

LUTMDN/(TMMV-5248)/1-111/2012

LUTMDN/TMTP-5730-SE

Projektering av produktionsanläggning vid komponenttillverkning

- Med hänsyn till flöde och risk

Malin Karlsson

Cindy Yinglin Wang



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Copyright © Malin Karlsson och Cindy Yinglin Wang

Institutionen för maskinteknologi
Industriell Produktion
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

Institutionen för teknisk ekonomi och logistik
Teknisk logistik
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

Printed in Sweden by MediaTryck, Lund University
Lund 2012

Förord

Med detta examensarbete om 30 hp avslutar vi våra utbildningar till civilingenjörer i industriell ekonomi, om 300 hp, med inriktning på produktionsekonomi och logistik respektive supply chain management.

Examensarbetet har genomförts i samarbete med Advanced Component AB vid institutionen för maskinteknologi samt institutionen för teknisk ekonomi och logistik. Arbetet har varit mycket givande och vi har fått mycket kunskap både relaterat till området för arbetet och till områden utanför arbetet.

Vi vill passa på att tacka företaget och dess personal som har ställt upp på och tagit sig tid för flertalet intervjuer och diskussioner. Detta har varit mycket värdefullt för oss och utan alla erfarenhetsutbyten hade resultatet inte ha blivit detsamma.

Vi vill också rikta ett stort tack till våra handledare som kommit med många värdefulla kommentarer och varit med i många givande diskussioner under hela arbetet. Resultatet uppnåddes med er hjälp, guidning och ert tålamod.

Lund den 31 maj 2012

Malin Karlsson

Cindy Yinglin Wang

Sammanfattning

Årligen läggs åtskilliga miljoner på nya fastighetsprojekt. Fastighetsplanering betraktas därför alltmer som en långsiktig strategi för företag då den fastställer hur fabriker kan stödja produktionen och möjliggöra att framtida mål uppnås.

Advanced Component AB, som är ett mindre tillverkande företag, specialiserar sig på skärande bearbetning av små detaljer. Med företagets målsättning att fördubbla den årliga omsättningen, vill AC AB utveckla sin verksamhet i både befintliga och nya lokaler. För att säkerställa denna tillväxt behövs ytterligare produktionskapacitet. Eftersom de befintliga lokalerna inte anses tillräckliga för den framtida utvecklingen leder det till ett behov av ytterligare lokaler. Syftet med projektet är att utreda planeringen av en ny byggnad. En optimal layout skall tas fram för fabriken med hänsyn till bland annat flöden av material, produkter samt personal genom byggnaden, skeppning och framtida utbyggnadsmöjligheter. Layout förslagen kan indelas i två grupper som kommer påverka varandra, dels förslag till utformning av själva byggnaden och dels förslag till layout inuti byggnaden.

Det finns flera tillvägagångssätt för att utforma den optimala fabriksanläggningen. I detta projekt används SLP (systematisk lokalplanläggning). Metoden består av åtta steg: produktionsanalys, funktionsindelning, sambandsanalys, sambandsdiagram, blocklayout, huvudlayout, värdering samt detaljlayout. Målet för detta arbete är att utveckla ett par lämpliga layoutförslag att presentera för företaget.

Fem huvudlayoutförslag har utvecklats, djupare analyser, som kostnadsuppskattningar och analys av expansionsmöjligheter, utförs på dessa förslag. Genom att följa en enkel riskhanteringsprocess utförs en detaljerad riskanalys för fastighetsprojektet där möjliga risker identifieras, analyseras och slutligen identifieras möjliga åtgärder för att hantera dem. De fem huvudlayoutförslagen tillsammans med riskanalysen utgör resultatet för avhandlingen.

Eftersom syftet med projektet var att finna olika lösningar på layouter för en ny fabriksbyggnad är det svårt att dra några slutsatser relaterade direkt till syftet. I rapporten kan dock ses att flera förslag till layouter har tagits fram. Den andra delen av syftet var att studera den nuvarande situationen och identifiera förbättringsåtgärder. I delar av analysen samt i rekommendationen ses några undersökta områden och möjliga åtgärder som För att bättre utvärdera huruvida målet uppnåtts används de frågeställningar som identifierades i projektets början, vilka anses ha blivit besvarade.

Abstract

- Title:** Planning of a production facility for a component manufacturer – In view of logistics and risk management.
- Authors:** Malin Karlsson & Cindy Yinglin Wang
- Supervisors:** Jan-Eric Ståhl
Department of Industrial Production
Lennart Perborg
Department of Industrial Management & Logistics
- Problem description:** An optimal layout shall be developed for the plant with respect to the flows of materials, products and staff with consideration to the business, shipping and future expandability. The layout proposal falls into two groups that will interact: proposals for the design of the building and proposals for the layout inside the building.
- Purpose:** The purpose of this thesis is to develop an appropriate layout for a new factory building, and suggest the placement of it in order to achieve the most efficient production possible. The activities of the existing buildings shall also be reviewed to find possible improvements.
- Methods:** This project is carried out using the SLP (systematic local planning) method, which consists of eight steps: production analysis, functional classification, regression analysis, context diagrams, block layout, the main layout, evaluation, and the detailed layout.
- Conclusions:** Five main layout proposals have been developed. By following a simple risk management process, a detailed risk analysis is carried out for this real estate project. Potential risks are identified, analyzed and finally possible actions to reduce the risks. The five proposals, together with the risk analysis, constitute the result of the thesis.
- Keywords:** SLP - systematic layout planning, risk management, production layout, lathe machining, space requirement, material handling, Advanced Component AB.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	I
1.1	Bakgrund	I
1.2	Problemformulering.....	II
1.3	Syfte.....	II
1.4	Avgränsningar	II
1.5	Målgrupp	II
1.6	Disposition.....	III
2	Metod	IV
2.1	Fix och flexibel forskningsdesign.....	IV
2.2	Ambitionsnivå	V
2.3	Angreppssätt	VI
2.4	Tekniker för datainsamling.....	VIII
2.5	Data och Analys.....	IX
2.6	Arbetets struktur	X
3	Teori	II
3.1	Struktur	II
3.2	Byggnadsplanering	III
3.2.1	Materialhanteringssystem.....	III
3.2.2	Byggnadslayout.....	VI
3.3	Ytbehovsberäkning	VIII
3.3.1	Kontor.....	VIII
3.3.2	Produktion	IX
3.3.3	Förråd och lager	IX
3.3.4	Personalutrymme.....	IX
3.3.5	Utomhusutrymmen.....	X
3.3.6	Övriga funktioner	X
3.4	Industriell anläggningsteknik	X
3.4.1	Apples anläggningsteknik	X
3.4.2	Muthers SLP metod.....	XI
3.5	Lagar	XIII

3.6	Entreprenadformer	XIV
3.7	Risk	XIV
4	Empiri	XVII
4.1	Företaget	1
4.1.1	Produkterna	2
4.2	Försäljning	2
4.3	Inköp	3
4.4	Produktion	3
4.4.1	Maskingrupper	4
4.4.2	Personalintensiva funktioner	5
4.4.3	Arbetstider	6
4.5	Kvalitetsarbete	6
4.5.1	Kundkrav	7
4.6	Byggnader	7
4.6.1	Kontor	8
4.6.2	Personallutrymmen	8
4.6.3	Fabrik	8
4.6.4	Parkering	11
4.7	Brand och säkerhet	11
4.8	Externa transporter	11
4.9	Detaljplan	12
4.10	Miljö	12
5	Analys	13
5.1	Layoutmål	13
5.2	Nulägesanalys	13
5.2.1	SWOT	14
5.2.2	Maskinutnyttjande	15
5.2.3	Ytanvändning	17
5.3	Materialhanteringssystem	19
5.4	SLP	21
5.4.1	Steg 1 Produkt-, kvantitets-, process- och produktionsanalys	21

5.4.2	Maskinbehov	24
5.4.3	Analys av skillnader mellan segment och maskingrupsindelningarna.....	28
5.4.4	Redundans i huvudmaskinerna.....	30
5.4.5	Maskinbehov för resterande funktioner	33
5.4.6	Steg 2 Funktionsindelning och funktionskrav.....	35
5.4.7	Steg 3 Sambandsanalys – Närhetsvärderingsschema.....	37
5.4.8	Steg 4 Sambandsdiagram – Närhetsdiagram.....	42
5.4.9	Steg 5 Blocklayout	44
5.4.10	Steg 6 Huvudlayout, tomtanpassning.....	49
5.4.11	Steg 7 Värdering.....	59
5.5	Analys av valda layoutförslag	61
5.5.1	Svagheter i layouterna.....	62
5.5.2	Bearbetade huvudlayoutförslag.....	62
5.5.3	Area användning	69
5.5.4	Påverkan under ombyggnation.....	70
5.5.5	Kontorstillbyggnad.....	70
5.5.6	Kostnadsanalys.....	71
5.6	Risکاناليس.....	72
5.6.1	Riskidentifiering.....	72
5.6.2	Risکاناليس	73
5.6.3	Riskprioritering	76
5.6.4	Riskhantering	76
6	Slutsats	78
6.1	Rekommendationer till Advanced Component AB.....	78
6.2	Frågeställningar	81
7	Diskussion	84
Referenser.....		II
Böcker		II
Artiklar		II
Webbaserade källor		III
Muntliga källor.....		III

Appendix 1. Intervjuguide.....	i
Appendix 2. Karta över tomten	iv
Appendix 3. Detaljplan	v
Detaljplan över tomten	v
Förstoring av detaljplanen.....	vi
Appendix 4. Funktionsindelning	vii
Funktioner för maskinindelning	vii
Funktioner för Segmentindelning.....	viii
Appendix 5. Funktionskrav	x
Appendix 6. Huvudlayouter i detaljplanen	xii

Figurförteckning

Figur 1 Arbetsgång i projektet.....	I
Figur 2 Efter Facilities planning.....	III
Figur 3 Aktiviteter i lager.....	IV
Figur 4 Bearbetning av risker med hänsyn till sannolikhet och påverkan.....	XV
Figur 5 Ett exempel på en enkel riskhanteringsprocess.....	XVI
Figur 6 Flödesschema för en komplex energiprodukt.....	3
Figur 7 Flödesschema för en enklare energiprodukt.....	4
Figur 8 Flödesschema för en medtech-produkt.....	4
Figur 9 Flödesschema för en precisionsprodukt.....	4
Figur 10 Karta över fabriksbyggnaden.....	8
Figur 11 Del av materialförrådet där materialstänger förvaras i fack.....	10
Figur 12 Strategisk pyramid för att identifiera vilka målsättningar det finns för layoutarbetet.....	13
Figur 13 Flödesschema för ett tiotal representativa produktgrupper.....	22
Figur 14 Den genererade omsättningen under verksamhetsåret samt produktionstiden i huvudoperationen, för varje produkt i energisegmentet som omsattes.....	23
Figur 15 Den genererade omsättningen under verksamhetsåret samt produktionstiden i huvudoperationen, för varje produkt i medtechsegmentet som omsattes.....	23
Figur 16 Tillgänglig maskintid i timmar samt den procentuella ökningen av maskintid per år.....	25
Figur 17 Maskintidsökningen samt omsättningsökningen per år i andel jämfört med den nuvarande omsättningen och maskintiden.....	26
Figur 18 Andelen produktion som kan förläggas till annat segment då alla maskiner i respektive svarvgrupp förstörs. Visas för segment 1 med alla scenarier på omsättningsökningen.....	31
Figur 19 Andelen produktion som kan förläggas till annat segment då alla maskiner i respektive svarvgrupp förstörs. Visas för segment 2.....	32
Figur 20 Andelen produktion som kan förläggas till annat segment då alla maskiner i respektive svarvgrupp förstörs. Visas för segment 3.....	32
Figur 21 Sambandsdiagram för den funktionellt indelade produktionen.....	43
Figur 22 Sambandsdiagram för den flödesindelade produktionen.....	44
Figur 23 Blocklayout för den funktionellt orienterade produktionen.....	45
Figur 24 Blocklayout för den flödesorienterade produktionen.....	46
Figur 25 Ett förslag på den teoretiskt optimala layouten för maskingruppsindelning.....	47
Figur 26 Ett förslag på den teoretiskt optimala layouten för segmentindelning.....	47
Figur 27 Nulägeslayout över byggnaderna med funktionerna inritade.....	48
Figur 28 Förslag 1 maskingruppsindelning.....	50
Figur 29 Förslag 2 maskingruppsindelning.....	51
Figur 30 Förslag 3 maskingruppsindelning.....	52
Figur 31. Förslag 4 maskingruppsindelning.....	53
Figur 32. Förslag 5 maskingruppsindelning.....	54
Figur 33 Förslag 1 segmentindelning.....	55

Figur 34 Förslag 2 segmentindelning.....	56
Figur 35 Förslag 3 segmentindelning.....	57
Figur 36 Förslag 4 segmentindelning.....	58
Figur 37 Förslag A justering och sammanslagning av alternativ 1 och 5.....	64
Figur 38 Förslag B justering av förslag 4.....	65
Figur 39 Förslag C justering av alternativ 6.....	66
Figur 40 Förslag D justering av alternativ 8.	67
Figur 41 Förslag E en sammanslagning och förbättring av layoutförslagen ovan.....	68
Figur 42 Tidsplan för fastighetsprojektet.....	78
Figur 43 Huvudlayoutförslag A.....	xiii
Figur 44 Huvudlayoutförslag B.....	xiv
Figur 45 Huvudlayoutförslag C.....	xv
Figur 46 Huvudlayoutförslag D.....	xvi
Figur 47 Huvudlayoutförslag E.....	xvii

Tabellförteckning

Tabell 1 Struktur för val av teoretiska områden.....	II
Tabell 2 Arbetstider på företaget.....	6
Tabell 3 Nulägesanalys av AC AB:s styrkor, svagheter, möjligheter och hot med SWOT-modellen.....	14
Tabell 4 Arbetstid per år och vecka i timmar.....	15
Tabell 5 Maskinutnyttjande per maskingrupp, för verksamhetsåret 2010/2011.....	16
Tabell 6 Använd yta för varje funktion i produktionen idag.....	18
Tabell 7 Olika alternativ för materialförråd.....	20
Tabell 8 Total omsättning per år i miljoner kronor för de olika scenarierna.....	24
Tabell 9 Maskinbehov för huvudsvarvarna uppdelat per maskingrupp för varje scenario, under verksamhetsår 5, år 2015/2016. Jämfört med antalet maskiner i dagsläget.....	27
Tabell 10 Maskinbehov vid dubbelomsättning för de olika scenarierna, för max år 5, för medel och viktade år 8. Detta jämförs med de befintliga maskinerna.....	28
Tabell 11 Maskinbehov per svarvgrupp för varje segment för det maximala scenariot under år 6. Detta jämförs med den funktionsindelade produktionen.....	29
Tabell 12 Maskinbehov per maskingrupp för varje segment för medel scenariot under år 8, jämfört med den funktionsindelade produktionen.....	30
Tabell 13 Maskinbehov per maskingrupp för varje segment för det sammanvägda scenariot under år 8, jämfört med den funktionsindelade produktionen.....	30
Tabell 14 Utrymmesökningar för funktioner då produktionen är flödesorienterad respektive i en funktionell layout.....	35
Tabell 15 Fördelar och nackdelar med en segmentindelad respektive en maskingruppindelad produktion.....	35
Tabell 16 Ytanvändning idag samt utrymmesbehov för funktioner vid dubbel omsättning efter indelning i segment och maskingrunder. I kvadratmeter.....	36
Tabell 17 Utrymmesbehov för funktioner utanför produktionen i dagsläge samt vid dubbel omsättning.....	37
Tabell 18 Ytbehov för utomhusytor idag och vid dubbel omsättning.....	37
Tabell 19 Närhetsvärderingsschema för funktionell indelning.....	39
Tabell 20 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - Segment 1.....	40
Tabell 21 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - Segment 2.....	40
Tabell 22 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - Segment 3.....	41
Tabell 23 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - gemensamma funktioner.....	42
Tabell 24 Utvärdering av layoutförslagen samt den nuvarande layouten.....	61
Tabell 25 Det totala nya areabehovet för de bearbetade layouterna jämfört med de ojusterade förslagen, i kvadratmeter.....	69
Tabell 26 Antalet år produktionen kan hysas i byggnaderna i de framtagna förslagen, efter att omsättningen dubblerats, förutsatt att det sker år 6.....	70
Tabell 27 Kostnadsberäkning med tre uträkningsmetoder för de framtagna layoutförslagen.....	72

1 Inledning

Kapitlet börjar med en bakgrundsbeskrivning där kopplingen mellan fastighetsplanering och ett företags långsiktiga konkurrensfördelar beskrivs, en kort introduktion av Advanced Component AB ges också. Därefter beskrivs problemformuleringen tillsammans med ett antal frågeställningar, syfte, målgrupp och avgränsningar. I slutet av kapitlet beskrivs dispositionen för att skapa en överblick av arbetet.

1.1 Bakgrund

I den alltmer globaliserade världen där information, kapital och teknik flyter över gränser ökar konkurrensen mellan företagen. För att fortsätta vara konkurrenskraftiga måste företagen ständigt utvecklas och förbättras. Då producerande företag växer ökar behovet av produktionskapacitet, vilket i sin tur medför ökat behov av maskiner och utrymme för dessa. De nuvarande byggnaderna förutspås därför bli för små för att möjliggöra tillväxten och behov av fastighets- och anläggningslayoutstudier uppstår därmed.

Årligen läggs åtskilliga miljoner på nya fastighetsprojekt. Fastighetsplanering betraktas därför alltmer som en långsiktig strategi för företag då den fastställer hur fabriker kan stödja produktionen och möjliggöra att framtida mål uppnås. Byggnaderna och de investeringar som görs i planeringen av fastigheten varar oftast mycket längre än någon strategisk plan gör. Detta medför att den framtida produktionen och användningen av byggnaden kommer påverkas av fastigheten och byggnadens beskaffenheter, ofta utan att kunna påverka dess egenskaper. Därför krävs en framåtblickande anläggningsplan där inte bara de närmaste årens produktion säkras, utan även de framtida behoven får spela en viktig roll. Det kan ske genom en planering som syftar till en flexibel fastighets- och byggnadsstruktur. Byggnader med en inneboende flexibilitet torde vara bättre lämpade möta framtidens krav och att anpassa till förändringar. Med flexibiliteten kan dock kostnadsökningar uppstå.

Advanced Component AB, nedan benämnt AC AB, är ett mindre tillverkande företag med cirka 80 anställda och runt 80 miljoner i omsättning. Företaget vilket är beläget i småland, specialiserar sig på skärande bearbetning av små detaljer, ofta i komplexa och svårbearbetade material. AC AB är en underleverantör och differentierar sig genom att erbjuda produkter med hög kvalitet.

Företagets mål är att växa med kunder som ställer speciella krav, på bland annat kvalitet, och inom några år dubblera den årliga omsättningen. För att göra detta krävs ytterligare kapacitet i produktionen, vilket inkluderar nya maskiner. Då de befintliga lokalerna inte anses tillräckliga för den framtida utvecklingen leder det till ett behov av ytterligare utrymmen. En ny byggnad skall placeras i anslutning till den befintliga. Omsättningstillväxten kräver att de utvecklar sin verksamhet både i befintliga och nya lokaler.

1.2 Problemformulering

Detta projekt skall utreda planeringen av en ny byggnad samt layouter i den och i befintliga byggnader. En optimal layout skall tas fram för fabriken med hänsyn till bland annat flöden av material, produkter samt personal genom verksamheten, skeppning och möjlighet till framtida utbyggnader. Layoutförslagen kan indelas i två grupper som kommer påverka varandra, dels förslag till utformning av själva byggnaden och dels förslag till layout inuti byggnaden.

De viktigaste frågorna som ska undersökas i detta arbete är:

- Var skall den nya byggnaden placeras i förhållande till den befintliga?
- Hur skall byggnaderna integreras med varandra, så att logistiken fungerar på ett optimalt sätt?
- Hur skall layouten inuti de olika byggnaderna se ut?
- Hur stor kommer den nya byggnaden eller tillbyggnaden vara?

Frågorna ovan kan delas upp i separata underfrågor:

- Hur ser kapaciteten ut i alla operationssteg?
- Finns det tillgänglig kapacitet som alla lokaler kan utnyttja efter en produktionsökning?
- Vilka risker kan finnas med att verkställa fastighetsprojektet? Hur ska risker hanteras så sannolikheten för framförallt produktionsstörningar och leveransförseningar minimeras?
- Hur ska företaget gå vidare med anläggningsprojektet?

Målet med arbetet är att besvara ovanstående frågor.

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att ta fram lämplig layout på en ny fabriksbyggnad samt placering av denna på tomten för att få en så effektiv produktion som möjligt. Verksamheterna i de nuvarande byggnaderna skall också ses över för att finna eventuella förbättringsåtgärder.

1.4 Avgränsningar

Arbetet kommer inte att gå på djupet i byggnadskonstruktion, med vilket avses områden som materialval, grundläggning och liknande. Det finns avgränsningar vad gäller den fysiska placeringen av den nya byggnaden. Den skall placeras inom gränserna för företagets tomt, hänsyn måste också tas till den befintliga byggnaden. Avgränsningarna har identifierats tillsammans med företaget och handledarna till arbetet.

1.5 Målgrupp

Denna rapport riktar sig framförallt till företagsledning och berörda anställda på AC AB men även till anställda samt ledning på andra företag som planerar att utöka sin byggnadsyta för produktion, lagring och liknande. Den riktar sig också till studenter som är intresserade av planläggning av industrifastigheter.

1.6 Disposition

Avhandlingen är indelad i flera kapitel vars innehåll kort presenteras här:

1. **Introduktion.** Kapitlet börjar med en bakgrundsbeskrivning där kopplingen mellan fastighetsplanering och ett företags långsiktiga konkurrensfördelar beskrivs, en kort introduktion av AC AB ges också. Därefter beskrivs problemformuleringen, tillsammans med ett antal frågställningar, syfte, målgrupp och avgränsningar.
2. **Metod.** I denna del av rapporten presenteras det övergripande forskningsmetodiska sätt på vilket arbetet har utförts. Det finns också beskrivningar av metodiker som inte används så att läsaren kan bilda sig en uppfattning om möjligheter samt riktigheten i valen vilka diskuteras i respektive avsnitt. Metodiken i det praktiska arbetet beskrivs därefter kort.
3. **Teori.** I detta kapitel sammanfattas den litteratur som är grunden för avhandlingen och som kommer stödja analysen av insamlad data. Strukturen på kapitlet, som bygger på problemdefinitionen och bakgrunden i föregående kapitel, presenteras och därefter beskrivs de teorier som ansetts viktiga för uppfyllande av målet.
4. **Empiri.** Här ges en djupare presentation av företaget samt de förhållanden under vilka de verkar. Materialet ligger till grund för den analys vilken presenteras i nästkommande kapitel. Innehållet har hämtats från observationer samt intervjuer med anställda och ledning på företaget.
5. **Analys.** I detta kapitel analyseras den data vilken insamlats och presenterats i tidigare kapitel. Först görs en djupare analys av de layoutmål som identifieras baserat på företagets vision och mål. Därefter presenteras nulägesanalysen vartefter layoutarbetet tar vid.
6. **Slutsats.** Kapitlet börjar med rekommendationer till företaget för det fortsatta arbetet med projektet. De slutsatser som kan dras av projektet sammanfattas genom att frågorna ställda i problemformuleringen besvaras.
7. **Diskussion.** I diskussionen diskuteras arbetet och de framtagna resultaten. Generaliserbarheten av resultat och metoder behandlas också.

2 Metod

I denna del av rapporten presenteras det övergripande forskningsmetodiska sätt på vilket arbetet har utförts. Det finns också beskrivningar av metodiker som inte används så att läsaren kan bilda sig en uppfattning om möjligheter samt riktigheten i valen vilka diskuteras i respektive avsnitt. Metodiken i det praktiska arbetet beskrivs därefter kort.

Den forskningsmetodik som används i projekt anses viktig att identifiera innan arbetet påbörjas. Därför identifierades i den inledande fasen av detta forskningsprojekt en övergripande strategi för projektet för att skapa en god struktur för det fortsatta arbetet. Då metodikval inte behandlas tidigt under arbetets gång ses en risk för att projekt blir ofokuserade och ostrukturerade eller inte kan besvara den ställda forskningsfrågan. Dessa risker är något som författare som Robson¹ och Denscombe² behandlar och varnar för då metodikval inte övervägs.

Det sätt vilket funnits mest logiskt att välja metodik på var att börja med de mer övergripande delarna för att sedan ge djupare specifikationer av de tekniker som använts för datainsamling, validering och liknande. Detta metodkapitel är också uppbyggt utifrån denna princip. Först presenteras fix samt flexibel forskningsdesign då dessa termer används i flera av avsnitten nedan, därefter följer diskussioner om forskningens ambitionsnivå, angreppssätt, tekniker för insamling av data och till sist ett stycke om data och analys.

2.1 Fix och flexibel forskningsdesign

Det är på sin plats att introducera begreppen fix och flexibel forskningsdesign då begreppen används i det efterföljande, de kan också påverka valet av metoder. Användning och val av fix eller flexibel design diskuteras dock först i diskussionen om angreppssätt. Med en fix forskningsdesign bör forskaren designa datainsamlingsmetoder samt forskningsstrukturen innan insamling av huvuddata påbörjats³. Insamlingsmetoderna för data skall vara så väl utformade samt utvärderade att de inte behöver ändras i senare skede, eftersom jämförbarheten av data insamlad före samt efter gjorda ändringar minskar.⁴ För att säkerställa att insamlingstekniken är utformad på lämpligt sätt kan och bör ett försök med efterföljande utvärdering göras varefter eventuella ändringar görs. Det kan till exempel utföras i en enkätundersökning där frågorna testas i en försöksgrupp eller i en experimentell studie där ett första försök kan klarlägga om önskade effekter går att mäta med nuvarande design. För att från början kunna konstruera en rimlig design bör forskaren ha en teoretisk bakgrund inom området.⁵

¹ Robson C., *Real World Research*, 2 upplagan, Blackwell Publishing Ltd, Victoria, 2002

² Denscombe M., *Forskningshandboken*, studentlitteratur, Lund, 2000

³ Robson

⁴ Höst M., Regnell B. & Runeson P., *Att göra examensarbete*, Studentlitteratur, Lund, 2006

⁵ Robson

Ofta är det kvantitativ data som insamlas i studier av fix karaktär medan det i flexibla studier ofta är kvalitativ data som önskas. Emedan studier av fix design måste vara tydligt utformade innan insamlingen av huvuddata börjar kan studier med flexibel forskningsdesign tillåtas växa fram allteftersom studien och datainsamlingen fortlöper. I projekt av flexibel karaktär bör forskningsmetodiken övervägas under arbetets gång för att se om andra metoder är lämpligare i senare skeden. Vilka data som insamlas kan ändras då nya kunskaper erhålls, också metoden för insamling kan ändras. Forskaren behöver ej en lika stark teoretisk bakgrund inom området som forskaren med ett fixt upplägg.⁶

Studier kan också ha en blandad forskningsdesign där den första delen är flexibelt och den andra fixt designad. Detta för att i den första delen kunna utnyttja flexibilitetens fördelar med att kunna belysa områden forskaren inte övervägt medan den fixa delen kan innebära fokuserade undersökningar av dessa fenomen.⁷

2.2 Ambitionsnivå

Den övergripande ambitionsnivån är en av de första delarna att identifiera i ett forskningsprojekt. Detta eftersom ambitionsnivån är direkt kopplad till syftet med studien och avspeglar forskarens övergripande mål. Vilken ambitionsnivå som väljs beror också på den kunskap som finns inom området. Författare har beskrivit olika möjligheter till övergripande syften, nedan presenteras de som identifierats täcka in de flesta ambitionsnivåerna. Wallén har identifierat fyra möjliga ambitionsnivåer; explorativ, deskriptiv, förklarande och normativ.⁸ Robson har identifierat likartade punkter men han har också en problemlösande ambitionsnivå.⁹

Studier med explorativt eller utforskande syfte bedrivs för att ge grundläggande kunskaper om själva problemet och vad som inte innefattas i det. Denna typ av studie bedrivs då liten kunskap has på området.¹⁰ En flexibel forskningsdesign används oftast till denna typ av studiesyften.¹¹

Deskriptiva eller beskrivande studier används då syftet med forskningen är att kartlägga studieobjektets egenskaper. Genom systematisering av insamlad data kan värden på samt samband mellan variabler identifieras för objektet.¹² Viss kunskap inom området bör finnas om denna typ av studie skall göras. Forskningsdesignen kan vara flexibel, fix eller en blandning av de båda.¹³

⁶ Robson

⁷ Robson

⁸ Wallén G., *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*, 2 upplagan, studentlitteratur, Lund,

⁹ Höst, Regnell & Runeson

¹⁰ Wallén

¹¹ Robson

¹² Wallén

¹³ Robson

De förklarande studierna går djupare in på problemet och studieobjektet. Orsak och verkan kan undersökas såväl som mönster relaterade till fenomenet och förhållanden mellan olika aspekter och fenomenet. Detta syfte kan passa att studera under en fix, flexibel eller en blandning av de båda forskningsdesignerna.¹⁴

En studie vars ambitionsnivå är normativ skall resultera i förslag på hur verksamhet bör bedrivas för att uppfylla dess mål. Studien kan vara på en generell nivå med normer för ett område eller på en specifikt nivå med handlingsförslag som ej kan generaliseras bortom det studerade objektet.¹⁵ Den problemlösande studien syftar till att finna lösningar på ett problem och dess forskningsdesign är nästan alltid flexibel.¹⁶

Det finns klara likheter mellan problemlösande och normativa ambitionsnivåer, båda har som mål att finna lösningsförslag. Endast två författare^{17,18} särskiljer på de båda ambitionsnivåerna. Trots likheterna anses dock den problemlösande ambitionsnivån ha ett tydligare fokus på det specifika problemet i den specifika situationen, medans normativa studier oftare förknippas med att finna regler samt den bästa lösningen.

För denna studie anses inte en deskriptiv ambitionsnivå vara lämplig. Förvisso skall företagets situation beskrivas noggrant dock är det inget självändamål för studien, vars mål snarare torde vara förslag på handlingsalternativ i fråga om framtida utbyggnad. En förklarande studie anses ej passa som ambitionsnivå då syftet ej likställts med att undersöka orsak och verkan samband. Studien är inte heller av explorativ karaktär, då studien bör och skall komma längre än att förstå själva problemet. Som beskrivits i rapportens tidigare delar skall handlingsalternativ för framtida expansion tas fram åt företaget. Detta anses stämma bäst överens med en problemlösande ambitionsnivå. Vilket följer av ovanstående diskussion där den problemlösande studien anses ha tydligare fokus på specifika situationer än den normativa studien.

2.3 Angreppssätt

Det finns flera sätt att angripa ett forskningsproblem och det är nödvändigt att angreppssättet är kopplat till den övergripande forskningsambitionen. Således skall forskningsstrategin speglas i metodikvalet så att problem kan besvaras. Robson¹⁹ nämner ett femtontal angreppssätt, av dessa är kartläggning, experiment, fallstudier och aktionsforskning de mest relevanta för de tillämpade vetenskapsområdena²⁰. I de efterföljande styckena kommer de fyra angreppssätten kort beskrivas.

¹⁴ Robson

¹⁵ Wallén

¹⁶ Robson

¹⁷ Robson

¹⁸ Höst, Regnell & Runeson

¹⁹ Robson

²⁰ Höst, Regnell & Runeson

Kartläggning är lämpligt då arbetet har ett beskrivande eller förklarande syfte. Metoden har en fix design. Ändringar bör alltså inte göras i insamlingsmetoder och liknande efter att data inkommit då detta ger en dålig jämförbarhet mellan olika respondenter. Enkäter är exempel på en rekommenderad datainsamlingsteknik. Kunskapen som erhålles går inte på djupet av problemet.²¹

Experiment har också de en fix design, vilket med nödvändighet innebär att förberedelserna måste göras noggrant. Experiment kan sägas bygga på antaganden om samband mellan variabler som skall verifieras eller falsifieras genom dataanalyser. Genom aktiv manipulering av någon variabel samt mätning av effekterna på andra variabler kan data erhållas.²² Metoden lämpar sig för studier med förklarande ambitionsnivå, då orsakssamband kan identifieras.²³

Fallstudiemetodiken används då forskaren skall studera ett konkret fall i dess verkliga kontext där gränserna mellan fenomen och kontext ofta är oklara. Målet med val av detta angreppssätt är att bedriva djupa studier av komplexa sammanhang. Vilket gör att multipla datakällor är en nödvändighet, det kallas triangulering och kan öka validiteten, ämnet behandlas i data och analysdelen nedan. Fallstudier är kompatibla med explorativa, deskriptiva samt förklarande ambitionsnivåer.²⁴ Denna typ av studie har en flexibel design, dock varierar graden av flexibilitet från fall till fall.²⁵

Det fjärde angreppssättet aktionsforskning är en metodik som främst används då en förbättring söks. Deltagande av personalen, alltså inte bara den externe forskaren, är en viktig faktor för dessa projekt. Forskare hävdar att denna typ av forskning framförallt är en lärandeprocess och att kunskaperna deltagarna tillägnar sig är de viktigaste resultaten.²⁶ Metoden förespråkas då arbetet har en problemlösande karaktär. Rekommenderat är att metoden skall användas som en cyklisk process, för ständig förbättring. Denna typ av studie kan vara av både flexibel och fix design.²⁷

Författarna till denna rapport anser sig ha en viss teoretisk bakgrund inom ämnet vilket torde möjliggöra användandet av en fix forskningsdesign. Studier med en flexibel design kan också utföras då teoretiska kunskaper innehas, endast i vissa fall då forskaren skall arbeta förutsättningslöst är det en nackdel att ha kunskaper inom ämnet för studien. Detta arbete utförs inte med någon ambition om förutsättningslöshet vilket möjliggör både den flexibla samt fixa designen.

²¹ Höst, Regnell & Runeson

²² Wallén s.67-69

²³ Höst, Regnell & Runeson

²⁴ Yin R.K., *Case study Research - Design and methods*, 3 upplagan, Sage Publications, Thousand Oaks, 2003

²⁵ Robson

²⁶ Denscombe

²⁷ Robson

Forskare anser, som nämnts i detta avsnitt, att forskning med problemlösande ambitionsnivå inte utförs till fullo om experimentella eller kartläggande angreppssätt utnyttjas för studien som helhet. Dessa typer av studier torde dock kunna ingå som delstudier i forskning med problemlösande syfte.

Detta arbete har som nämnts tidigare en problemlösande ambitionsnivå vilket kan tyckas passa bra med aktionsforskning. Personalen på företaget deltar dock inte i forskningen, och då forskare som Wallén²⁸ anser att personaldeltagandet är vad som särskiljer aktionsforskning från fallstudier kan angreppssättet inte ses som tillämpligt i detta fall. Fallstudiemetodiken torde därför passa bättre. För metodiken rekommenderas multipla källor och analysmetoder vilket också anses passa detta arbete. Arbetet som helhet kommer efter resonemanget ovan att begagna en flexibelt designad fallstudiemetodik.

2.4 Tekniker för datainsamling

För det praktiska arbetet med att samla in data har flera grundläggande tekniker beskrivits, tre av dessa intervjuer, observationer och skriftliga källor^{29,30} behandlas i detta arbete. Det finns också andra tekniker för att samla in data, så som samtal, enkäter, mätningar, tester och experiment, dessa behandlas inte närmare här men kan läsas om i böcker av Holme & Solvang³¹ och Robson³². Begränsningen till de tre teknikerna beror på att de anses mest relevanta för projektet och det stora antalet tekniker gör det ointressant att beskriva alla.

Det finns olika typer av intervjuer: strukturerade, semistrukturerade och ostrukturerade. Vilken intervjustrategi som väljs beror på graden av kontroll intervjuaren vill ha över respondenter och svar. Strukturerade intervjuer baseras på fördefinierade frågeformulär som ofta följs exakt, vilket ger stark kontroll över frågornas ordningsföljd. Standardiseringen, som följer av arbetssättet, medför hög jämförbarhet mellan svar från olika respondenter. Vid semi- och ostrukturerade intervjuer är intervjuaren mer flexibel. Respondenten tillåts i olika grad styra intervjun och svaren kan utvecklas relativt fritt. Semi- och ostrukturerade intervjuer rekommenderas vid komplexa frågor för att kunna tillgodogöra sig respondentens tankar kring ämnet. Intervjuer är ett flexibelt sätt att samla data på, analyserna kan dock vara tidskrävande. Dessutom finns det risk att respondenten inte talar sanning och att informationen är för subjektiv.³³ Här faller valet på att använda semi- och ostrukturerade intervjuer. Intervjuer kommer göras med personal som ansvarar för eller i vissa fall arbetar med relevanta områden.

²⁸ Wallén

²⁹ Denscombe

³⁰ Holme I.M. & Solvang B.K., *Forskningsmetodik - om kvalitativa och kvantitativa metoder*, 2 upplagan, Studentlitteratur, Lund, 1997

³¹ Holme & Solvang

³² Robson

³³ Denscombe

Det finns två huvudtyper av observationer, systematiska eller fullständiga och deltagande observationer³⁴. Holme & Solvang kallar dem istället för öppen respektive dold observation.³⁵ I deltagande observationer ingår observatören under täckmantel, i den grupp som skall studeras. Med detta observationssätt kan etiska problem uppstå då de observerade kan känna sig bedragna. Systematiska observationer innebär att observatören inte deltar i, men har blivit accepterad av den studerade gruppen.^{36,37} I projektet kommer öppen observation tillämpas vid insamling av data. Forskarna kommer vistas i fabrikslokalerna för att observera det dagliga arbetet. Valet görs eftersom fokus för arbetet inte ligger på att studera företagets personal, dolda observationer kan också vara tidskrävande på grund av de relationer som bör etableras för att underlätta informationsinsamlingen. Företaget har också talat öppet med personalen om projektets existens.

Syftet med att studera skriftliga källor är att öka förståelsen för ämnet. I arkivanalyser studeras dokumentation som skapats för andra syften än för den aktuella studien. Det finns många typer av dokument såsom böcker, tidskrifter, personliga dagböcker, skatteredovisningar och strategiska företagsplaner. Vissa dokument kan vara sekretessbelagda och därmed svåra att få tillgång till.³⁸ I detta arbete kan företagsdokument undersökas för att visa företagets utveckling över en viss tidsperiod.

2.5 Data och Analys

Det finns både kvantitativ och kvalitativ data och analyser. Den förra innebär att data kan representeras av siffervärden, den kan insamlas genom enkäter, mätningar eller liknande metoder. Statistik är ofta användbart för att analysera kvantitativ data. Kvalitativ data består av beskrivningar, vilket insamlas under exempelvis intervjuer eller från arkivmaterial. Analyser av denna typ av data kan göras genom frekvens- eller existensanalys av vissa ord. Det finns också fördjupande metoder där forskaren med hjälp av innehållet söker dra slutsatser som kan vara baserade på intuition eller kunskap.³⁹

Validiteten av resultaten beror på om rätt data samlas in och mäts för objektet som undersöks. Hög validitet erhålls då rätt saker mäts, den kan påverkas om forskaren eller respondenten mister sin objektivitet. Validiteten kan ökas genom triangulering, vilket innebär att mer än en källa, observatör, teori eller både kvantitativa och kvalitativa arbetssätt begagnas. Det finns också andra metoder att öka validiteten med; förlängd forskningstid samt respondenters kontroll, exempelvis kan respondenten kontrollera och godkänna anteckningar från intervjuer.⁴⁰

³⁴ Höst, Regnell & Runeson

³⁵ Holme & Solvang

³⁶ Höst, Regnell & Runeson

³⁷ Denscombe

³⁸ Denscombe, s.197

³⁹ Höst, Regnell & Runeson

⁴⁰ Robson, s.172-175, 370-373

Detta arbete kommer begagna sig av både kvantitativa och kvalitativa metoder, vilket är en slags triangulering. Mätdata skall samlas in från affärssystemet för att sedermera bearbetas, observationer i fabriken samt intervjuer med anställda kommer också utföras för att ge en bild av situationen på företaget som är så bred som möjligt.

För att öka validiteten ytterligare kommer, förutom nämnda slag av triangulering, flera källor, observatörer (de båda författarna) samt teorier att användas. Viss respondentkontroll skall också begagnas då företags representanter kommer ombedd att undersöka delar av arbetet.

2.6 Arbetets struktur

Här presenteras strukturen för och utformningen av det praktiska arbetet som också kopplas till forskningsmetodiken. I det tidiga skedet av arbetet identifieras vilken typ av forskningssynsätt som gynnar projektet mest genom undersökningar av de frågor som är relaterade till arbetet och dess syfte. Då fastighetsprojektet är komplexa och många faktorer ofta samverkar väljs en forskningsstrategi som fokuserar på ett verkligt problem och där kvalitativ informationsinsamling är central.

Det räcker dock inte med att välja forskningsmetoder, att göra en detaljerad tidsplan anses också nödvänligt. Tidsplanen används för att klarlägga de aktiviteter som krävs för att uppnå målet med arbetet. Flexibilitet i planen anses viktig om tids- och resursplaneringen behöver ändras. Det finns flera olika sätt att planera ett projekt. I detta fall väljer författarna att använda Gantt-schema som är en typ av flödesschema. Det illustrerar grafiskt hur olika faser i ett arbete förväntas fortlöpa samt hur dessa faser är beroende av varandra. Verkyget valdes eftersom det är lätt att använda och uppfyller författarnas krav.

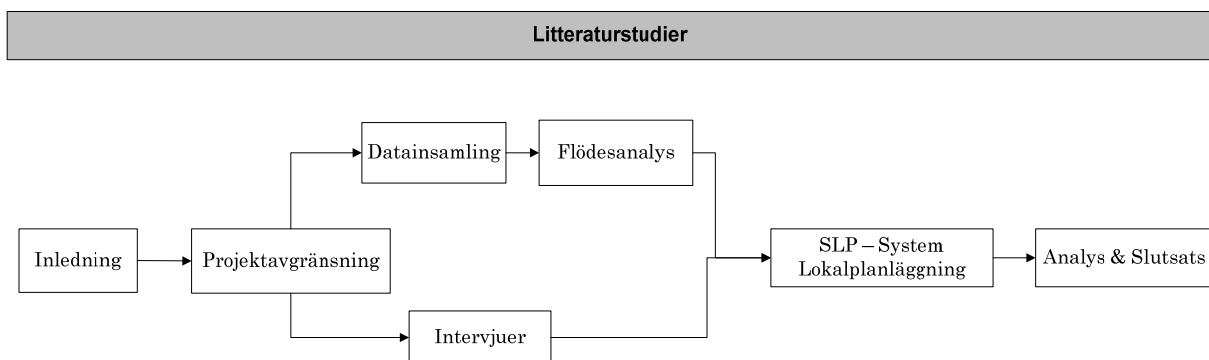
För att kunna strukturera och planera arbetet på ett bra sätt måste målet med projektet tydliggöras och arbetet avgränsas. Därför inleds arbetet med en datainsamling genom semistrukturerade och ostrukturerade intervjuer med ansvarig personal, intervjuguiden återfinns i

Appendix 1. Intervjuguide, samt öppna observationer på företaget. Detta för att få en klar uppfattning av produktionsflödet och för att identifiera de möjligheter och problem som kan finnas med den nuvarande fabriksbyggnaden.

