nedre väggen och porten mot pulverlacken, som skulle vara nödvändig för materialtransporterande gaffeltruckar.

5.1.5 Värdering av de olika av alternativen

Utvärderande faktorerna och deras viktning baserades på kriterierna som uttrycktes mest ofta under presentation av preliminära planerna till företaget. Många utvärderingsfaktorer som vanligtvis användas i detta steg, såsom luftighet kring/mellan maskinerna och tillgänglig plats för godsplacering och psykosocial tillfredsställelse blev meningslösa för utvärdering, eftersom samtliga alternativ uppfyllde dem till samma nivå tack vare definitioner och måttsättningar av funktioner i steg 1 och 2 (grupper av maskiner tillsammans med tillhörande ställage och mellanrum åt anställda). Detta tillvägagångssätt gjorde att samtliga alternativ som skapades uppfyller sådana faktorer till A-nivå, och att noggrannare planläggning av funktionerna kunde utföras i steg 6 utan risk för överbeläggning av vissa områden.

Flödeseffektivitet erbjöd det mest objektiva utvärderingsmåttet enligt de redan beskrivna metoderna. Det ska anmärkas att funktion 13 i alternativ C delades upp och ställdes i två olika positioner. Detta beaktades genom att koppla de två olika delar ihop med ett A-samband, och använda de lämpliga delar för mätning av funktionens avstånd till övriga enheter. På liknande sätt mättes avståndet mellan den ensamstående HAAS-maskinen och resterande svarvar till relevanta funktionerna var för sig, efter vilket deras genomsnittliga distans översattes till avståndspoäng.

På grund av orsakerna nämnda i resultat-delen, utvärdering av arbetsmiljö-faktorn styrdes främst av monteringsstationernas tillgång till solljus genom översta fönsterna. Platseffektivitet bedömdes utifrån mängden av fria ytor som kunde rymma nya maskiner/arbetsstationer i framtiden. Det ska anmärkas att de flesta funktionerna som placerades i centrala rummet (speciellt 4, 8, 13, men även 2, 6 och 12) kunde eventuellt flyttas med relativt litet investeringskostnad enligt behov, vilket betyder att även mindre platseffektiva lösningar kunde tillåta framtida expansioner.

Framkomlighet bedömdes utifrån lätthet för körning av truckar i centrala rummet, speciellt via raka vägar till och från stora lagret och pulverlacken.

5.1.6 Detaljutformning av den valda planlösningen

Sista steget av FSLP uppfattades väldigt betydelsefull av kandidatgruppen då det innefattade många ”små” beslut som kunde påverka arbetarnas trivsel och hur de skulle utföra sina uppgifter i den nya anläggningen. Detta kan bero på tillvägagångssättet som gruppen valde från och med första steget av metoden, vilket gjorde att funktionerna som användes vid skapandet av huvudplanlösningar hade ganska låg upplösning. Om gruppen skulle ha definierat var och en maskin, manuell arbetsbänk och ställage för sig som en funktion kunde man fått mer detaljerade huvudplaner med större potential för varians och möjlighet för noggrannare utvärdering. I så fall hade sådana val kommit fram i tidigare steg, och sista stegets innebörd hade minskat. Användning av större funktioner underlättade utförandet av stegen 1–5 väsentligt, och ansågs resultera i en adekvat slutgiltig planläggning tack vare samarbete med uppdragsgivaren.

5.2 Utvärdering av slutlösningen

Layouten som framtogs via utförandet av FSLP tillfredsställer företagets önskemål, och ger en bra balans mellan minimering av slöserier (främst med avseende på transportavstånd av material/produkter i arbete), arbetsmiljö och flexibilitet för framtida utvecklingar, enligt gruppens och uppdragsgivarens intuition. Det är dock svårt att utvärdera objektivt och exakt hur mycket den nya layouten kommer att löna sig för företaget i jämförelse med den gamla, på grund av naturen av Blomdahls verksamhet. Företaget hade inte noggranna data på de exakta transportsträckorna mellan sambanden, hur mycket tid det tar för ett flöde från start till slut samt hur mycket de olika flöden omsätter. Med en sådan information kunde man med viss säkerhet beräkna de procentuella besparingar eller den eventuella årliga vinsten i kronor som företaget förväntas göra genom den nya planläggningen.