Data kommer att analyseras med kvantitativa och kvalitativa metoder för att ge en tydlig bild av utgångspunkten samt de krav som ställs på framtida lösningar. Då analysarbetet fortskrider kommer ytterligare data samlas in då brister i redan insamlad data upptäcks. För att strukturera framtagningen av möjliga layouter kommer en strukturerad metod användas som ram i stora delar av analysarbetet. Flertalet möjliga layouter kommer skapas och i slutfasen av arbetet kommer de analyseras och värderas för att slutligen komma fram till en slutsats. Målet är att ta fram ett par lämpliga layoutförslag att presentera för företaget.

Kursen *Industriell Anläggningsteknik* MTTF05 har gett kunskap om planering av industrilokaler och anläggningar med inbyggd flexibilitet och rationella flöden. Kursen gav dessutom verktyg för att lösa anläggningstekniska problem med hänsyn till tekniska, ekonomiska, miljömässiga och juridiska aspekter. I kursen presenterades metoden SLP (systematisk lokalplanläggning) för utformning av arbetsplatser och industrianläggningar. Metoden anses vara applicerbar för arbetet och kommer användas som ram för analysarbetet, motivering till valet finns i kapitel 5.4. Kunskap och litteratur från flertalet andra kurser, bland annat i logistik och produktionsekonomi, används också i arbetet.

Litteraturstudier inom områden relevanta för detta arbete, såsom fastighetsplanering och produktionssystem, anses viktiga att genomföra för att guida och inspirera författarna med idéer och kunskap. Därför utförs litteraturstudier parallellt med resterande arbete genom hela projektet. Diskussioner med handelarna och undersökningar av referenser använda i äldre arbeten inom samma område gav författarna några relevanta referenser. Lunds universitetsbibliotek är en av de viktigaste informationskällorna, där söktes artiklar och böcker fram i databaserna genom användning av nyckelord som fastighetsplanering, riskhantering, logistik och liknande.



Figur 1 Arbetsgång i projektet.

3 Teori

I detta kapitel sammanfattas den litteratur som är grunden för avhandlingen och som kommer stödja analysen av insamlad data. Strukturen på kapitlet, som bygger på problemdefinitionen och bakgrunden i föregående kapitel, presenteras och därefter beskrivs de teorier som ansetts viktiga för uppfyllande av målet.

3.1 Struktur

För att välja vilka teoriområden som ska studeras och användas i projektet, måste författarna titta på de problem och frågor som identifierades i början av arbetet. I Tabell 1 presenteras de fokusfrågor som finns i problembeskrivningen och de teoretiska områden som ansetts relevanta för respektive fråga.

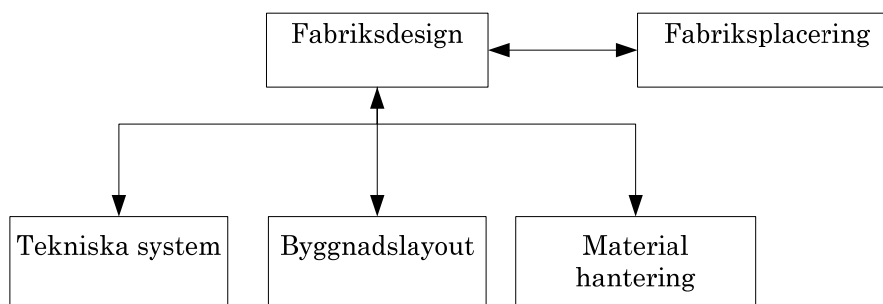
Tabell 1 Struktur för val av teoretiska områden.

Fokusfrågor	Teoretiska områden
Hur skall byggnaderna integreras med varandra, så att logistiken fungerar på ett optimalt sätt?	<ul style="list-style-type: none">• Byggnadsplanering• Industriell Anläggningsteknik
Var skall den nya byggnaden placeras i förhållande till den befintliga?	<ul style="list-style-type: none">• Risk, Säkerhet• Relevanta lagar
Hur skall layouten inuti de olika byggnaderna se ut?	<ul style="list-style-type: none">• Produktionsfilosofier• Materialhantering• Produktionslayout
Hur stor kommer den nya byggnaden eller tillbyggnaden vara?	<ul style="list-style-type: none">• Ytbehovsberäkning• Maskinutnyttjande
Vilka risker kan finnas med att verkställa fastighetsprojektet? Hur ska risker hanteras så sannolikheten för framförallt produktionsstörningar och leveransförseningar minimeras?	<ul style="list-style-type: none">• Risk, Säkerhet
Hur ska företaget gå vidare med anläggningsprojektet?	<ul style="list-style-type: none">• Planerings- och byggprocessens olika skeden• Entreprenadformer

3.2 Byggnadsplanering

En industribyggnad är inte en isolerad enhet, det är många aspekter som måste samspela för att kunna uppnå en effektivitet i arbetet som utförs på platsen. Placering av en byggnad avsedd för produktion på en tomt måste samordnas med eventuella befintliga byggnader och verksamheten i dessa samt transportvägar till och från fastigheten samt mellan byggnader.

I fabriksplanering ingår flera delar vilka kan ses i Figur 2 nedan. De två övergripande delarna är fabriksdesign och fabriksplacering. Fabriksplacering innefattar både övergripande beslut som var i världen eller ett land fabriken skall byggas och detaljerade beslut som var på tomten den skall placeras. Arbetets avgränsningar gör att byggnadsplacering inte behandlas vidare. Placering av byggnaden samspelar på den detaljerade nivån med designen av fabriken där områdena tekniska system, byggnadslayout samt materialhantering ingår. Tekniska system avses ventilation, sanitet, elektriska system och dylikt vilket inte behandlas närmare i avhandlingen. Materialhantering behandlar hantering, transport och lagring av material. Byggnadslayout inkluderar byggnadens utvändiga egenskaper såväl som dess invändiga layout. De tre delarna som kan delas upp i undergrupper samverkar med varandra och kan inte behandlas som separata områden i planeringen.⁴¹ Mer om materialhantering och byggnadslayout kan läsas under respektive rubrik.



Figur 2 Efter Facilities planning.⁴²

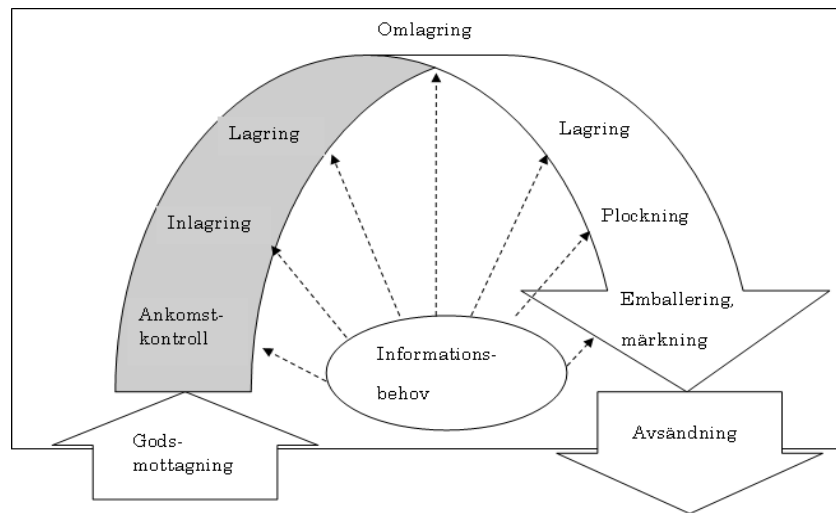
3.2.1 Materialhanteringssystem

Ett lager har en central roll för att stödja ett företags flödeskedja. De flesta fabriker har någon form av lager, dock minskas de om företagen arbetar mot lean produktion. Två delar som bidrar till effektiviteten i ett lager är de fysiska lageraktiviteterna och informationsteknik. De fysiska lageraktiviteterna består av fem operationer; mottagning, inlagring, lagring, orderplockning, samt packning och skeppning.⁴³ Dessa operationer beskrivs efter Figur 3 i vilken ett typiskt flöde genom ett lager visas. Informationssystemet bidrar bara till nytta om operationerna i lagret är anpassat för att stödja systemet.

⁴¹ Tompkins J.A., White J.A., Bozer Y.A. & Tanchoco J.M.A., *Facilities planning*, 3 upplagan, John Wiley & Sons inc, 2003

⁴² Tompkins, White, Bozer & Tanchoco, s.8

⁴³ Bartholdi J.J. & Hackman S.-T., *Warehouse and distribution science*, upplaga 0.93, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 2010



Figur 3 Aktiviteter i lager.⁴⁴

Informationssystem i lager kan vara manuella, papper och pärmar, eller datorbaserade. Där bör information om vilket gods som finns i lagret, dess placering och kvantiteten på varje plats finnas. Information över ankomstkontroller och utskeppningar bör också registreras och sparas. Informationen bör uppdateras efter varje utförd lageroperation.

Vid mottagning av gods sker ofta en ankomstkontroll. Efter mottagningen tar inlagringsprocessen vid, om materialet inte skall användas direkt, godset transporteras till en lagringsplats. I lager kan olika former av lagringsplatser finnas, exempelvis kan det vara golvlagering, pallställage eller hyllor för lådor. Produkterna lagras och när de skall användas eller sändas till kund, genereras en plocklista och godset plockas. Plockningen kan göras på flera sätt; varje plockorder kan plockas separat eller så kan flera order plockas tillsammans, benämnt batchplockning. Då måste en sortering göras. När ordern är plockad packas den om den skall till en extern kund, annars sänds den iväg direkt.

Det finns två huvudstrategier för hur gods skall placeras vid lagring, fasta samt flytande lagringsplatser. Strategin med fasta platser innebär att varje lagringsplats är dedikerad till endast en sorts produkt, en artikel kan dock tilldelas mer än en lagerplats. En fördel är att orderplockare kan lära sig var produkterna lagras, vilket kan effektivisera orderplockningen. Nackdelen är att utrymmet inte utnyttjas effektivt då lagernivån i snitt kommer vara cirka 50 % av det maximala. Detta gör att det precis innan påfyllning kommer finnas många tomma lagerplatser som inte kan utnyttjas av andra artiklar.⁴⁵

⁴⁴ Oskarsson B., Aronsson H. & Ekdal C., *Modern Logistik - för ökad lönsamhet*, upplaga 3, Liber AB, Malmö, 2004, s.129

⁴⁵ Bartholdi & Hackman, s.14

Den andra strategin, med flytande lagerplatser, minskar problemet med outnyttjat utrymme eftersom inkommande gods kan placeras på vilken som helst av de tomma lagerplatserna. Lagerutrymmet utnyttjas upp till 40 % effektivare än i fastplatssystemet⁴⁶. Denna strategi gör att godset kommer lagras på olika platser vilket gör att orderplockare inte kan lära sig var det är placerat. Alltså behövs ett system, företrädesvis datorbaserat, som håller reda på var gods finns.

Dessa lagringsstrategier går också att kombinera för ökad effektivitet, exempelvis kan en grupp artiklar tilldelas lagerplatserna i en viss gång. Generellt kan sägas att fasta lagerplatser används där plockning sker mycket frekvent och flytande lagringsplatser lämpar sig bra för gods som inte plockas frekvent.⁴⁷ Var material skall placeras vid inlagring kan bestämmas med hjälp av en så kallad frekvensläggningsmetod⁴⁸ som består av fyra parametrar:

- Uttagsfrekvens: antal gånger ett material tas ut från lager per tidsenhet
- Uttagskvantitet: kvantiteten av materialet som plockas
- Artikelvolym
- Artikelvikt

Material som har hög uttagsfrekvens bör generellt positioneras nära dörrar för in- och uttransport för att det ska gå snabbt att plocka, på bekostnad av att lågfrekvent materialet tar längre tid att plocka. Ofta påverkar kvantitet och frekvens varandra, dvs. ju större uttagskvantitet desto längre tid mellan varje plock. Tungt material bör placeras långt ner och gods med hög volym högt upp.⁴⁹

3.2.1.1 Materialhanteringsutrustning

Det finns flera typer av hanteringsutrustning exempelvis truckar, fast utrustning, manuella eller automatiska system. Det finns ett flertal olika trucktyper, vilka kräver olika stora utrymmen i lagret. De är flexibla och kan köras både inne och ute. Det finns också möjlighet att använda manuell transportutrustning så som vagnar, detta görs främst då vikterna är låga, material kan också bäras för hand.⁵⁰

Det finns olika typer av fast utrustning som framförallt används för att lyfta mycket tunga saker, till exempel traverser som monteras i taket. En förstärkt byggnadskonstruktion krävs för att hantera krafterna som uppkommer av tyngderna. Det finns ett flertal automatiska lösningar så som transportband, automatiska kranar samt robotfordon i lager. Automatiska lösningar har begränsningar i vilka transportvägar som kan användas.⁵¹

⁴⁶ Oskarsson, Aronsson & Ekdal

⁴⁷ Bartholdi & Hackman

⁴⁸ Oskarsson, Aronsson & Ekdal

⁴⁹ Bartholdi & Hackman

⁵⁰ Bartholdi & Hackman

⁵¹ Bartholdi & Hackman

Investeringarna som krävs varierar för olika lösningar, manuella system kräver minst, de fasta och automatiska systemen kräver höga initiala investeringar och truckar ligger mellan dessa.

3.2.1.2 Lagerstrategier

I en produktionsbyggnad kan lager placeras antingen som ett enda större centrallager eller som flera mindre decentraliserade lager. Genom att minska antalet lager kan kostnader för personal, yta och administration minskas. Används decentraliserade lagerplatser placeras materialet där det skall användas i produktionen. Fördelen med små lager vid produktionen är att godset finns där det behövs och ingen extrahantering behövs. Risker för att material blandas och att allt material förstörs samtidigt minskas också, dock krävs extra plats vid maskinerna.⁵²

3.2.2 Byggnadslayout

Byggnadslayouten beror på det lediga utrymme som finns på tomten samt formen på detta, vilket påverkas av detaljplanen för området samt eventuella befintliga byggnader. Den verksamhet som skall bedrivas i byggnaden påverkar dess utformning, det kan exempelvis vara krav på takhöjd. Produktionslayouten och byggnadsutformningen påverkar varandra i stor utsträckning och det är viktigt att de passar varandra så kostnaderna kan hållas nere och intäkterna uppe. Hänsyn måste också tas till de mål företaget har vad gäller framtida expansionsmöjligheter i byggnaden.

3.2.2.1 Produktionslayout

Produktionslayouten påverkas av och samverkar med valen av byggnadslayout och system för materialhantering. Då en byggnad redan finns begränsas de möjliga produktionslayouterna, men om en byggnad skall uppföras bör denna planeras så den passar runt en optimal produktionslayout. Vad som anses vara en optimal produktionslayout varierar och beror på produkterna, kvantiteterna av dem och de bearbetningsmetoder som krävs. Då olika avdelningar, maskingrupper och liknande skall placeras i en befintlig byggnad har sex olika typer av mål beskrivits⁵³:

1. Minimera utrymmeskostnader.
2. Minimera hanteringskostnader.
3. Minimera kostnader för omstruktureringar.
4. Minimera trafikstockningar.
5. Minimera oregelbundna former.
6. Maximera raka produktionsflöden, så produkter inte hoppar över eller går tillbaka till tidigare bearbetningssteg.

⁵² Tompkins, White, Bozer & Tanchoco

⁵³ Drira A., Pierreval H. & Hajri-Gabouj S., 'Facility layout problems: A survey', *Annual Reviews in Control* 31, 2007, s. 255–267

För att skapa en optimal produktionslayout till en ny byggnad kan någon av de fyra huvudtyperna av produktionslayouter, som presenteras nedan, tjäna som inspiration eller användas direkt. De fyra huvudtyperna är:

1. Byggplatslayout
2. Funktionell layout
3. Linjelayout
4. Flödesgrupplayout

Byggplatslayout innebär att all bearbetning av produkten sker på en fix plats. Maskiner och komponenter flyttas till produkten för bearbetning och montering. Denna layout används ofta för större produkter som kan vara svåra att förflytta, exempelvis flygplan och oljeplattformar.⁵⁴ Det är ofta mycket manuellt arbete i sluttillverkningen av dessa produkter.⁵⁵

I en funktionell layout placeras all utrustning som utför samma typ av bearbetningsoperation på en plats. Denna typ av layout används ofta vid blandad tillverkning då många olika produkter tillverkas i mindre volymer, så kallad batchtillverkning. Bearbetningssekvensen för produkterna kan vara olika eftersom de endast transporteras till de maskingrupper de skall bearbetas i, detta ger en flexibilitet i systemet men ställer också krav på materialhanteringen. Layouten kan bidra till högt kapacitetsutnyttjande av maskiner och en produktion mindre känslig för störningar.⁵⁶ Det kan uppstå problem med att planera och styra dessa flöden så det inte bildas köer framför vissa maskiner. Köer kan leda till onödiga lager och en lång ledtid.⁵⁷

En linjebaserad layout innebär att maskinerna placeras på en linje i den ordning de används, ofta med automatisk transport mellan maskinerna. Layouten används främst för massproduktion av standardiserade produkter. Linjen bör balanseras så att operationerna vid varje arbetsstation tar lika lång tid. Ett exempel är montering på löpande band.⁵⁸ Till skillnad från en funktionell layout är flödet smidigt och kräver endast förenklad planering.

Flödesgrupper är orienterade i flödesriktningen med maskiner placerade i bearbetningsordningen produkterna har för att få raka flöden. Nyckelmaskiner bör placeras tidigt i flödet för att skapa så hög beläggning som möjligt i dem, hjälpmaskiner placeras därefter. Det är en vanlig layout för produkter som tillverkas i stort antal och kanske i många varianter.⁵⁹ Jämfört med en funktionell layout är flödena smidigare och transportavstånden kortare. Layoutprincipen är beroende av att

⁵⁴ Bellgran M. & Säfstén K., *Produktionsutveckling – Utveckling och drift av produktionssystem*, Studentlitteratur, Lund, 2005

⁵⁵ Ståhl J.-E., *Industriella Tillverkningssystem del II – länken mellan teknik och ekonomi*, upplaga 2, Lunds universitet, Lund, 2010

⁵⁶ Ståhl

⁵⁷ Bellgran & Säfstén

⁵⁸ Bellgran & Säfstén

⁵⁹ Bellgran & Säfstén

flödet genom cellerna är balanserat för att undvika mellanlagring i cellerna. Flödesgrupper anses vara en kompromiss mellan linjebaserade och funktionella layouter, då den har egenskaper från båda layouttyperna.⁶⁰

3.3 Ytbehovsberäkning ⁶¹

Beräkningar av ytbehov för olika funktioner som behövs i byggnaden kan göras med flera olika metoder:

- Dimensioneringskvoter
- Erfarenhetsvärden
- Systematisk beräkning med hjälp av diagram, påslag och summering av delfunktioner.
- Fastställda normer.
- Uppritning av funktionen.
- Provarbetsplats i full skala.

För avdelningar som kontor, produktion, förråd, personalutrymme och utomhusytor finns framtagna normer på utrymmesbehovet. I det följande beskrivs normerna och den information som behövs för beräkning av ytan som fordras för nämnda avdelningar.

3.3.1 Kontor

I kontorsutrymmet räknas bland annat dessa delar in:

- Kontorsplats: som varierar i storlek mellan 9 och 16 kvm beroende på standarden och om den ligger i ett stortrum eller som ett eget kontorsrum.
- Konferensrum
- Reception, toalett
- Arkiv
- Utställningsutrymmen
- Kopierings- och datorrum
- Korridorer och trapphus som hör till kontoret.

Riktmärket är att det behövs cirka 25 kvm per person, då är samtliga utrymmen ovan inräknade. När utrymmesbehovet beräknas är det viktigt att ta hänsyn till hur många som är på arbetsplatsen samtidigt och om personer kan dela på platser, om de inte är där samtidigt.

⁶⁰ Tompkins, White, Bozer & Tanchoco

⁶¹ Bergenståhl H. & Perborg L., *Industriell Anläggningsteknik*, Lunds Universitet, Lund, 2001

3.3.2 Produktion

Vid beräkning av utrymmesbehov i produktionen är maskiner, hanteringsutrustning samt materialegenskaper såsom storlek och form de dominerade faktorerna. Utrymmesbehovet för en maskingrupp består av kraven från flera delfunktioner. Yta i en maskingrupp kan behövas för:

- Maskiner
- Tilläggsyta för maskinens rörliga delar.
- Betjäning
- Säkerhet
- Reparations och underhåll.
- Hantering.
- Verktyg
- Operatörens personliga tillhörigheter.

Utrymmesbehov för transportvägar är cirka 25 % till 75 % av summan av ovanstående delar, beroende på vilken utrustning som väljs. En normal gång i en fabrik bör inte vara under tre meter bred för att kunna hantera både truck- och personaltrafik. Då trucktrafiken ökar bör gångytan ökas, helst ska olika trafikslag såsom truckar och gångtrafikanter separeras. Detta för att minska olycksrisken, speciellt den mellan personer och fordon.

3.3.3 Förråd och lager

Det finns inget riktvärde för utrymmesbehovet för förråd och lager. Ytan kan dock bestämmas med hänsyn till nedanstående faktorer.

- Lagerhanteringsteknik: höglager, djupstapling osv.
- Lagerstyrningsteori: FIFO, säkerhetslager, omsättningsfrekvens osv.
- Godsets form: små, långa, på helpall eller halvpall osv.

3.3.4 Personalutrymme

Till personalutrymme brukar nedanstående räknas:

- Omklädningsrum, cirka 2 kvm per person.
- Personalmatsal, cirka 1,5 kvm per person exkluderat kök.
- Motionslokaler
- Företagshälsovård
- Fackföreningskontor

Ett riktvärde är att varje person totalt kräver mellan 4 och 6 kvm.

3.3.5 Utomhusutrymmen

De utomhusytor som krävs är bland annat parkeringsplatser för både personal och besökare. Personalparkeringens storlek beror på andelen personal som använder bil till och från samt i arbetet, ett riktvärde är 0.3-0.6 platser per anställd. Ytbehovet för en personbil är ca 25 kvm. Övriga utomhusytor är till exempel:

- Angöringsyta för distributionsbilar, hämtning och lämning av gods.
- Cykelställ, cirka 2 kvm per plats.
- Grönytor och rekreationsytor, inget riktvärde finns.

För att öka säkerheten bör olika trafikslag såsom personbilar och tyngre trafik hållas separerade. Parkeringsytorna bör förläggas nära personalutrymmena, helst med skyddade gångstråk emellan.

3.3.6 Övriga funktioner

Övriga funktioner består av olika försörjningscentraler bland annat för el, ventilations- och kylanläggningar samt dataanläggningar. Totalt upptar dessa ytor cirka 1-5 % av den bebyggda ytan.

3.4 Industriell anläggningsteknik

Då alla de ovan nämnda delarna påverkar den slutliga utformningen av utrymmen på fastigheten är det viktigt att de får samspela under hela utvecklingen av planen för industrifastigheten. En tydlig struktur i arbetet underlättar dessa hänsynstaganden, Tompkins m.fl.⁶² nämner tre tillvägagångssätt utvecklade av: Apple, Reed och Muther, för att ta fram den optimala utformningen av industrianläggningar. Apples och Muthers tillvägagångssätt presenteras nedan medans metoden Reed utvecklat inte presenteras då den är mycket lik Apples metod.

3.4.1 Apples anläggningsteknik

I det följande finns Apples teknik sammanfattad i en sekvens av 20 steg. Forskaren anser dock att det inte är nödvändigt att följa sekvensen för alla fastighetsprojekt, eftersom varje projekt är unikt.

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.

⁶² Tompkins, White, Bozer & Tanchoco

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.

Reed rekommenderar en arbetsgång som är mycket lik Apples teknik, men poängterar att förberedelsen av layoutplaneringsverktyget är den viktigaste fasen av hela layoutprocessen.

3.4.2 Muthers SLP metod

SLP står för Systematisk Lokal Planläggning. Det är en arbetsmetod som består av åtta steg och som genom vald detaljeringsnivå kan anpassas till det enskilda projektet. Med metoden får byggnaden sin form av layouten för verksamheten som skall finnas i den.

3.4.2.1 Steg 1 Produkt-, kvantitets-, process- och produktionsanalys

Genom att samla in grunddata bygger man en bas för det fortsatta arbetet. Exempel på grunddata:

- Produkternas storlek, vikt, beskaffenhet och miljökrav.
- Producerade volym, prognos, PK-diagram.
- Val av optimala produktionsmetoder.
- Maskinbehov, maskinlista.
- Flöden och samband; material, personal, organisatoriska.
- Förråds- och lagerteknik.

Med hjälp av PK-diagrammet, där man kan se förhållandet mellan olika produkter med avseende på produktionsvolymerna, kan man i vissa fall bestämma vilken typ av produktionslayout som är lämpligast att använda. För att bättre förstå produktionsprocessen är det viktigt att man i det första steget ritar upp ett flödesschema som redovisar sambandet mellan olika operationer i produktionen.

3.4.2.2 Steg 2 Funktionsindelning och funktionskrav

Följande moment utförs i steget:

- Uppdelning och listning av huvudfunktioner och delfunktioner.
- Verksamhetsanknutna krav listas.
- Byggnadsanknutna krav listas.
- Arbetsmiljötekniska och arbetsorganisatoriska krav listas.
- Miljömässiga krav listas.

En funktion definieras som den verksamhet som ställer samma krav på sin omgivning. Exempelvis kan en funktion vara en maskingrupp eller godsmottagning. Vissa funktionskrav regleras av normer och lagar, övriga beror på vilken ambitionsnivå som finns för utformningen av anläggningen. De olika funktionskraven ställs samman i ett schema. Riktmärken för framtagning av utrymmesbehov beskrivs detaljerat i avsnitt 3.3.

3.4.2.3 Steg 3 Sambandsanalys – Närhetsvärderingsschema

De funktioner som definierats i föregående steg kan ställas upp i ett närhetsvärderingsschema där samband mellan funktionerna utvärderas, genom att redovisa den närhet som önskas mellan varje par av funktioner. Värderingen kan baseras på olika grunder:

- Produktionssamband; det finns ett produktflöde mellan två funktioner. Det kan ses i flödesdiagrammet.
- Informationssamband; det finns ett flöde av information mellan två funktioner.
- Personsamband; personal flödar mellan eller betjänar två eller fler funktioner.
- Risker samt ställda krav i olika funktioner.

3.4.2.4 Steg 4 Sambandsdiagram – Närhetsdiagram

Närhetsvärderingsschemat i föregående steg används här för att ge en visuell bild av flödet. Varje funktion representeras av en cirkel och cirkelarna sammanbinds med linjer där tjockleken på linjerna visar den önskade närheten mellan funktionerna. Antalet korsande flöden bör minimeras om sambanden är riktiga. Närhetsdiagrammet kan ritas med flödesschemat från steg 1 som stöd.

3.4.2.5 Steg 5 Blocklayout

I steg 5 förenas funktionskraven och sambandskraven med närhetsdiagrammet för att skapa en bild av det teoretiskt bästa flödet. Funktionernas närhetskrav och ytbehov redovisas i blocklayouten, där vissa funktionskrav illustreras med speciella märkningar.

3.4.2.6 Steg 6 Huvudlayout, tomtanpassning

Här omsätts blocklayouten till en byggnad med funktionerna inritade som block. Formen på byggnaden påverkas av blocklayouten, de byggnadstekniska kraven, tomtens förutsättningar samt arbetsmiljötekniska aspekter. Flera olika huvudlayouter bör upprättas för att sedan utvärderas.

3.4.2.7 Steg 7 Värdering

De alternativa huvudlayouterna som framställs värderas i steg 7 på ett systematiskt sätt där värderingsfaktorer väljs efter vad man önskar att den nya byggnaden ska uppfylla. Ett eller två alternativ sällas fram för att bearbetas vidare till detaljlayouter.

3.4.2.8 Steg 8 Detaljlayout

I det sista steget görs en detaljutformning av lokalerna där exempelvis utrustning ritas in. Det finns flera olika metoder för att visualisera layouten, exempelvis en pappersskiss, CAD eller provmöblering i full skala.

3.5 Lagar⁶³

I detta avsnitt presenteras kortfattat de regelverk som styr utformning av byggnaden och arbetsplatsen. Ett så kallat plansystem används av kommunerna för att på ett rättvist sätt rationalisera tillståndsgivning för användning av mark och vatten. Plansystemet består av tre delar:

- Översiktplan
- Områdesbestämmelser
- Detaljplan

Varje kommun har en översiktplan som och ska redovisa grunddragen i användningen av mark- och vattenområden samt den framtida bebyggelseutvecklingen för hela kommunen. Både områdesbestämmelser och detaljplaner används för att reglera hur mark- och vattenområden får användas, dock på olika sätt. Områdesbestämmelserna säkerställer att översiktplanens syfte uppnås och riksintressen tillgodoses. Mark- och byggnadsanvändningen regleras i detalj i detaljplanen. Den kan bland annat innehålla bindande bestämmelser för var man får bygga, vad tomten får användas till, antal våningar, byggnadsutformningen i stora drag, hur stor del av tomten som får bebyggas osv. För äldre detaljplaner kan det saknas uppgifter om hur stor andel av tomten som maximalt får bebyggas, då görs en bedömning i samband med bygglovsprövningen.

Om det inte finns någon detaljplan, gäller PBL:s generella regler tillsammans med översikts- eller eventuella områdesbestämmelser. Mer information om de lagar, regler och myndigheter som påverkar planeringen och uppförandet av industrianläggningar kan hittas i Plan- och Bygglagen (PBL), Byggnadsverkslagen (BVL), Miljöbalken (MB) samt Arbetsmiljölagen.

När man ska bygga nytt, göra en tillbyggnad, väsentligen ändra byggnadsanvändningen, ändra bärande konstruktioner osv., påverkas miljö för en lång tid framöver. Därför behövs tillstånd från kommunen, vilket kallas bygglov. För mindre ändringar eller om fastigheten ligger utanför

⁶³ Bergenståhl & Perborg

detaljplanerat område kan det räcka med en bygganmälan. Det finns dock undantag för vissa åtgärder såsom kompletterande bebyggelse om max 10 kvm som inte behöver anmälas.

Då bygglovet prövas av kommunen bedömer de:

- Om projektet följer detaljplanen och andra aktuella riktlinjer för markanvändningen.
- Om de tekniska egenskapskraven i PBL med tillämpningar uppfylls.
- Den estetiska utformningen på projektet.

3.6 Entreprenadformer⁶⁴

Det finns fyra vanliga entreprenadformer som kan används för fastighetsprojekt:

- Totalentreprenad
- Generalentreprenad
- Delad entreprenad
- Egen regi

Totalentreprenören ansvarar för såväl projektering som byggande där ansökan om bygglov ingår. Med denna entreprenadform kan entreprenören användas redan tidigt i projektet så att de kan komma med förslag på utformning av byggnader och hjälpa till med materialval osv. En generalentreprenör tar endast hand om uppförandet av byggnaden. Alla handlingar måste vara klara och tydliga så antalet missförstånd minimeras mellan företaget och generalentreprenören. Detta kräver en större insats av företaget än vid totalentreprenad, därför används ofta konsulter i projekteringsfasen. När en delad entreprenadform används handlar företaget själv upp olika entreprenörer för delar av projektet, exempelvis en för grundläggning, en för byggande, en för elinstallationer osv. Det innebär att företaget måste göra mycket arbete själv bland annat sköta samordningen av olika entreprenörer. Egen regi innebär att företaget själv har personal som gör alla projekterings- och byggnadsarbeten, företaget måste då ha en egen byggorganisation.

3.7 Risk

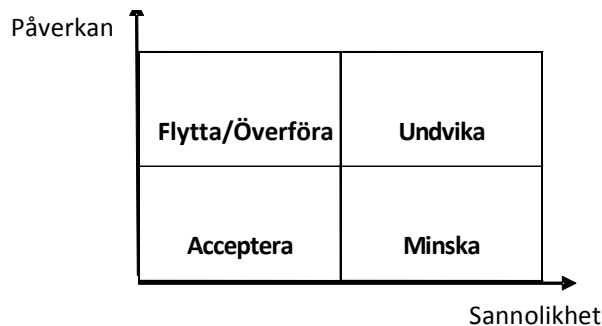
Att arbeta med riskanalys är att dels förebygga och vara förberedd på oönskade och oväntade händelser och dels kunna hantera dem på ett bra sätt. I Figur 5, på nästa uppslag, demonstreras de fyra steg som ingår i en enkel modell för riskanalys. En riskanalys bör vanligtvis göras minst en gång per år för den löpande verksamheten. För ny verksamhet bör riskanalysen göras dels innan den startas och dels ett par gånger det första halvåret. För ett projekt bör den första riskanalysen göras i förberedelsefasen, därefter skall en riskanalys utföras minst var tredje månad. Det finns flera sätt att hantera risker på, efter att de har blivit identifierade. Några av de vanligaste listas och beskrivs kort nedan.⁶⁵

⁶⁴ Bergenståhl & Perborg

⁶⁵ http://www.kamp.se/pdf/Riskanalys_en%20beskrivning_version1.0.pdf, 12 april 2012

- Eliminera
- Minimera: planer ändras så sannolikheten att risken inträffar respektive påverkan om den inträffar minskas.
- Dela: partners beslutar att dela på konsekvenserna, oftast kostnaderna, om risken inträffar.
- Flytta: överföra risken till andra, t.ex. betala en specialist för att hantera risken.
- Försäkra: försäkra sig mot inträffande av risken, inträffar den står försäkringsbolaget för kostnaden.
- Acceptera

I Figur 4 visas vilken hanteringsmetod som kan tillämpas för olika risker beroende på dess sannolikhet och konsekvens.



Figur 4 Bearbetning av risker med hänsyn till sannolikhet och påverkan⁶⁶.

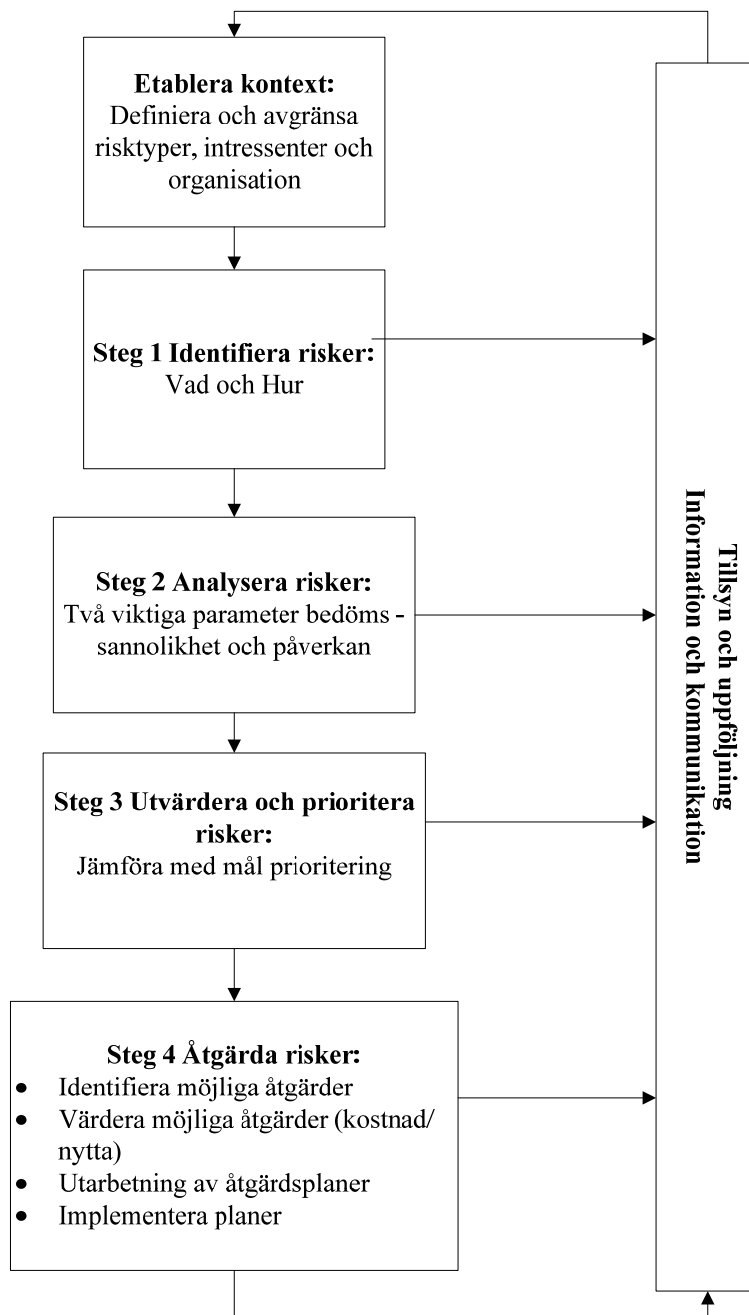
Olika sorters risker kan inträffa som kan påverka planeringen av en fabriksanläggning och den strategiska plan företaget har. Risker kan finnas både internt och externt. För ett producerande företag finns produktionsrisker som brand, inbrott, olyckor och tekniska driftstörningar. Det finns även affärsrisker, exempelvis hot från konkurrenter. Omvärldsfaktorer påverkar de externa riskerna som ofta är komplexa att hantera. Vid projektplanering är de vanligaste riskerna budget- och tidöverskridande.⁶⁷ Riskerna kan dock vara mycket olika i olika branscher och företag.

Vid byggnads- och layoutplanering har forskare ofta har analyserat risken för att kostnaden blir högre för den valda layouten än för andra utformningar, alltså att den inte är så effektiv som beräknat. Många forskare har använt sannolikheter för att flöden mellan funktioner skall inträffa för att ta hänsyn till risken. Minskar eller ökar flödena förändras materialhanterings- och totalkostnaden för layouten.⁶⁸ Flöden mellan avdelningar och maskiner beror på produkterna som säljs och i vilka maskiner och avdelningar de skall bearbetas. Osäkerheten i flödena beror på hur säkert efterfrågan kan bedömas för befintliga och kommande produkter och hur de nya skall bearbetas. Är den framtida efterfrågan helt känd finns inte risken för att ändrade flöden orsakar en mindre effektiv layout.

⁶⁶ SIS, Svensk Standard, www.sis.se, 2012-04-14

⁶⁷ Bergenståhl & Perborg

⁶⁸ Krishnan K.K, Jithavech I. & Liao H., 'Mitigation of risk in facility layout design for single and multi-period problems', *International Journal of Production Research*, Vol. 47, No 21, 2009, s.5911-5940



Figur 5 Ett exempel på en enkel riskhanteringsprocess.⁶⁹

⁶⁹ <http://www.seveso.se/sv/Vagledningen/Begrepp-och-riskanalys/Riskanalys/>, 13 april 2012

4 Empiri

Här ges en djupare presentation av företaget samt de förhållanden under vilka de verkar. Materialet ligger till grund för den analys vilken presenteras i nästkommande kapitel. Innehållet har hämtats från observationer samt intervjuer med anställda och ledning på företaget.

Empirin är en sammanställning av data som samlats in vid observationer i företagets lokaler samt genom strukturerade och ostrukturerade intervjuer med anställda och ledning på företaget. För intervjuerna har personer valts vilka ansvarar för eller arbetar med berörda områden. I

Appendix 1. Intervjuguide återfinns intervjufrågorna som använts.

4.1 Företaget

Advanced Component AB är ett familjeägt företag vilket sedan det startades 1956 har specialiserat sig på skärande bearbetning. De tillverkar främst små detaljer för användning i finmekaniska produkter. Sedan starten har det endast varit två generationer i ägar- och ledarpositioner. Den nuvarande VDn i företaget tog över 1998 då den förre gick i pension.

Företaget är beläget småland i ett av kommunen planlagt område för småindustrier. Ett åttiotal medarbetare varav ca 20 är kvinnor finns på företaget. Den större delen av de anställda arbetar med produktion av produkterna och ett tjugotal arbetar som tjänstemän. Under det senaste verksamhetsåret genererades en omsättning på 80 miljoner kronor.

Företaget har sedan starten befunnit sig på samma industritomt, de första åren delades den mindre och äldsta byggnaden med ett annat företag. Då AC AB ökade produktionen och omsättningen ökade också behovet av lokalyta, tillbyggnader gjordes i ett par omgångar under 60- och 70-talet för att möta kraven från den ökade produktionen.

Att skaffa och behålla en hög kvalitetsnivå är AC:s strategi för att vara konkurrenskraftig inom det finmekaniska bearbetningsområdet. Kvalitetssäkring i alla avseenden är därför viktigt för företaget. Redan på 50-talet uppfyllde företaget kraven enligt den tidens AQL Military Standard. AC AB blev 1986 andrapartscertifierade enligt AQAP-4, Nato Inspection System Requirements For Industry. När ISO 9001 konstruerades, var företaget bland de första inom finmekanikområdet att certifiera sig. Företaget är även ISO-13485 certifierade, vilket är en standard som beskriver hur man skall hantera och framställa apparatur som används inom sjukvården. Företaget jobbar mot att minska förbrukning av energi, råvaror och spill i verksamheten samt bidra till ständiga förbättringar och förebyggande av utsläpp. Idag är företaget inte ISO 14001 certifierade, men tillämpar sin miljöpolicy enligt standarden för att så småningom certifiera sig.

4.1.1 Produkterna

Företaget har inga egna produkter utan de är underleverantörer åt andra företag. De har delat upp produkterna de producerar i tre grupper; medicinteknik, energi samt precision. Exempel på produkter som tillverkas inom medicinområdet är tandstift samt detaljer till hörapparater. Inom precisionsområdet tillverkas bland annat miniventiler, med ytterdiameter från 2 mm, för evakuering av luft från gjutformar. Ett annat exempel är utlösningmekanismen på livbåtar.

Produkterna är små till storleken med en längd på mellan 10 och 150 millimeter, de flesta väger under 350 gram. Produkterna som tillverkas har höga precisionskrav och materialen är ofta komplicerade att bearbeta. Några av de metaller som bearbetas är titan, magnesium, super duplex, zirkonium samt rostfria stål.

Råmaterialet till produkterna består av 2 till 3 meter långa metallstänger med olika diametrar. Flera av metallerna är lika varandra till utseendet, dock har de olika egenskaper och det är av yttersta vikt att rätt material används till varje produkt. För att säkerställa att rätt material används vidtas flera åtgärder. En av dessa är att varje bunt med stänger i materialförrådet märks, ytterligare beskrivning finns i avsnittet om kvalitetsarbete.

4.2 Försäljning

För att inte bli alltför beroende av enstaka kunder har AC AB, som de flesta företag idag, valt att tillämpa Paretos 80/20-regel. Därför har bestämmelser gjorts om att ingen kund får generera mer än 20-25 % av den totala försäljningen. Företaget har också en strategi för att växa inom de tre affärsområdena, så att de helst står för en tredjedel av försäljningen var.

Företaget har valt att stanna kvar på platsen där de startades, som ligger geografiskt nära många av kunderna. Det underlättar kommunikationen framförallt då produktion av nya detaljer skall starta men även senare i samarbetet. Diskussioner med kunder om kvalitet är alltid nödvändigt. Vid export förloras närheten till kunderna och kommunikationen försvåras. Av försäljningen genereras ca 25-30% genom export till bland annat Tyskland, Norge, Japan, och Italien.