Ur samma perspektiv är det i praktiken omöjligt att hitta den mest lönsamma layouten för ett företag som Blomdahls Mekaniska. Eftersom majoriteten av dess produktion består av små partier av diverse produkter där kundernas efterfrågan ständigt varierar. Det är då svårt att avgöra vilka kombinationer av maskiner som borde gynnas mest för att öka lönsamheten. Idag är inspektionslucka-produktionen den mest konsekvent lönsamma process som företaget har, men i framtiden kan detta ändras och ett annat flöde kan bli den mest lönsamma.

Dagens planläggning av Blomdahls Mekaniska kunde utvärderas enligt 4:e stegen av FSLP (med samma faktorer och viktningar som användes för de framtagna alternativen) för att få en bättre bild med hjälp av numeriskt mått på förbättringsgraden som fås genom ombildningen av Blomdahls Mekaniska. Detta efterfrågades inte av uppdragsgivaren och utfördes därför ej.

Den bästa bedömningen för slutlösningens kvalitet, utan ytterligare data, kommer vara praktiska prestationen av layouten efter förflyttningen är genomförd.

6. Slutsats

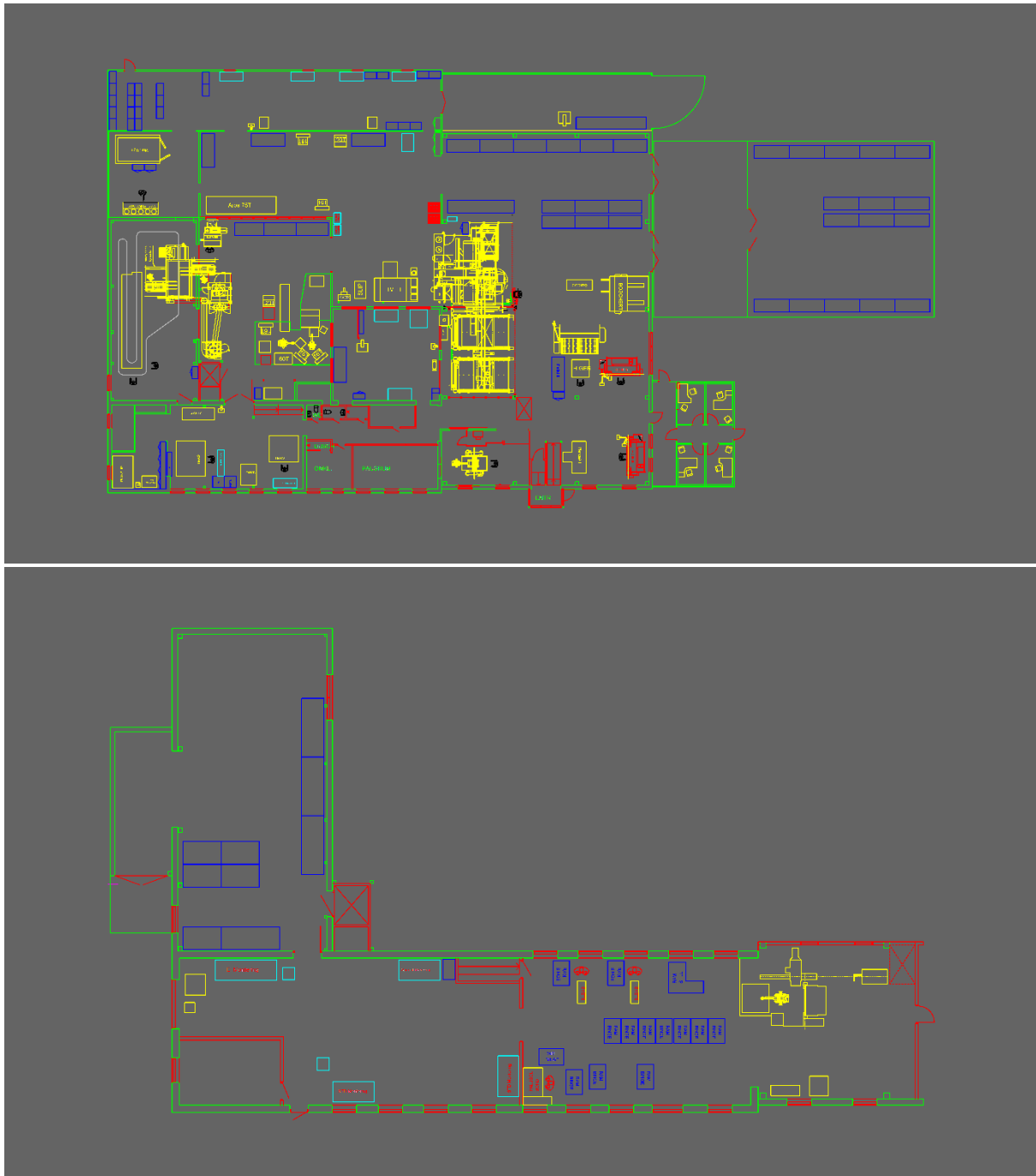
Den planläggningen som framtoqs systematiskt enligt FSLP:s principerna anses vara en bra lösning för att tillåta ett effektivt materialflöde genom fabriken. På grund av mångfaldigheten av Blomdahls Mekaniskas verksamhet och brist på noggranna logistiska grunddata är det omöjligt att avgöra om den resulterade lösningen är optimal för minimering av det totala reseavståndet av alla produkter i arbete. En tätare samling av bearbetningsstationer kunde effektivisera materialflöden vidare, men bara genom att offra personalens trivsel. Den resulterade planlösningen implementerbart och noggrant redogör positionen för företagets utrustning, och erbjuder tillfredsställande fysisk arbetsmiljö åt anställda och god flexibilitet för framtida expansioner av företagets maskinpark.

Referenser

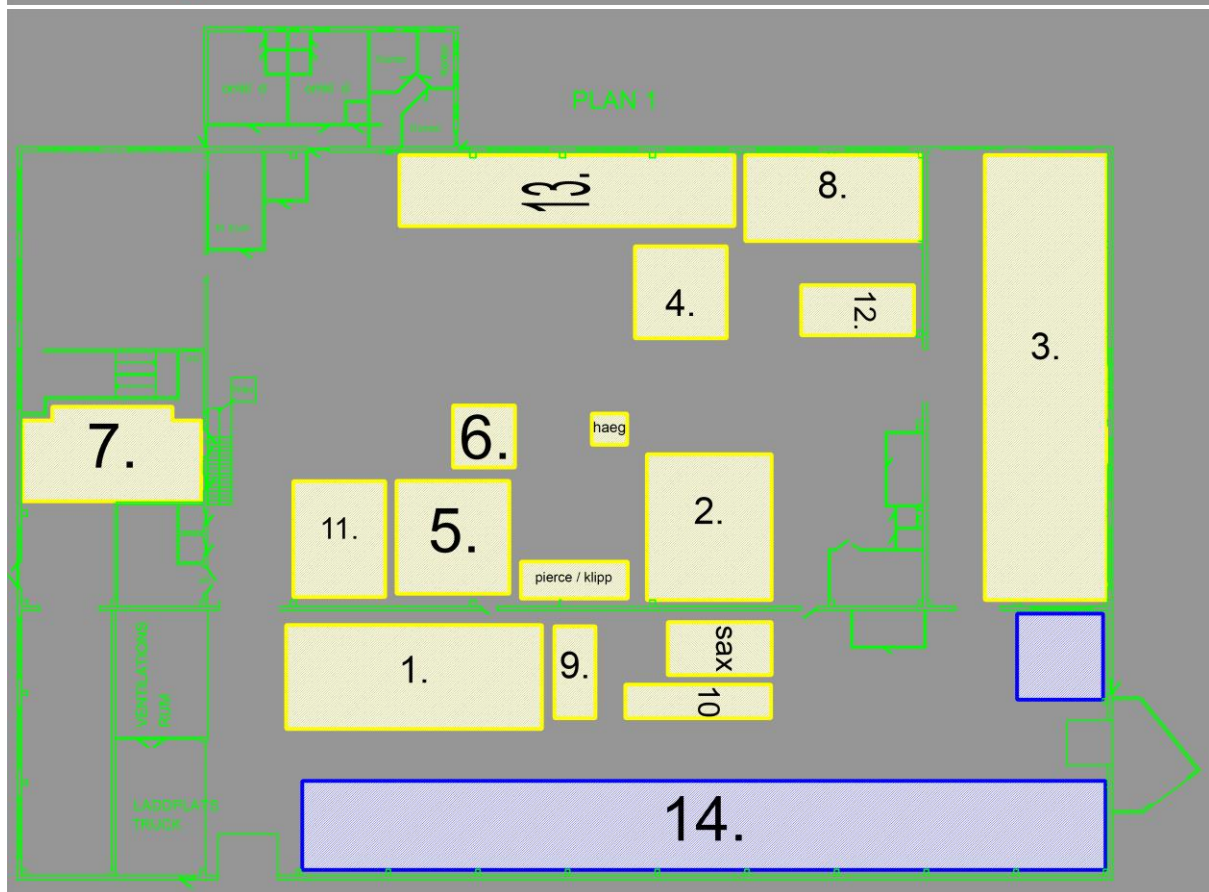
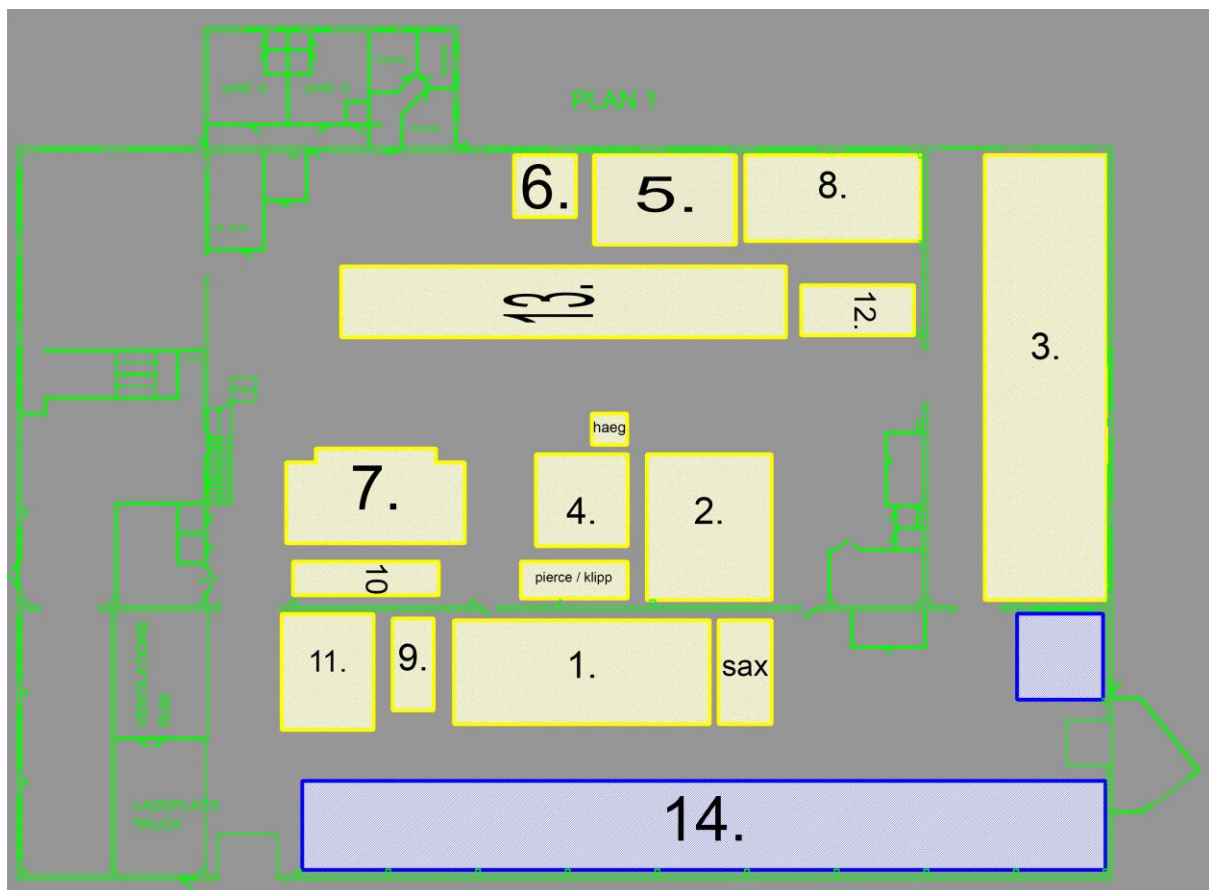
- Björn Johansson, e. a. (2017). *3D-SILVER - Beslutsstöd utifrån layoutvisualisering och ergonomisimulering*. Göteborg.
- Denscombe, M. (2016). *Forskningshandboken*. Studentlitteratur AB.
- Idar Magne Holme, B. K. (1997). *Forskningsmetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- James A. Tompkins, J. A. (2010). *Facilities Planning*. John Wiley & Sons.
- M. Bellgran, P. Ö. (2003). *Utformning och utvärdering av monteringsystem i 10 svenska industriföretag*. Linköping.
- Radan. (2018). (Radan) Hämtat från www.radan.com den 30 5 2018
- Richard Muther, J. D. (1977). *Förenklad systematisk lokalplanläggning*. Stockholm: Sveriges rationaliseringsförening.
- Richard Muther, L. H. (2015). *Systematic Layout Planning*. Marietta, GA: MANAGEMENT & INDUSTRIAL RESEARCH PUBLICATIONS.
- Siemens. (u.d.). *FactoryFLOW - Material flow optimization for compressed time-to-launch and reduced indirect labor cost*. Hämtat från https://www.pmc corp.com/Portals/5/_Downloads/b40_Siemens-PLM-Tecnomatix-FactoryFLOW-fs-X9_FromSiemensSalesCentre%2008-07-12.pdf den 30 05 2018
- Wedeen, J. (2017). *AutoCAD 2018 Grundkurs*. Stockholm: CADMUM AB.