Idag sker stora delar av tillväxtökningen genom ett ökat antal produktvarianter hos befintliga kunder. Företaget arbetar också med att utveckla nya kunder och nya produkter. Att etablera en ny kund tar oftast mellan ett och fem år, räknat från den första förhandlingen till beställning. Orderkvantiteterna kunderna beställer kan variera, dock kan priset ändras om kvantiteten avviker från den offerten lämnades för. Med många kunder finns avtal om att större kvantiteter än orderkvantiteten kan produceras och resterande produkter lagerhållas. För varje kund bestäms hur många månaders prognostiserad förbrukning som får finnas i lager. Kunderna betalar produkterna i lagret om de väljer att inte avropa de lagerhållna produkterna, förutsatt att kvantiteten är mindre än den avtalade tidsperiodens beräknade behov.

4.3 Inköp

Företaget köper råmaterial i form av stänger från olika leverantörer. Företaget är en liten kund till sina leverantörer, totalt ca 5600 ton används per år. Därför har de mycket små möjligheter att förhandla och måste köpa till det pris leverantörerna bestämmer. De vanliga råmaterialen köps in med kort leveranstid, ner till en dag om det är bråttom. De köper också specialmaterial som har en leveranstid på upp till sex månader. Eftersom få ton köps in av specialmaterialen är det svårt att dela upp dem i flera order och med de långa leveranstiderna kan specialmaterialen behöva lagras under lång tid. Några material köps in i kvantiteter som räcker för runt ett års förbrukning.

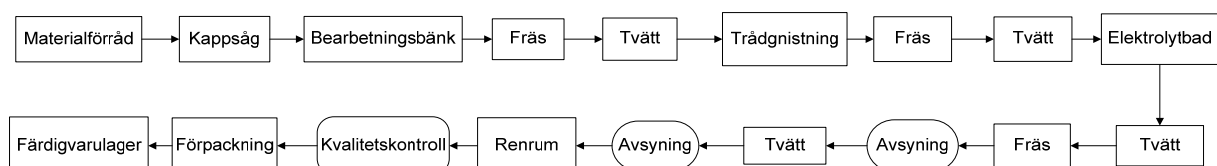
Allt material som används i produktionen köps dock inte in av företaget självt. Kunder köper in och äger vissa material själva, ofta rör det sig om specialmaterial. Då rapporterar AC AB all materialanvändning till kunden som på så sätt kontrollerar lagernivån. När kunden finner det lämpligt skickar de material till AC AB som lagerhåller det utan kostnad. Det finns inga avtal om maximala lagernivåer och ibland kan dessa bli relativt höga. Den totala lagernivån för materialen företaget köper in är relativt stabil, medans nivåerna för kundägt material kan variera kraftigt.

4.4 Produktion

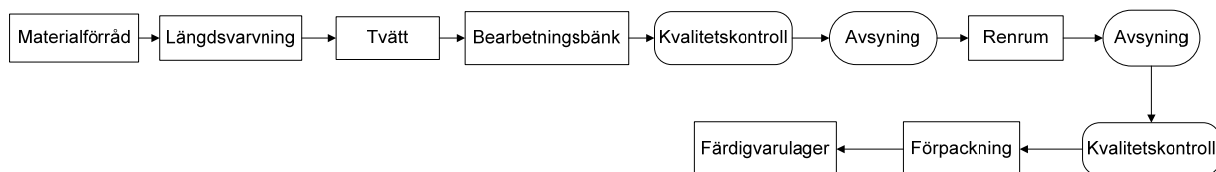
Produkterna som produceras är helt kundanpassade och bearbetningen kan skilja sig mycket åt mellan olika produkter. Ofta är produkterna kunds specifika redan från det att råmaterialstängerna inkommer. Detta gör att omställningar mellan olika artiklar blir nödvändiga. Bearbetning sker för de flesta produkter i mer än en maskin. Några av produkterna behöver dock endast en tvätt efter den första operationen men de flesta går igenom ytterligare steg som ytbehandlingar, avsyning eller behandling i så kallade renrum. Mer om de olika operationerna kan läsas i nästa avsnitt.

Då detaljerna som är färdigbearbetade i en maskin flyttas de i små korgar till nästa operation. Förflyttningen sker antingen genom att personalen bär produkterna eller att de körs på en liten vagn. De flesta produkter produceras helt färdigt av företaget, det finns dock några undantag där produkterna till exempel härddas eller monteras hos underleverantörer. Underleverantörerna har i förekommande fall märkts ut i flödesschemana nedan.

I Figur 6, Figur 7, Figur 8 och Figur 9 visas flödesscheman för fyra olika produkter. I figurerna illustreras den mångfald som finns i antal bearbetningsoperationer samt vilka maskin grupper och funktioner som produkterna bearbetas i. Flödesschemana visas från det att material tas från materialförrådet, därför är inte den inledande ankomstkontrollen av materialet med.



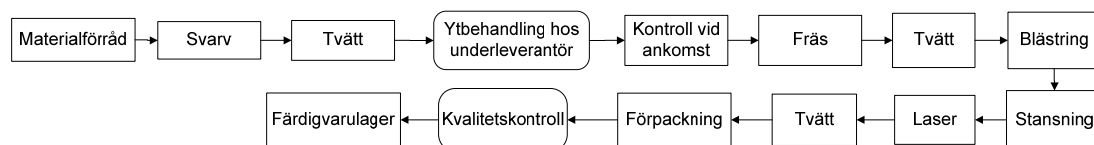
Figur 6 Flödesschema för en komplex energiprodukt.



Figur 7 Flödesschema för en enklare energiprodukt.



Figur 8 Flödesschema för en medtech-produkt.



Figur 9 Flödesschema för en precisionsprodukt.

4.4.1 Maskingrupper

I fabriken finns det omkring hundra maskiner, vilka i detta arbete delas upp i maskingrupper baserat på fabrikat och i vissa fall efter bearbetningsmetod. Dessa maskingrupper samt några andra funktioner presenteras nedan.

Svarvarna är automatiska och råmaterialstänger läggs i ett materialförråd i maskinen som sedan automatiskt matar in materialet i rätt takt och bearbetar detta tills de färdiga produkterna kommer ut. Fräsarna fungerar på ungefär samma sätt; ämnen sätts i en fixtur som sätts in i maskinen. Maskinen bearbetar ämnena och när den är färdig plundrar operatören maskinen och laddar den med en ny omgång ämnen.

Trots att maskinerna är relativt automatiska körs de inte obemannade, arbetstiderna maskinerna används på presenteras i nästa avsnitt. En operatör sköter oftast två svarvmaskiner, det händer dock att tre eller till och med tio svarvar körs av en operatör. Det beror på vad som behöver göras med maskinen under körningarna. Operatören utför verktygsbyten, omställningar från en produkt till en annan samt de löpande mätningarna, vilka beskrivs i kvalitetsavsnittet. I dagsläget körs flera maskiner på dagskift eller tvåskift, endast ett femtontal körs under nattsiftet. Maskinoperatörerna är oftast utbildade för att sköta en maskintyp, så som svarvar, fräsar, slipar etc. Trots att svarvmaskinerna är relativt lika arbetar operatörerna oftast med maskiner av ett märke. Den största skillnaden är dock inte mellan olika svarvar utan mellan olika produkter. Det tar lite tid för operatörerna att lära sig hur nya produkter skall skötas, därför är det svårt att ta över då någon är sjuk om ingen tidigare träning på produkten erhållits.

Det finns en trådgnistningsgrupp i vilken bearbetning kan ske dygnet runt. Dock bemannas den endast då ämnen skall laddas samt plundras.

Det finns ett par olika ytbearbetningsgrupper i företaget, bland annat en slipavdelning där ett antal olika operationer utförs såsom plan-, centerless- och insticksslipning. Dit kommer produkterna efter minst en bearbetningsoperation och en tvättning. På samma sätt fungerar det för trumlingsavdelningen, blästringsavdelningen samt elektrolytgradningen. Det finns dedikerad personal för slipavdelningen vilket det inte gör för de andra nämnda avdelningarna.

Det finns ett antal bearbetningsbänkar placerade på ett flertal olika platser i fabriksbyggnaderna. Där utförs diverse operationer av mer manuell grad än i exempelvis svarvarna, verktyg kan också bearbetas vid dessa stationer.

En av de centrala maskingrupperna i flödet är tvättgruppen där alla produkter passerar minst en gång. Någon maskin i gruppen går sönder ca 5 gånger per år och det tar då mellan en timme och tre dagar att reparera beroende på om reparationen kan skötas själv eller om en reparatör måste komma från Tyskland.

Det finns också en spånpress i företaget. Den används för att komprimera spånen, som bildas vid bearbetning av detaljer i exempelvis svarvarna, till briketter.

Mellanlager eller buffertar är något som finns vid de flesta av maskinerna och funktionerna. Vid de tidiga maskinerna i flödet handlar det främst om en korg som väntar på att fyllas med bearbetade detaljer. Vid senare funktioner i flödet kan det vara flera korgar med detaljer som väntar på bearbetning. För tvättgruppen där alla flöden konsolideras kan ibland större buffertar byggas upp, då kan det röra sig om ett tjugotal korgar. I funktioner efter tvätten finns oftast en buffert på 1-2 dagars arbete. Utrymmet som behövs för buffertarna är dock litet, för de mindre buffertarna kan det räcka med 0,3*0,4 meter. De större buffertarna kräver oftast mindre än en kvadratmeter golvyta eftersom korgarna kan staplas och i några fall används hyllor.

I dagsläget ser produktionslokalerna på de flesta platser relativt ordnade ut. Många saker har sina bestämda platser där de oftast placeras. På några platser finns dock en del saker som troligtvis inte används eller som inte verkar höra hemma just där.

4.4.2 Personalintensiva funktioner

Det finns en avsyningsfunktion där personal för hand undersöker eller mäter varje produkt för att upptäcka defekter och felaktigheter. Det finns också ett renrum för energiprodukterna, som följer kundens standard. I detta renrum sker viss avsyning av produkterna vilka sedan tvättas i en speciell tvättmaskin. Därefter packas produkterna under rena förhållanden och sedan kan de flyttas ut ur rummet.

I produktionen finns ett rum med kvalitetstekniker och viss mätutrustning. Kvalitetsteknikerna kontrollmäter bland annat stickprover av produkter från produktionen, avsyningen och renrummet. Till rummet kommer maskinoperatörer för att kontrollmäta detaljer på den mätutrustning som finns där. Idag anses detta utrymme vara något för litet.

Det finns också några produktionstekniker, de är ofta ute i produktionen för att kontrollera att ritningar stämmer, att produkter går att producera osv. De har också mycket kontakt med kontoret och kvalitetsteknikerna. Maskinoperatörerna kommer också till produktionsteknikernas kontor för att diskutera produktionen och eventuella problem.

4.4.3 Arbetstider

Beroende på hur maskinernas beläggning ser ut och kommer se ut den närmaste perioden finns det olika varianter på arbetstider i produktionen. Då maskinerna har hög beläggning körs de dygnet runt i treskift. När beläggningen är lägre kan de köras i två-skift eller dagskift.

För produktionspersonalen finns det således fyra olika skift de kan arbeta, vilka presenteras i Tabell 2 nedan. Viss personal arbetar endast dagskiftet respektive nattskiftet, så de byter inte arbetstider. Den resterande delen av personalen arbetar tvåskift, den ena veckan arbetar de morgonpasset för att nästa vecka arbeta kvällspasset. Bemanningen är lägre under nattskiftet än under de övriga skiften, dagskiftet har den högsta bemanningen och de andra två skiftens bemanning ligger i mitten. Kontorspersonalen arbetar dagtid.

Tabell 2 Arbetstider på företaget.

Skift benämning	Veckodagar ⁷⁰	Arbetstider
Dag	Måndag- fredag	07:00-16:00
Morgon	Måndag- fredag	05:25-13:30
Kväll	Måndag- torsdag	13:13- 23:12
Natt	Söndag- torsdag	22:45- 05:50

Det finns i dagsläget inget helgskift, vilket det fanns innan finanskrisen slog till mot företaget 2009. Det är heller inget de planerar att återiföra på reguljär basis. Nu känner de att helgen kan användas som buffert i de fall någon större oväntad störning uppkommer eller för att ta hand om en efterfrågetopp.

4.5 Kvalitetsarbete

En av de viktigaste delarna i kvalitetsarbetet är spårbarheten. Det skall gå att följa en färdig produkt genom hela fabriken fram till det specifika batchnumret på råmaterialet den producerades av. Det skall också gå att följa vilken operatör som tagit hand om en viss operation. För att säkerställa detta följer en följesedel med från det att materialet lämnar materialförrådet tills produkten lämnar fabriken. När produkterna bearbetas i första maskinen läggs de i korgar och med varje korg följer en följesedel med samma information som den ursprungliga. På följesedeln står vilka operationer produkten skall bearbetas i och efter detta signerar den aktuella operatören med anställningsnummer samt antalet detaljer denne bearbetat.

⁷⁰ Veckodagarna avser de dagar skiften börjar i de fall de löper över mer än en kalenderdag.

Under produktionen sker ett flertal mätningar av ett bestämt antal detaljer, ofta mäts detaljer från början, mitten och slutet av körningen ibland också med vissa tidsintervaller. De löpande mätningarna utförs av maskinoperatörerna. Kvalitetsavdelningen gör utförliga kontroller och mätningar på ett antal stickprover på produkter som är färdigbearbetade.

När kvalitetsbrister upptäcks rapporteras de i företagets system med information om åtgärden, vilken beror på antalet påverkade detaljer, värdet på dem samt felets natur. När brister identifieras diskuterar arbetsledaren och maskinoperatören varför den uppkommit samt vilka åtgärder som kan vidtas för att felet ska kunna undvikas i framtiden. Eventuella större kvalitetsbrister följs upp varje vecka, under så kallade kvalitetsmöten där produktionschef, produktionstekniker, kontrollavdelning samt arbetsledarna närvarar. Orsaker, åtgärder och framtida lösningar diskuteras för att undvika liknande händelser i framtiden.

När nya produkter skall produceras eller då kunderna ändrar ritningarna till befintliga produkter hålls så kallade PKB-möten vilket står för produktion, kvalitet och beläggning. Under dessa möten diskuteras hur produkten skall produceras för att uppfylla kraven, behov av nya maskiner kan också behandlas. Processen kan vara tidskrävande då ritningarna inte alltid är kompletta och andra krav utöver de som finns med på ritningen kan finnas.

4.5.1 Kundkrav

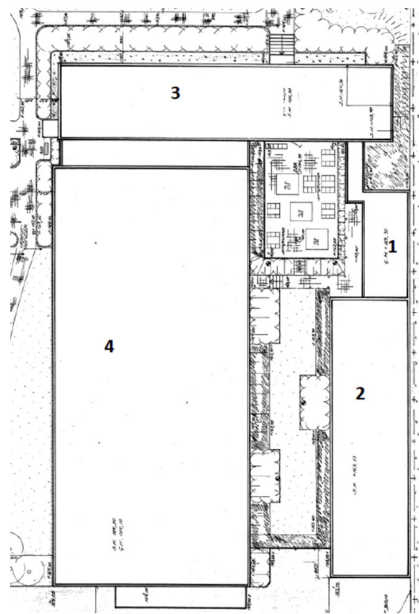
Kundernas krav på spårbarhet varierar, några av dem kräver att ovanstående procedurer med följesedlar och dylikt följs mycket noggrant medans andra kunder inte har lika höga krav. Dock ökar antalet kunder som kräver spårbarhet i produktionen.

För några av de produkter som produceras har kunderna krav på att de sista stegen så som tvätt och paketering skall ske i renrum, i vilket endast ett fåtal av personalen får arbeta. Kraven på att tillverkning skall ske i renrum kan komma att öka beroende på företagets framtida kunder. Inom medicinbranschen är det relativt vanligt att kunderna kräver att leverantörerna tvättar och paketerar produkterna i renrum. Då medicinbranschen är ett av de områden företaget profilerar sig mot kan behoven av renrumsutrymmen komma att öka.

Några kunder har också krav på att vissa material inte får bearbetas i samma maskiner som andra material. I de fall maskiner måste användas till olika material, trots kraven, måste noggranna rengöringar göras innan nästa material bearbetas.

4.6 Byggnader

I detta avsnitt presenteras de byggnader som innehas av företaget. I Figur 10 ses en karta över fabriksbyggnaderna med de olika delarna utmärkta, i Appendix 2. Karta över tomten finns kartan i större format med en större del av tomten samt parkeringsplatser och byggnader utmärkta. En beskrivning av de olika områdena finns i de efterföljande styckena. I Figur 27 i analyskapitlet finns en ritning över den nuvarande layouten med de senare identifierade funktionerna inritade.



1. Avsyning
2. Äldre Fabriksbyggnad
3. Kontorsdel – övervåning & Personalutrymmen - nedervåning
4. Stora fabriksdelen

Figur 10 Karta över fabriksbyggnaden.

4.6.1 Kontor

AC AB har en kontorsdel i anslutning till fabriken som är 50 meter lång och 11 meter bred. Den administrativa personalen såväl som VD och chefer huserar i denna byggnadsdel, där de arbetar i egna cellkontor på omkring 3,3*4,5 meter. I dagsläget är det endast något enda kontor som är ledigt för tillkommande personal. Besökare anländer också till denna del av byggnaden och tas emot i endera av de två konferensrummen. Kontorsdelen är inte att klassa som tillgänglig för människor med funktionsnedsättningar, då en stentrappa leder upp till ingången och ingen omväg kan tas utan att begagna trappor.

4.6.2 Personalutrymmen

I direkt anslutning till fabriken under kontorsdelen finns omklädningsrum och personalmatsal. Ett omklädningsrum för herrar och ett för damer finns, dessa har klädskåp och dusch. Personal matsalen är ungefär 78 kvm stor och den nås från såväl den mindre som den större fabrikslokalen utan att behöva gå utomhus.

4.6.3 Fabrik

Den större av de två fabriksdelarna är 70*30 meter där materialförråd, färdigvarulager och produktion inrymmer. Nära kontorsavdelningen finns också en kvalitetsavdelning samt kontor för produktionsteknikerna på ungefär 60 respektive 30 kvadratmeter. I anslutning till detta har produktionschefen sitt kontor.

Den mindre och äldre fabriksdelen byggdes i mitten på 60-talet och inhyser idag ett renrum, blästringrum, trådgnistavdelning och en verkstadsavdelning. Det är också i denna byggnad

spånorna från produktionen pressas ihop till pellets. Den minsta och äldsta delen av byggnaden fanns redan vid starten 1956. Byggnadsdelen inhyser avsyningen och är ca 15*7 meter stor.

De båda fabriksdelarna har funktionella layouter. Maskinerna har först blivit grupperade efter bearbetningssättet, så som svarvning, slipning och fräsning, därefter har de placerats i grupper beroende på fabrikatet på maskinerna.

4.6.3.1 Färdigvarulager

I färdigvarulagret lagras de färdiga produkterna tills de skickas iväg till kunderna. De produkter som skall efterbehandlas eller monteras ihop på annan ort sänds också iväg från färdigvarulagret.

Lagringen av produkterna sker om de är relativt små eller större men få till antalet i ett paternosterverk. Nu lagras det ca 350 olika produkter där. De produkter som är större eller de som är mindre men många till antalet lagras på pallar i hyllor. I större delen av ställagen lagras halvpallar, 600*800mm stora, det finns också några helpallar inlagrade. Totalt finns det ca 70 halvpallplatser i färdigvarulagret. På pallarna lagras det i dagsläget ca 125 olika artikelnummer med färdiga varor. I färdigvarulagret finns också ca 50 artikelnummer med ämnen som skall bearbetas vidare. Under lågkonjunkturerna är det inget problem att finna pallplatser åt gods, dock kan det då produktionen arbetar för fullt bli svårt att inhysa allt gods.

4.6.3.2 Materialförråd

På företaget lagerhålls det ca 335 olika material, när de olika diametrarna inkluderas, vilket motsvarar ca 2200 ton. Materialförrådet byggdes på 70-talet och har sedan dess inte utökats, dock har antalet material som används ökat avsevärt. Detta har gjort att inte allt material kan lagras i själva materialförrådet, en del av materialet finns i ett garage och resten av materialet finns i två containrar ute på gården.

I garaget som ligger ca 50 meter från ingången till materialförrådet förvaras material i trälådor. Det finns inga hyllor i garaget varför allt material staplas ovanpå de andra lådorna. Detta innebär merarbete när materialet längst in är det som skall användas och allt annat material måste flyttas för åtkomst till den specifika batchen. Denna princip tillämpas också i de två containrarna som placerats vid garaget. Både företagsledningen och personalen är missnöjda med det mer arbete som krävs för att ta fram rätt materialbatch när material behöver lagras utanför materialförrådet.

I materialförrådet finns hyllor där materialstängerna ligger med ändarna åtkomliga från framsidan på hyllan, se Figur 11. Facken på hyllplanen är ca 15*15 cm stora, det finns totalt 253 fack. Varje material läggs i ett eget fack med stängerna lösa eller sammanbundna i buntar med stänger från samma batch, materialet förses också med en märkning. Vissa material har placerats bakom en glasskiva med lås på. Dessa åtgärder görs för att minska risken för att fel material tas ut till produktionen. Det finns också en hylla med fem hyllplan där material förvaras i trälådor.

Om materialet placeras i materialförrådet eller i garaget beror på hur stor batchen är, om den har blivit öppnad etc. Öppnade batcher försöker de lägga i facken i materialförrådet om det inte är för många stänger kvar. Öppnade lådor med större batcher hamnar oftast i garaget. Om nyss ankommet material skall användas direkt placeras det i materialförrådet.



Figur 11 Del av materialförrådet där materialstänger förvaras i fack.

I materialförrådet såväl som i resterande delar av företaget tillämpas principen först in först ut. Principen går ut på att den batch som ankommer först också skall användas först. För några av de kundägda materialen, med höga spårbarhetskrav, anger kunden vilken batch som skall användas för produktion av den specifika ordern.

Materiallådorna väger mellan 80 och 500 kg, de flesta i den övre delen av spannet, och är mellan 3 och 4,7 meter långa. För att hantera lådorna med stångmaterial används en motviktstruck. Lådorna läggs sedan på vagnar som för hand körs ut till produktionen.

För att minska problemen med lagring av material och extraarbete har företaget investerat i ett tält som kommer ställas utanför produktionsbyggnaden. Där skall material förvaras och tanken är att allt material som nu finns i garaget och containrarna skall få plats där. Planen är att alla öppnade materiallådor skall lagras i tältet och materiallådor som öppnats skall placeras inomhus i materialförrådet.

4.6.4 Parkering

Det finns tre olika parkeringsplatser, en av dessa är för produktionspersonal och ligger ca 50 m från produktionslokalen. De andra parkeringsplatserna, där besökare och kontorspersonal parkerar, befinner sig nära ingången. Totalt finns det idag ca 50 parkeringsplatser. Det finns i dagsläget inga lediga parkeringsplatser om de som brukar kör bil gör det. I Appendix 2. Karta över tomten ses en karta med de tre parkeringarna utmärkta.

4.7 Brand och säkerhet

Vissa av de material som bearbetas i produktionen är mycket lättantändliga och antänds per definition under skärande bearbetning. Varje svarvmaskin är utrustad med ett automatiskt släcksystem, maskinerna är också kopplade till brandlarm. Det finns dock manuella brandstopp och brandsläckare i fall det skulle vara något fel på det automatiska systemet. Släckutrustningen är placerad i produktionen nära eller på maskinerna.

Spånen som bildas vid svarvningen kan också antändas. De lagras i containerliknande spånkärror bakom maskinerna, av dessa finns både en äldre och en ny variant. På de nya spånkärrorna finns det lock vilka kan stängas för att släcka bränder. Vid brand i de äldre spånlådena släcker man manuellt med metallpulver- eller pulversläckare. Däremot används kolsyresläckare vid brand i maskiner, eftersom pulversläckare kan förstöra elektroniken.

Under ett år uppkommer i genomsnitt tre bränder i maskiner som stör produktionen. Störningarna beror främst på att personal inte kan vistas i lokalen då rök evakueras. Maskinen i vilken branden uppkommit är oftast klar för produktion igen cirka tre timmar efter brandens inträffande. Störningen på resterande delen av produktionen varar mellan 30 och 90 minuter efter uppkomsten av en brand.

4.8 Externa transporter

Inleveranser av material sker någon gång i veckan, ankomsten sker inte på några förutbestämda dagar eller tider på dagen. Det kundägda materialet anländer då kunden finner lämpligt.

När det gäller utleveranser har AC AB avtal med ett transportföretag som varje dag kommer vid ett bestämt klockslag, med en lastbil, för att hämta och köra ut färdiga produkter till kunder. I vissa fall begär kunderna att produkter skall skeppas med andra transportörer som då beställs vid behov. Dessa lastbilar anländer inte på bestämda tidpunkter på dagen. Vid akuta beställningar som inte hinner med den ordinarie lastbilen kan budbilar användas.

Då produkter skall köras iväg för exempelvis härdning används en budfirma. Företaget försöker planera så att de har last som skall skeppas både till och tillbaka från de företag som produkter skickas till, för att undvika att transporten är tom en av vägarna.

4.9 Detaljplan

Företaget ligger i ett område som enligt detaljplanen är planerat för småindustrier, detaljplanen gjordes 1976. På grund av planens ålder finns inga begränsningar på den maximala andelen tomtyta på vilken byggnader får uppföras. Då en bygglovsansökan görs kommer kommunen bedöma en lämplig andel av tomten som får bebyggas⁷¹. Enligt detaljplanen får byggnaderna som uppförs vara maximalt 10 meter höga.

Fastigheten företaget ligger på angränsar på två sidor till bostadsområden och på en tredje sida till en annan industritomt. Infartsvägen för besökare samt kontorspersonal angränsar till ett av dessa bostadsområden medans infarten för personal och tung trafik sker mitt för den andra industritomten. Detaljplanen över området tomten ligger i samt en förstora bild på endast tomten ses i Appendix 3. Detaljplan. På kartan är begränsningar så som avstånd till tomtgränsen som inte får bebyggas markerade.

4.10 Miljö

Operatörerna lägger stumpar och okvalificerade detaljer av metall från produktionen i tunnor så metallen kan återvinnas. Ett bolag tar hand om allt från AC AB som skall återvinnas, deponeras och återanvändas. Det finns dock undantag för några specialmaterial som skickas till andra länder för återvinning.

Spånorna från svarvningen lämnas också till materialåtervinning. För att minska storleken på spånen pressas dessa till briketter. Briketterna läggs i tunnor eller containrar, beroende på volymerna, som placeras utanför produktionsbyggnaden innan de transporteras bort. En stor del av oljan som finns i spånen pressas också ut. Oljan renas för att därefter återanvändas i produktionen. Till vissa detaljer används endast ny olja på grund av höga renhetskrav. Vilka material som pressas beror på vilka som svarvas och mängden spån som genereras. Mellan pressning av olika metaller sker en rengöring som tar ungefär 30 minuter.

Företaget har också vanlig avfallssortering för saker som papper, batterier, plast och dylikt. Transporterna av gods till återvinningscentralen ombesörjs av återvinningsbolaget och sker då tillräckliga volymer uppnåtts.

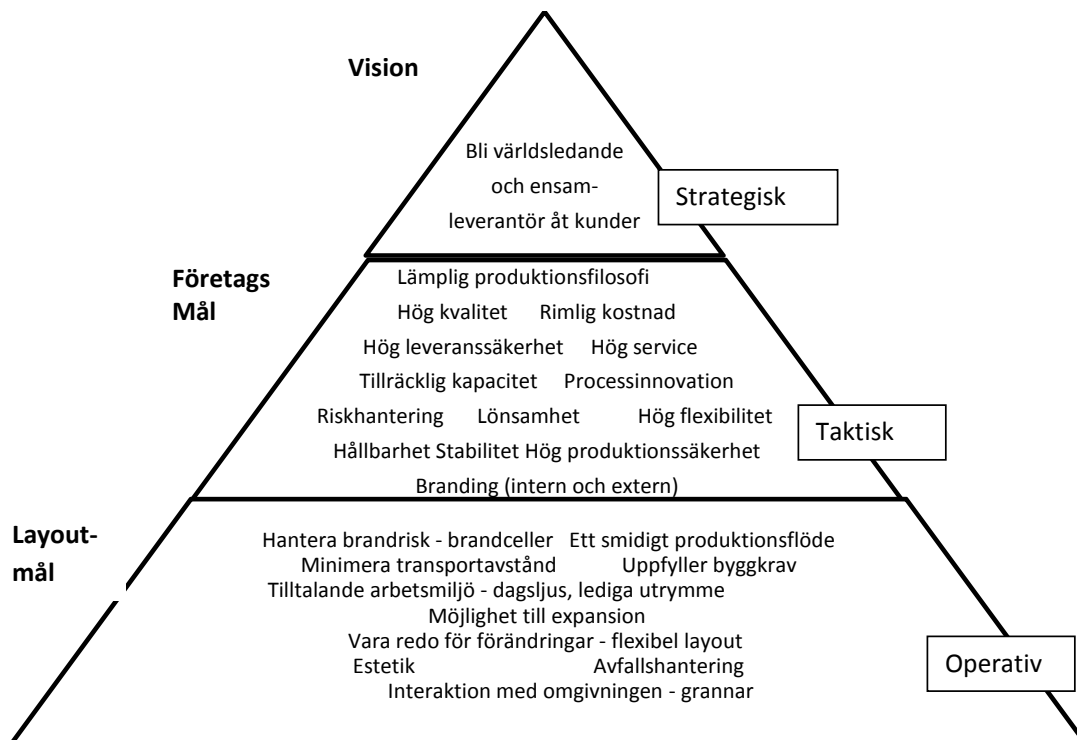
⁷¹ Micanovic D., Planchef, Byggnadsnämnden, Växjö kommun, 5 december 2011, 15:00

5 Analys

I detta kapitel analyseras den data vilken insamlats och presenterats i tidigare kapitel. Först görs en djupare analys av de layoutmål som identifieras baserat på företagets vision och mål. Därefter presenteras nulägesanalysen vartefter layoutarbetet tar vid.

5.1 Layoutmål

I Figur 12 presenteras den strategiska pyramiden som används för att identifiera de konkreta målsättningarna för de layouter som tas fram. Dessa målsättningar ligger sedan också till grund för kriterierna layouterna utvärderas med.



Figur 12 Strategisk pyramid för att identifiera vilka målsättningar det finns för layoutarbetet.

5.2 Nulägesanalys

AC:s nuvarande anläggning och layout i produktionen analyseras och utvärderas för att identifiera möjligheter och problem. Först används SWOT, som är ett av flera strategiska verktyg, för att analysera företaget. Det nuvarande maskinutnyttjandet och ytanvändningen analyseras för att tjäna som underlag för uppskattningar av framtida behov.

5.2.1 SWOT

Det bakomliggande syftet med analysen är att titta på verksamheten där alla faktorer identifieras och försöka skapa en anpassning till vad som kan hända i framtiden. De fyra områden som ingår i SWOT är styrkor, svagheter, möjligheter och hot, där styrkor och svagheter är interna frågor hos företaget som går att påverka. Möjligheter och hot är externa faktorer från omgivningen som har stort inflytande på företagets framgång men är mycket svårare att påverka. I Tabell 3 ses resultatet av SWOT-analysen.

Tabell 3 Nulägesanalys av AC AB:s styrkor, svagheter, möjligheter och hot med SWOT-modellen.

Styrkor	Svagheter
<ul style="list-style-type: none"> • En klar strategi; hög kvalitet på produkterna. • Långsiktiga relationer med några av de stora kunderna. • Produkterna är små; ingen speciell hanteringsutrustning; mindre investeringsbehov och mindre utrymmesbehov i FVL och buffertar. • Hög spårbarhet. • Företaget följer systematiskt olika arbetsmetod för kontinuerliga förbättringar, bl.a. ISO 9001. • Genomtänkt återvinningssystem. • Kvalitetsmöte där problem tas upp i nära anslutning till uppkomsten. • Kvalitets tänkande personal; alla från ledning till operatörer är engagerade i kvalitetsfrågor. • Kontoren ligger nära varandra vilket underlättar kommunikation. • Produktionschefens kontor ligger nära produktionen vilket underlättar kommunikation och närvarokänslan. • Företaget har den hanteringsutrustning som behövs. • Ledningen är villig att investera när det behövs. • Flexibilitet i produktionsflöde och tillväxt. • Uppdaterad maskinpark. 	<ul style="list-style-type: none"> • Långa avstånd mellan funktionerna: från FVL och avsyningen till kontroll. • Långt avstånd mellan parkering och ingång för personal. • Tvätten är en riskfaktor då alla produkter passerar gruppen minst en gång. • Långa ställtider. • Materialförrådet är för litet och ostrukturerat - tidsslöseri pga. letande. • Hög kapitalbindning i lager pga. de höga orderkvantiteterna samt liten möjlighet att förhandla om pris. • Brist på prognoser över framtida order. • Eventuellt dålig säkerhet i processer och produktionen med tanke på hög kassaktionsandel. • Lång tid att få nya kunder. • Det finns inga brandceller idag så all produktion kan påverkas vid brand. • Ej anpassat för funktionshindrade. • Otydlig tillfartsväg för besökare. • Korsande flöden som leder till mycket trafik på vissa platser. • Låg andel värde adderande tid. • Ostrukturerat inköp pga. låg kvantitet på material. • Inga schemalagda inkommande transporter. • Ventilationen räcker inte till på sommaren. • Kan inte ha sprinklersystem, då materialen som används brinner mer med vatten.

Möjligheter	Hot
<ul style="list-style-type: none"> • Det finns utrymme på företagets tomt att placera nya byggnader. • Öppen planlösning, det finns möjligheter till förändringar. • Kan skapa mer ordning, exempelvis genom 5S metoden. • Möjlighet att köpa in slipning för ytterligare produktionsutrymme. • Möjlighet att utforma ett bättre materialförråd. • Möjlighet till grupp teknologi. • Återanvändning av energi/värme från produktionen. • Automatisk identifiering av material. • Automatiserad materialhanteringsutrustning. • Utrymmesutnyttjande i garaget och containers kan förbättras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioriteringsdilemman i produktionen om order inkommer sent utan några förvarningar genom prognoser. • Olja i luften som kan vara hot mot hälsa. • Olja på golvet leder till halkrisk. • Konkurrenter med lägre kassaktionsandel kan komma och företaget kan få svårt att konkurrera då högre kassaktionsandel leder till ökade materialkostnader. • Svårt att ändra ställtid.

5.2.2 Maskinutnyttjande

Som nämnts i empiridelen av rapporten har företaget ett flertal olika maskingrupper, utnyttjandet av dessa analyseras i denna sektion. Den tillgängliga tid som maskintimmarna jämförs mot återfinns i Tabell 4 nedan, den baseras på arbetstiderna för treskift som återfinns i empirin.

Tabell 4 Arbetstid per år och vecka i timmar.

3-skift	
Tillgänglig tid/ år	5096
Veckor utan produktion/år	7
Arbetstimmar/ vecka	113,25

Tiderna som använts är de registrerade maskin- och ställtidstimmarna för hela det i augusti 2011 avslutade räkenskapsåret. I maskintiden ingår förutom bearbetningstid också tid för byten av verktyg och inköringstid efter dessa samt väntetid på operatören då denne inte är vid maskinen. Det är kort sagt all den tid en operatör bemannar maskinen.

Med ställtid avses här den tid det tar att utföra ett byte av produkt i maskinen. Där ingår tiden det tar att byta verktyg, programmera maskinen samt inkörningstiden. Med inkörningstid menas tiden tills godkända detaljer produceras från det att inställningarna gjorts och de börjar testas.

Endast ett fåtal av alla maskiner har under det senaste året använts i treskiftsproduktion, några har producerat under dagtid och några tvåskift. Dock används treskift som den tillgängliga tiden för alla maskiner, eftersom maskinerna hade kunnat producera i treskift om beläggningen hade varit

högre. Att räkna med treskift som den tillgängliga tiden visar också på den lediga kapacitet som finns i maskinerna, vilken kan utnyttjas vid en produktionsökning. Det underlättar också uträkningarna då flera maskiner har använts med olika antal skift i olika perioder under året.

Utnyttjandet per maskingrupp, se Tabell 5, har räknats ut som ett medel av utnyttjandegraderna för de enskilda maskinerna. I varje maskingrupp ingår minst en maskin. Uträkningarna har skett med hänsyn till ställtider. Anledningen till medräknande av ställtiderna är att de ibland uppgår till en ansenlig del av den tillgängliga tid som finns. Att inte räkna med dem skulle ge en felaktig bild av den tillgängliga kapaciteten eftersom ställtiden kommer behövas även i fortsättningen såvida ingen maskingrupp dedikerats enbart åt en produkt.

Att göra medelvärden av utnyttjandegraden kommer inte utan problematik, eftersom maskinbeståndet i vissa av maskingrupporna har förändrats under året. Införande av en ny maskin, speciellt under senare delen av verksamhetsåret, kan sänka den totala utnyttjandegraden till mycket låga värden. Maskiner i samma maskingrupp kan också ha mycket olika beläggning. När olika maskiner ingår i samma grupp kan det betyda att maskininköp behöver göras trots en låg utnyttjandegrad för maskingruppen som helhet.

Tabell 5 Maskinutnyttjande per maskingrupp, för verksamhetsåret 2010/2011.

Maskingrupp	U med ställtid
Svarv 1	74 %
Svarv 2	74 %
Svarv 3	21 %
Svarv 4	65 %
Svarv 5	11 %
Svarv 6	69 %
Svarv 7	49 %
Svarv 8	23 %
Svarv 9	17 %
Svarv 10	90 %
Svarv 11	52 %
Funktion 3	44 %
Funktion 5	13 %
Funktion 6	32 %
Funktion 7	5 %
Funktion 10	1 %
Funktion 11	4 %
Funktion 19	3 %
Funktion 20	7 %
Funktion 21	9 %

I de data som presenteras har utnyttjandegraderna anpassats till förändringar i maskinbeståndet under det gångna året. Detta genom att maskintiderna har skalats efter den tid maskinerna varit tillgängliga för att motsvara ett års produktion och tillgänglighet. Svarvgrupp 11 är ett exempel på en grupp där maskintiden skalats upp på grund av under året inkommande maskiner. I de fall maskiner har avyttrats under året har maskintider från dessa maskiner bortsetts från vid beräkningar av utnyttjandegrader.

Noteras kan också att tvättgruppen inte är med i Tabell 5, eftersom ingen registrering av produktionstid sker för gruppen. Enligt uppgifter används den 4 till 5 timmar under dagskiftet. Detta genererar en utnyttjandegrad på ca 15 till 25 % av den tillgängliga tiden per år med stillestånden inräknade.

Som kan ses från Tabell 5 varierar utnyttjandegraderna betydligt mellan olika maskingrupper. Variationerna har samband med de huvudmaskiner som har identifierats i flödet, ytterligare diskussion om det finns i steg 1 i SLP. Huvudmaskinerna har en högre beläggning medans stödmaskinerna som grupp har en begränsad utnyttjandegrad eftersom flödena till dessa grupper varierar mycket mellan olika produkter.

Det är endast en av grupperna som kan anses vara nära det maximala utnyttjandet och det är svarvgrupp 10. Det finns alltså utrymme för produktionsökningar i alla maskingrupper. Det betyder att omsättningen kan öka utan en ökning av antalet maskiner och utrymmesbehovet, så länge den sker i maskiner med låg utnyttjandegrad.

5.2.3 Ytanvändning

Idag är det totala produktionsutrymmet 2321 kvadratmeter, varav:

- ca 75 % är produktion
- ca 20 % är gångar
- ca 5 % är ledigt utrymme

Beräkningarna av dagens ytanvändning gjordes utifrån ritningar och författarnas uppskattningar och mätningar på plats i fabriken. Det finns cirka 80 kvm ledigt utrymme i produktionen i dagsläget, vilket innebär att företaget kan köpa in 2 till 3 nya svarvmaskiner. Fler möjligheter till inre expansion finns inte.

I Tabell 6 visas hur mycket plats inklusive säkerhetsytor, hanteringsyta och förvaringsutrymme varje funktion har i dagsläget. Exempelvis inkluderar arean för tvättgruppen utrymme för verktygsskåp, extra utrymme för reparation samt mellanlager. Mellanlager eller buffertar finns vid de flesta funktioner, vilket beskrivits mer utförligt i empiridelen.

Tabell 6 Använd yta för varje funktion i produktionen idag.

Funktioner	Yta idag (kvm)
Funktion 1	444
Funktion 2	144
Funktion 3	95
Funktion 4	41
Funktion 5	137
Funktion 6	17
Funktion 7	5
Funktion 8	12
Funktion 9	15
Funktion 10	19
Funktion 11	10
Funktion 12	97
Funktion 13	50
Funktion 14	52
Funktion 17	46
Funktion 18	19
Färdigvarulager	121
Materialförråd	252
Produktionstekniker	29
Kvalitetskontroll	59
Arbetsledare	0
Övrigt i produktion	100
Totalt	1764

I dagsläget finns det totalt 3 259 kvadratmeter byggnadsyta på tomten som är 20 209 kvadratmeter stor. Detta ger en byggnationsandel på tomten på 16 %. Eftersom det i detaljplanen inte fanns någon begränsning på den totala andelen av tomten som får bebyggas finns ingen säker gräns på hur stora de framtida byggnaderna kan vara. Det finns dock värden runt vilka byggnationsandelen brukar få ligga för industritomter, ett sådant värde är 50 %.

Förutom byggnader på tomten finns också parkeringsplatser och angöringsyta för transporter, något som måste finnas även i framtiden. Ytorna för transport är sammantaget ungefär 1 325 kvadratmeter av vilka parkeringen står för 525 kvadratmeter och därmed är angöringsytan 800 kvadratmeter stor. Detta leder till att totalt 23 % av tomtytan används i dagsläget.

5.3 Materialhanteringssystem

Det finns två principer för placering av materialförråd, antingen centraliserat eller decentraliserat. Decentraliserade materialförråd gör att materialet finns nära platsen för användning vilket kan minska risken för att fel material används dock görs ytbehovet större vid maskinerna eftersom materialet inte kan hanteras för hand. Yta för åtkomst med truck behövs. Fördelarna försvinner om flera områden behöver samma material då det ändå måste transporteras längre sträckor.

Vilken hanteringsutrustning som krävs beror som nämnts i teoridelen på vad som hanteras och de egenskaper godset har. I fabriken transporteras råmaterialstänger i lådor eller i buntar som kan väga uppemot 500 kg, färdiga produkter i mindre korgar och ibland också maskiner.

För att lyfta samt transportera råmaterialet i större buntar eller i lådor krävs någon form av hjälpmedel. Truckar, automatisk hanteringsutrustning eller någon form av vagnar som skjuts av personalen, vilket används idag, kan användas. För att vagnar som skjuts av personalen skall fungera krävs att en truck först lyfter på materialet på vagnen, eller att stängerna handlastas en eller ett fåtal åt gången. Att handlasta stänger tar relativt lång tid jämfört med att lasta med en truck, arbetsställningen kan också bli olämplig. Fördelarna med en vagn är att den kräver relativt lite plats vid transporter, den kan användas och lämnas vid maskinerna utan att någon egentlig extra yta måste finnas.