Bilagor

1: 2D-ritningar av företagets gamla fabrik (under- och övervåning)



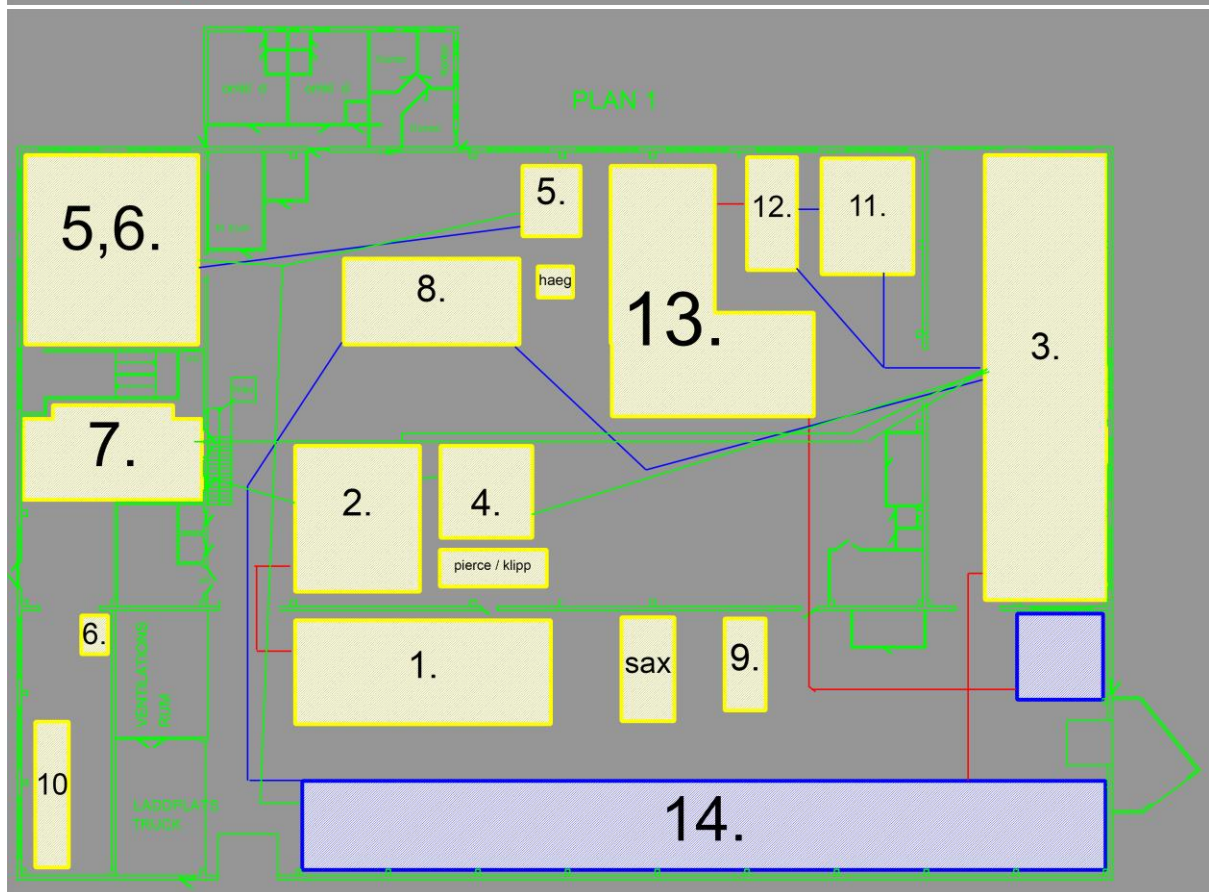
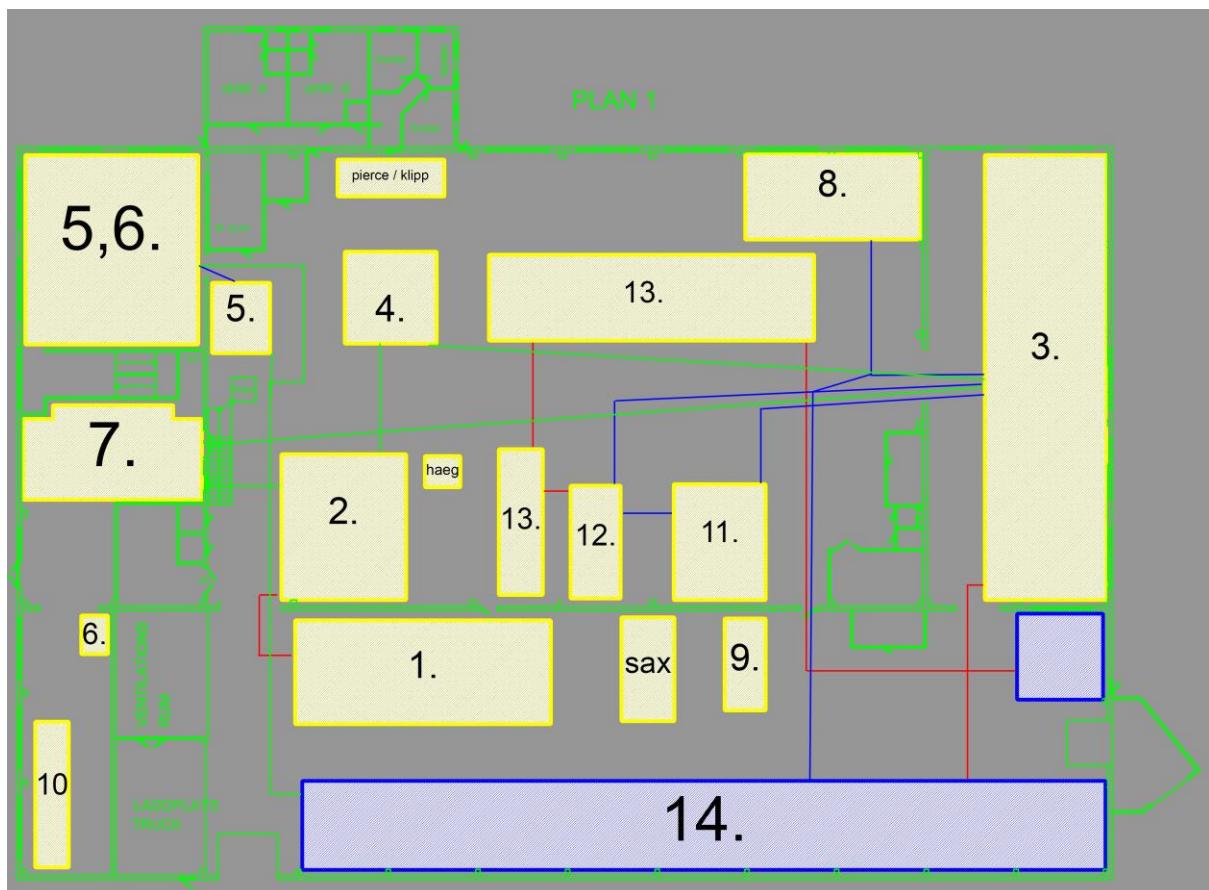
[illegible]



The image displays two floor plans of a building, labeled PLAN 1 and PLAN 2, showing room layouts and furniture placement. The plans are color-coded: yellow for rooms, blue for furniture, and green for walls and doors.