En truck kan användas både för att hantera materialet i lager samt för transporter. Den är flexibel men kräver att det finns större utrymmen mellan maskiner än vad vagnen gör. Oanvänt utrymme samt transportavstånd anses av många forskare vara några av de viktigare sakerna att minska. Används truckar inne bland maskinerna kommer utrymmesbehovet öka markant varför det inte är att rekommendera. Dock kan den användas för transport till området nära maskinen för avlastning till vagn eller liknande.

Automatisk hanteringsutrustning kan användas för transport av både råmaterial och ämnen. I denna fabrik anses denna typ av lösning inte generera den önskade nyttan eftersom transportvägarna begränsas och produkternas flöden är mycket varierande.

Utrymmet i fabriken som i dagsläget är dedikerat till materialförrådet är för litet för att hantera dagens produktion. För att hantera den framtida tillväxtökningen måste dimensionerna på det nya lagret göras efter de förväntade lagernivåerna. Företaget måste ibland köpa in material som räcker för en längre tidsperiod vilket gör att lagerkapaciteten måste vara relativt hög, om en jämförelse med förbrukningen görs.

Det är önskvärt att lagret inte ökar i takt med att produktionen ökar, då måste mycket av den nya ytan läggas på att hålla lager istället för produktion. När förbrukningen ökar kan materialmängden begränsas genom att köpa in oftare men inte i större kvantiteter än vad som görs i dagsläget. När nya material introduceras kommer dock behovet av lagerplatser öka.

För detta projekt, har fyra alternativ för hur materialförrådet tagits fram och analyserats: ett centralt, ett lager för varje byggnad, kombination av ett centralt och decentraliserade, samt decentraliserade lager.

Tabell 7 Olika alternativ för materialförråd.

	Fördel	Nackdel
<i>Ett centralt i den gamla byggnaden</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Existerar redan - har hyllor och pallar. • Nära till porten. • Nära den nuvarande produktionen. 	<ul style="list-style-type: none"> • För trångt, mer utrymme behövs. • Ingen tydlig struktur. • Långt ifrån den nya byggnaden. • Om en olycka inträffar i produktionen finns risk att materialen förstörs.
<i>Ett centralt i den nya byggnaden</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kan skapa bra förutsättning för materialhantering. • Möjlighet att förbättra materialhanteringssystemet både fysiskt och informationsmässigt. • Närhet till produktionen i den nya byggnaden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Långt ifrån den gamla produktionen. • Om en olycka inträffar i produktionen finns risk att materialen förstörs. • Beroende på var den nya bygganden placeras, kan det uppstå transportbesvärligheter.
<i>Ett centralt i en enskild byggnad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Materialen skadas inte om det händer något med produktionerna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen produktion ligger nära materialförrådet. • Det kan uppstå problem på vintern.
<i>Ett materialförråd för varje byggnad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Om det händer något med det ena materialförrådet förstörs inte det andra. • Få transporter mellan byggnaderna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investeringskostnader på ex. dubbel hanteringsutrustningar. • Kan uppstå problem vid transport både externt och internt.
<i>Ett centralt och decentraliserade</i>	<ul style="list-style-type: none"> • En central punkt för samordning. • Material kan skickas till produktionen lite i taget. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utrymme krävs vid maskinerna. • Mycket transporter.
<i>Flera decentraliserade</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vid brand i något förråd påverkas ej de andra. • Säkerställer användning av rätt material. • Nära till produktionen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mycket utrymme krävs vid maskinerna. • Extra transporter då material används vid flera platser.

Alla ovan analyserade förslag kräver förändringar av dagens materialförråd. Om fel material används i produktionen kan det få stora konsekvenser för både företaget och dess kunder. Därför rekommenderas att materialförrådet bör delas upp i olika delar för olika material, om endast decentraliserade förråd används sker uppdelningen automatiskt. Om man i framtiden bearbetar många produkter i olika material i den första maskinen i flödet rekommenderas inte de decentraliserade förråden. Många material måste då placeras vid maskinerna och fördelarna med säkerhet i att rätt material används går förlorade. Delas produktionen upp så de första maskinerna i flödet dedikeras åt ett fåtal, helst enstaka, material kan decentraliserade lager vara aktuellt.

Därför rekommenderas ett eller två större centrala lager med uppdelningar så olika material separeras. Då kommer lagret passa produktionen även om den förändras efter att lagret tagits i bruk.

5.4 SLP

SLP metoden används i denna del av arbetet för att få en tydlig struktur genom hela utvecklingen av ny fabrikslokal och nya produktionslayouter. Anledningen till att SLP och inte någon av de andra strukturerade arbetssätten, som nämnts i teoridelen, används är att SLP har en enkel och tydlig struktur. Författarna har också stöt på metodiken tidigare och funnit den lätt att använda. De analyser som redan presenterats i nulägesanalysen används också i denna del av arbetet.

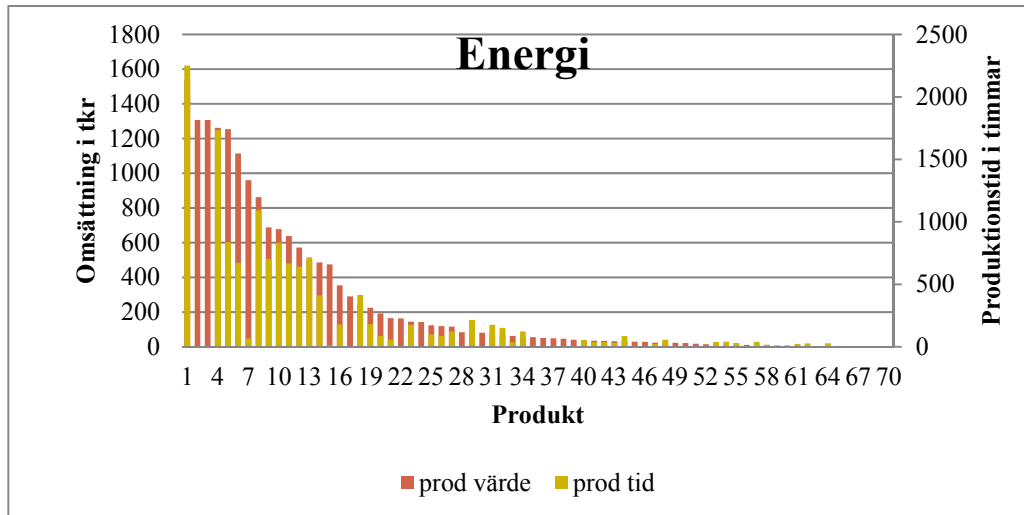
5.4.1 Steg 1 Produkt-, kvantitets-, process- och produktionsanalys

Under detta steg presenteras de grundläggande analyserna vilka ligger till grund för de följande stegen. Information om produkternas beskaffenheter återfinns i empiridelen av rapporten, sammanfattningsvis kan sägas att de flesta produkterna är mycket små och lätta.

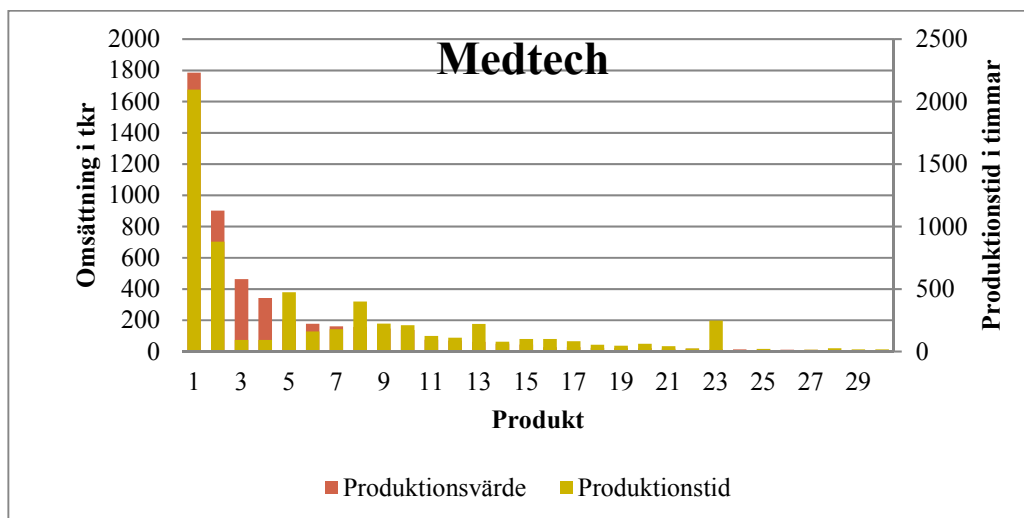
Fabriken har som nämnts i empiridelen en funktionellt orienterad layout idag. Eftersom det är många artiklar med olika operationsföljder som produceras i fabriken gör detta att flödet blir komplext. Flödet har kartlagts för ett tiotal representativa produktgrupper, som tillsammans står för ca 50 % av omsättningen vilket motsvarar ungefär halva produktionstiden, se Figur 13. Flödesschemat visar på den komplexitet som finns i flödena och fabriken. Det visar också vilka samband som finns mellan olika maskingrupper. Dock ses inte hur starka kopplingarna är mellan olika grupper, vilket behandlas under steg 3 och 4.

Flödet är dubbelriktat mellan flera funktioner eftersom moment så som tvätt kan utföras både innan och efter vissa bearbetningsoperationer.

sammanfaller med de identifierade huvudmaskinerna. Det finns dock produkter för vilka produktionen i efterföljande steg tar mer tid i anspråk. För dessa produkter kan dessa figurer ge en missvisande bild av produktionstiden kontra omsättningen.



Figur 14 Den genererade omsättningen under verksamhetsåret samt produktionstiden i huvudoperationen, för varje produkt i energisegmentet som omsattes.



Figur 15 Den genererade omsättningen under verksamhetsåret samt produktionstiden i huvudoperationen, för varje produkt i medtechsegmentet som omsattes.

Produktionstiden i huvudmaskinerna och omsättningen följer ofta varandra, vilket ses i figurerna, Figur 14 och Figur 15. Det finns dock undantag, tiderna kan vara korta även för produkter med hög omsättning vilket kan bero på att huvudoperationen inte är den mest tidskrävande, se diskussionen ovan. Andra orsaker till att tider och omsättningar inte följer varandra kan vara att produkten har sålts och producerats under olika verksamhetsår eller att data för produktionstiden

inte registrerats på samma sätt i alla maskiner. Att registreringen skiljer sig kan bero på att vissa maskiner körs med låg bemanning. Företaget tillverkar också provserier av nya produkter, de genererar ingen intäkt trots att produktionstid tas i anspråk.

Från de båda figurerna kan också ses att det är ett fåtal produkter som står för den största delen av såväl produktionstiden som omsättningen, tydligast är det dock för medtechsegmentet i Figur 15. Då det är relativt få produkter som står för den största delen av produktionstiderna kan en linjelayout se ut att passa för dessa produkter. Dock är de högsta produktionstiderna i maskinerna under 2500 timmar per år medans en treskiftsbemannad maskin körs ca 5000 timmar per år. Skillnaden gör att det inte anses lämpligt att en produkt tilldelas en egen huvudmaskin, då utnyttjandegraden av maskinen hade blivit låg. En möjlighet kan dock vara att dedikera en maskin till ett par produkter med lång operationstid, förutsatt att de tillverkas i samma typ av maskin vilket inte kan utläsas av figurerna.

5.4.2 Maskinbehov

För att ta fram det framtida ytbehovet för produktionen samt de byggnader som behövs används det framtida maskinbehovet. Detta anses lämpligt då tiden tills dubbleringen av omsättningen samt tills den nya byggnaden kan vara full är relativt kort, ca 6-8år.

Andra möjligheter är att uppskatta ytbehovet utan beräkningar, för detta krävs stor erfarenhet av dessa bedömningar för att få en rättvis yta, eller att öka ytan med samma andel som omsättningen ökas. Detta anses dock altför godtyckligt då maskinsammansättningen, vid ökad omsättning, troligtvis inte ser likadan ut som dagsläget.

Maskinbehovet i rapporten baseras på olika scenario över den framtida omsättningsutvecklingen. Tre olika scenarier har blivit framtagna av VD på företaget. Ett fjärde scenario skapades som en sammanvägning av de olika scenarierna, där vikterna baserades på VD:s uppskattning av sannolikheten för inträffande av scenarierna. Scenarierna har kompletterats med information från produktionschefen om de maskiner som inte ansetts tillhöra huvudoperationerna för produkterna, alltså för de maskiner där ingen uppdelning av produktionstiderna per segment gjorts.

Scenarierna framtagna av VD sträcker sig över fyra år för medel och minimala scenariona och sex år för det maximala scenariot. Eftersom de procentuella ökningarna är ungefär lika stora varje år per scenario har dessa ökningarna använts för att uppskatta år fem och sex även för medel och minimala scenarierna. I Tabell 8 nedan ses omsättningen per år för de olika scenarierna.

Tabell 8 Total omsättning per år i miljoner kronor för de olika scenarierna.

Benämning	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17
Max	86	108	120	130	142	156
Medel	84	95	108	116	125	135
Min	82	90	100	105	111	118
Viktade	84,2	97,9	110	118	127,3	137,9

5.4.2.1 Uträkning av maskinbehov

Maskintiden har beräknats genom att ta den totala maskintiden för ett segment i en maskingrupp och öka den med den årliga maskintidsökningen, formel $f1$. Den nya maskintiden divideras med antalet tillgängliga produktionstimmar per år, formel $f2$, i detta arbete 80 % av 3-skiftstiden, och avrundas därefter till närmaste större heltal för att få maskinbehovet. Detta visas i formlerna, $f1$ och $f2$, samt exempel 1 nedan.

$$\text{Maskintid} = \text{tidigare Maskintid} * \text{årlig ökning} \quad f1$$

$$\text{Maskinbehov} = \frac{\text{Maskintid}}{\text{Tillgänglig tid per år}} \quad f2$$

Exempel 1.

Two Segment; A och B vilka produceras i maskingrupp 1. Förutsättningarna visas i Figur 16. Den tillgängliga tiden per år per maskin är 5000 timmar.

Segment	Körtid	Ställtid	Total maskintid	Ökning år 1	Ökning år 2
A	5600	350	5950	5 %	9 %
B	2100	200	2300	4 %	3 %

Figur 16 Tillgänglig maskintid i timmar samt den procentuella ökningen av maskintid per år.

Segment A

$$\text{Maskintid år 2} = 5950 * 1,05 * 1,09 = 6810 \text{ timmar}$$

$$\text{Maskinbehov} = \frac{6810}{5000} = 1,36 \text{ st}$$

Maskinbehovet för segment A är 2 maskiner.

Segment B

$$\text{Maskintid år 2} = 2400 * 1,04 * 1,03 = 2570 \text{ timmar}$$

$$\text{Maskinbehov} = \frac{2570}{5000} = 0,51 \text{ st}$$

Maskinbehovet för segment B är 1 maskin.

Totalt maskinbehov med segmentindelning är 3 stycken maskiner.

Totalt maskinbehov med funktionell indelning:

$$\text{Total Maskintid år 2} = 6810 + 2570 = 9380 \text{ timmar}$$

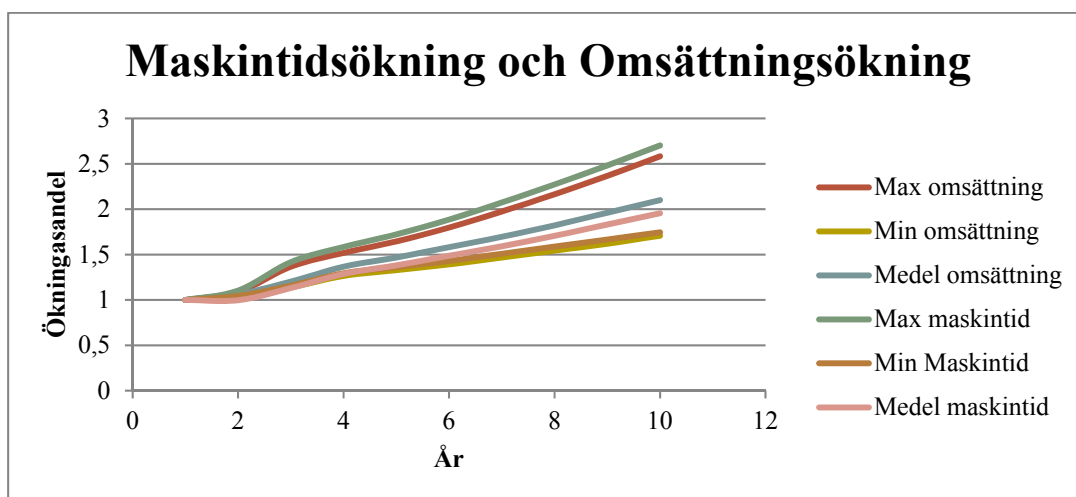
$$\text{Maskinbehov} = \frac{9380}{5000} = 1,88 \text{ st}$$

Maskinbehovet är 2 stycken maskiner för funktionsindelning. Maskinbehovet är alltså ofta mindre för en funktionsindeldad produktion.

5.4.2.2 Maskinbehov i huvudmaskinerna vid funktionell produktionsindelning

Produktionstiden för varje maskingrupp beräknas för vart och ett av scenarierna. Dock måste hänsyn tas till de olika segmenten. I de olika scenarierna ökar de tre kundsegmenten med olika andelar. I avsnittet behandlas den funktionelltindelade produktionen men den segmentindelade produktionen behandlas i nästa avsnitt. I Figur 17 visas hur omsättningsökningen och maskintidsökningen relaterar till varandra för de olika scenarierna.

Den tillgängliga maskintiden beräknas vara 80 % av den totala 3-skiftstiden. Detta antagande görs då inga uppgifter has om hur stora de i maskintiden inräknade stilleståndstiderna är. Risken för överbelastning av produktionssystemet torde därmed också minimeras.



Figur 17 Maskintidsökningen samt omsättningsökningen per år i andel jämfört med den nuvarande omsättningen och maskintiden.

Några förutsättningar för att kunna använda omsättningsökningarna för att beräkna den framtida produktionstiden är att förhållandet mellan de båda ökningstakterna går att uppskatta. Samt i detta fall att produktionstiderna skapade av de olika segmenten är kända och att andelen av omsättningsökningarna varje kundsegment har är känd. Det har uppskattats att produktionstiderna kommer öka 10 % mindre än omsättningen ökar per kundsegment.

Beräkningarna av maskinbehoven utifrån de ovan nämnda scenarierna görs endast för huvudsvarvarna eftersom de tillhör huvudoperationerna och produktionstiderna är relativt höga i dessa maskiner. För andra maskiner tillhörande huvudoperationerna leder ökningen av

maskintimmar inte till ökning i antalet maskiner eller så finns maskintimmarna ej tillgängliga. Dessa maskingrupper behandlas i senare avsnitt.

I Tabell 9 finns det beräknade maskinbehovet per svarvgrupp för varje scenario, då produktionen är funktionellt indelad. Detta jämförs med antalet maskiner i dagsläget.

Tabell 9 Maskinbehov för huvudsvarvarna uppdelat per maskingrupp för varje scenario, under verksamhetsår 5, år 2015/2016. Jämfört med antalet maskiner i dagsläget.

Grupp	Idag	Max	Medel	Min	Viktade
Svarv 1	2	3	3	3	3
Svarv 2	2	5	4	4	4
Svarv 3	1	1	1	1	1
Svarv 4	4	8	7	6	6
Svarv 5	1	1	1	1	1
Svarv 6	3	4	4	3	4
Svarv 7	1	1	1	1	1

Tabell 9 visar att maskinbehovet för medelscenariot och det viktade scenariot är lika under år fem. Samt att maskinbehovet för svarvgrupp 1, 2 och 4 är en maskin mer för det maximala scenariot jämfört med de båda tidigare, vilket medför ett ytbehov på ca 60 kvm mer. Det minimala scenariot har lika stort maskinbehov för alla svarvgrupper utom grupp 4, där det behövs två maskiner mindre, som det viktade och medelscenariot. Att scenarierna har olika antal maskiner för detta år beror dels på att scenarierna kommit olika långt i sin fördubbling av omsättningen och dels på att kundsegmenten växer olika för de olika scenarierna. Endast det maximala scenariot är nära att uppnå en dubbel omsättning under år fem.

För att undersöka maskinbehovet vid dubbel omsättning för alla scenarierna antas att omsättningen kommer fortsätta öka med samma procentuella tillväxt som i Tabell 8. Vid dubbel omsättning är maskinbehovet relativt lika för scenarierna, se Tabell 10, dock görs ingen beräkning för det minimala scenariot då dubbel omsättning inte nås inom 10 år. Den prognostiserade omsättningsökningen anses bli altför osäkert för att maskinbehovet ska kunna uppskattas så långt fram i tiden. För det viktade och medel scenarierna uppnås den dubbla omsättningen under verksamhetsår 2018/2019. Även uppskattningen vid denna tid anses osäker men torde vara tillräckligt bra för att illustrera skillnaderna i maskinbehov mellan scenarierna.

Tabell 10 Maskinbehov vid dubbelomsättning för de olika scenarierna, för max år 5, för medel och viktade år 8. Detta jämförs med de befintliga maskinerna.

Grupp	Idag	Max	Medel	Viktade
Svarv 1	2	3	3	3
Svarv 2	2	5	4	5
Svarv 3	1	1	1	1
Svarv 4	4	10	10	8
Svarv 5	1	1	1	1
Svarv 6	3	4	4	4
Svarv 7	1	1	1	1
Totalt	14	25	24	23

I Tabell 10 ses att det totala maskinbehovet skiljer sig lite mellan de olika scenarierna, som mest två maskiner. Även i maskingrupperna är den största skillnaden två maskiner. Skillnaderna beror på att de olika kundsegmenten växer olika mycket för de olika scenarierna. Trots att den totala skillnaden är liten mellan scenarierna kan det beräknade ytbehovet skilja upp till 60 kvm. På grund av detta används det maximala scenariot då det framtida ytbehovet skall beräknas. På så sätt används den största siffran för ytbehovet och en säkerhetsmarginal fås på ytan, i fall något av de andra scenarierna infaller istället.

5.4.3 Analys av skillnader mellan segment och maskingrupsindelningarna

I detta avsnitt diskuteras skillnaderna mellan den flödesorienterade och den funktionellt indelade produktionen vid dubbel omsättning. Det minimala scenariot analyseras inte här eftersom tiden tills scenariot får dubbel omsättning anses för lång. Först diskuteras indelningen i segment.

De tre kundsegmenten delas här in i tre nya segment, benämnda segment 1, 2 och 3, där de två första har produkter med likartade bearbetningsprocesser. Det tredje segmentet har en stor bredd av produkter med olika bearbetningsprocesser, vilket gör att produktionen i detta segment har större likhet med en funktionellt orienterad layout än en flödesorienterad. Anledningen till att denna indelning väljs är att endast två indelningar i segment kunde identifieras där produkterna har likartade bearbetningsprocesser och tillräckligt hög produktionstid för att kunna belägga flertalet maskiner. Produkterna som inte passade in i de två segmentens bearbetningsprocesser placerades i ett tredje segment, likt dagens produktion. Indelningen som gjorts påverkades också av att vissa material bör hållas åtskilda i produktionen produkter av sådana material placerades därför i olika segment. De nya segmenten innehåller alltså olika delar av kundsegmenten.

Indelningen av produktionen är således en blandning mellan flödesinriktade och funktionellt inriktade segment. För enkelhetss skull och för att hålla isär de två produktionsindelningarna kallas detta nedan för den flödesinriktade indelningen och ibland segmentindelningen.

Samma förutsättningar gäller för att kunna använda omsättningsökningen för att uppskatta det framtida antalet produktionstimmar som för den funktionellt inriktade produktionen. Dock finns

ett tillägg. Sambandet mellan ökningarna för kundsegmenten och för de nya segmenten måste kunna uppskattas. Här antas det att segmenten kommer öka med viktade ökningarna för varje kundsegmenten. Vikterna baseras på hur stor andel av kundsegmentet som ingår i det nya segmentet. Detta är ett rimligt antagande eftersom tillväxten inom kundsegmenten antas ske relativt homogent.

I den flödesinriktade produktionen är antalet maskintimmar samma som i den funktionsindelade produktionen. Skillnaden i maskinbehov mellan de två indelningarna beror på att de beräknade maskintimmarna nu delas upp per segment. Då en strikt indelning i flödesgrupper används kan alltså ingen bearbetning ske i maskiner som inte tillhör produktens egna segment. Detta gör att även en kort produktionstid i en maskingrupp kräver en maskin till segmentet.

I Tabell 11 åskådliggörs maskinbehovet vid dubbel omsättning för det maximala scenariot för både segment- och maskingrupsindelningen. Maskinbehovet är lika stort för flera av grupperna för både den funktionella och flödesinriktade indelningen. Dock är behovet en maskin större i svarvgrupperna 2, 3, 4 samt 7 för segmentindelningen jämfört med maskingrupsindelningen.

Tabell 11 Maskinbehov per svarvgrupp för varje segment för det maximala scenariot under år 6. Detta jämförs med den funktionsindelade produktionen.

Grupp	Seg. 1	Seg. 2	Seg. 3	Totalt	Maskin
Svarv 1	0	0	3	3	3
Svarv 2	0	5	1	6	5
Svarv 3	0	1	1	2	1
Svarv 4	6	4	1	11	10
Svarv 5	0	0	1	1	1
Svarv 6	0	0	4	4	4
Svarv 7	0	1	1	2	1

För de andra scenarierna erhålls liknande resultat som för det maximala, vilket kan ses i Tabell 12 och Tabell 13. Maskinbehoven i medelscenariot och det sammanvägda scenariot är helt lika förutom i svarvgrupp 4 där medel scenariot kräver en maskin mer. Skillnaden mellan det maximala scenariot och de båda andra i det totala maskinbehovet är att det krävs en maskin mer i svarvgrupp 3 i det förstnämnda scenariot. Det viktade scenariot kräver en maskin mindre i svarv 4 än de båda andra scenarierna.

Tabell 12 Maskinbehov per maskingrupp för varje segment för medel scenariot under år 8, jämfört med den funktionsindelade produktionen.

Märke	Seg. 1	Seg. 2	Seg. 3	Totalt	Maskin
Svarv 1	0	0	3	3	3
Svarv 2	0	4	1	5	4
Svarv 3	0	1	1	2	1
Svarv 4	6	4	1	11	10
Svarv 5	0	0	1	1	1
Svarv 6	0	0	4	4	4
Svarv 7	0	1	1	2	1

Tabell 13 Maskinbehov per maskingrupp för varje segment för det sammanvägda scenariot under år 8, jämfört med den funktionsindelade produktionen.

Märke	Seg. 1	Seg. 2	Seg. 3	Totalt	Maskin
Svarv 1	0	0	3	3	3
Svarv 2	0	4	1	5	5
Svarv 3	0	1	1	2	1
Svarv 4	5	4	1	10	8
Svarv 5	0	0	1	1	1
Svarv 6	0	0	4	4	4
Svarv 7	0	1	1	2	1

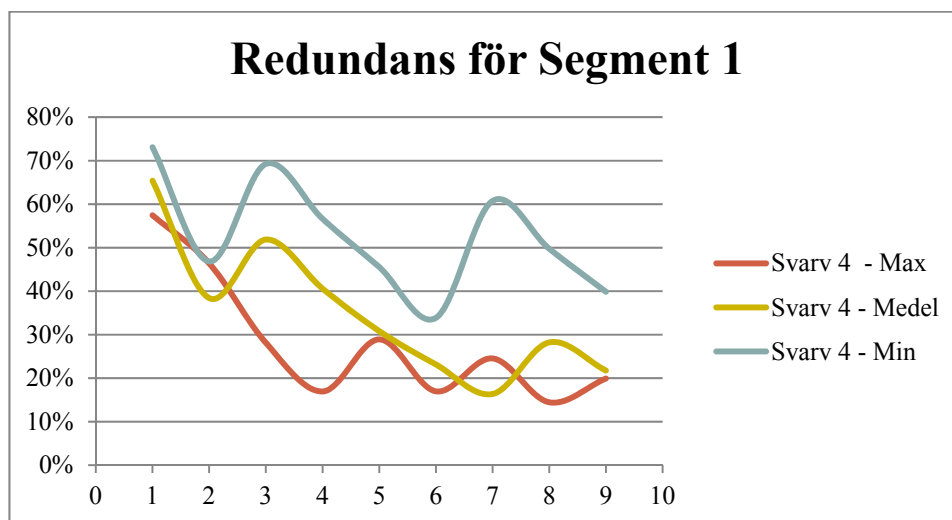
Eftersom den strikta uppdelningen i produktionen gör att maskinbehovet kommer vara något högre i den segmentindelade och flödesinriktade produktionen kommer maskinutnyttjandet för denna indelning vara lägre än för den funktionellt indelade fabriken. Det lägre utnyttjandet gör att det finns en större säkerhetsmarginal vid problem i någon av maskinerna. I många fall finns maskiner från samma maskingrupp i flera av segmenten. Endast tre av svarvgrupperna finns bara representerade i det ena av segmenten, dessa är svarvgrupp 1, 3 samt 6.

5.4.4 Redundans i huvudmaskinerna

Alla beräkningar av maskinbehov ovan har gjorts med en strikt indelning i olika flödesgrupper där inga produkter från olika segment produceras i samma maskiner. Trots detta kan dock ledningen välja att låta produkter från olika segment bearbetas i samma maskiner. Det skulle i så fall leda till att maskinutnyttjandet samt transporterna mellan olika segment kommer att öka.

Maskinerna från olika segment bör placeras i separata brandceller och därför kommer inte alla maskinerna i en maskingrupp påverkas eller bli förstörda samtidigt. Detta gör att produkter tillfälligt skulle kunna produceras i maskinerna för ett annat segment om de egna ej går att använda under en tid.

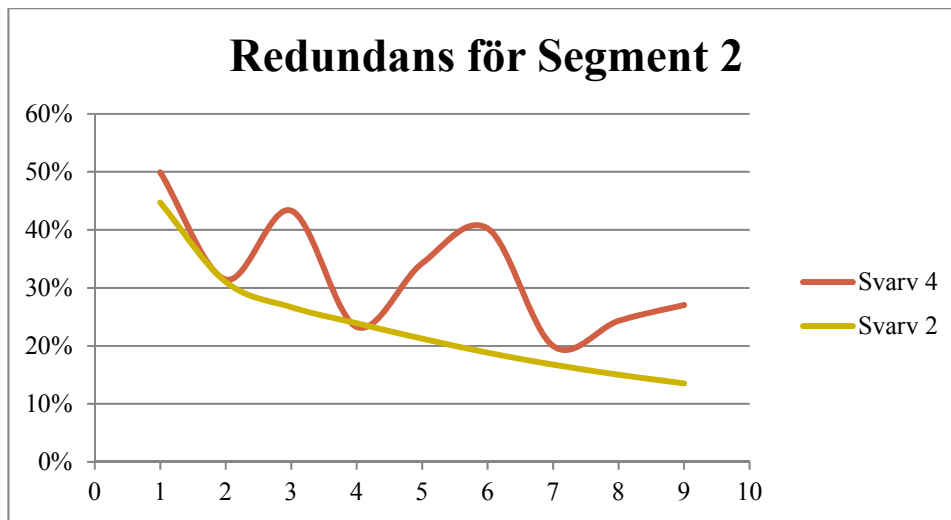
I Figur 18, Figur 19 och Figur 20 visas redundansen för respektive segment. Redundansen har beräknats som den andel av produktionen i ett segment som kan förläggas till samma maskintyp i andra segment, när ingen produktion kan ske i det egna segmentets maskiner. Endast 3-skifts produktion med tidigare angivna produktionstider per vecka har använts. Om det uppstår stora problem i en maskintyp kan ett helgskift också användas vilket då skulle ge en större säkerhet och möjlighet att producera de berörda produkterna. Ingen hänsyn har tagits till att vissa maskingrupper är så lika att viss produktion också kan förläggas till andra maskingrupper.



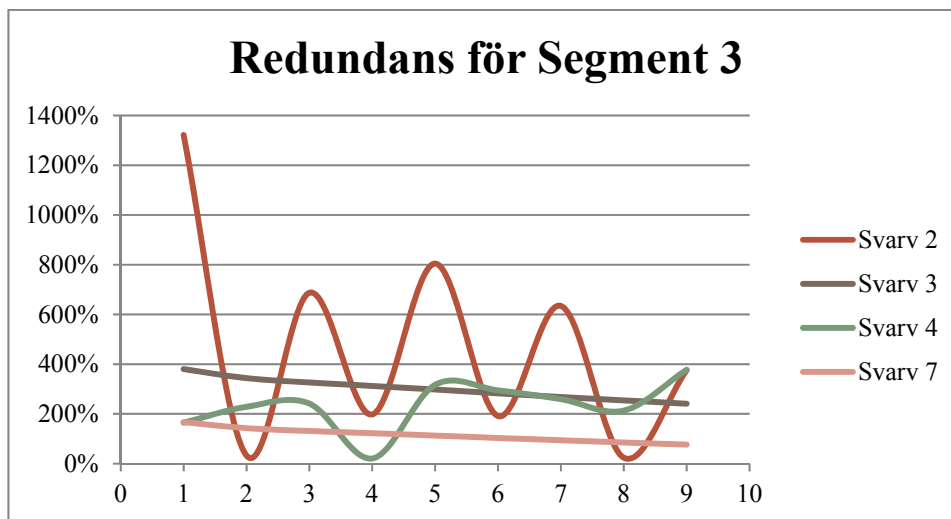
Figur 18 Andelen produktion som kan förläggas till annat segment då alla maskiner i respektive svarvgrupp förstörs. Visas för segment 1 med alla scenarier på omsättningsökningen.

För segment 1, i Figur 18, ses redundansen för de tre omsättningsscenarierna eftersom segmentet endast använder svarvgrupp 4. Redundansen varierar kraftigt mellan de olika scenarierna på omsättningsökningen. Under senare år ligger redundansen runt 20 % för medel och max scenarierna, medans den är ca 15-20 procentenheter högre för det minimala scenariot.

I Figur 19 ses endast två av maskinerna som används i segmentet. De två andra svarvgrupperna som används i segmentet finns inte i figuren eftersom redundansen för dessa är avsevärt högre än för svarvgrupperna som visas. För svarv 3 är säkerhetsmarginalen mellan 8000 och 2000 % hög, medans marginalen för svarv 7 mellan år 1 och 6 sjunker från 400 till 100 % och till år åtta sjunker den till 85 %.



Figur 19 Andelen produktion som kan förläggas till annat segment då alla maskiner i respektive svarvgrupp förstörs. Visas för segment 2.



Figur 20 Andelen produktion som kan förläggas till annat segment då alla maskiner i respektive svarvgrupp förstörs. Visas för segment 3.

Figur 20 visar endast fyra av de sju maskingrupperna eftersom de andra tre inte har någon redundans. Svarvgrupperna 1,5 samt 6 används bara i detta segment och produkterna som bearbetas i dessa maskiner blir därför sårbara för händelser som slår ut dessa maskingrupper.

De kraftiga variationerna i redundansen för olika år beror på att nya maskiner köps in till andra segment samt att produktionstiden i det analyserade segmentet är relativt låg.

5.4.5 Maskinbehov för resterande funktioner

För alla andra funktioner i produktionen förutom svarvgruppen, finns det inga numeriska kalkyler på ökningen av maskintimmar eller redundansen. De gjorda beräkningarna på maskinutnyttjande kan dock användas för att uppskatta behovet även inom dessa funktioner. Dessa uppskattningar kompletteras med information som givits av företagets ledning, främst produktionschefen.

Som avsnittet med maskinutnyttjande visar har många maskingrupper en låg utnyttjandegrad idag. För fräs, borr, kapsåg, slipning, trumling, blästring, trådnistning och elektrolytbad kommer det inte att uppstå problem med kapacitetsbrist även om produktionen ökar i samma takt som omsättningen. Maskinbehovet för dessa maskingrupper kommer alltså att vara det samma om ingen hänsyn tas till eventuella förändringar i bearbetningsandelarna i olika maskingrupper för tillkommande samt i viss mån för befintliga produkter.

Maskinbehovet i dessa grupper kommer också bero på i vilken utsträckning produkter transporteras mellan byggnader samt mellan olika segment vid uppdelning av produktionen i dessa. Effekterna av transporter mellan funktioner i olika byggnader beror dels på avståndet mellan dessa, ju längre avstånd desto sämre blir flödet i produktionen, och dels på hur ofta gods måste transporteras mellan funktionerna. Om inga transportgångar finns mellan byggnader uppstår flera extra moment då produkterna skall från en till en annan byggnad. Transporteras inte produkterna mellan byggnaderna kan maskinbehovet i grupperna öka.

Då produktionen styrs som en funktionell verkstad och det endast finns en av varje funktion kommer det bli mycket transporter mellan byggnader. Det beror på att inte alla funktioner får plats i en byggnad och att alla maskiner i flödet är sammankopplade på något sätt.

Företaget kommer försöka minska användningen av blästringsgruppen. För att göra detta har företaget börjat investera i ny trumlingsutrustning som erbjuder samma resultat som blästring för de flesta produkterna. Trots att maskinbehovet kommer öka för trumlingsgruppen kommer inte ytbehovet öka. Detta eftersom utrustningen är relativt liten och hela det för trumling dedikerade området togs med vid beräkning av dagens ytanvändning. I utrymmet fanns tillräckligt med plats för att husera den nya utrustningen och mellanlager. Behovet av blästringsutrustning beräknas inte minska eftersom den kommer behövas för ett fåtal produkter även i framtiden.

Trådnistarna har en relativt låg utnyttjandegrad, dock tror produktionschefen att det finns möjligheter att produkter som bearbetas i gruppen kommer att öka. Därför antas här en ökning av maskinbehovet med 50 %.

Företaget kommer i framtiden troligtvis ersätta Tornos R10 svarvarna med nyare svarvar som klarar mer komplexa produkter. Dock finns inga planer på att inom en snar framtid minska antalet maskiner i gruppen. Samma maskinbehov används i beräkningarna eftersom utvecklingen i gruppen är osäker. Fräsgruppen antas inte heller förändras i storlek under de närmaste åren.

Detta då gruppen inte ingår i de flöden som förväntas växa mest, samtidigt är nyttjandegraden relativt låg vilket gör att bearbetningstiden kan öka utan att maskinbehovet ökar.

Materialförrådet och färdigvarulagret kommer båda behöva utökas dock väntas ytbehovet inte bero på produktionsindelningen. Eftersom ökningen främst kommer ske genom ökning av antalet produktvarianter kommer en dubbel produktion betyda att det blir dubbelt så många produkter i färdigvarulagret. Det antas att de nya produkterna kommer ha liknande sammansättning som dagens produkter i fråga om storlekar samt vad som kan lagras under längre tid. All paketering av gods som tidigare skett på olika platser i fabriken kommer nu att samlas till färdigvarulagret, där den största delen av paketeringen redan sker. Färdigvarulagret kommer därför ökas till 2,4 gånger dagens storlek.

Råmaterialet förväntas inte bli inköpt i större kvantiteter eftersom inköpen redan i dag, för flera material, täcker en lång periods förbrukning. Det antas att det tillkommer nya material samt att förbrukningen av redan använda material kommer öka. Ytbehovet för material kommer således öka, speciellt som förrådet i dagsläget är trångt. Förrådet ligger idag utspritt och på de flesta platser finns inte hyllor och således inga gångar. Det nya materialförrådet antas dock ha både hyllor och transportgångar för truckar. Det är möjligt att företaget i framtiden kommer lagerhålla mer material åt kunder än de gör i dagsläget. Detta sammantaget gör att materialförrådet kommer behöva en yta ca 2,4 gånger större än idag.

Tvättgruppen har en utnyttjandegrad på ca 20 % av treskiftstiden. Vid en dubblerad produktion kommer denna tid vara minst dubbelt så stor. Trots att risken för hopblandning av produkter i tvätten anses låg finns det fördelar med att utöka tvättfunktionen i form av större säkerhet och att säkrare garantier kan ges kunder på att produktflöden hålls isär. Fastän utnyttjandegraden är relativt låg anses en utökning av gruppen ge ett säkrare flöde i produktionen. Därför antas maskinbehovet i denna funktion bli dubblerat för maskinindelningen samt öka till tre stationer för segmentindelningen.

För flera av funktionerna kommer behovet vara olika beroende på om produktionen delas in i en funktionell verkstad, eller i segment med flödesinriktad produktion. Mätstationen är ett sådant exempel där det antas att behovet vid segmentindelad produktion kommer vara en station för varje segment oavsett om dessa är placerade i samma byggnad eller ej. För denna funktion som för flera andra är en orsak att behoven av utrustning mellan olika segment kan variera. För den funktionellt uppbyggda produktionen antas att behovet kommer vara en station i varje byggnad.

I Tabell 14 ses en sammanfattning av den förväntade ökningen i funktionsbehov vid dubblerad omsättning jämfört med dagens behov. Värderingarna görs så att de maximala funktionsbehoven skall vara tillfredställda vid dubbel omsättning. Både funktioner med samma och olika behov för de olika indelningarna visas. Dock visas ej funktioner som inte förändras från dagsläget.

Tabell 14 Utrymmesökningar för funktioner då produktionen är flödesorienterad respektive i en funktionell layout.

Funktioner	Segment	Maskingrupper
Funktion 4	200 %	100 %
Funktion 6	50 %	50 %
Funktion 9	200 %	100 %
Funktion 12	20 %	20 %
Funktion 13	100 %	100 %
Funktion 14	200 %	100 %
Funktion 15	100 %	100 %
Funktion 17	100 %	100 %
Funktion 18	150 %	100 %
Produktionstekniker	75 %	75 %
Arbetsledare	200 %	100 %
Materialförråd	140 %	140 %
Färdigvarulager	140 %	140 %
Övrigt i produktion	50 %	50 %

5.4.6 Steg 2 Funktionsindelning och funktionskrav

För produktionen har två möjligheter till produktionsindelningar identifierats. Antingen planeras produktionen som en funktionell verkstad, vilket fabriken är i dagsläget, eller så planeras produktionen som en flödesorienterad fabrik, med olika segment. Fördelar och nackdelar med dessa indelningar går igenom i Tabell 15. För båda indelningarna definieras en funktion som en maskingrupp, eftersom maskinerna inom en maskingrupp ställer likartade krav på sin omgivning.

Tabell 15 Fördelar och nackdelar med en segmentindelad respektive en maskingruppindelad produktion.