PLAN 1: This plan shows a layout with rooms 1-14. Room 14 is a large blue room at the bottom. Room 13 is a yellow room with a blue sofa. Room 12 is a yellow room with a blue armchair. Room 11 is a yellow room with a blue armchair. Room 10 is a yellow room with a blue armchair. Room 9 is a yellow room with a blue armchair. Room 8 is a yellow room with a blue armchair. Room 7 is a yellow room with a blue armchair. Room 6 is a yellow room with a blue armchair. Room 5,6 is a yellow room with a blue armchair. Room 4 is a yellow room with a blue armchair. Room 3 is a yellow room with a blue armchair. Room 2 is a yellow room with a blue armchair. Room 1 is a yellow room with a blue armchair. Room 14 is a large blue room at the bottom. Room 13 is a yellow room with a blue sofa. Room 12 is a yellow room with a blue armchair. Room 11 is a yellow room with a blue armchair. Room 10 is a yellow room with a blue armchair. Room 9 is a yellow room with a blue armchair. Room 8 is a yellow room with a blue armchair. Room 7 is a yellow room with a blue armchair. Room 6 is a yellow room with a blue armchair. Room 5,6 is a yellow room with a blue armchair. Room 4 is a yellow room with a blue armchair. Room 3 is a yellow room with a blue armchair. Room 2 is a yellow room with a blue armchair. Room 1 is a yellow room with a blue armchair.

PLAN 2: This plan shows a layout with rooms 1-14. Room 14 is a large blue room at the bottom. Room 13 is a yellow room with a blue sofa. Room 12 is a yellow room with a blue armchair. Room 11 is a yellow room with a blue armchair. Room 10 is a yellow room with a blue armchair. Room 9 is a yellow room with a blue armchair. Room 8 is a yellow room with a blue armchair. Room 7 is a yellow room with a blue armchair. Room 6 is a yellow room with a blue armchair. Room 5,6 is a yellow room with a blue armchair. Room 4 is a yellow room with a blue armchair. Room 3 is a yellow room with a blue armchair. Room 2 is a yellow room with a blue armchair. Room 1 is a yellow room with a blue armchair. Room 14 is a large blue room at the bottom. Room 13 is a yellow room with a blue sofa. Room 12 is a yellow room with a blue armchair. Room 11 is a yellow room with a blue armchair. Room 10 is a yellow room with a blue armchair. Room 9 is a yellow room with a blue armchair. Room 8 is a yellow room with a blue armchair. Room 7 is a yellow room with a blue armchair. Room 6 is a yellow room with a blue armchair. Room 5,6 is a yellow room with a blue armchair. Room 4 is a yellow room with a blue armchair. Room 3 is a yellow room with a blue armchair. Room 2 is a yellow room with a blue armchair. Room 1 is a yellow room with a blue armchair.



4 – Resultat av avståndsmätningarna

	Alternativ A		Alternativ B		Alternativ C		Alternativ D	
	<i>Avstånd</i>	<i>Poäng</i>	<i>Avstånd</i>	<i>Poäng</i>	<i>Avstånd</i>	<i>Poäng</i>	<i>Avstånd</i>	<i>Poäng</i>
A (5)	78,4	392	52,36	261,8	59,2	296	121,6	608
E (3)	182,52	547,56	150,14	450,42	107,66	322,98	115,6	346,8
I (2)	180,36	360,72	234,02	468,04	188,34	376,68	179,6	359,2
Summa		1300,28		1180,26		995,66		1314

5 – Detaljerad ritning över slutlösningen, med de vanligaste flöden tecknade med pilar (svarta pilarna avser lucka-flödet, vita pilarna avser övriga flöden)