	Fördelar	Nackdelar
Segment	<ul style="list-style-type: none"> Tillfredställer olika segments kundkrav. Tydlig uppdelning som underlättar arbetsrutiner (kvalitet, spårbarhet), prioriteringar och uppföljning. Specialiserade operatörer. Samma slags maskiner i olika segment. Korta avstånd. 	<ul style="list-style-type: none"> Stora grupper med många produkter/maskiner. Problem kan uppstå vid gemensamma funktioner, ex. tvätt med arbetsrutiner. Begränsar operatörernas förmåga att göra andra arbetsuppgifter/produkter. Skapar gruppering av operatörerna. Avdelningar kan ha olika mål. Högre investeringskostnad.
Maskingrupper	<ul style="list-style-type: none"> Kompetens samlas vilket främjar erfarenhetsutbyte. Möjligt att öka utnyttjandegraden. Onödiga fördubblingar undviks. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingen tydlighet i flödet, inget fokus på produkter. Ingen backup av maskiner i olika brandceller/avdelningar.

För den flödesinriktade verkstaden finns det totalt 49 funktioner där vissa funktioner är gemensamma för alla segment, framförallt personalfunktioner och kontor. För den funktionellt indelade produktionen finns 27 funktioner. I Appendix 4. Funktionsindelning listas de identifierade funktionerna för respektive produktionsindelning.

Krav knuta till de olika funktionerna har identifierats och är listade i Appendix 5. Funktionskrav. Dessa funktionskrav kommer styra resultaten av planeringen och därför är formuleringen av funktionskraven ett viktigt steg i SLP-metoden. Ett problem som har bemötts är att särskilja vad som är krav och vad som är önskemål eller bra att ha.

5.4.6.1 Utrymmesbehov i produktionen

Beräkningarna av ytbehovet gjordes utifrån fastställda normer och systematisk beräkning med hjälp av summering av olika delfunktion. För att inte riskera utrymmesbrist har konsekvent de maximala uppskattningarna på utrymmesökningen använts och beräkningar har gjorts efter VD:s framtidsscenario med maximala värden. I Tabell 16 sammanfattas dagens ytanvändning samt utrymmesbehovet vid fördubblad omsättning, med funktionerna indelade antingen efter segment eller i maskingrupper. Ytbehovet är en summa av flera ytor som maskingruppen upptar, säkerhetsutrymme, yta för reparation och underhåll är ett par exempel. Om funktionsindelningen sker enligt segment kommer utrymmesbehovet för produktionen öka med 80 %. Om indelningen istället sker för en funktionellt orienterad verksamhet ökas ytan för produktion med 68 %.

Tabell 16 Ytanvändning idag samt utrymmesbehov för funktioner vid dubbel omsättning efter indelning i segment och maskingrupper. I kvadratmeter.

Funktioner	Idag (kvm)	Flödes (kvm)	Funktionell (kvm)
Funktion 1	444	814	717
Funktion 2	144	144	144
Funktion 3	95	95	95
Funktion 4	41	123	82
Funktion 5	137	137	137
Funktion 6	17	26	26
Funktion 7	5	5	5
Funktion 8	12	12	12
Funktion 9	15	46	31
Funktion 10	19	19	19
Funktion 11	10	10	10
Funktion 12	97	116	116
Funktion 13	50	101	101
Funktion 14	52	157	105
Funktion 15	59	117	117
Funktion 17	46	93	93
Funktion 18	19	48	38
Färdigvarulager	121	291	291

Funktioner	Idag (kvm)	Flödes (kvm)	Funktionell (kvm)
Materialförråd	252	608	608
Produktionstekniker	29	51	51
Arbetsledare	0	21	14
Övrigt i produktion	100	150	150
Total	1766	3184	2962

5.4.6.2 Utrymmesbehov övriga funktioner

Funktioner utanför produktionen betraktas för båda indelningarna som gemensamma funktioner. Även om personalbehovet skiljer något mellan uppdelningarna antas skillnaden blir så liten att ytbehovet inte påverkas. Det innebär att ytbehovet för de gemensamma funktionerna inte kommer skilja sig mellan uppdelningarna. I Tabell 17 ses utrymmesbehovet för de övriga funktionerna i byggnaderna såsom personalfunktioner samt kontor.

Tabell 17 Utrymmesbehov för funktioner utanför produktionen i dagsläge samt vid dubbel omsättning.

Funktion	Idag	Dubbel omsättning	Förklaring
Kontor	513	617	Tillägg; 7 kontorsrum varav tre besöksrum
Matsal	78	78	Samma
Omklädningsrum	147	205	Ökas med 40 %
Övrigt	146	171	Ökas med 18 %
Total	884	1071	→En ökning på 21 %

Ytorna utomhus kommer också förändras jämfört med dagsläget och de nya behoven ses i Tabell 18. Hur stor angöringsytan för transporter behöver vara beror på dess placering och form. Det är således svårt att i detta skede avgöra hur stor den blir och den antas därför ha samma storlek som i dagsläget. Dagens parkering anses liten och alla bilar får ej plats därför används riktvärden på antalet bilar per anställd samt den yta som behövs per bil, enligt värden givna i teoridelen av avhandlingen.

Tabell 18 Ytbehov för utomhusytor idag och vid dubbel omsättning.

Funktion	Idag	Dubbel omsättning	Förklaring
Angöringsyta för transport	800	800	Samma
Parkering	525	1437	Enligt riktvärde
Totalt	1325	2237	Ökning 69 %

5.4.7 Steg 3 Sambandsanalys – Närhetsvärderingsschema

Efter uppdelningen av funktionerna i föregående steg bestäms vilka funktioner som bör ligga nära varandra. Detta görs i så kallade närhetsvärderingsscheman där önskade relationer mellan olika funktioner listas. I Tabell 19 visas närhetsvärderingsschemat för funktionerna i den funktionellt uppdelade produktionen. I

Tabell 20, Tabell 21, Tabell 22 och Tabell 23 visas närhetsvärderingsschema för de tre segmenten och för de gemensamma funktionerna.

I schemat används X, 1, 2, 3 och tom ruta för att gradera den önskade närheten, se förklaring nedan. Utvärderingen är baserad på en sammanvägning av produktions-, person- och informationssambanden. Att få ett smidigt materialflöde är prioriterat vid närhetsbedömningen, även störningsundvikande beaktas och påverkar värderingsvikterna. Exempelvis bullernivåer och känslighet för damm måste tas hänsyn till för verksamhet som kräver koncentration eller renhet.

- X – funktionerna bör ej ligga nära varandra.
- □ - närhet har ej betydelse.
- 1 – vanlig närhet.
- 2 – närhet är viktig.
- 3 – närhet är nödvändig.

Tabell 19 Närhetsvärderingsschema för funktionell indelning.

Funktion	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1. Materialförråd	3	3	3		2			2															3			
2. Funktion 1				3					2																X	2
3. Funktion 2				3					2																X	2
4. Funktion 3				3	1	2			2			1													X	2
5. Funktion 4				1	1	1				1	1	1	2													
6. Funktion 5												1							X							
7. Funktion 6																										
8. Funktion 7																										
9. Funktion 8												X		X		X		X	X	X						
10. Funktion 9																										
11. Funktion 10												X		X		X		X	X	X						
12. Funktion 11												X	X	X		X		X	X	X						
13. Funktion 12																1										
14. Funktion 13																3	3	3								
15. Funktion 14																									X	X
16. Funktion 15																										
17. Färdigvarulager																								3		
18. Produktionstekniker																							1			
19. Arbetsledare																										
20. Kontor																							1			
21. Omklädningsrum																							1			
22. Matsal																								1		
23. Parkering																								X		
24. Angöringsyta för transport																									3	
25. Funktion 16																									3	
26. Funktion 17																										
27. Funktion 18																										

Grad av närhet:

3 – Mycket höga krav på närhet

2 – Normala krav på närhet

1 – Viss närhet önskvärd

X – Närhet ej önskvärd

□ – Närhet ej viktig

Tabell 20 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - Segment 1.

Funktion	1b	1c	1d	1e	1f	1g	1h	1i	1j	1k
1a. Materialförråd	3									
1b. Funktion 1		3	3							
1c. Funktion 9					1					
1d. Funktion 4				1		2		1		
1e. Funktion 10								1		
1f. Funktion 15						2		2	2	3
1g. Funktion 13							2	3	2	1
1h. Funktion 13								1		
1i. Funktion 14									2	
1j. Funktion 19										3
1k. Färdigvarulager										

Grad av närhet:

3 – Mycket höga krav på närhet

2 – Normala krav på närhet

1 – Viss närhet önskvärd

X – Närhet ej önskvärd

□ – Närhet ej viktig

Tabell 21 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - Segment 2.

Funktion	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	2h	2i
2a. Materialförråd	3								
2b. Funktion 1		3	3						
2c. Funktion 9							1		
2d. Funktion 4					2	2			
2e. Funktion 12						2			
2f. Funktion 14							3	2	
2g. Funktion 15									2
2h. Funktion 19									3
2i. Färdigvarulager									

Grad av närhet:

3 – Mycket höga krav på närhet

2 – Normala krav på närhet

1 – Viss närhet önskvärd

X – Närhet ej önskvärd

□ – Närhet ej viktig

Tabell 22 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - Segment 3.

Funktion	3b	3c	3d	3e	3f	3g	3h	3i	3j	3k	3l	3m	3n	3o	3p	3q	3r	3s
3a. Materialförråd	3	3	3			2												3
3b. Funktion 2					3						3							
3c. Funktion 1					3						3							
3d. Funktion 3			2	3							3							
3e. Funktion 6				3														
3f. Funktion 4		1	1	1	1	2						1	1	2	1			1
3g. Funktion 5							1		X	1		1	1					
3h. Funktion 10									X					1				
3i. Funktion 11									X			1	1					
3j. Funktion 7																		
3k. Funktion 13											2	1		2				2
3l. Funktion 9																		
3m. Funktion 15														2	2			2
3n. Funktion 13																		
3o. Funktion 12														1	1			
3p. Funktion 19																3		
3q. Färdigvarulager																		
3r. Funktion 8																		
3s. Funktion 14																		

Grad av närhet:

- 3 – Mycket höga krav på närhet
- 2 – Normala krav på närhet
- 1 – Viss närhet önskvärd
- X – Närhet ej önskvärd
- – Närhet ej viktig

Tabell 23 Närhetsvärderingsschema för flödesindelning - gemensamma funktioner.

Funktion	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4. Funktion 17				X	X	X			2
5. Funktion 18									
6. Arbetsledare									
7. Produktionstekniker							1		
8. Kontor							1		
9. Matsal								1	
10. Omklädningsrum							1		
11. Parkering								X	
12. Angöringsyta för leveranser									3
13. Funktion 16									

Grad av närhet:

3 – Mycket höga krav på närhet

2 – Normala krav på närhet

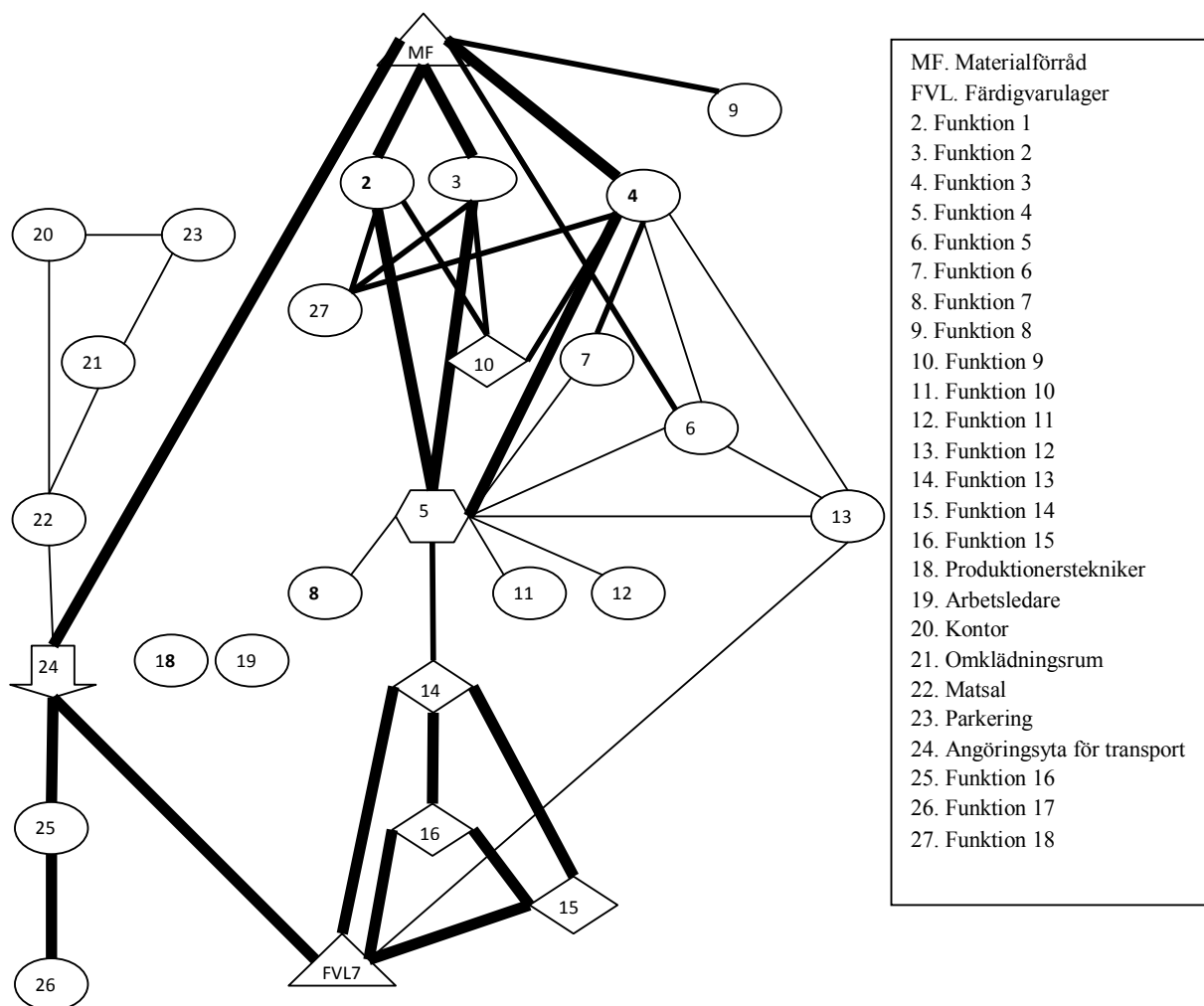
1 – Viss närhet önskvärd

X – Närhet ej önskvärd

□ – Närhet ej viktig

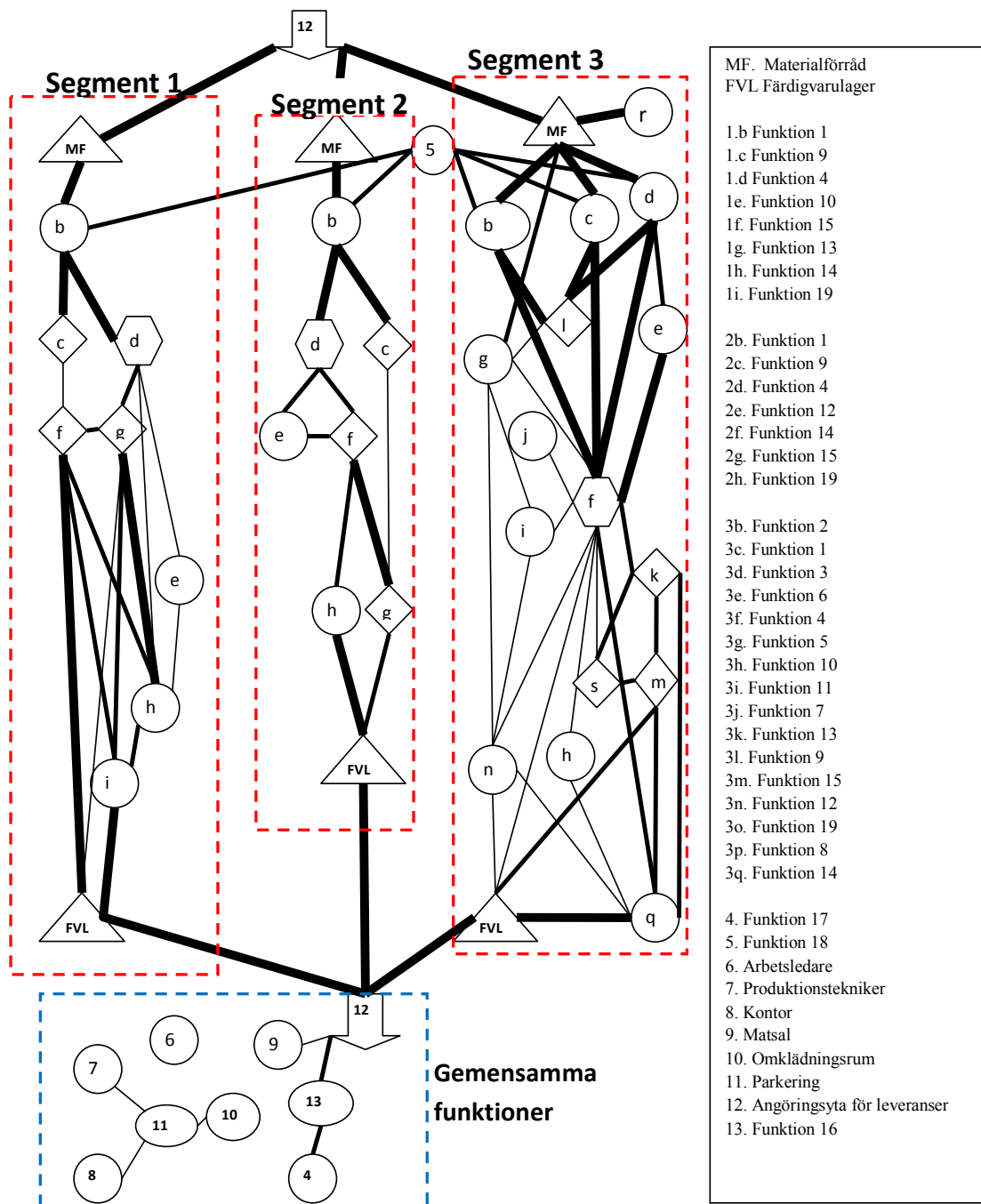
5.4.8 Steg 4 Sambandsdiagram – Närhetsdiagram

I detta steg görs en grafisk representation av det teoretiskt bästa materialflödet med hjälp av närhetsvärderingsschemat från föregående steg. Varje funktion illustreras med en numrerad cirkel, där lager markeras som trianglar och kontroller som fyrkanter. Tjockleken på de sammanlänkande linjerna indikerar de önskade närheterna mellan olika funktioner, för den funktionellt indelade samt den flödesindelade produktionen se Figur 21 respektive Figur 22. Ju tjockare linjerna mellan funktionerna är desto större är den önskade närheten dem emellan, motsvarande 1, 2 och 3 i sambandsanalysen. De rutor som lämnats tomma i föregående analys representeras inte av några linjer i detta steg. Markeringar har inte heller gjorts mellan funktionerna som absolut inte ska vara nära varandra. Komplexiteten i företagets produktionsflöden visas tydligt med hjälp av närhetsdiagrammen.



Figur 21 Sambandsdiagram för den funktionellt indelade produktionen.

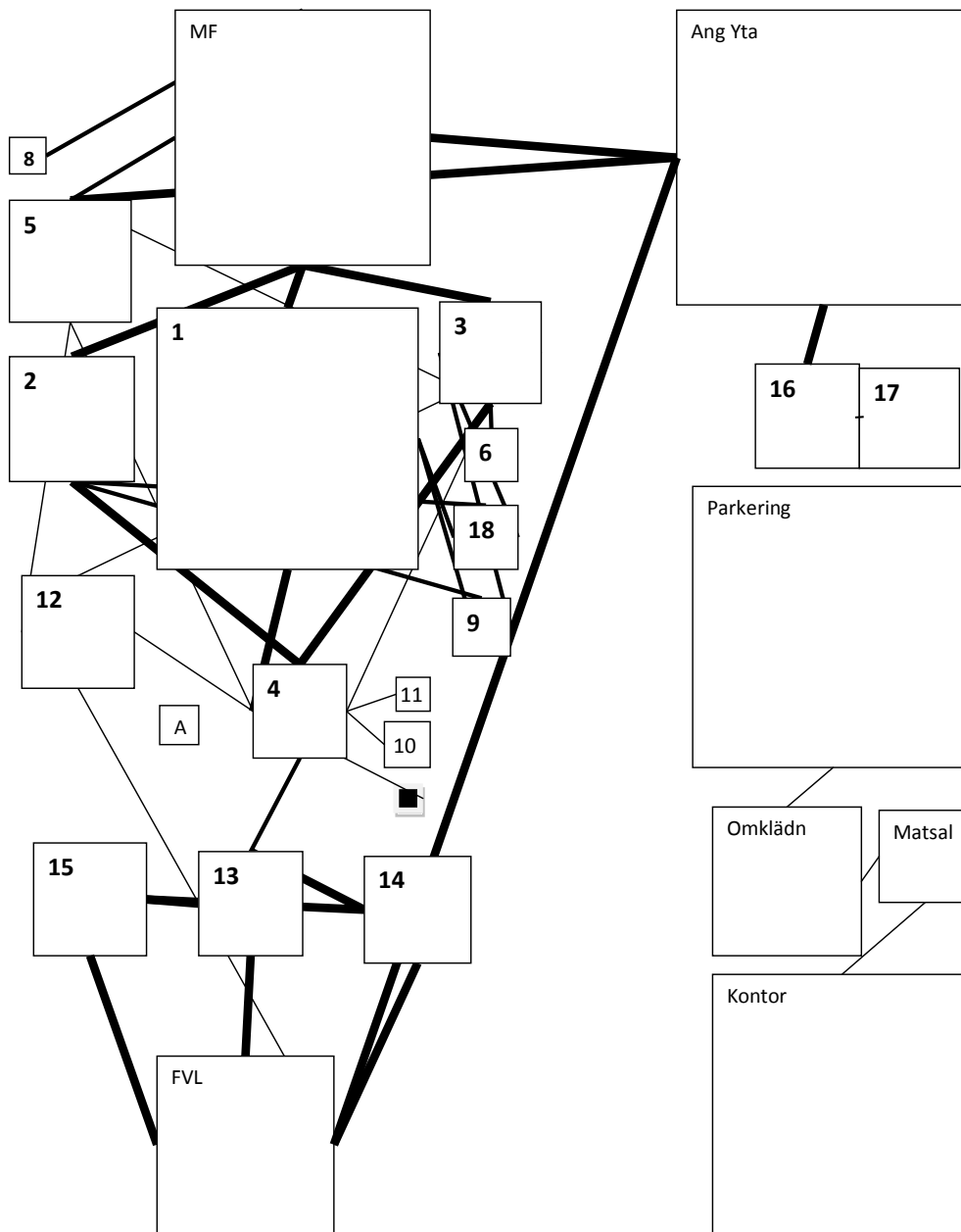
I Figur 22 är de olika segmenten och deras gemensamma funktioner markerade med streckade linjer. I figuren ses att de två första segmenten har en enkel struktur i flödet medans det tredje segmentet inte har en tydlig flödesstruktur, vilket stämmer med beskrivningen som gavs i steg 2. Eftersom det tredje segmentet har många funktioner sammankopplade på olika sätt kommer det bli svårare att planera ett smidigt flöde för detta segment än för de två andra.



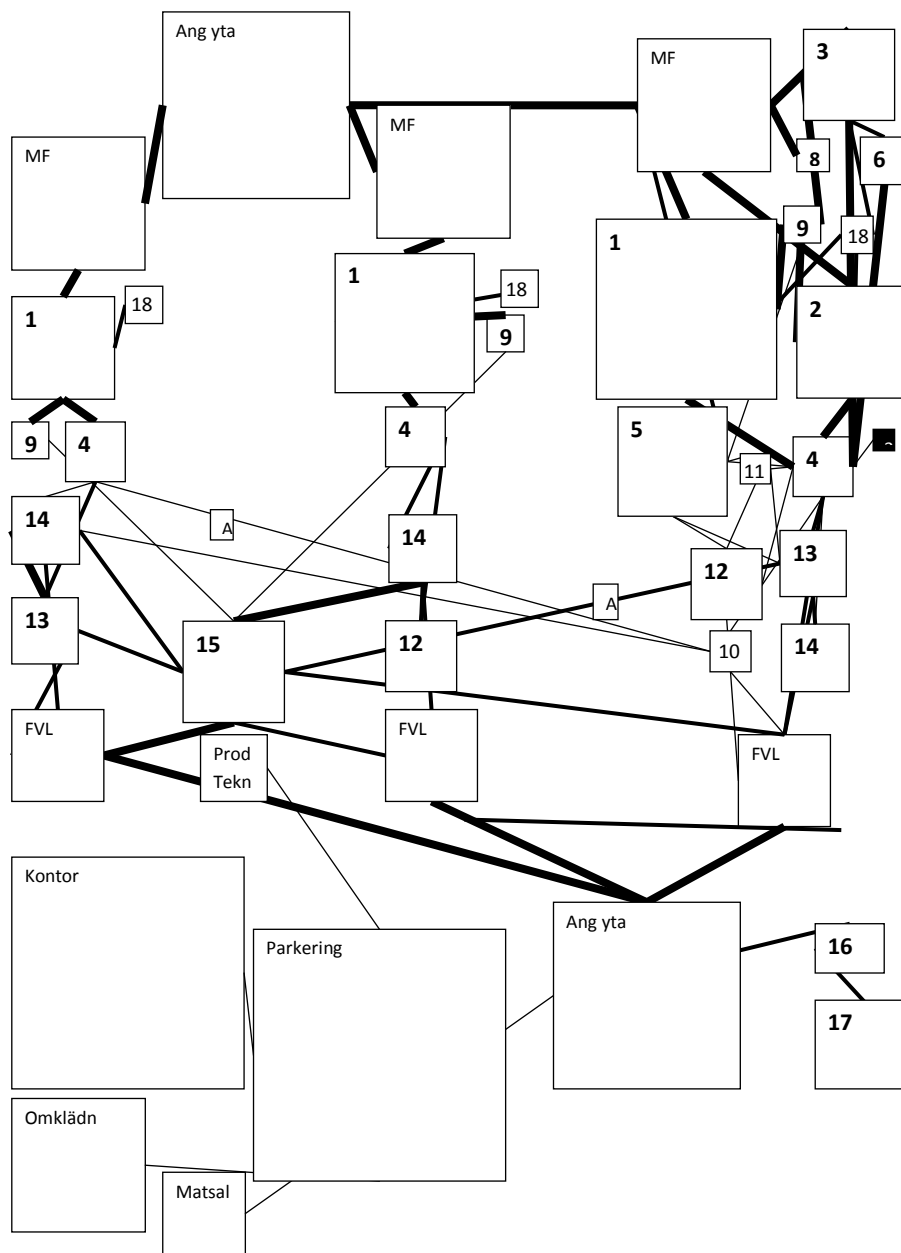
Figur 22 Sambandsdiagram för den flödesindelade produktionen.

5.4.9 Steg 5 Blocklayout

I detta steg används närhetsdiagrammet som utgångspunkt och funktionerna har nu gjorts om till fyrkanter med storlek proportionerlig till det uträknade utrymmesbehovet för varje funktion. Funktionernas ytbehov och önskade närhet till varandra vägs samman och presenteras i blocklayouter, vilka ses i Figur 23 och Figur 24 nedan. Observera att skalorna är olika i figurerna.

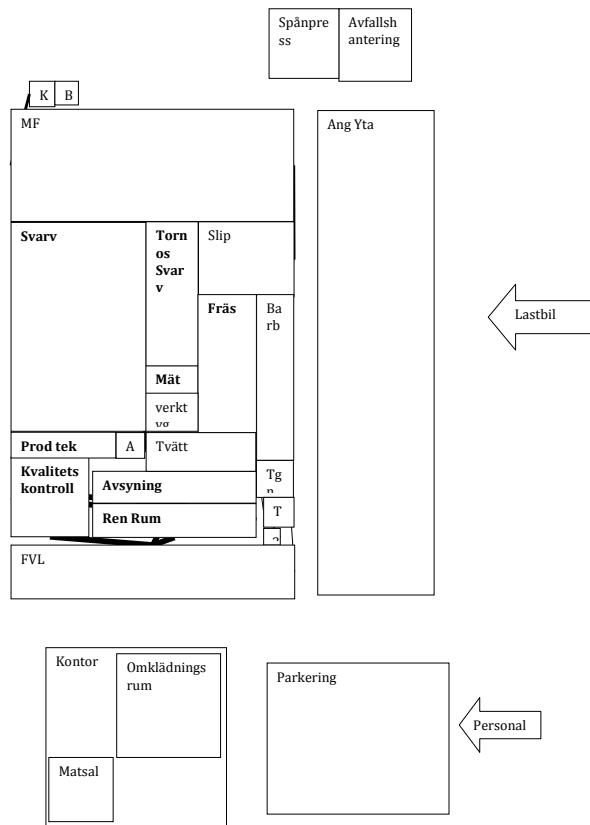


Figur 23 Blocklayout för den funktionellt orienterade produktionen.

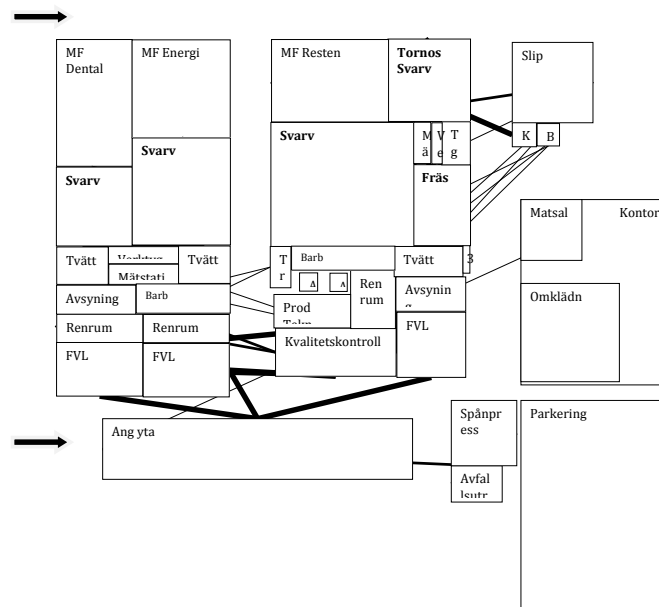


Figur 24 Blocklayout för den flödesorienterade produktionen.

Förslag på det optimala flödet togs fram genom att skapa en hypotetisk lokal utan hänsyn till de begränsningar och krav som den nuvarande byggnaden och tomten ställer. Syfte med detta är att skapa inspiration för att gå vidare med SLP metoden. I Figur 25 samt Figur 26 åskådliggörs ett par exempel på dessa blocklayouts. Det bör observeras att skalorna är olika.

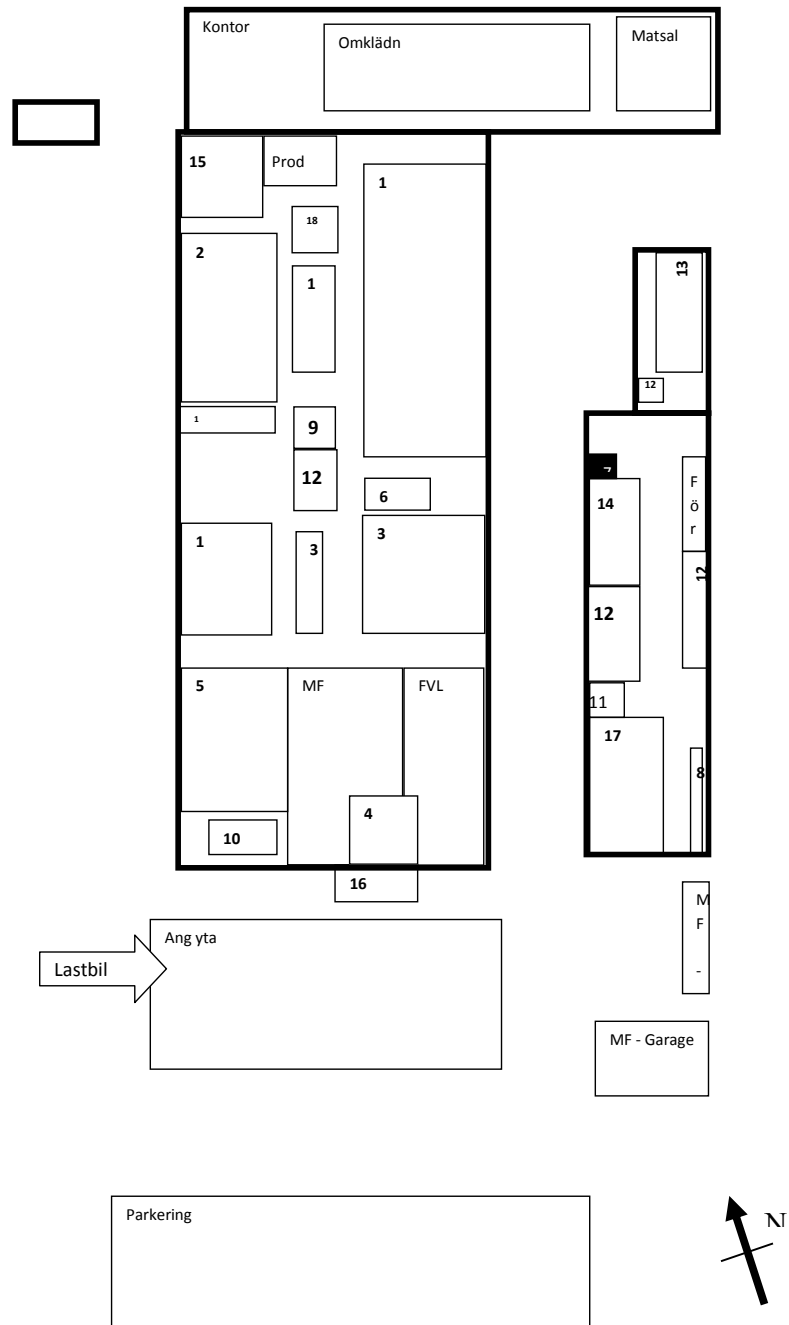


Figur 25 Ett förslag på den teoretiskt optimala layouten för maskingrupsindelning.



Figur 26 Ett förslag på den teoretiskt optimala layouten för segmentindelning.

Förslagen till en optimal layout kan jämföras med den befintliga layouten. I Figur 27 nedan ses den nuvarande layouten i byggnaderna med de olika funktionerna inritade. Som ses i figuren finns en förpackningsstation i den äldre byggnaden vid renrummet samt en i färdigvarulagret.



Figur 27 Nulägeslayout över byggnaderna med funktionerna inritade.

5.4.10 Steg 6 Huvudlayout, tomtanpassning

Genom att lägga till de byggnadstekniska kraven, tomtförutsättningar samt arbetsmiljötekniska aspekter, omsätts de teoretiska förslagen i de framtagna blocklayouterna till byggnader. Totalt har nio huvudlayouter skapats och varje alternativ har sina fördelar respektive nackdelar. Målet är att hitta en layout som på bästa sätt uppfyller all krav och har ett så smidigt flöde som möjligt. Alla alternativa huvudlayouter visas nedan i Figur 28 till Figur 36 med en kort beskrivning av dess karakteristik.

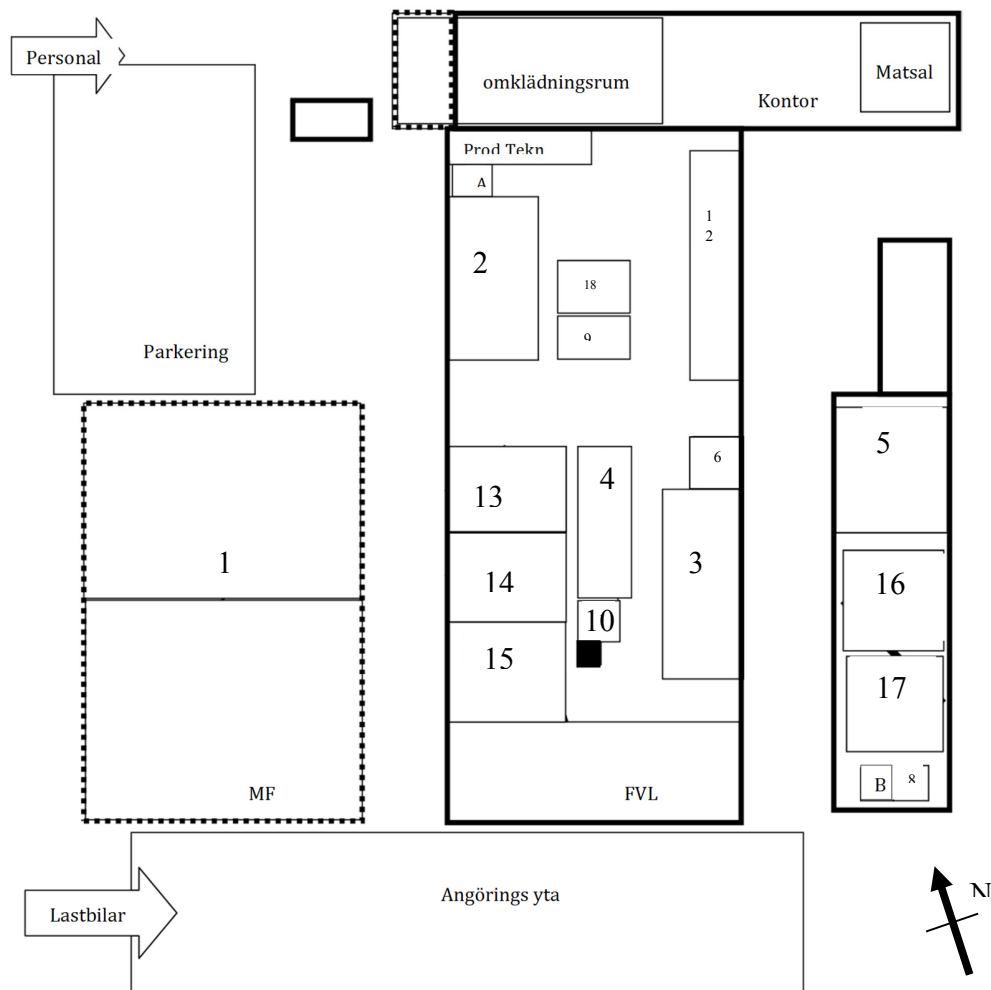
De begränsningar som finns är tomtens utformning, exempelvis en transformatorstation samt de begränsningar som ses på detaljplanen i Appendix 3. Detaljplan. Dessutom används de krav som tagits fram i tidigare steg. Det kan också vara en fördel att inte flytta alltför många maskiner, på grund av de kostnader som uppstår i form av förlorad produktionstid samt rena flyttkostnader. Dock kan förflyttningar accepteras om det ger ett bättre produktionsflöde, kostnader och besparingar bör utvärderas innan beslut tas.

I figurerna nedan finns både de befintliga och de nya byggnaderna inritade tillsammans med funktionerna. De heldragna linjerna representerar den befintliga byggnaden medan de prickade linjerna visar de nya byggnaderna eller tillbyggnaderna som behövs. För funktionerna där hela namnet ej syns följer en förklaringslista.

- A – Arbetsledare
- Prod T - Produktionstekniker
- ■ – Funktion 7

I den funktionellt indelade produktionen bör materialförrådet delas upp i olika avdelningar för att minska riskerna för hopblandning av olika material, enligt tidiga diskussioner i analyskapitlet. Vid utvärdering av layouterna antas att denna uppdelning görs.

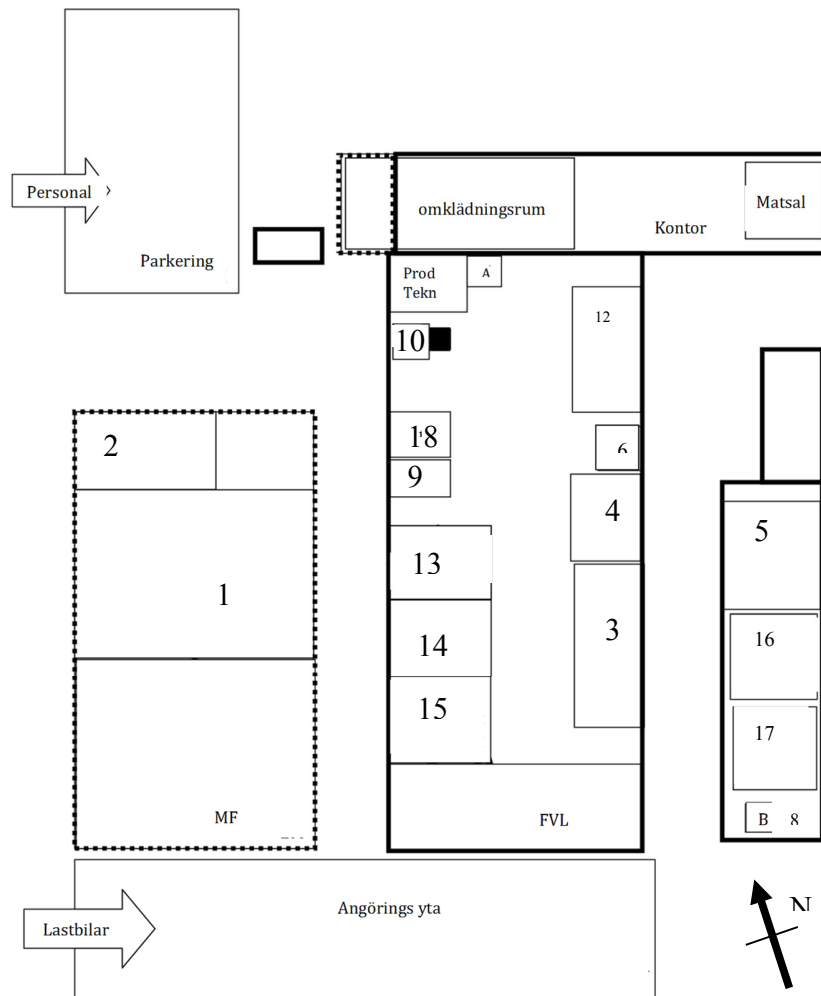
5.4.10.1 Alternativ 1



Figur 28 Förslag 1 maskingrupsindelning.

Funktion 2 och 3 positioneras på samma platser som i dagsläget, medans materialförrådet och funktion 1 flyttas till en ny byggnad. Denna utflyttning orsakar längre transportavstånd mellan lager och resterande huvudfunktioner. Den bullrande verksamheten flyttas till den mindre byggnaden. Detta innebär att produktionen inte kommer störas av de bullrande och i vissa fall brandfarliga funktionerna. I både den nya och den gamla byggnaden finns lediga utrymmen för expansion om det behövs. Dagsljus till den gamla byggnaden och de personalintensiva funktioner som placerats på kanten i byggnaden kan begränsas av den nya byggnadens placering. Den nya byggnadsytan blir ca 1400 kvm. För att undvika stora konsekvenser i materialförrådet vid brand i funktion 1 finns brandvägg mellan funktionerna.

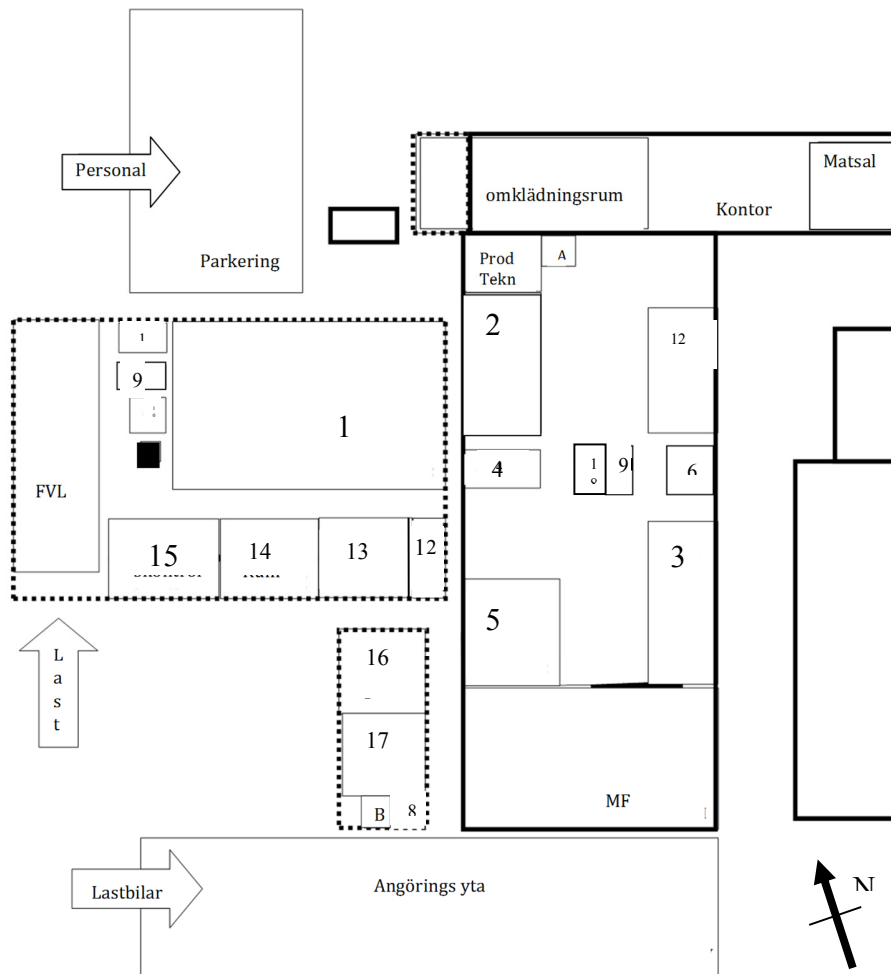
5.4.10.2 Alternativ 2



Figur 29 Förslag 2 maskingrupsindelning.

Svarvkompetensen samlas i egen byggnad med, medan funktion 3 stannar kvar i den gamla byggnaden. Denna utflyttning orsakar längre transportsträcka mellan materialförråd och andra funktioner. Den bullrande verksamheten och funktionerna 16 och 17 placeras i den mindre byggnaden. I samtliga byggnader finns det möjlighet för framtida expansion vid behov. I huvudsak blir flödet U-format. Dagsljus till den gamla byggnaden kan blockeras av den nya byggnaden. Den nya byggnadsytan beräknas till ca 1500 kvm.

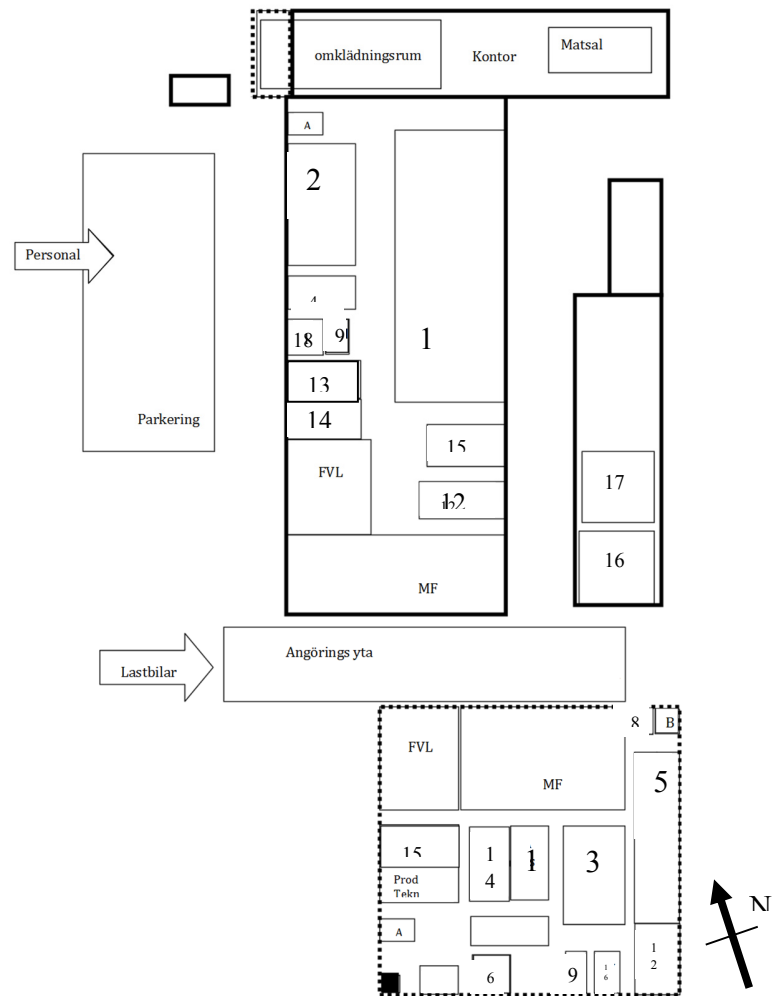
5.4.10.3 Alternativ 3



Figur 30 Förslag 3 maskingrupsindelning.

Detta alternativ har ett L-format flöde. Funktion 2 och 3 placeras på samma plats som i dagsläget och funktion 1 flyttas. För att skapa smidighet i flödet och minimera transportsträcka, positioneras tvättmaskiner i båda byggnaderna. Nackdelen med alternativet är att den mindre fabriksbyggnaden inte kommer att användas, dock kan ytan i framtiden användas till annat. För att inte störa annan verksamhet i byggnaden bör svarvavdelningen ligga i en egen brandcell. Totalt behöver 1950 kvm byggas ut.

5.4.10.4 Alternativ 4



Figur 31. Förslag 4 maskingrupsindelning.

Det finns separata byggnader för fräsgruppen och svarvgrupperna. Eftersom byggnaderna är separerade med angöringsyta i mitten, kan personaltrafik möta tyngre trafik, men då alla delfunktioner finns i varje byggnad finns ingen större integration mellan byggnaderna. Det blir dock långt till personalfunktionerna för personalen i den nya byggnaden. På grund av de uppdelade lagrena försvåras transporter till och från företaget, men konsekvenserna blir mindre om något händer i det ena lagret. I samtliga byggnader finns det lediga utrymmen för framtida expansion. Den nya byggnadsytan beräknas till ca 1650 kvm.





5.4.10.5 Alternativ 5



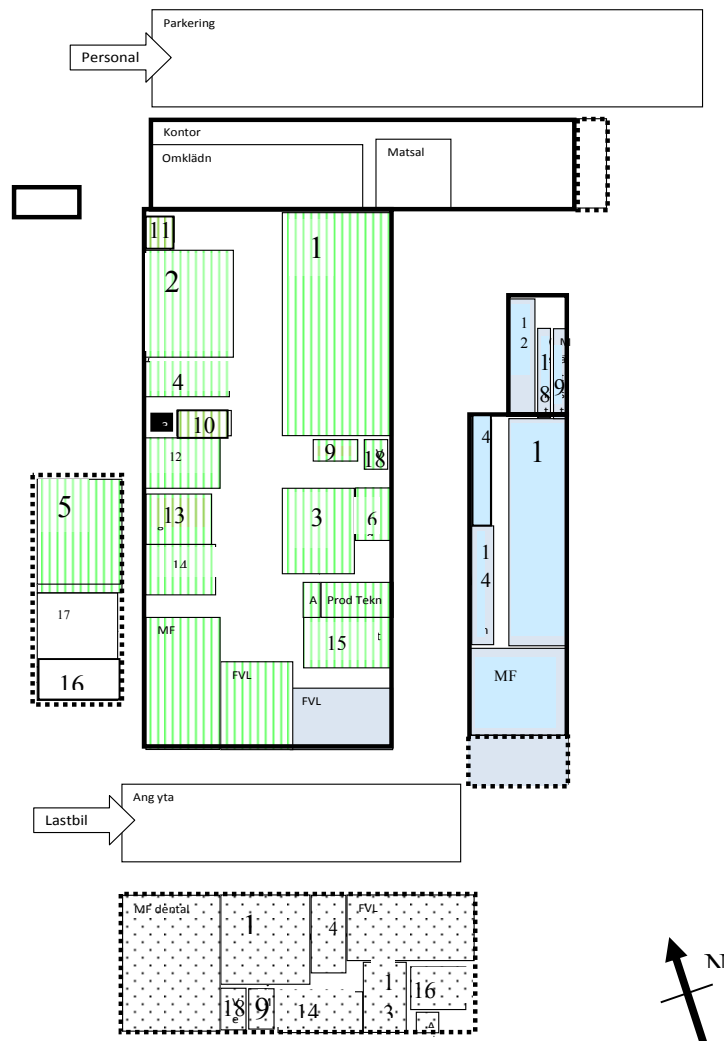
Figur 32. Förslag 5 maskingrupsindelning.

Materialflödet blir U-format för båda byggnaderna, flödet för svarvarna går genom båda byggnaderna. Både funktion 1 och 2 stannar i den gamla byggnaden, medan funktion 3 flyttas till en ny byggnad. Det finns goda expansionsmöjligheter i den befintliga byggnaden. Separerade materialförråd minskar konsekvenserna om något händer. Ljuset till den gamla byggnaden kan blockeras av den nya. Den nya byggnadsytan blir ca 1600 kvm.

För de flödesindelade layouterna finns ytterligare några markeringar som går igenom här;

-  – Funktioner gemensamma för alla segment
-  – Funktioner tillhörande Segment 1
-  – Funktioner tillhörande Segment 3
-  – Funktioner tillhörande Segment 2

5.4.10.6 Alternativ 6



Figur 33 Förslag 1 segmentindelning.

Segmenten är indelade i tre byggnader. Eftersom segment 3 stannar kvar i den befintliga byggnaden, kommer en hel del maskiner stanna på de befintliga platserna, bland annat funktion 1, 2 och 3. De bullerintensiva och i vissa fall brandfarliga funktionerna har placerats i en egen byggnad för att inte störa produktionen. Eftersom trumlingsfunktionen finns i den befintliga byggnaden, kommer personalen vara tvungen att transportera produkterna från segment 1 till segment 3 för att trumla dem. Transportavstånden är långa, dessutom möts personaltrafik och lastbilstrafik. För att lösa problemet, kan trumlingen delas upp till två avdelningar. För segment 2 finns inget ledigt utrymme för framtida expansion. Totalt behöver ca 1500 kvm att byggas ut.

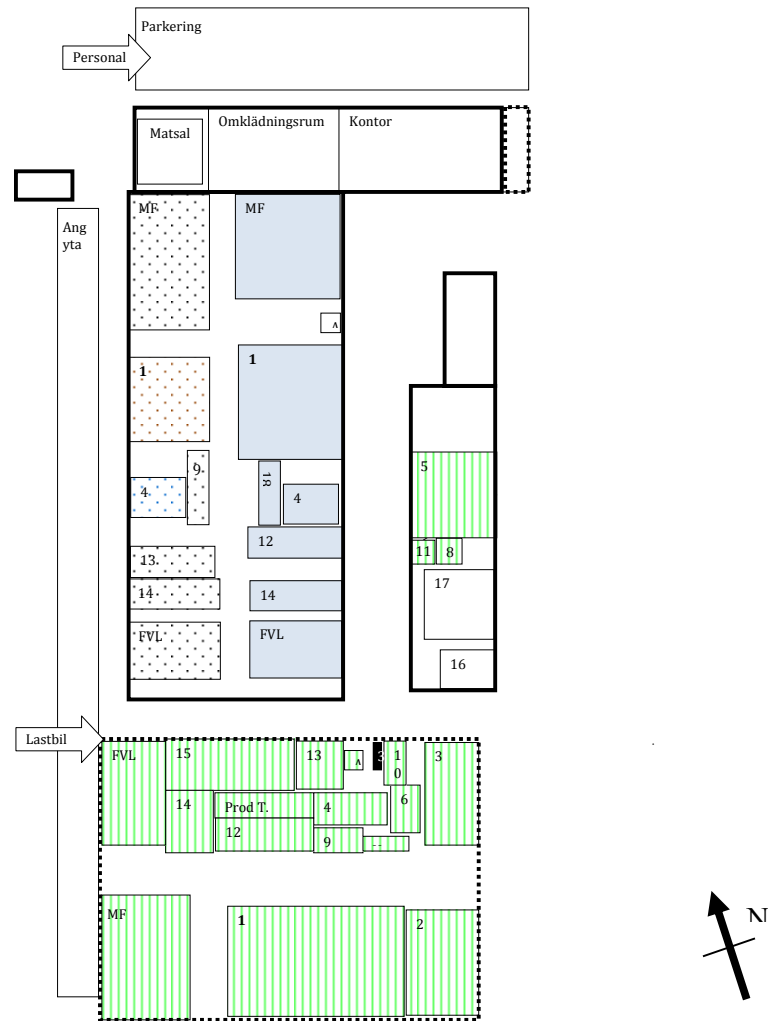
5.4.10.7 Alternativ 7



Figur 34 Förslag 2 segmentindelning.

Många av de nuvarande funktionerna bl.a. funktion 2 och 3 kommer inte att behöva flyttas. Materialflödet för segment 3 är inte så smidigt. Slipavdelning finns i den nuvarande byggnaden och för att undvika störningar för funktionerna som kräver en del koncentration flyttas dessa funktioner till den mindre byggnaden. Dock innebär det längre transportsträcka för produkterna i segment 3. Persontrafik kommer korsa tyngre trafik. Den totala ytan för byggnaderna beräknas till ca 1500 kvm.

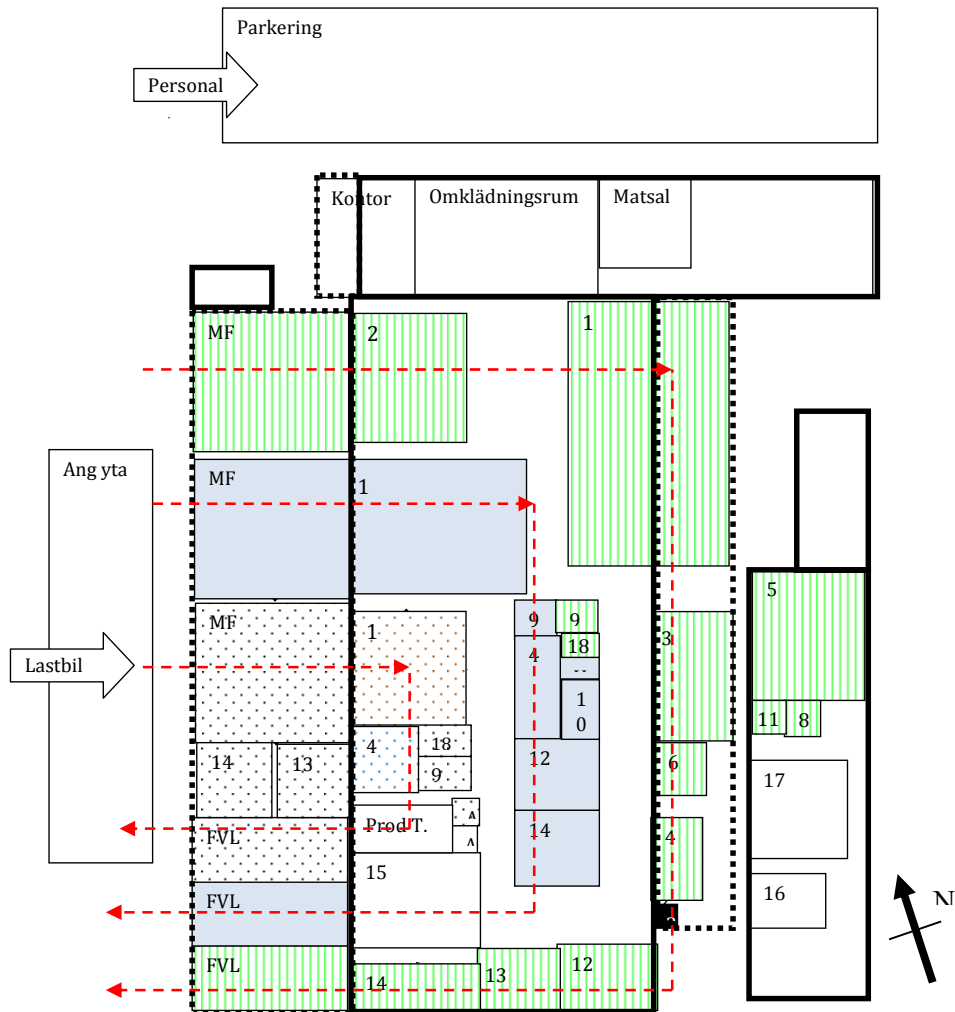
5.4.10.8 Alternativ 8



Figur 35 Förslag 3 segmentindelning.

Segment 1 och Segment 2 placeras i den nuvarande byggnaden, medan segment 3 flyttas till en ny byggnad. Produktionsflödet för varje segment är tydligt. Detta layoutförslag är den version som är mest lik den optimala blocklayouten, vilken användes för inspiration. Eftersom angöringsytan ligger helt utanför produktionsområdet, separeras de interna transporter, av material och personal, från lastbilstrafiken. Förutom de smidiga produktionsflödena i varje byggnad, finns det dessutom inre flexibilitet och framtida expansionsmöjlighet på grund av de lediga utrymmena. För att öka säkerheten, bör produktionen för segment 1 och 2 delas in i två olika brandceller. Nackdelen är att det kräver en hel del flyttjobb, bland annat måste Tornos R10 och fräsgruppen flyttas till den nya byggnaden. Den nya byggnadsytan uppskattas till 2100 kvm.

5.4.10.9 Alternativ 9



Figur 36 Förslag 4 segmentindelning.

Alternativet har en U-formad produktionslayout. De röda linjerna visar huvudflödena i fabriken. Transporten är enkel både internt och externt. Kommunikationen mellan personal i fabriken är smidig. Nackdelen är att utformningen på den befintliga produktionsbyggnaden kommer ändras väsentligt och byggnaden behöver expanderas på båda långsidorna. Expansionsmöjligheterna för båda byggnaderna är begränsade. Tillbyggnaden beräknas kräva ca 1800 kvm.

5.4.11 Steg 7 Värdering

De alternativa huvudlayouterna som framställts värderas på ett systematiskt sätt för att välja ut några alternativ att arbeta vidare med. Värderingsfaktorer identifieras med hjälp av de krav som de nya byggnaderna ska uppfylla, vilka identifierats tidigare i arbetet. Nedan beskrivs de framtagna utvärderingskriterierna kort.

Verksamhetsrelaterade utvärderingskriterier

- Smidiga produktionsflöden: målet är att minimera transportsträckan mellan operationer där många produkter passerar och få ett så enkelt materialflöde som möjligt.
- Lastnings- och lossningsmöjligheter: det vill säga närhet mellan lager och portar samt angöringsyta är önskvärd. Transporter underlättas så godsmottagning och skeppning kan ske på ett enkelt och smidigt sätt.
- Inre förändringsmöjligheter avser fabriken flexibilitet för framtida förändringar eller utveckling genom att bedöma hur lätt det är att flytta funktionerna eller att använda fabriken till andra syften än vad den används till idag.
- Expansionsmöjligheter: syftar på möjligheten för företaget att utöka sin verksamhet, genom att utnyttja lediga utrymmen både inuti fabriken och utanför byggnaderna.
- Kommunikationsmöjligheter: till vilken grad arbetarna kan ta kontakt med varandra både mellan funktioner och inom en funktion.
- Riskhantering: fokus på både proaktiv och reaktiv hantering av produktionsrisker som brand eller användning av fel material. Materialflöden för olika produktsegment bör hållas så separerade som möjligt för att minska riskerna för hopblandning.

Arbetsmiljö

- Ljud-, ljus- och luftförhållanden: i vilken grad har personalen tillgång till dagsljus och hur långt från bullerintensiva funktioner de arbetar.

Övriga

- Skilda trafikslag: beskrivs i 3.3.2 Produktion och 3.3.5 Utomhus. Konflikter mellan fordon och oskyddade trafikanter bör begränsas så mycket som möjligt. Separering av olika trafikslag kan minska konflikterna och olycksrisken.
- Närhet till personalutrymmen och parkering: i vilken grad är det bekvämt för personalen att ta sig från sina arbetsplatser till parkering, omklädningsrum, matsal osv.
- Utnyttjande av den gamla fabriken: i vilken uträkning måste den gamla fabriken ändras för att anpassas till den nya byggnaden och produktionslayouten. Vid flytt av funktioner skapas störning eller stop i produktionen. Det är också hur stor del av de äldre byggnaderna som används i de nya layouterna.

Ekonomi

- Investering inkl. flyttkostnader: detta kan mätas genom att ta reda på det verkliga priset för hela anläggningen. För att förenkla jämförelsen mellan layouterna kan investeringen värderas genom att jämföra flyttkostnader för maskiner och antal kvadratmeter som behöver byggas ut.
- Driftkostnader: ju mindre antal maskiner det finns i en byggnad, desto mer kommer den tekniska försörjningen kosta per maskin.

Alla utvärderingskriterier har inte samma inbördes vikt och det är viktigt att prioritera rätt krav vid layoutplaneringen. Kriterierna bedöms därför och ges en vikt från skala 1 till 3, där 1 innebär liten betydelse; 2 måttlig betydelse och 3 stor betydelse.

Enligt den tidigare beskrivningen av SLP-metodiken skall de framtagna layouterna utvärderas. Det anses vara fördelaktigt att också utvärdera den nuvarande layouten i projektet. Detta för att lättare kunna jämföra den nuvarande layouten med de framtagna layouterna och se om de senare har förbättrat svagheterna i den befintliga fabriken.

Värderingen sker med en skala från -2 till +2. Utvärderingarna baseras dels på fakta och insamlad data, och dels utifrån författarnas uppfattningar och känsla. Resultatet av utvärderingen ses i Tabell 24 nedan och de olika stegen i värderingsskalan förklaras här;

- -2 uppfyller inte alls de ställda kraven.
- -1 uppfyller mindre väl de ställda kraven.
- 0 uppfyller de ställda kraven.
- +1 uppfyller väl de ställda kraven.
- +2 uppfyller mycket väl de ställda kraven.

Tabell 24 Utvärdering av layoutförslagen samt den nuvarande layouten.

Utvärderingskriterier	Faktorvikt	Värdering för alternativ									
		Idag	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Smidiga produktionsflöden	3	-1	0	0	+1	+2	+1	+1	0	+2	+1
Lastnings- och lossningsmöjligheter	2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+1	+2	+2
Inre förändringsmöjligheter	3	+2	+1	+1	0	0	0	0	0	0	0
Expansionsmöjligheter	2	+1	+1	+2	+1	+2	+1	+1	+1	+2	-1
Kommunikationsmöjligheter	1	-2	0	0	+1	0	+1	0	0	+1	+2
Riskhantering	3	-1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+1
Ljud- och luftförhållanden	2	0	+2	+2	+1	+1	+1	+2	+1	+2	+2
Ljusförhållande	2	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	+2	+1	0
Skilda trafikslag	1	+1	+1	+1	+1	0	+2	0	0	+2	+1
Närhet till personalutrymmen och parkering	1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1
Utnyttjande av den gamla fabriken	1	+2	+2	+1	-1	+2	+1	+2	+2	0	+1
Investeringskostnader inkl. flyttkostnad	2	+2	+1	0	-1	0	0	0	-1	-2	-1
Summa		12	22	21	16	22	24	20	15	24	15

De layoutförslag som väljs att arbeta vidare med är de som fått högst poäng i utvärderingen, alltså förslag 1, 4 och 5 av de funktionellt indelade förslagen samt förslag 6 och 8 av de flödesindelade förslagen.

5.5 Analys av valda layoutförslag

Layoutförslagen som bäst ansetts uppfylla kraven bearbetas vidare för att dels utveckla deras svagheter och dels undersöka implikationerna av dem på olika faktorer, varav en faktor är tiden tills ytterligare byggnader behövs. I de kommande delkapitlen analyseras först svagheterna på layouterna och därefter presenteras bearbetade och förbättrade layoutförslag samt analyser av dessa.

5.5.1 Svagheter i layouterna

Det första layoutförslaget har problem med flödet i fabriken eftersom hela materialförrådet ligger i den nya byggnaden och materialet måste transporteras ett relativt långt avstånd förutom till svarvgruppen. Detta är också ett av de kriterier som anses viktigast. Då den nya byggnaden uppförs bredvid den gamla och placeringen av personalintensiva funktioner så som avsyning och kvalitetskontroll gör att mycket av dagsljuset inte når dessa funktioner.

Det andra analysförslaget att arbeta vidare med är nr 4. Personal kommer gå mellan den nya och den äldre byggnaden eftersom matsal och omklädningsrum ligger i den äldre. Detta gör både att det blir långt till parkering och andra personalutrymmen. Dessutom är gångtrafiken inte separerad från tyngre trafikslag. För att skilja trafikslagen finns två lösningar. Den första är att lägga till personalutrymmen i den nya byggnaden med parkering utanför och den andra är att flytta angöringsytan. Det första förslaget medför isolation av den nya byggnaden samt en högre investeringskostnad. Den inre förändringsmöjligheten är begränsad då det blir flera mindre funktioner som bör avskiljas från resten av produktionen. Investeringskostnaderna är relativt höga på grund av den stora ytan.

Det femte funktionellt indelade förslaget har inte tillfredsställande inre förändringsmöjligheter och investeringskostnader. För att minska investeringskostnaden kan byggnadsstorleken minskas på bekostnad av de inre expansionsmöjligheterna. Då det första förslaget är mycket likt detta kan de kombineras för att få fördelarna från båda layouterna.

För det sjätte förslaget har segment 1 långt till personalfunktioner och parkering, vilket innebär att personalen måste korsa angöringsytan för att komma till dessa funktioner. Förslaget har också sämre inre förändringsmöjligheter jämfört med andra förslag, vilket torde kunna lösas med något större byggnader med bättre placerade funktioner. Investeringskostnaden är relativt hög på grund av att det är många tillbyggnader som ska göras.

För det sista layoutförslaget att gå vidare med, nr 8, är investeringskostnaderna höga eftersom det krävs en stor tillbyggnad samtidigt som i princip alla funktioner måste flyttas från deras nuvarande positioner. Den nya tillbyggnaden har långt till personalfunktioner och parkering, vilket kan förbättras om personalutrymmen och parkering läggs till vid byggnaden, dock försämras investeringskostnaderna ytterligare. Utnyttjandet av den gamla layouten är inte så bra samtidigt blir det många mindre funktioner som behöver skärmars av vilket gör de inre förändringsmöjligheterna låga.

5.5.2 Bearbetade huvudlayoutförslag

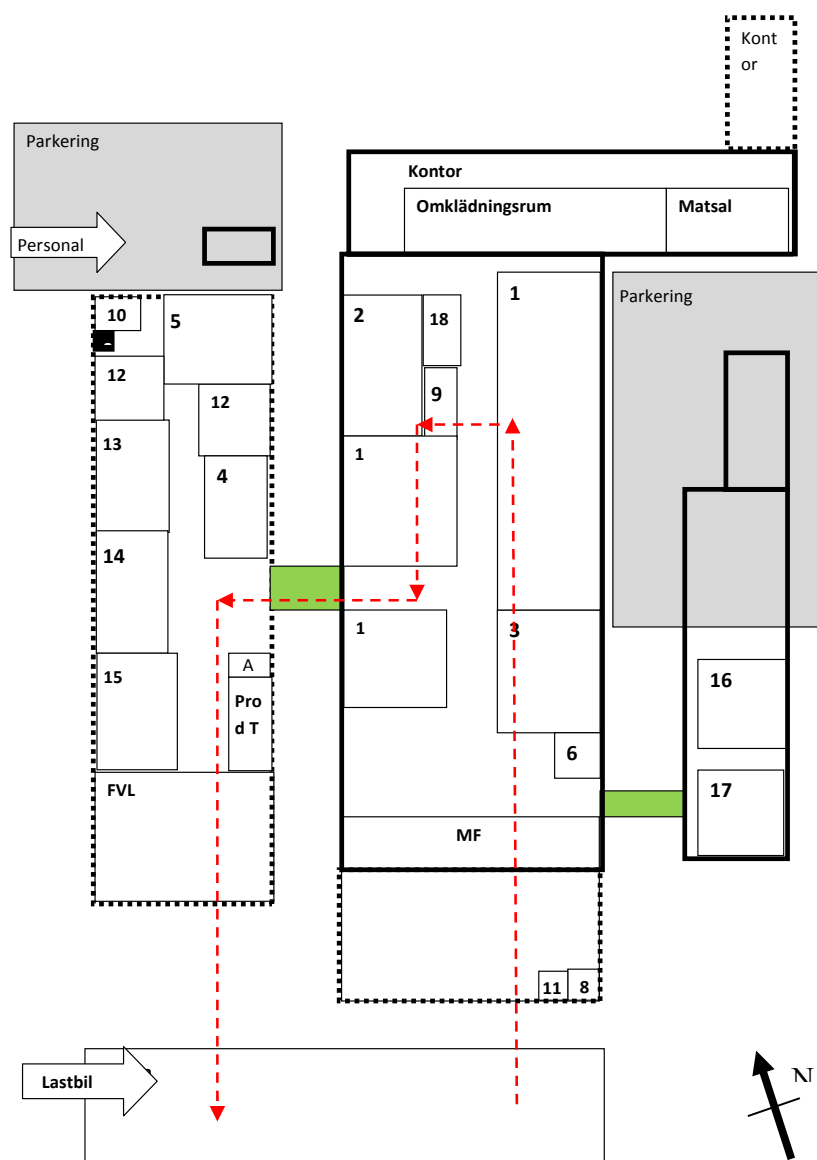
Under analysen av layoutförslagets nackdelar sågs möjligheter till förbättringar på de framtagna förslagen. Förslag ett och fem slogs ihop och justerades på grund av sina likheter för att få fördelarna från båda, detta blev nya förslag A. De tre andra förslagen bearbetades också för att få bättre layouter. I Figur 37 till Figur 41 visas de omarbetade förslagen. Till detta steg togs också ett helt nytt layoutförslag fram. Det gjordes efter diskussioner med företaget och då flera nya

idéer genererats under arbetet med att justera de tidigare förslagen samt att potential fanns att göra en bättre layout än de tidigare med tanke på separation av flöden och framtida expansionsmöjligheter. Förslag E är främst en kombination av förslag A och D dock med annan placering av den nya byggnaden, på grund av dess storlek. Förslaget ses i Figur 41.

I de nya layouterna visas huvudflödena av material i produktionen som röda streckade linjer. Tänkta gångar mellan fabriksbyggnader visas som gröna block. I dessa är det tänkt att produkter och personal smidigt skall kunna ta sig mellan byggnaderna utan att behöva trassla med låsta dörrar och liknande. De skall göras säkra ur brandsynpunkt och bör fungera som en egen brandcell. Avstånden mellan fabriksbyggnaderna är i skisserna 10 meter för att minimera riskerna för brandspridning. Boverket anser att kravet på att minimera brandspridning mellan byggnader är uppfyllt då avståndet mellan byggnader överstiger 8 meter^{72,73}. Något mer om avstånd mellan byggnaderna kan läsas i avsnitt 5.6.4 Riskhantering.

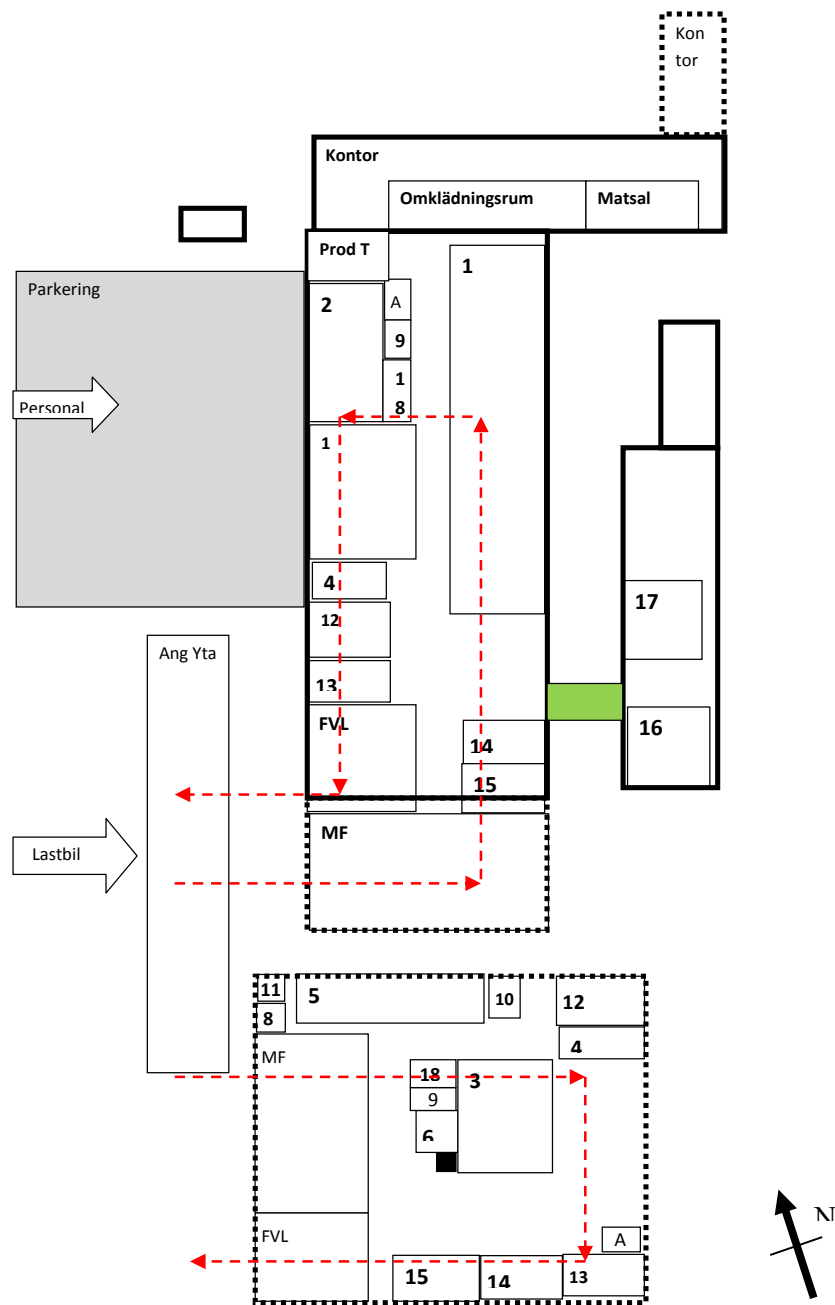
⁷² Boverket, *Regelsamling för byggande - BBR 2012*, upplaga 1, Elanders Sverige AB, Karlskrona, 2011

⁷³ Mer information kan fås i BFS 2011:26



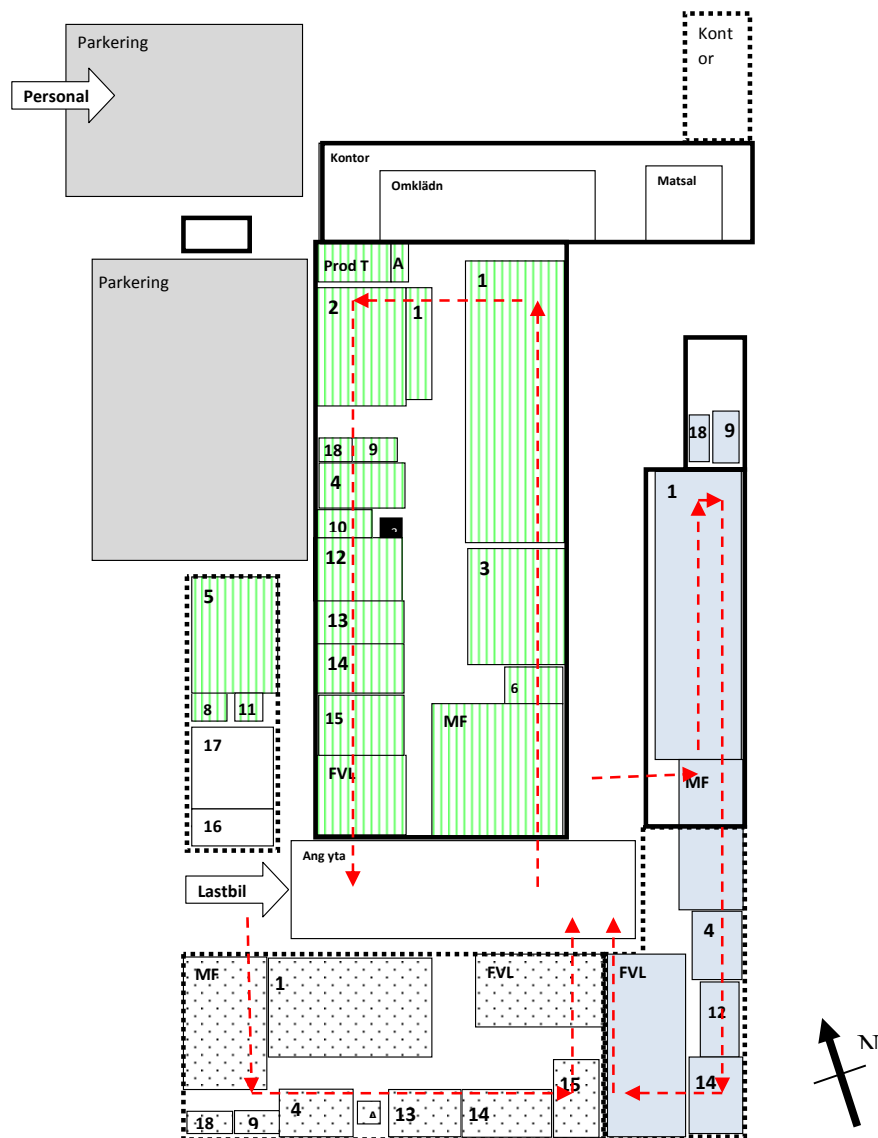
Figur 37 Förslag A justering och sammanslagning av alternativ 1 och 5.

I detta förslag åtgärdas det sämre produktionsflödet samt ljusinsläppet till den personalintensiva verksamheten som fanns i förslag 1. Genom att de personalintensiva funktionerna placeras på kanten i den nya byggnaden. Materialförrådet och flera av huvudfunktionerna har samma placering som i dagsläget medans stödfunktionerna finns i den nya byggnaden. Den inre förändringsmöjligheten blir bättre än i förslag 5, genom funktioner med mer likartad form. Flödet behåller sin smidighet då bland annat materialförrådet ligger nära huvudoperationerna. Integrationen mellan den gamla och den nya byggnaden går smidigt i gångarna mellan byggnaderna.



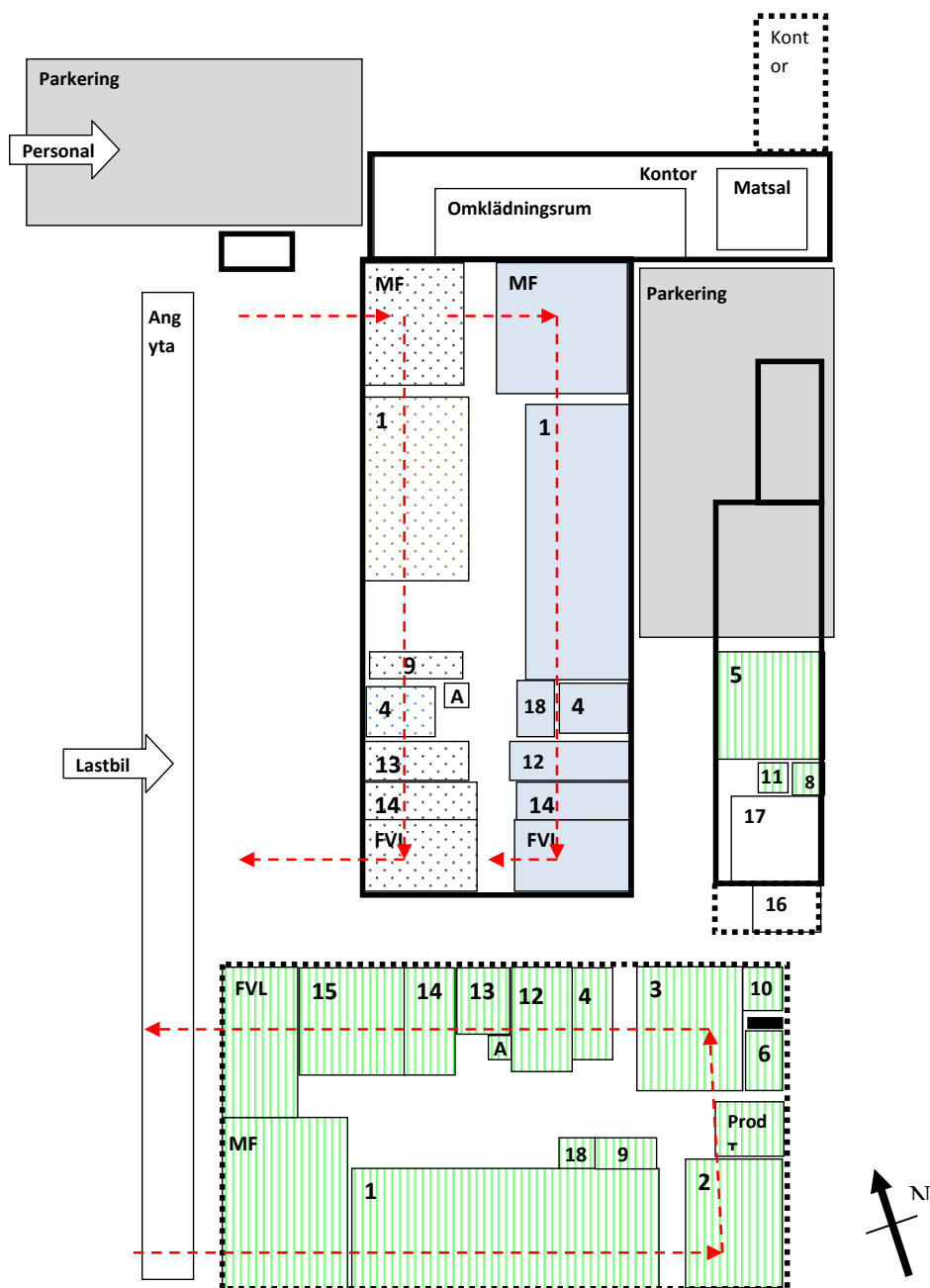
Figur 38 Förslag B justering av förslag 4.

Då angöringsytan för transporter nu finns på sidan av byggnaderna kommer gångtrafikanter och tyngre trafik inte blandas. Närheten för personal i den nya byggnaden till personalfunktioner har inte förbättrats. Flödet har blivit överskådligare vilket gör kommunikationen lättare och leder till viss förbättring av den inre förändringsmöjligheten. Avstånd mellan den nya och gamla byggnaden ska vara 10 meter, avståndet i ritningen är inte skalenligt.



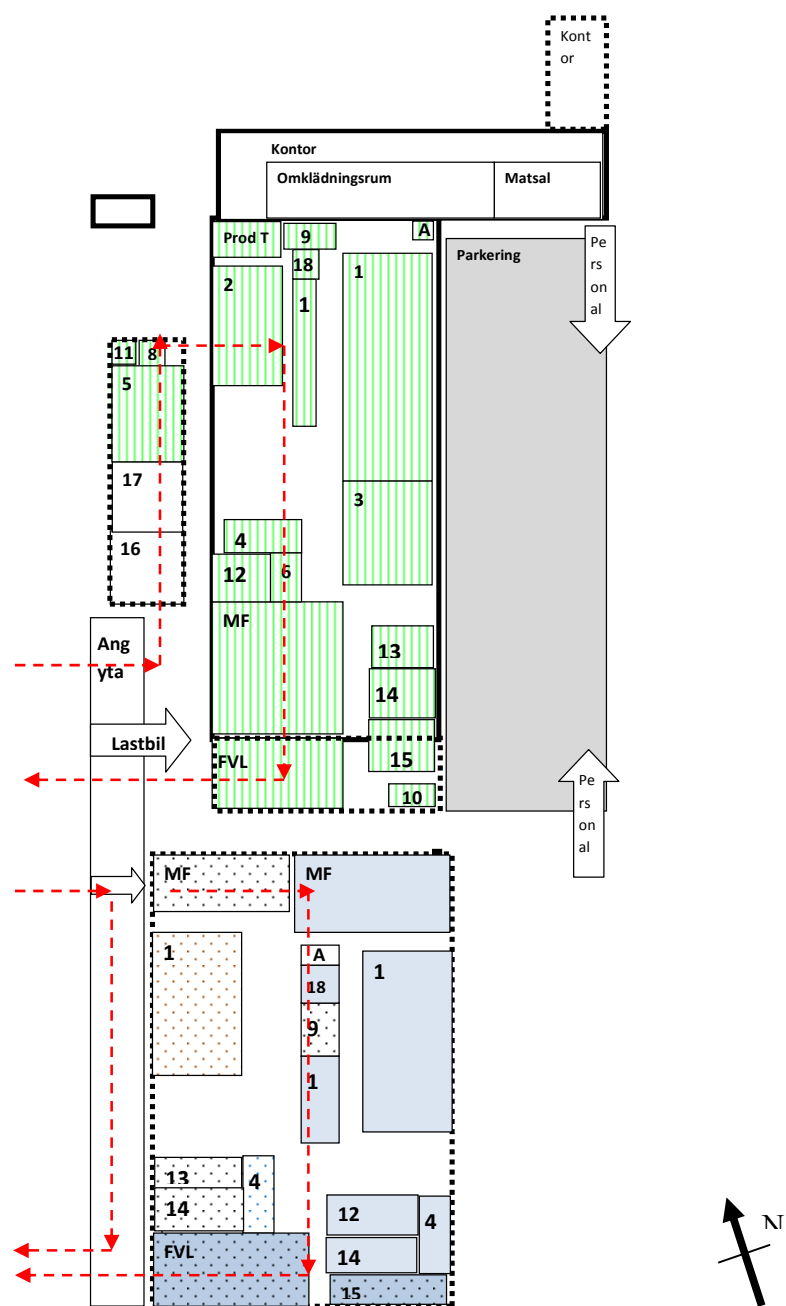
Figur 39 Förslag C justering av alternativ 6.

Den inre förändringsmöjligheten har ökat genom de bättre utformade funktionerna och det något större utrymmet för dem, framför allt för segment 2. Personaltrafiken kommer inte vara helt skild från lastbilstrafiken, dock är det bättre på grund av de färre lastnings- och lossningspunkterna då de färdiga produkterna från segment 2 skeppas genom lagret för segment 1, och material tas genom materialförrådet för segment 3. Närheten har till viss del förbättrats då dental-personalen kan gå inomhus till personalfunktionerna. Flödena i segment 2 och segment 3 har förbättrats med ökad tydlighet respektive närhet mellan funktionerna.



Figur 40 Förslag D justering av alternativ 8.

I detta förslag sågs inte så många möjliga förbättringsåtgärder. Den nya byggnaden har planerats om för att få bättre inre flexibilitet och överskådlighet. Närheten till personalfunktioner och investeringskostnaderna har ej förändrats för segment 3 då det hade krävt en helt ny planering.



Figur 41 Förslag E en sammanslagning och förbättring av layoutförslagen ovan.

I förslag E, i Figur 41, har segment 3 placerats i den befintliga byggnaden för att minimera antalet maskinflyttningar. Flödena i de andra segmenten kan göras tydiga och byggnaden kan göras större för att husera ytterligare expansion. Personalen i den nya byggnaden kommer få långa avstånd till personalfunktionerna. Vid expansion i anslutning till den nya byggnaden kan dock personalutrymmen placeras strax under förslagets parkering, då kan de enkelt nyttjas av personalen i båda byggnaderna. Ett alternativ är att personalfunktioner placeras i den nya

byggnaden. Personalutrymmen finns då i både den nya och befintliga byggnaden, effekten blir dock att personalen i olika byggnader inte integreras.

5.5.3 Area användning

Som kan ses i Tabell 25 ökar ytbehovet för alla de bearbetade förslagen jämfört med de ojusterade förslagen. Detta beror till stor del på att ytterligare expansionsområden inuti byggnaderna lagts till.

Tabell 25 Det totala nya areabehovet för de bearbetade layouterna jämfört med de ojusterade förslagen, i kvadratmeter.

	Kontor	Ny byggnad	Tillbyggnad	Totalt	Ojusterad layout	Differens
Förslag A	104	1895	377	1840	1582	258
Förslag B	104	1390	515	2377	1650	726
Förslag C	104	2348	60	2009	1551	459
Förslag D	104	2678	281	2512	2089	423
Förslag E	104	1305	431	3062		

Det finns möjlighet att uppföra totalt 6 845 kvadratmeter byggnadsyta om det förutsätts att exploateringsgraden är 50 %, alltså om hälften av tomtytan får bebyggas. Efter uppförande av något av de fem layoutförslagen ovan finns möjlighet att uppföra ytterligare byggnader på mellan 3 700 och 5 000 kvadratmeter.

De nya layouterna är dimensionerade så det skall finnas visst utrymme för expansion efter att omsättningen ökat till det dubbla. Trots det kommer nästa utbyggnation behöva planeras och projekteras inom bara något år efter att den nya byggnaden tagits i bruk. Om ny produktionsteknik hittas som gör att produktionen per tidsenhet kan bli högre än den nuvarande kan byggnaderna klara en större omsättning och utbyggnationer senareläggas.

För att uppskatta antalet år produktionen kan hysas i de nya byggnaderna mättes det lediga utrymmet samt den årliga ytbehovsökningen. I Tabell 26 visas det antal år produktionen kan inhysas i produktionsbyggnaderna utan ytterligare tillbyggnader, efter att omsättningen har fördubblats förutsatt att det sker år 6. Detta förutsätter att maskinbehovet årligen ökar på samma sätt även efter att omsättningen fördubblats.

Mätningar i layouterna gjordes för att uppskatta det lediga utrymmet efter omsättningen dubblats.

Den årliga areaökningen beräknas genom att dividera den totala ytbehovsökningen för dubbel omsättning för respektive produktionsindelning, med 6 år. För den funktionella indelningen är den årliga ökningen ca.200 kvm, för den flödesinriktade layouten är den ca.235 kvm.

Tabell 26 Antalet år produktionen kan hysas i byggnaderna i de framtagna förslagen, efter att omsättningen dubblerats, förutsatt att det sker år 6.

	Ledigt utrymme	Antal år
Förslag A	245	1,2
Förslag B	539	2,7
Förslag C	279	1,2
Förslag D	213	0,9
Förslag E	491	2,1

I Appendix 6. Huvudlayouter i detaljplanen finns förslagen på byggnadsutformning inritade i detaljplanen. Ytor som är lämpliga för framtida expansion har också markerats för respektive layoutförslag, A till E. Det visar några möjligheter på hur tomtarean kan användas för framtida expansion.

5.5.4 Påverkan under ombyggnation

Maskinförflyttningarna som krävs för alla layouter gör att produktionstid förloras, främst i maskinerna som flyttas. Är det många maskiner som skall flyttas kan det också påverka maskinerna som måste passeras. I förslag D där i princip alla funktioner byter plats kommer längre produktionsstopp behövas. De ny- och tillbyggnationer som behövs i de fem förslagen beräknas inte påverka den nuvarande produktionen under uppförandet. Dock kan de mest störande momenten tillsammans med större omflyttningar av maskiner göras då inga detaljer bearbetas, under lediga dagar eller sommaresemestern, för att minska påverkan på produktionen och leveranssäkerheten.

5.5.5 Kontorstillbyggnad

Det finns ett par möjligheter vad gäller användningen av den tillbyggda kontorsdelen. Nya kontor kan byggas i den och befintliga konferenslokaler kan användas och kontorsrum i de befintliga lokalerna kan byggas om till mindre besöksrum. En annan möjlighet är att konferenslokaler och besöksrum kan placeras i tillbyggnaden och dagens konferenslokaler kan göras om till kontor. En tredje möjlighet är att inga förändringar sker av dagens lokaler och att de nya kontor och besöksrum som behövs placeras i tillbyggnaden. De båda första förslagen medför att lokaler för besöksmottagning i stor utsträckning separeras från kontorsrummen. I det första förslaget kommer troligen något kontor eller funktion, som arkiv, finnas kvar i befintliga lokaler. Det andra förslaget skulle medföra att lokalerna där besökare tas emot kan se nya och fräscha ut.

Konsekvensen av det tredje förslaget är att mottagningsrum för besökare och kontorsrum blandas i båda byggnadsdelarna. Avståndet mellan kontorsrummen ökar och därför kan kommunikationen mellan kontorspersonalen försämrats något. Kostnaderna för det tredje förslaget väntas bli något lägre än för de två andra eftersom det inte kräver några ändringar i de nuvarande lokalerna.

En entré som är anpassade för personer med funktionsnedsättning bör byggas samtidigt som de resterande byggnadsarbetena utförs. Antingen kan dagens entré byggas om så att den möter kraven på tillgänglighet eller så kan en ny och tillgänglig entré göras till den nya kontorsdelen. För det andra förslaget är det lämpligt att också lokalisera receptionen till utbyggnaden och använda dagens reception för andra ändamål. Kostnaderna torde vara högre för det andra förslaget på grund av ombyggnationen av receptionen, kostnaden för en tillbyggd entré måste dock tas hänsyn till i det första förslaget. Vilket av förslagen som är lämpligast beror också på vad som placeras i tillbyggnaden, enligt diskussionen ovan. Placeras rum för besöksmottagning i tillbyggnaden torde det bästa alternativet vara att också förlägga entrén och receptionen i denna byggnadsdel.

5.5.6 Kostnadsanalys

Här uppskattas kostnaderna för de olika layoutförslagen. Till grund för beräkningarna ligger ytbehovet för byggnaderna samt utomhusareor som parkering och trafikytor för lastbilar, vilket kan ses i Tabell 27. Att utomhusareorna är olika för förslagen beror på att olika mycket av de befintliga ytorna används.

Beräkningarna har gjorts med tre olika metoder varav två är manuella beräkningar som är mycket lika varandra. Där används schablon kostnader för golv, stommar, väggar, målning och liknande. För uträkning¹ har kostnader för elinstallationer, VVS, ventilation och byggnads automation beräknats som påslag på byggnadskostnaden på 14, 12.5, 8 respektive 3.5 procent. För uträkning² har dessa kostnader beräknats som en kostnad per kvadratmeter byggnadsyta. På den totala byggnadskostnaden läggs också ett påslag på 10 % för projektering och projektledning.

Den tredje beräkningen är gjord med ett analysverktyg från Byggnalys som finns tillgängligt på internet⁷⁴. Där används den totala byggnadsytan och utomhusarean. Specifikationen för denna byggnad stämmer inte helt överens med specifikationerna på de beräknade layouterna, då de använder en schablon med 40 % kontorsyta i den nya lokalen och den beräknade layouten har en andel kontorsyta på ca 10 %. Dock torde denna siffra kunna tjäna som en övre uppskattning på kostnaderna, trots de olika andelarna kontorsyta. I denna beräkning antas att byggnadsblocken till industrilokalen inte görs på plats, utan endast monteras där. De beräknade kostnaderna ses i Tabell 27 nedan.

⁷⁴ http://calcnet.ciber.se/PriceBook.aspx_ 2012-04-12

Tabell 27 Kostnadsberäkning med tre uträkningsmetoder för de framtagna layoutförslagen.

	Ny byggnadsyta	Ny utomhusyta	Byggnalys	Uträkning1	Uträkning2
Förslag A	1840	1900	41 285 000	31 592 458	23 018 188
Förslag B	2377	2360	53 143 000	36 433 190	29 064 364
Förslag C	2009	1900	44 728 000	36 527 808	25 934 082
Förslag D	2512	2400	55 975 000	41 817 918	30 536 575
Förslag E	3062	2360	67 177 000	49 354 549	35 633 428

Som ses i tabellen varierar kostnadsberäkningarna relativt mycket mellan de olika metoderna, vilket beror på olika antaganden om material- och byggnationsval, andelar kontorsyta och dylika frågor. Dock anses det illustrera olika kostnadslägen som finns, vilka påverkas av de val som görs i projektet.

5.6 Riskanalys

Riskanalysprocessen som beskrivs i avsnitt 3.7 Risk i teorin används för att identifiera tänkbara risker för både projektet och företaget samt för att ta fram tänkbara åtgärder för att minimera sannolikheten att riskerna inträffar. För att få en effektiv riskanalys måste verksamhetens interna och externa tillgångar och resurser identifieras. Kapitel 4 används som grund för att identifiera olika säkerhetskrav. I det kommande avsnittet behandlas de fyra principiella stegen i riskhanteringsprocessen för detta fastighetsprojekt och andra risker.

5.6.1 Riskidentifiering

Det har identifierats tre olika huvudrisker som kan förekomma i olika delar av företaget och i fastighetsprojektet: affärsrisker, produktionsrisker samt projektrisker nedan listas några risker som identifieras inom huvudriskområdena.

Affärsrisker kan bland annat vara risker att:

- Leverantörer inte håller lovande priser eller leveransdatum.
- Samarbetspartners är illojala.
- Interna konflikter.
- För höga kostnader.
- Lönekostnad för medarbetarna stiger.
- Finanskris som påverkar marknaden.
- Försäljningsutveckling eller omsättningsökning inte blir som tänkt.
- Hot från konkurrenter.
- Kunder blir insolventa.

Produktionsrisker kan uppstå i form av:

- Maskinhaverier
- Brandrisk, explosioner.
- Olyckor
- Tekniska driftstörningar.
- Produkter uppfyller inte kvalitetskrav.
- Användning av fel material.
- Dålig spårbarhet.
- Inbrott
- Spionage
- Svårighet att rekrytera personal.
- Brist på motivation och engagemang hos personal.
- Trånga arbetsplatser.
- Nyckelkompetens försvinner.

De projektrisker som kan uppkomma vid ett byggprojekt är:

- Negativa attityder gentemot projektet.
- Felaktiga nyckeltal eller indata vid kalkylering.
- Tidsplanen överskrids.
- Budgetöverskridande
- Ingen ekonomisk marginal för risker.
- Tillståndsproblem, ex. företaget vill flytta transportvägar men får eller kan inte.
- Att målen inte nås dvs. layouterna blir inte så effektiva som tänkt.

5.6.2 Riskanalys

Alla sorts risker utgör hot och vissa hotar också företagets lönsamhet och överlevnad. Därför måste de identifierade riskerna från föregående steg analyseras och utvärderas. Analysen görs utifrån två viktiga parametrar nämligen sannolikhet och effekt, dvs. hur troligt är det att riskerna inträffar och vilka konsekvenser får det för företaget och projektet om riskerna inträffar. Vissa risker kommer att behandlas noggrannare än de andra beroende på hur relevanta riskerna är för företaget och projektet.

5.6.2.1 Affärsrisker

Det anses vara svårt att bedöma sannolikheten för inträffandet av affärsrisker, eftersom riskerna ofta beror på externa faktorer som företaget har mycket svårt att påverka. De kan också ha stor påverkan på företaget och projektet. Oavsett vilken risk det är, påverkar alla företagens lönsamhet och omsättning. Om omsättningsökningen inte blir som företaget har tänkt, antingen mindre eller större, påverkas fabriksplaneringen i form av att maskinbehovet kommer ändras, vilket leder till annat utrymmesbehov än beräknat. Därmed behöver byggnads- och produktionslayouterna granskas och möjligtvis kommer även projektets tidsplan samt den uppskattade budgeten

överskridas. Det ligger dock utanför projekt ramarna att ge en fullständig analys av affärsriskerna, men några kommer att tjäna som exempel.

Om kunder blir insolventa kan det få stora konsekvenser om de står för en betydande del av försäljningen, eftersom försäljningen till dessa kunder kommer att upphöra och utställda fakturor kan förbli obetalda. Sannolikheten att det skall inträffa anses vara liten till medel. Hoten från konkurrenter tros få medelkonsekvenser och sannolikheten att de inträffar är också medelstor. Om konkurrenterna lyckas bättre kommer det också innebära att försäljningstillväxten och eventuellt försäljningen kommer att minska.

Högre priser, exempelvis på löner och energi, kan påverka lönsamheten i företaget. Stigande materialkostnader antas inte påverka lönsamheten eftersom materialkostnaden endast bidrar till en liten del av kostnaderna. Sannolikheten att materialkostnaderna stiger anses vara på medelnivå och effekterna anses låga till medel.

5.6.2.2 Produktionsrisker

När det gäller produktionsriskerna är de direkt kopplade till layouten och fastighetsprojektet varför de analyseras mer ingående än affärsriskerna.

I dagsläget uppkommer i genomsnitt tre bränder under ett år som stör produktionen. De totala störningarna på produktionen är oftast relativt små, produktionen är ofta i full gång efter någon timme, dock kan större störningar uppkomma. Vid större störningar, kan leveransförseningar förekomma vilket sänker företagets servicenivå. Det har hittills aldrig skett någon explosion i produktionen sedan företaget startades, men om det inträffar en explosion, förstörs produktionen och företagets framtid kan sättas i fara. Därför anses risken ligga på medelnivå och effekten är på liten till hög nivå. Förekomsten av dessa händelser kan komma att öka då produktionen ökar.

Att fel material används anses vara en stor risk i ett komplext produktionssystem, då flöden korsar varandra och många liknande material lagras i materialförrådet. I företaget arbetas det mycket med spårbarhet, dock finns det risk för att misstag görs då många olika material hanteras. Användning av fel material kan orsaka bränder och möjligtvis explosioner. Produkterna uppfyller inte heller specifikationerna och stora problem kan uppkomma hos kunden. På grund av detta skulle man kunna förlora kunder och få stora kostnader och skadat varumärke. Sannolikheten anses relativt låg.

Svårigheter att rekrytera och behålla kompetent personal kan uppkomma och beror dels på hur attraktivt företaget är samt på konjunkturläget och arbetsmarknaden. En viktig tillgång som AC AB har idag är kvalitetsmedveten och engagerad personal, men det finns risk för att engagemanget försvinner. Det finns också risk för att nyckelkompetens försvinner. Sannolikheten anses låg men effekten medelstor.

De flesta maskinhaverier, 80-90 % orsakas av utmattningsbrott. Maskinhaverier, tekniska driftsstörningar och oplanerade stopp kan leda till långa stilleståndstider och kan bli ekonomiskt mycket kostsamma, effekterna anses därför vara medel till höga. Sannolikheten är svår att bedöma. Inbrott kan förekomma, sannolikheten att risken inträffar torde vara liten men konsekvenserna blir mycket stora då produktionen kan påverkas under en längre tid.

Det kan förekomma olyckor i flera olika sammanhang, exempelvis finns risk för att personal skall halka, skadas i trafikolyckor och av maskiner osv. Beroende på vilken typ av olycka det gäller är sannolikheten för inträffande olika, mellan låg och medelhög. Olyckorna kan drabba företaget på olika sätt, men framför allt påverkas produktionen om personerna blir sjukskrivna och rutiner i det dagliga arbetet.

5.6.2.3 Projektrisker med fastighetsprojekt

De vanligaste riskerna vid olika typer av projekt är överskridande av tidsplan och budget. Det är dock svårt att bedöma när de inträffar, dock är sannolikheten för det stor. Om överskridanden inträffar, påverkas företaget på olika sätt bland annat kommer produktionssäkerhet och leveranssäkerhet att minska, vilket i sin tur kan påverka lönsamheten på projektet och företaget. Ett aktuellt problem för detta projekt gäller tillståndsgivning. Layoutförslagen är framtagna så att byggnaderna passar in i detaljplanen och att arbetsmiljön är behaglig. Det finns dock risker att kommunen ställer andra krav, eftersom detaljplanen är gammal. Exempelvis finns risk för att företaget inte får placera en del funktioner där de önskas, t.ex. att transportvägar inte får flyttas på grund av att de skulle kunna störa grannarna. I fall det inträffar påverkas fabriksutformningen mycket.

Att layouterna inte blir så effektiv som tänkt, anses vara en av de relevanta riskerna i projektet. Sannolikheten anses vara stor dels om layoutförslagen är svåra att realiserar i verkligheten, dels om felaktiga indata har används vid kalkyleringen. Om försäljningen utvecklas åt andra håll än planerat påverkas layouteffektiviteten negativt. Om layoutmålen inte nås, påverkas verksamhetens produktionseffektivitet och ekonomiska effektivitet. Justeringar av layouten kan därmed behöva göras. Både sannolikheten och konsekvensen anses medelhöga.

Negativa attityder gentemot projektet kan uppkomma hos personalen. Orsaker till detta kan vara att personalen känner oro för hur projektet kommer påverka dem och att tryggheten i de gamla arbetsuppgifterna försvinner. Det kan leda till att motivationen försvinner och att arbetet utförs mindre effektivt under en längre period även efter uppförande av den nya byggnaden, tilliten för företaget kan också minska. Effekterna räknas som låga till medel med en medelsannolikhet för inträffande.

Det finns risk för att tillstånd för projektet inte beviljas eller tar lång tid att få. Handlingar som inte uppfyller de krav tillståndsgivarna har kan orsaka dessa risker. Sannolikhet och effekter beräknas båda vara medelhöga.

5.6.3 Riskprioritering

I detta steg jämförs riskerna mot det underlag som tagits fram i empirin för att utvärdera riskens betydelse. De risker som bedöms som acceptabla, hanteras inte vidare utan övervakas och utvärderas fortlöpande. De risker som inte bedöms som acceptabla bör hanteras och hanteringen av de största riskerna bör prioriteras. I denna avhandling, kommer riskerna bedömas utifrån hur relevant är de kopplad till fatighetsprojektet. Värderingen av riskerna gjordes integrerat med det förra steget där det bedömdes om sannolikheten och effekten var låg, medel eller hög. I det följande analyseras hanteringsmöjligheter för de flesta av de identifierade riskerna, vissa risker med små effekter har utelämnats.

Det är viktigt att komma med möjliga åtgärder för en del av de identifierade produktionsriskerna som ansetts sannolika eller som får stora konsekvenser. Dessa är framför allt brandrisk, olyckor samt användning av fel material.

5.6.4 Riskhantering

Som beskrivs i kapitel 3.7 finns det flera olika sätt att hantera de risker som prioriteras. De behandlingssätt som används i denna avhandling är huvudsakligen eliminering eller minimering. En gemensam säkerhetsåtgärd är att skapa beredskap för att olyckor kan inträffa. Tillbud bör också utredas så att förebyggande åtgärder kan vidtas för att undvika att det händer igen.

För att hantera brand- och explosionsriskerna kan flera åtgärder vidtas. Att bygga bandceller mellan olika avdelningar, funktioner och maskiner är en åtgärd som minimerar spridningen av bränder. En säkerhetsson bör också finnas mellan olika byggnader för att förhindra spridning av brand mellan dem, här kommer också utryckningsfordon kunna köra in. Området mellan byggnaderna bör, enligt boverkets byggregler, vara minst 8 meter. Detta bör också kontrolleras med aktuellt försäkringsbolag så de inte har andra krav. Personalen bör också utbildas så att de genom förebyggande arbete kan förhindra uppkomsten av bränder och explosioner. Fortlöpande utbildning av att hantera händelserna när de uppkommer bör också ingå.

För förhindra uppkomsten av olyckor där olika trafikslag är inblandade är det mest effektivt att helt skilja trafikslagen, så som gångtrafikanter, persontrafik och tung trafik, åt. Transportvägar för samt korsningar mellan trafikslagen bör tydligt markeras.

Risken för användning av fel material i produktionen kan minimeras genom att materialförrådet delas upp i olika delar så att materialen hela tiden finns åtskilda. Materialet bör också hela tiden förvaras i trälådorna för att minimera hanteringen och därmed risken för att olika materialstänger blandas. Vid kontroller och liknande bör rutiner fastställas så materialet lämnar lådorna så lite som möjligt och aldrig samtidigt som en annan materialbatch. Spårbarheten i produktionen kan upprätthållas och förenklas genom att separera olika produktflöden.

Om sjukfrånvaron ökar kan det betraktas som en varningssignal för att medarbetare börjar må dåligt. Löpande kommunikation främjar personalens motivation och minimera risken att

kompetens försvinner. Genom att utbilda personalen för att kunna hantera flera operationer, säkerställs produktionen vid tillfällen då flera operatörer är frånvarande. Utbildning kan också öka personalens motivation. Lagom mycket ansvar bör också ges personalen så att de känner att arbetet blir meningsfullt, detta kan minska sannolikheten för att kompetens försvinner.

För att minimera risken för att tidsplan och budget spricker vid projektering, måste en ny riskanalys genomföras varje eller varannan månad. Genom ständig övervakning, kontroll och uppföljning av projektet samt kommunikation både internt med personalen och externt med bland annat kommunen, kan problem och risker upptäckas i ett tidigt skede. Då kan åtgärder vidtas för att minimera händelsernas påverkan på hela projektet och stora förluster kan minskas.

Negativa attityder gentemot projektet torde kunna minskas genom att på ett tydligt sätt och i ett tidigt skede informera personalen om vad som kommer hända samt hur det kommer påverka dem. Det är också viktigt att ta till vara på personalens kompetens och få dem att känna sig delaktiga i projektet. Detta kan göras genom att låta dem komma med idéer och förslag på olika lösningar. Denna typ av delaktighet torde skapa motivation och engagemang samtidigt som oron för förändringen kan minskas.

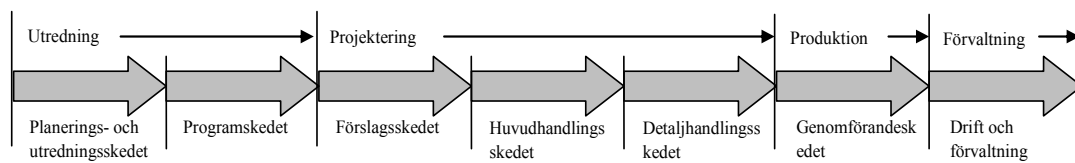
Affärsrisken med insolventa kunder kan minskas genom att se till att kunder fortsatt inte står för en stor del av företagets försäljning. För stort beroende av en kund kan vid problem för denna orsaka stor skada för AC AB. Företaget bör aktivt arbeta med att analysera de större kunderna till företaget för att kunna förutse om problem kan uppstå för dem.

6 Slutsats

Kapitlet börjar med rekommendationer till företaget för det fortsatta arbetet med projektet. De slutsatser som kan dras av projektet sammanfattas genom att frågorna ställda i problemformuleringen besvaras.

6.1 Rekommendationer till Advanced Component AB

I Figur 42 visas en typisk arbetsgång i ett fastighetsprojekt. Med de fyra huvudlayoutförslagen som tagits fram i detta arbete är en stor del av huvudhandlingsskedet utfört.



Figur 42 Tidsplan för fastighetsprojektet.⁷⁵

I nästa steg bör de fem planförslagen utvärderas, så att ett slutförslag på huvudlayout kan väljas. Författarna rekommenderar dock att AC AB arbetar vidare med förslag E eftersom flödena i produktionen är tydligare än i de andra förslagen och på grund av placeringen finns goda expansionsmöjligheter. En detaljutformning av lokalerna, där arbetsplatserna utformas och maskiner och annan utrustning ritas in i ritningar, bör göras för det valda förslaget. Det är möjligt att huvudlayouten behöver justeras för att kunna förbättra kommunikationen inom en funktion eller för att åstadkomma en bättre organisation. I detaljhandlingsskedet ingår också att göra en tidsplan för genomförandet av projektet.

Kontakt med relevanta myndigheter bör hållas i denna fas för att undvika behov av att göra om arbete eller förskjuta tidsplanen. En ansökan om bygglov skall göras så snart detta är möjligt, för att arbetet skall kunna fortskrida. För att ansöka om bygglov krävs en beskrivning av verksamheten och detaljerade ritningar med materialval till fasader och dylika uppgifter. I vissa fall behövs också en miljökonsekvensbeskrivning samt förslag till skyddsåtgärder och kontroll, dock anses AC AB inte behöva detta eftersom verksamheten inte klassificeras som miljöfarlig. Ibland kan dock kommunen kräva in dessa handlingar av andra orsaker. Det är därför viktigt att hålla löpande kontakt med myndigheterna genom hela projekterings- och genomförandefaserna så att problem och missförstånd undviks.

För att genomföra projektet föreslås att företaget antingen använder generalentreprenad med konsulter för projekteringen så konsulternas expertkunskaper kan utnyttjas, eller totalentreprenad. I båda fallen har AC AB små eller inga möjligheter att genomföra förändringar i uppdraget efter tecknande av ett kontrakt. När företaget bestämt vilken entreprenadform som skall användas kan

⁷⁵ Bergenståhl & Perborg

anbud begäras in från ett antal entreprenörer. Det kan hända att en entreprenör erbjuder högre pris men kortare tid och en annan erbjuder lägre pris men längre tid. Skillnaden i tid innebär skillnader i kassaflöde för bland annat räntekostnader, produktionsorder som ej kan accepteras och dylikt. För att ge en rättvis jämförelse mellan de verkliga kostnaderna för olika bud är det viktigt att ta hänsyn till kostnader genererade av olika tider för uppförandet.

När byggandet är avslutat bör en efterkalkyl göras, där de verkliga projektkostnaderna skall sammanställas så att de kan jämföras med den ursprungliga kalkylen. En utvärdering bör också ske av projektet som helhet. Dessa steg ger värdefulla erfarenheter för framtida projekt.

I de framtagna förslagen kan omsättningen, efter att den fördubblats, fortsätta öka under ett par år utan att ytterligare tillbyggnader behöver göras. Det rekommenderas att företaget börjar planera inför kommande fastighetsprojekt redan nu eftersom det huvudlayoutförslag som väljs kommer påverka framtida utbyggnadsmöjligheter. Detta arbete ingår i framtagandet av en strategisk fastighetsplan som skall stödja företagets långsiktiga strategiska mål. Företaget rekommenderas också att hela tiden hålla sig ajour med den tekniska utvecklingen då den kan påverka det framtida maskinbehovet och därmed utrymmesbehovet.

I alla förslag kommer kontorsbyggnaden att behöva expanderas, samtidigt som lokalerna måste göras tillgängliga för funktionshindrade. Tre förslag på användning av den nya kontorsbyggnaden har diskuterats, det anses bäst att placera funktionerna för besöksmottagning i tillbyggnaden och låta kontorsrummen vara i den äldre delen. Detta ger en trevlig miljö för besökare samtidigt som befintliga kontorsutrymmen kan fräschas upp. Med denna placering av rum är lösningen med en ny reception samt en entré för kontorspersonalen och besökare i den nya kontorsdelen att rekommendera.

De nya produktionslayouterna bidrar till smidigare flöden, vilket jämfört med idag innebär minskat avstånd mellan funktionerna och minskning av antalet korsande flöden. Problemen med långa avstånd till personalutrymmen och parkering har dock inte blivit lösta i de framtagna förslagen. Eftersom dessa funktioner inte besöks ofta bedöms effekterna av de långa avstånden bli små. Hänsyn kan tas till detta inför ytterligare expansion. För att minimera antalet olyckor mellan olika trafikslag bör möten dem emellan undvikas. Därför skall tillfartsvägar för tyngre trafik respektive personbilar och cyklar vara tydligt markerade och separerade från varandra.

Produktionen idag är välorganiserad, men det finns det möjligheter att bli bättre. Det finns en metod, kallad 5S, som företaget kan tillämpa. Dessa fem S står för: Sortera, Systematisera, Städa, Se till och Standardisera. Genom att tillämpa 5S kan onödiga saker sorteras bort och allt kvarvarande tilldelas en märkt plats nära platsen för användning. Metoden ger företaget möjlighet att minska skaderisken, tidsåtgången i produktionen och på kontoret. Dessutom uppnår man en trevligare arbetsplats.

Slipningen ockuperar en del utrymme i produktionen och utnyttjandegraden är låg. Verksamheten alstrar högt ljud vilket försvårar placering av funktionen, då den inte bör ligga nära verksamhet som kräver hög koncentration. Det finns två möjliga alternativ: det ena är att AC AB köper in slipningen från en underleverantör på samma sätt som man köper in härdning och montering; det andra är att företaget behåller verksamheten. För att göra slipavdelningen lönsammare och öka beläggningen kan AC AB dela funktionen med andra företag eller specialisera sig inom området och blir underleverantör åt andra företag.

Det rekommenderas i analysen av maskinbehov att vissa funktioner så som tvättmaskinsgruppen fördubblas för att öka kapaciteten. Det gör att problem med flaskhalsar kan minskas något. Eftersom köerna innan tvätten idag inte är särskilt långa blir den största vinsten att buffertarna i funktionerna efter tvätten kan reduceras. Ytbehovet i funktionerna kan därmed minskas, dock anses skillnaden marginell, en större skillnad är att genomloppstiderna för detaljerna blir kortare, mindre kapital binds i produkter och kunder kan få sina produkter något snabbare.

Ett par av de största problemen som AC AB har idag är hög ställtid och hög kassaktionsandel i produktionen, vilket beror på produkternas variation och komplexitet. Dessa problem leder till ökade styckkostnader och långa cykeltider. AC AB bör arbeta med att minska dessa problem. En möjlighet att minska den totala ställtiden är om företaget kan förhandla med sina kunder om att kunna producera större kvantiteter per gång. Bra planering kan också se till att ställtiderna blir så korta som möjligt, eftersom ställtiderna varierar beroende på vilken produkt som producerats innan. Höga kassaktionsandelar uppstår då nya produktionsbatcher påbörjas samt vid verktygsbyten, eftersom toleranserna på olika mått är mycket liten. Därför minskas också antalet kassaktioner när antalet produktbyten i en maskin blir färre.

Vid tillverkning av provserier uppstår en hög kassaktionsandelen på grund av detaljernas komplexitet som gör det svårt att finna rätt maskininställningar samt otydligheter om kundkrav och önskemål. Det är därför viktigt att ha en löpande diskussion med kunderna så att felaktigheter och ytterligare krav kan upptäckas i ett tidigt skede och man kan finna bättre lösningar.

Det är av yttersta vikt att ha ett väl strukturerat materialförråd. Det kan eliminera tidsslöseri för letande efter material samt minska risken för att fel material används till en produkt. Om det blir aktuellt med ett gemensamt materialförråd bör det delas in i flera avdelningar så att olika material förvaras åtskilt. Materialet bör också förvaras i trälådorna för att minimera hanteringen och därmed risken för att olika material blandas. Vid kontroller och liknande bör fasta rutiner finnas så man underviker att materialet plockas ur lådorna, det gäller speciellt så material från andra lådor ej tas ut samtidigt. Det finns verktyg som kan underlätta arbetsrutinerna i materialförrådet. Istället för att personalen ska läsa av följesedlar och registrera detta i datasystemet, finns det digitaliserade verktyg som automatiserar materialidentiferingen. Bland annat finns scanners som läser av streckkoder så att informationen för material kan överföras till lagerhanteringssystemet. Detta kräver att streckkoderna innehåller information som kan användas i systemet. Om

informationen inte är kompatibel kräver det att leverantörerna måste addera ytterligare en etikett vilket, med tanke på inköpsens storlek, kan vara svårt att driva igenom. Möjligheten bör undersökas eftersom fördelarna anses betydelsefulla på grund av det stora antalet material samt lagerplatser som behövs.

Det är viktigt att vara riskmedveten. Vanligtvis bör en riskanalys göras minst en gång per år för löpande verksamhet. Riskanalysen som har presenterats i detta arbete kan betraktas som en första analys för fastighetsprojektet, den behöver dock kompletteras av AC AB. Sedan rekommenderas att en riskanalys utförs minst var tredje månad under genomförandefasen. Kommunikation är ett centralt verktyg beträffande riskanalysen, såväl internt som externt. Det är viktigt att företaget övervakar och följer upp alla tillbud som inträffar.

För att undvika beroende av enskilda personer och att nyckel kompetens försvinner då personal pensioneras, byter jobb eller är sjuka rekommenderas AC AB satsa på att utbilda personalen så att var och en kan hantera flera olika uppgifter eller maskiner.

6.2 Frågeställningar

Eftersom syftet med projektet var att finna olika lösningar på layouter för en ny fabriksbyggnad är det svårt att dra några slutsatser relaterade direkt till syftet. I rapporten kan dock ses att flera förslag till layouter har tagits fram. Den andra delen av syftet var att studera den nuvarande situationen och identifiera förbättringsåtgärder. I delar av analysen samt i rekommendationen ses några undersökta områden och möjliga åtgärder som För att bättre utvärdera huruvida målet uppnåtts används de frågeställningar som identifierades i projektets början.

Var skall den nya byggnaden placeras i förhållande till den befintliga?

Placeringen av den nya byggnaden beror på storleken samt utformningen av den. Detta begränsas av formen på och mängden ledigt utrymme på företagets tomt i dagsläget samt de krav detaljplanen ställer. Beroende på vilket förslag företaget väljer att arbeta vidare med placeras den nya byggnaden på olika sidor av den befintliga fabriken. I förslag B, C, D och E positioneras den nya byggnaden på södra sidan, medans den i förslag A är belägen på den västra sidan av den nuvarande byggnaden.

Hur skall byggnaderna integreras med varandra, så att logistiken fungerar på ett optimalt sätt?

I alla förslag, förutom förslag A, anses integrationen i form av materialflöde mellan de olika byggnaderna vara låg. Vid framtagningen av de första layoutförslagen gavs integrationen mellan byggnader med tanke på personalflöden, exempelvis mellan arbetsplatser och personalutrymmen som omklädningsrum, liten vikt eftersom besöken per dag är få. Frågan om integration har därefter analyserats och förbättringsförslag identifierats.

Vad som bör prioriteras av materialflöde eller personalflöde kan bli ett dilemma då layouter utformas. I detta projekt har prioriteringen fallit på materialflödet eftersom det är mest frekvent.

De mest frekventa delarna i personalflödet antas också följa materialflödet då produkterna ofta transporteras för hand. Resterande delen av personalflödena gavs som beskrivits ovan liten vikt. Det finns andra löningar till problemet där båda flödena ges en hög vikt, men ofta leder de till andra konsekvenser såsom hög investeringskostnad eller försämrad kommunikation mellan byggnaderna.

Hur skall layouten inuti de olika byggnaderna se ut?

Två principer för produktionslayouter, flödesorienterad och funktionellt orienterad produktion, har använts vid planering av layoutförslagen. Det går även att kombinera dessa principer för att passa produktflödet bättre. Alla förslag som i rapporten kallas flödesorienterade är kombinationer mellan principerna, där produktionen för två av segmenten är flödesorienterade medan det tredje är funktionellt orienterat. Målet är att få ett så smidigt flöde som möjligt med hänsyn till arbetsmiljö och riskhantering.

Hur stor kommer den nya byggnaden eller tillbyggnaden vara?

Storlek på ytan som behövs för utbyggnaden för respektive layoutförslag bestämdes i första hand utifrån beräkning av framtida utrymmesbehov för de olika funktionerna, sedan tas även hänsyn till inre expansionsmöjligheter. Med tanke på att omsättningen ska fördubblas bör ytbehovet åtminstone vara 50 % större än idag. Resultaten i form av utrymmesbehov verkar rimliga då byggnadsytan i huvudlayoutförslaget med det minsta utrymmesbehovet är 75 % större än dagens byggnadsarea.

Hur ser kapaciteten ut i alla operationssteg?

Den nuvarande utnyttjandegraden för maskinerna beräknades genom att ta reda på antalet produktionstimmar per maskin samt den totalt möjliga maskintiden under förra verksamhetsåret. Utnyttjandegraden ger den lediga kapacitet som finns. Det framtida maskinbehovet beräknades sedan med hjälp av utnyttjandegraden och produktionsökningen.

Finns det tillgänglig kapacitet som alla lokaler kan utnyttja efter en produktionsökning?

Genom att göra en analys av maskinredundansen för olika segment sågs hur olika byggnader kunde använda svarvarna. I analysen kan ses att vissa andra funktioner så som trumling kommer vara gemensamma. Det har också konstaterats att båda byggnaderna kommer använda samma administrativa personal samt personalfunktioner, men parkeringar och omklädningsrum måste utökas. Därmed anses frågan besvarad.

Vilka risker kan finnas med att verkställa fastighetsprojektet? Hur ska risker hanteras så sannolikheten för framförallt produktionsstörningar och leveransförseningar minimeras?

Flera möjliga risker har identifierats som kan beröra företaget och projektet, dessa har delats in i tre huvudtyper: affärsrisker, produktionsrisker och projektrisker. Förslag på åtgärder för dessa risker har identifierats. Riskanalysen som gjorts i avhandlingen betraktas som den första för fastighetsprojektet. Den bör vanligtvis göras under förberedelsefasen för projekten. Analysen har gjorts på en detaljerad nivå, dock behöver den kompletteras av företaget.

Hur ska företaget gå vidare med detta anläggningsprojekt?

Rekommendationerna i början på kapitel 6 beskriver hur företaget kan arbeta vidare med fastighetsprojektet.

7 Diskussion

I kapitlet diskuteras arbetet och de framtagna resultaten. Generaliserbarheten av resultat och metoder behandlas också.

Resultatet som har kommit fram till i detta projekt är de fem huvudlayoutförslagen. Målet med arbetet anses vara uppfyllt då studiens ursprungliga frågor besvarats under arbetsgången för framtagningen av dessa förslag. I början av arbetet hade författarna ambition på att arbeta djupare med företagets materialhanteringssystem eftersom det ansågs vara ett område där förbättringar kunde göras. Fokus på detta har dock minskat dels beroende på tidsbegränsningarna för projektet och dels beroende på att företaget själva har genomfört åtgärder för att förbättra systemet under tiden för projektet.

De teorier som använts i studien bidrog till en solid informationsbas och användes senare som inspirationskällor genom arbetet. Teorierna har främjat förståelsen för insamlad data och stöttat analyserna. Eftersom en stor del av analysen bygger på SLP-metoden och strukturen i den, kunde den eventuellt förklarats mer ingående i teorin.

Trots att SLP-metodiken inte har vidareutvecklats mycket sedan 60-talet betraktas den fortfarande som en bra metod för planering av fabrikslayouter på grund av det systematiska tillvägagångssättet. Dock kan resultaten variera beroende på vem som använder metoden. Följande två exempel tas upp:

- Vid framtagning av huvudlayouter i steg 5 där syftet är att få ett optimalt flöde kan förslagen se helt olika ut beroende på vilka idéer personen har.
- Eftersom det inte finns strikta regler för hur förslagen i steg 7 skall värderas kan subjektiva åsikter påverka resultaten.

Om författarna hade valt en annan metod för att stödja utformningen av fabrikslayouter med hade det troligtvis inverkat på resultaten. Det finns bland annat matematiskbaserade verktyg där storlekar på funktioner och samband dem emellan skrivs in och därefter räknar verktyget ut en optimal layout. Det sker på ett mer objektivt sätt genom användning av någon form av flödeskalkyl, vissa verktyg tar också hänsyn till sannolikheter för och förändringar i flöden. Dock har denna typ av verktyg sina begränsningar, bland annat att blir systemet svårare att använda ju fler funktioner det finns. I detta fall finns relativt många funktioner varför ett verktyg av detta slag inte ansetts användbart.

Data som samlas in ligger till grund för arbetet och beroende på hur svaren från intervjuer och diskussioner, som i vissa fall kan vara väldigt subjektiva, uppfattas påverkas resultaten av arbetet. Dessutom kan personer med olika ansvarsområden i företaget ha olika uppfattningar om samma fråga och då har svårigheterna legat i att använda rätt åsikt vid rätt del i arbetet.

En viktig beståndsdel som kan påverka huvudlayoutförslagen är indelning i olika segment. Det är troligt att de slutgiltiga förslagen hade sett annorlunda ut om indelningen skett på ett annat sätt, eftersom flödet för olika segment påverkar planeringen av produktionslayouten. Däremot borde det inte bli några stora skillnader i utrymmesbehov, eftersom maskinbehovet inte förändras så mycket för olika segmentindelningar då det totala behovet av produktionstimmar är detsamma.

Under arbetet har andra liknande examensarbeten använts som benchmarking. Flera författare har applicerat SLP-metoden dock har de studerade arbetena haft betydligt fler begränsningar än vad detta projekt har, i form av bland annat krav på byggnader. I en del projekt används även simuleringar för att exempelvis undersöka flöden eller buffertar i produktionen. Tidigt i detta projekt bestämdes att simuleringar inte skulle utföras för att beräkna storlekar på buffertplatser eftersom buffertyorna är små vilket beror på att produkterna är mycket små. I detta projekt lades fokus på att undersöka maskinutnyttjande och maskinbehov, vilket kan ses som en typ av simulering.

De specifika resultat, som huvudlayouterna, vilka arbetats fram anses inte möjliga att generalisera för andra projekt och företag. Det beror på att resultaten anses specifika för de omständigheter som råder då projektet genomförs. Funktionerna och dess placering förändras beroende på olika indelningar, maskinbehov samt produktflöden, och det anses inte möjligt att finna andra företag med tillräckligt lika förutsättningar för att resultaten skall kunna användas.

Däremot är det fullt möjligt att i andra projekt använda de tankesätt och metoder som presenterats i analyskapitlet. SLP-metodiken är allmänt hållen och kan användas för projekt under mycket olika omständigheter. Tankesättet kring indelning i olika segment och användning av funktionellt strukturerade respektive flödesorienterade produktionslokaler kan tillämpas i olika projekt. Andra företag kan också använda metoderna för beräkning av framtida maskinbehov och utrymmeskrav.

För detta företag har några områden identifierats inom vilka det kan vara intressant att bedriva forskning. Studier kan utföras kring hur väl produktionsplaneringen faller ut, för att undersöka huruvida begagnandet av andra metoder skulle ge positiva effekter. Ställtiderna och dess beståndsdelar kan studeras för att finna möjligheter till reduktioner i dem.

Referenser

Böcker

Bartholdi J.J. & Hackman S.-T., *Warehouse and distribution science*, utgåva 0.93, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 2010

Bellgran M. & Säfsten K., *Produktionsutveckling – Utveckling och drift av produktionssystem*, Studentlitteratur, Lund, 2005

Denscombe M., *Forskningshandboken*, studentlitteratur, Lund, 2000

Holme I.M. & Solvang B.K., *Forskningsmetodik - om kvalitativa och kvantitativa metoder*, 2 upplagan, Studentlitteratur, Lund, 1997

Höst M., Regnell B. & Runeson P., *Att göra examensarbete*, Studentlitteratur, Lund, 2006

Oskarsson B., Aronsson H. & Ekdal C., *Modern Logistik - för ökad lönsamhet*, upplaga 3, Liber AB, Malmö, 2004

Robson C., *Real World Research*, upplaga 2, Blackwell Publishing Ltd, Victoria, 2002

Ståhl J.-E., *Industriella Tillverkningsystem del II – länken mellan teknik och ekonomi*, 2 upplagan, Lunds universitet, Lund, 2010

Tompkins J.A., White J.A., Bozer Y.A. & Tanchoco J.M.A., *Facilities planning*, 3 upplagan, John Wiley & Sons inc, 2003

Wallén G., *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*, 2 upplagan, studentlitteratur, Lund, 1996

Yin R.K., *Case study Research - Design and methods*, 3 upplagan, Sage Publications, Thousand Oaks, 2003

Artiklar

Drira A., Pierreval H. & Hajri-Gabouj S., 'Facility layout problems: A survey', *Annual Reviews in Control* 31, 2007, s. 255–267

Krishnan K.K, Jithavech I. & Liao H., 'Mitigation of risk in facility layout design for single and multi-period problems', *International Journal of Production Research*, Vol. 47, No 21, 2009, s.5911-5940

Webbaserade källor

http://www.kamp.se/pdf/Riskanalys_en%20beskrivning_version1.0.pdf, 12 april 2012

<http://calcnet.ciber.se/PriceBook.aspx>, 12 april 2012

<http://www.seveso.se/sv/Vagledningen/Begrepp-och-riskanalys/Riskanalys/>, 13 april 2012

SIS, Svensk Standard, www.sis.se, 2012-04-14

Muntliga källor

Micanovic D., Planchef, Byggnadsnämnden, Växjö kommun, 5 december 2011, 15:00

Appendix 1. Intervjuguide

Inför varje intervju eller samtal med respondenter, har frågeställningar identifierats vilka behövde besvaras för det fortsatta arbetet. Följande är en mall som använts som en guide för intervjuarna. Frågorna är inte klargjorda på en och samma tidspunkt, utan mallen har ständigt utvecklats under arbetet. Guiden följer inte någon kronologisk ordning men är indelad efter områden. Flera av frågorna ställdes till mer än en person för att ge en nyanserad bild av området. Svaren bör klarlägga hur olika delar av verksamheten fungerar; hur produktionen ser ut idag; hur den kommer se ut i framtiden; hur lager hanteras samt vilka åsikter har personalen om dagens verksamhet.

Byggnad

- Skall vi avgränsa oss till att titta på antingen en nybyggnad eller tillbyggnad? Bör båda utvärderas?
- Hur är byggnadernas skick? Är några byggnader av sämre skick?
- Hur länge räknar ni med att ni kan använda de befintliga byggnaderna?
- Är det något område på tomten som ni inte vill eller kan bebygga?

Produkter

- Hur många produkter tillverkar ni idag?
- Hur ser trenden ut med nya produkter?
- Hur stor andel tillhör respektive produktgrupp i tid och volym?
- Hur ser livslängden ut för produkterna, har de flesta produkterna en kort eller lång produktlivscykel?
- Hur stora är era största produkter?
- Transporteras alla produkter i små korgar?
- Vilka krav har kunder inom olika segment?

Inköp

- Hur jobbar ni med inköp?
- Vilka material används till vilka produkter?
- Hur många olika sorters material finns det och i vilka mängder?
- Hur många ton köps in per år?
- Använder ni några verktyg vid inköp?
- Används beställningspunkter och specifika orderstorlekar? Hur har dessa i så fall bestämts?

Produktion

- Hur mycket har produktionen ökat de senaste åren?
- Hur planeras produktionen?
- Hur rapporteras producerade timmar?
- Hur estimeras produktionstiden?

- Vilken tid går åt för att tillverka de olika produkterna i respektive maskin osv.?
- Hur stor andel överproduktion räknar du med?
- Hur prioriterar du mellan orders?
- Händer det ofta att ni får be kunder om senare leveranser? Hur ofta och vad beror det på?
- Produktion av de olika produkterna, hur går den till? Färdigställs produkterna i en maskin eller går de genom flera maskiner i olika bearbetningssteg?
- Fungerar flödet på liknande sätt för alla produkter tillhörande en viss produktgrupp?
- Finns det planer på att förändra produktionen i framtiden?
- Produktionspolicy: mot order/lager/prognos?
- Hur många veckor per år stängs produktionen ner?
- Hur ofta sker olyckor? Brand som stör produktionen?
- Hur hanterar ni bränder? Hur länge störs produktionen om det händer något?
- Hur mycket personal finns på de olika skiften?
- Vad är orsaken till att ni inte har ökat personalen i samma utsträckning som ni har ökat försäljningen/ produktionen?
- Hur mycket personal funderar ni på att anställa?

Materialhantering

- Hur upplever ni arbetet idag?
- Vem har ansvaret för att ta ut och sätta tillbaka material i förrådet? Är dessa personer alltid stationerade här?
- Finns något datorbaserat system för materialhanteringen?
- Hur ser lagringsprocessen ut i dagsläget?
- Vilka material går till garaget? Hur bestäms detta?
- Använder du truck när du kör ut material till produktionen?
- Vilka materialhanteringspolicys används i dagsläget? Och hur säkerställs att denna policys efterföljs? Finns det problem med att följa dem?

Färdigvarulager

- Händer det att det blir fel gods som skeppas?
- Hur fungerar det på vintern?
- Hur upplever ni arbetet idag?
- Vem har ansvaret för att sätta in produkter på rätt plats i lagret?
- Är dessa personer alltid stationerade här?
- Är det samma personer som packar ordern?
- Finns något datorbaserat system för materialhanteringen?
- Hur ser lagringsprocessen ut i dagsläget?
- Hur ofta sänds produkter iväg?
- Är det ni som lastar ut de packade varorna till bilarna?

Lager för återvinningsmaterial

- Hur fungerar återvinningssystemet?
- Hur ofta töms tunnorna?
- Blandas olika typer av material?
- Var placeras godset?
- Varför placeras det på denna plats?
- Hur mycket spill blir det per dag?

Försäljning

- Hur mycket har försäljningen ökat det senaste?
- Tillåts kunderna beställa vilken kvantitet som helst?
- Finns det några incitament för kunderna att minst beställa den uträknade partistorleken?
- Hur räknar ni partistorleken?
- Ser ni att produkterna som säljs kommer förändras väsentligt i framtiden? Både variant och volym?
- Hur ser du att de olika segmenten kommer att utvecklas i framtiden?
- Hur ser trenderna ut, när det gäller livslängder och liknande?
- Vilken strategi anser du att ni använder och bör använda för att vara konkurrenskraftig på marknaden?
- Hur kommer ökningen av omsättning sker?
- Hur ser de nuvarande relationerna till kunderna?
- Har ni som mål att hjälpa kunder med produktutvecklingen?
- Hur stor andel av er försäljning sker inom Sverige? Vill ni exportera en större andel?

Övriga

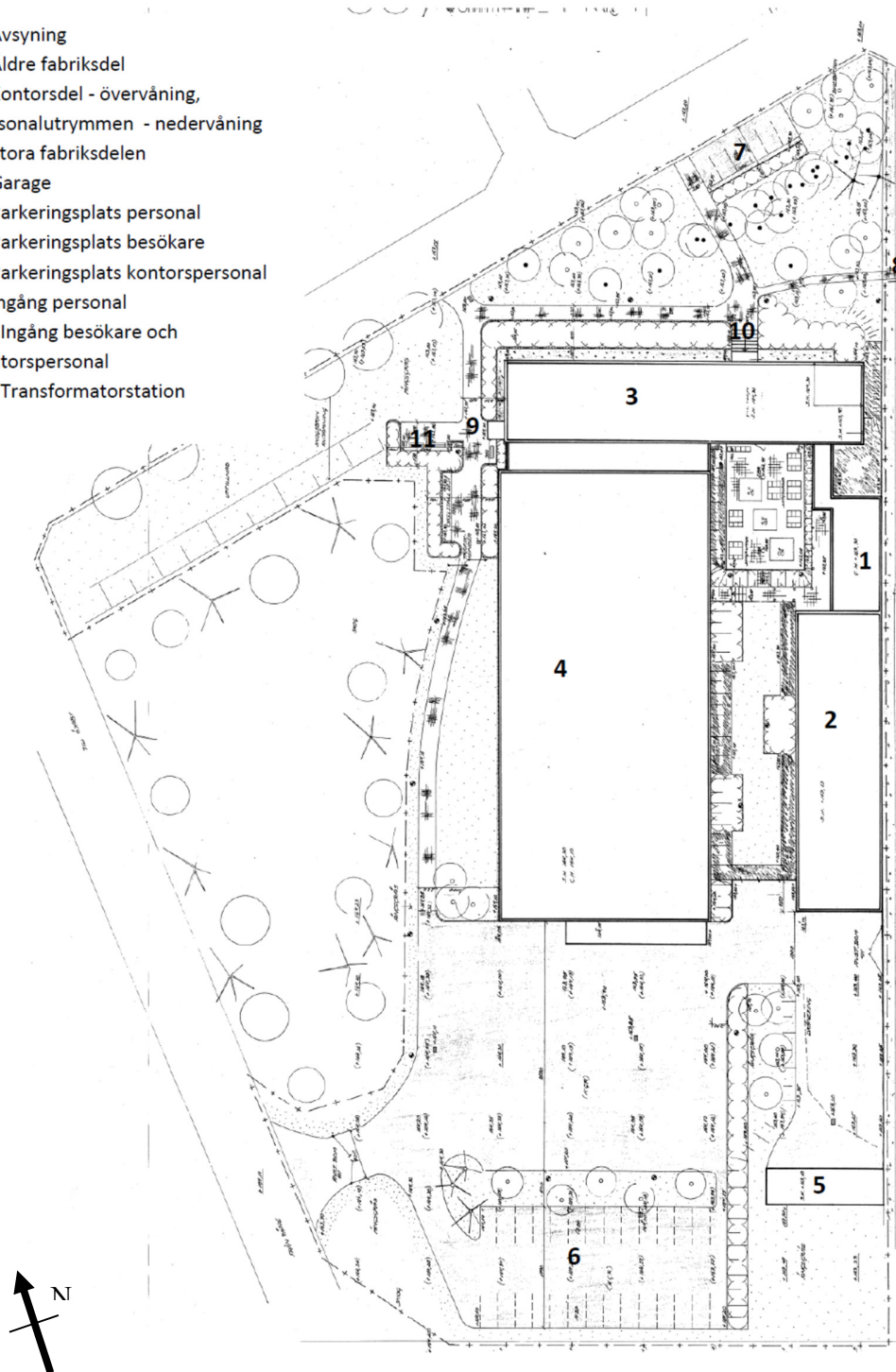
- Finns det omklädningsrum?
- Har ni fått klagomål gällande bullernivåerna i fabriken från grannar?

Om företaget

- Vad är företagets vision och framtida mål?
- Hur tar personalen sig till jobbet?

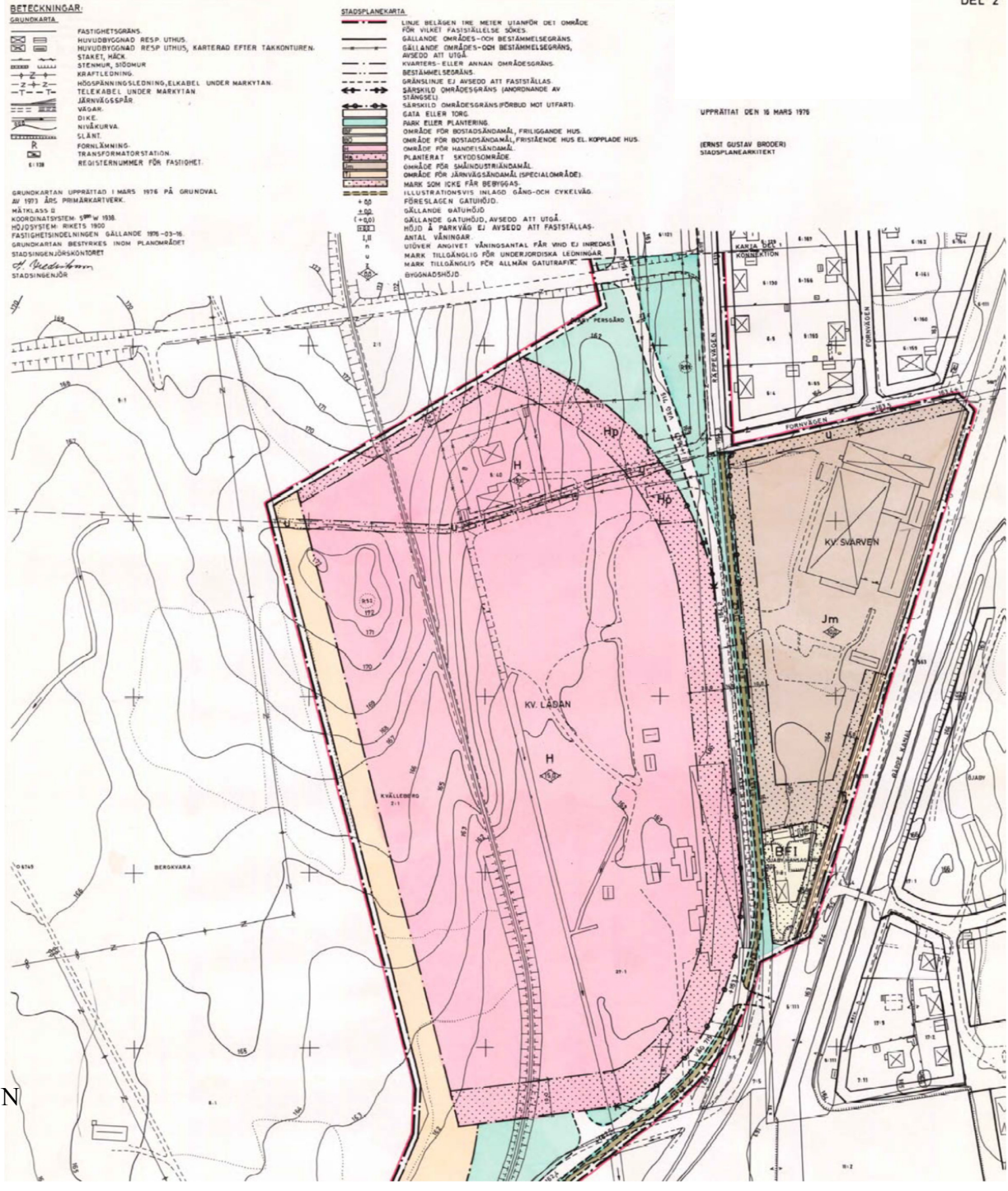
Appendix 2. Karta över tomten

- 1: Avsugning
- 2: Äldre fabriksdel
- 3: Kontorsdel - övervåning,
Personalutrymmen - nedervåning
- 4: Stora fabriksdelen
- 5: Garage
- 6: Parkeringsplats personal
- 7: Parkeringsplats besökare
- 8: Parkeringsplats kontorspersonal
- 9: Ingång personal
- 10: Ingång besökare och
kontorspersonal
- 11: Transformatorstation

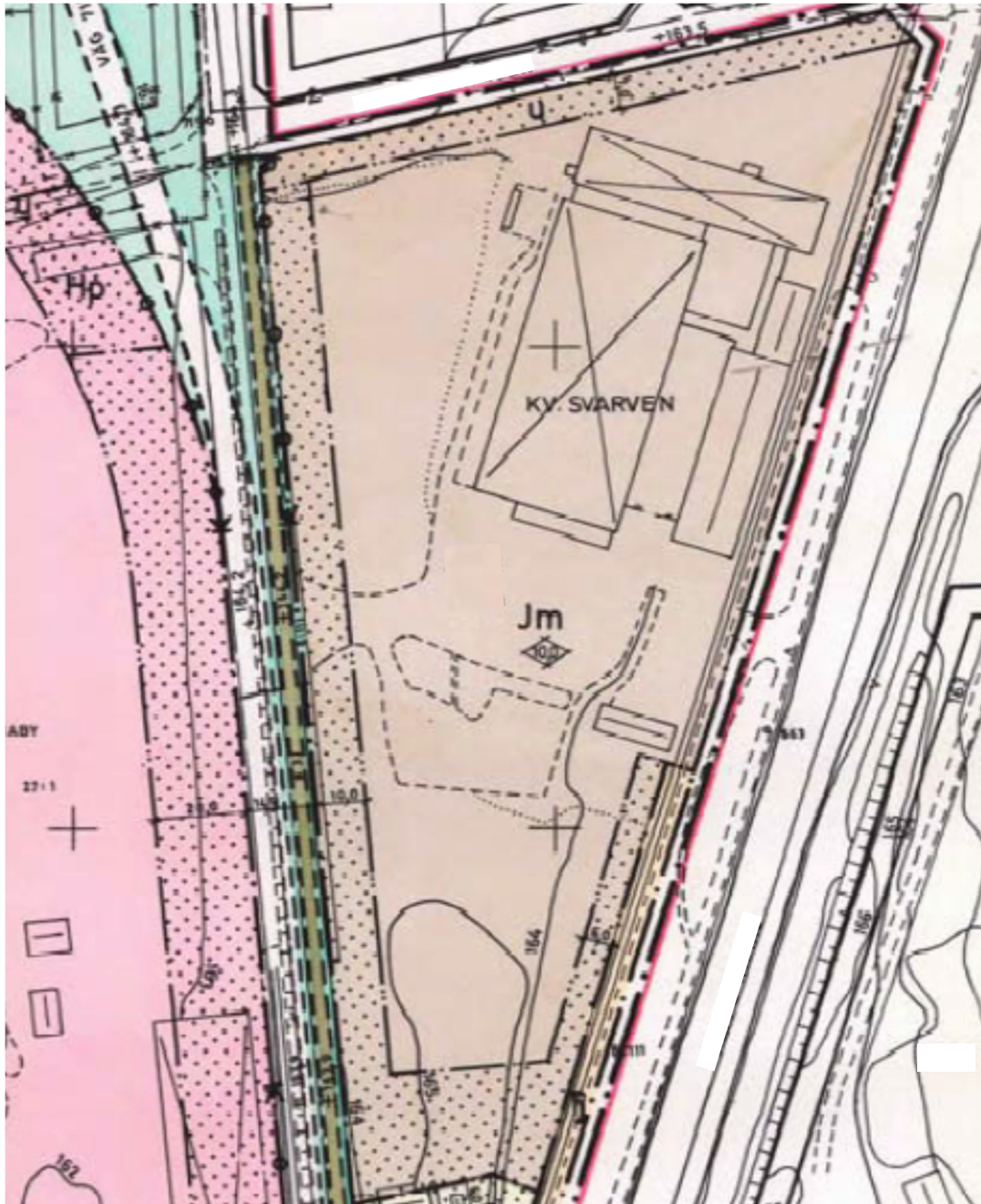


Appendix 3. Detaljplan

Detaljplan över tomten



Förstoring av detaljplanen



Appendix 4. Funktionsindelning

Funktioner för maskinindelning

Funktion
1. Materialförråd
2. Funktion 1
3. Funktion 2
4. Funktion 3
5. Funktion 4
6. Funktion 5
7. Funktion 6
8. Funktion 7
9. Funktion 8
10. Funktion 9
11. Funktion 10
12. Funktion 11
13. Funktion 12
14. Funktion 13
15. Funktion 14
16. Funktion 15
17. Färdigvarulager
18. Produktionstekniker
19. Arbetsledare
20. Kontor
21. Omklädningsrum
22. Matsal
23. Parkering
24. Angöringsyta för transport
25. Funktion 16
26. Funktion 17
27. Funktion 18

Funktioner för Segmentindelning

Funktion
1.a Materialförråd
1.b Funktion 1
1.c Funktion 9
1.d Funktion 4
1e. Funktion 10
1f. Funktion 15
1g. Funktion 13
1h. Funktion 14
1i. Funktion 19
1k. Färdigvarulager
2a. Materialförråd
2b. Funktion 1
2c. Funktion 9
2d. Funktion 4
2e. Funktion 12
2f. Funktion 14
2g. Funktion 15
2h. Funktion 19
2i. Färdigvarulager
3a. Materialförråd
3b. Funktion 2
3c. Funktion 1
3d. Funktion 3
3e. Funktion 6
3f. Funktion 4
3g. Funktion 5
3h. Funktion 10
3i. Funktion 11
3j. Funktion 7
3k. Funktion 13
3l. Funktion 9
3m. Funktion 15
3n. Funktion 12
3o. Funktion 19
3p. Färdigvarulager
3q. Funktion 8
3r. Funktion 14
4. Funktion 17
5. Funktion 18

6. Arbetsledare
7. Produktionstekniker
8. Kontor
9. Matsal
10. Omklädningsrum
11. Parkering
12. Angöringsyta för leveranser
13. Funktion 16

Appendix 5. Funktionskrav

Arbetsmiljö

- Buller (det finns begränsningar på Hz beror på vilken frekvens det är, en hel arbetsdag 80-113 dB maximal → hänsyn till avdelningar, väggarna gör att buller inte sprids, så blir det mindre bullernivå.)
- Luft/inomhusklimat (olja i luften)
- Ljusinsläpp (betong ger mindre ljus)
- Ergonomi/säkerhet
 - Brand återsamlingsplats
 - Åtskilda trafikslag: skilda vägar för gåingar och personaler
- Utrymningsvägar
- Närhet till annan personal
- Närhet och storlek på parkeringsplats & cykelställ
- Personalutrymme
 - Omklädningsrum, matsal

Byggnadsanknutna

- Realiserbar (ekonomiskt)
- Elförsörjning (transformatorstation måste få plats)
- Brandceller
- Ska se fint ut
- Utbyggnadsmöjligheter
- Möjlig ökning i omsättning innan utbyggnad måste ske

Verksamhetsanknutna

- Avstånd (ju kortare, desto bättre till vissa)
- Utrymme för lastbilar
- Spånpressen ska vara avskiljd från annan verksamhet pga. Brandrisk
- Säker materialförvaring (beroende på avdelning)
- Minimera användning av fel material
- Materialhanteringsutrustningar (truckar och vagnar) måste få plats
- Flexibilitet
- Platser för anslagstavlor, kommunikationstavlor/uppföljning
- Platser för diskussioner
- Kommunikation mellan personal och tjänstemän
- Handikappsanpassning
- Platser för släckutrustning och närhet till produktionen
- Materialhantering
 - Plats för utrustning som kan transportera maskiner
- Risk hantering
 - Produktionsrisk

- Brand i produktion
- Stop i produktion
 - Flaskhals (ex. vid tvätt)
 - Paus under flytt (eventuellt kan man slippa denna slösad tid om man bygger en hel ny byggnad och köpa nya maskiner)
- Operatörer är frånvarande
- Risk för färdigställda produkter förstörs:
 - Brand som sprider dit
 - Kollaps på pallställage
- Om det händer något utanför fabriken, på gatorna och stör produktionen/leveransen
- Risk för stöld

Miljöanknutna






- Utrymme för avfallshantering

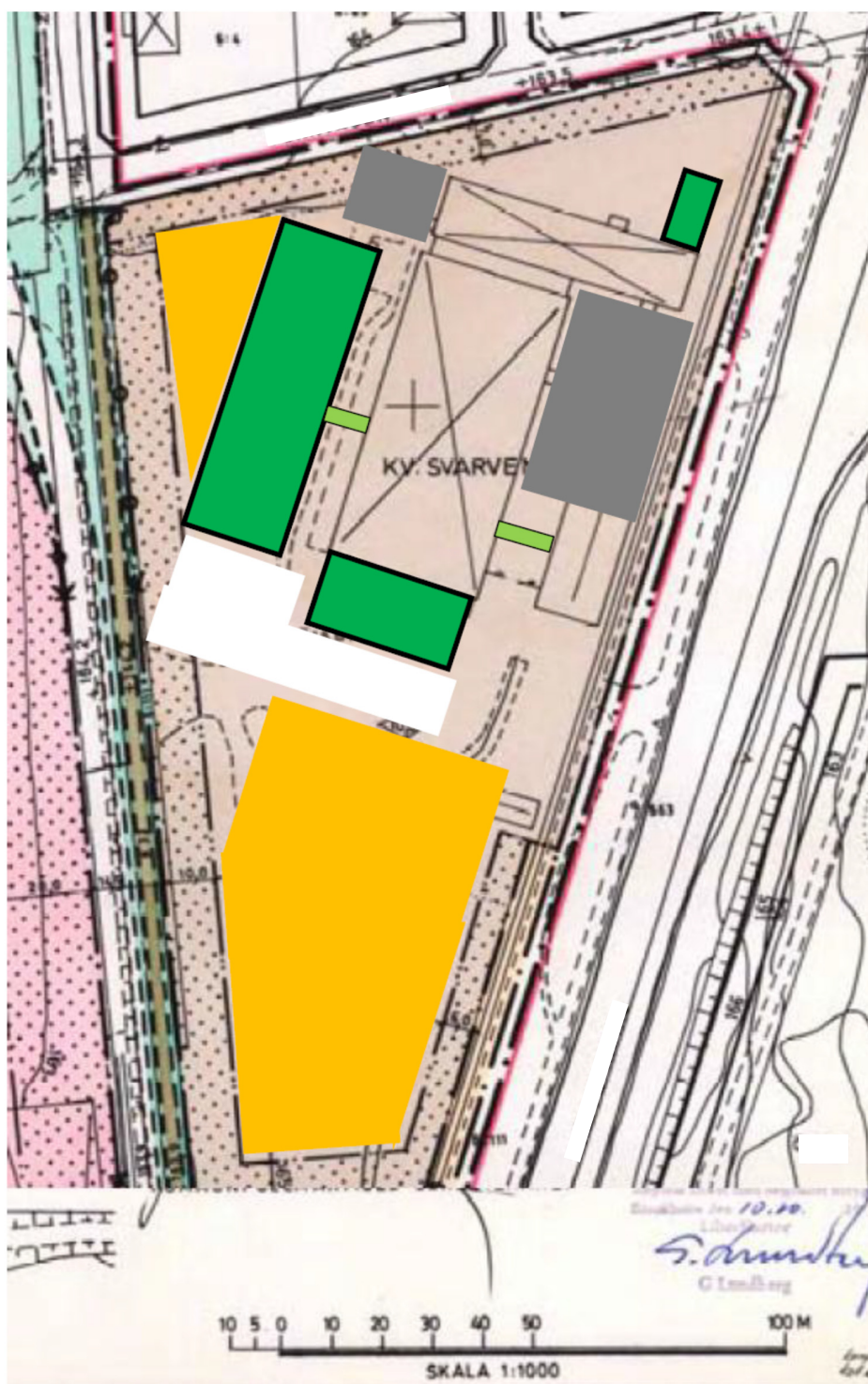
Funktioner

- Materialförråd
 - Utrymme för lastbilar
 - Utrymme för ankomstkontroll
- FVL
 - Utrymme för lastbilar
- Kontor
 - Utrymme för tjänstmän
 - Utrymme för besök/konferens
 - Kommunikation mellan personaler

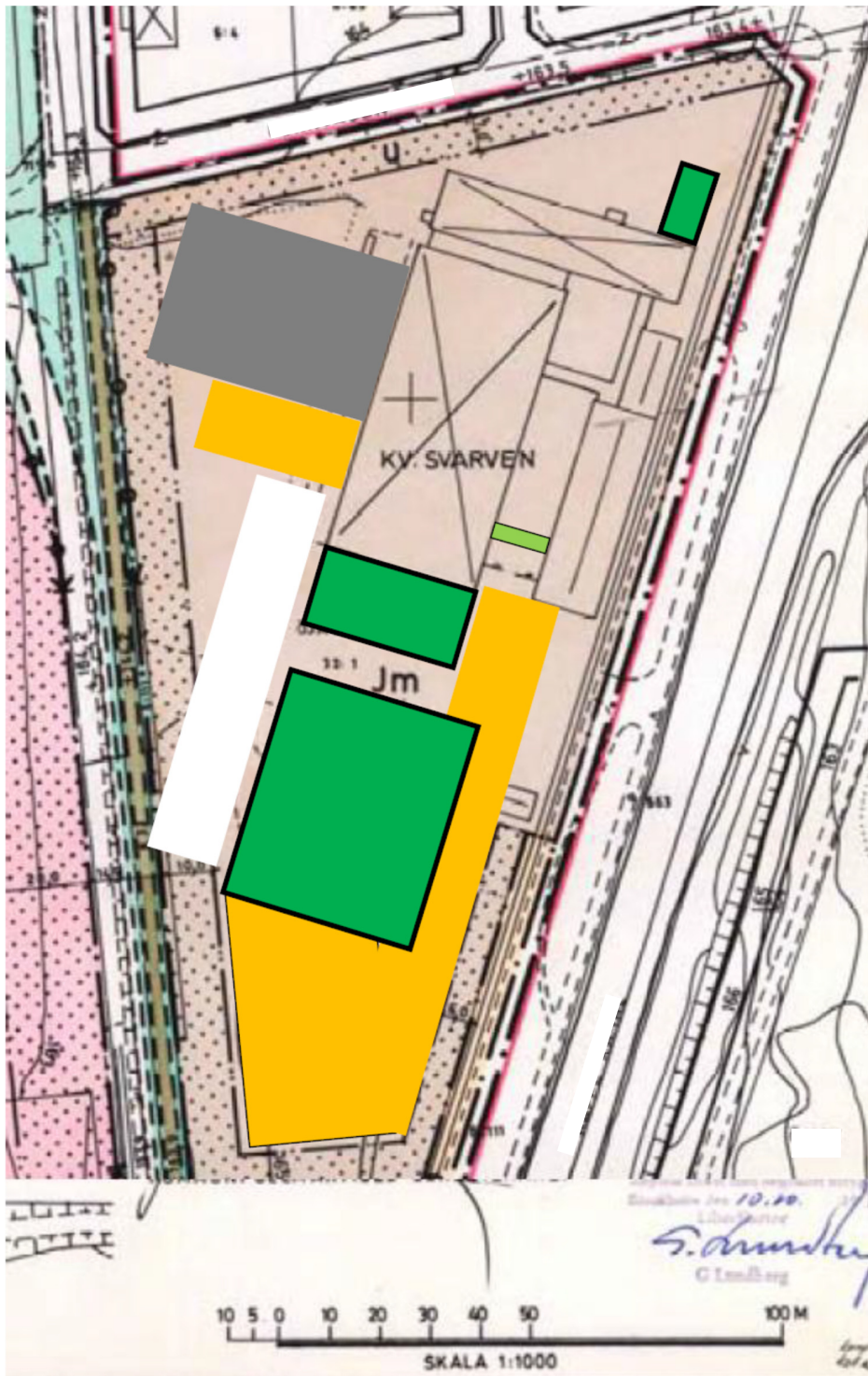
Appendix 6. Huvudlayouter i detaljplanen

Förklaringar till färgmaskeringarna i detaljplanerna.

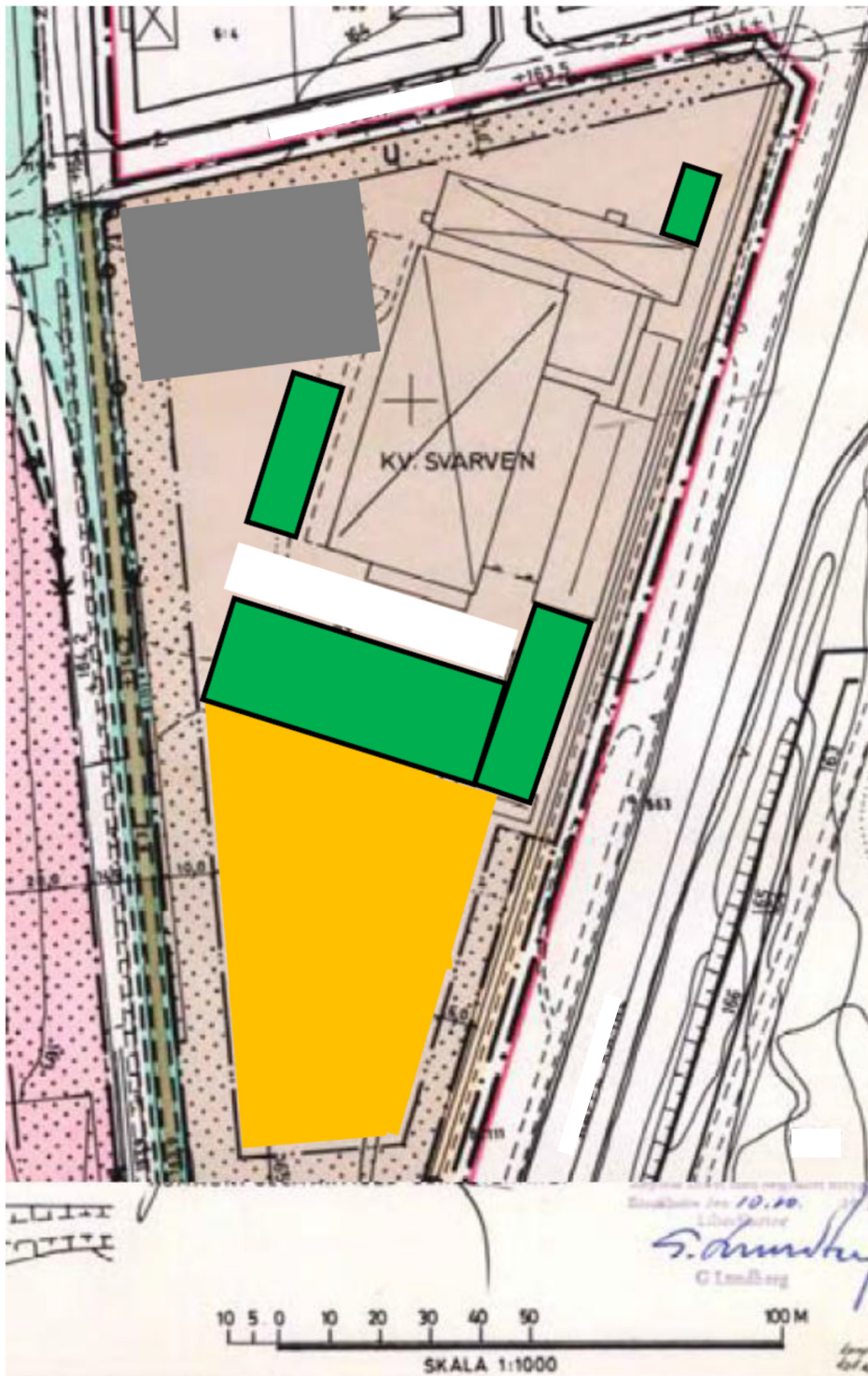
-  Nya byggnader enligt förslag
-  Gångar mellan byggnader
-  Parkering
-  Angöringsyta
-  Möjliga utrymmen för expansion



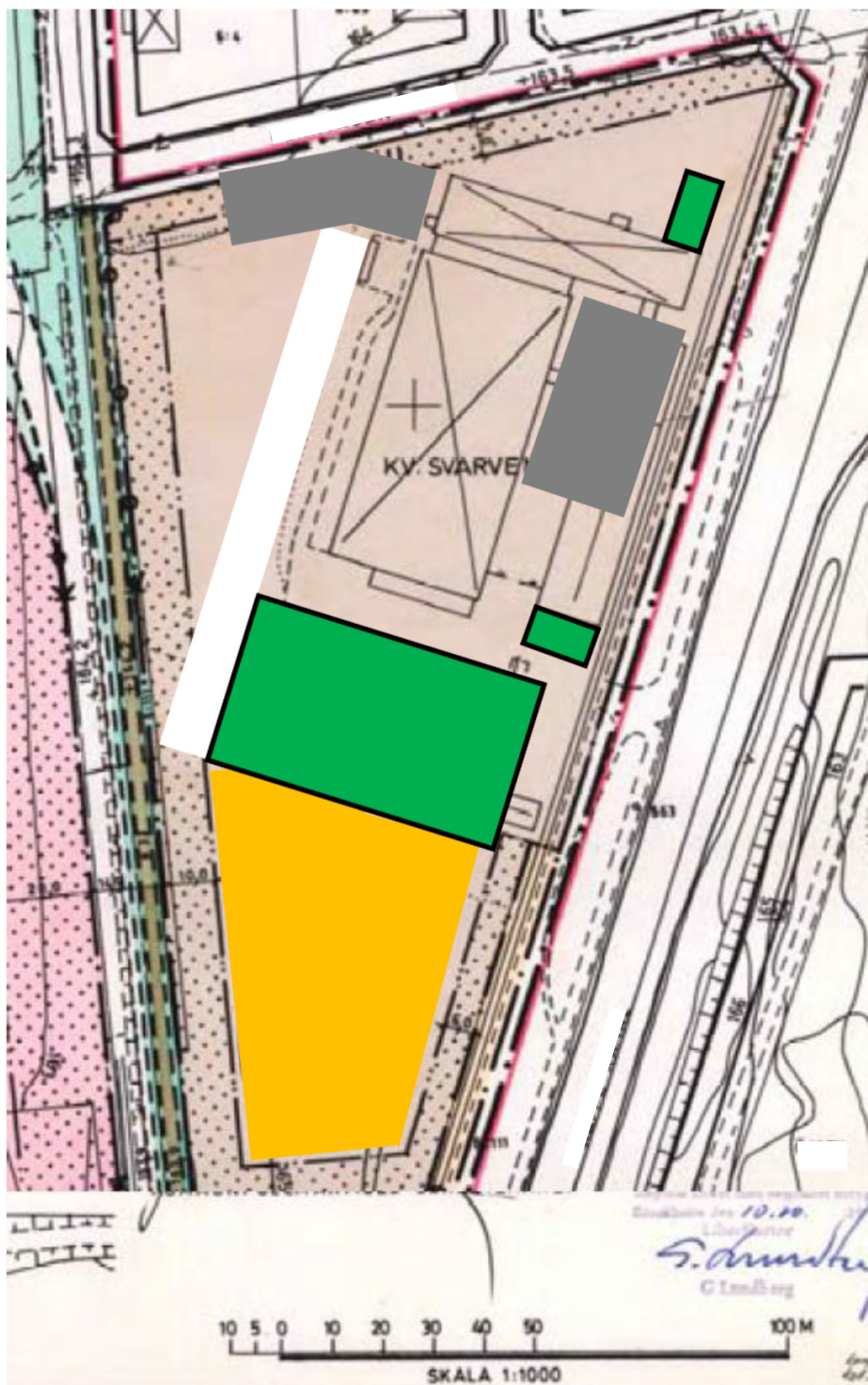
Figur 43 Huvudlayoutförslag A.



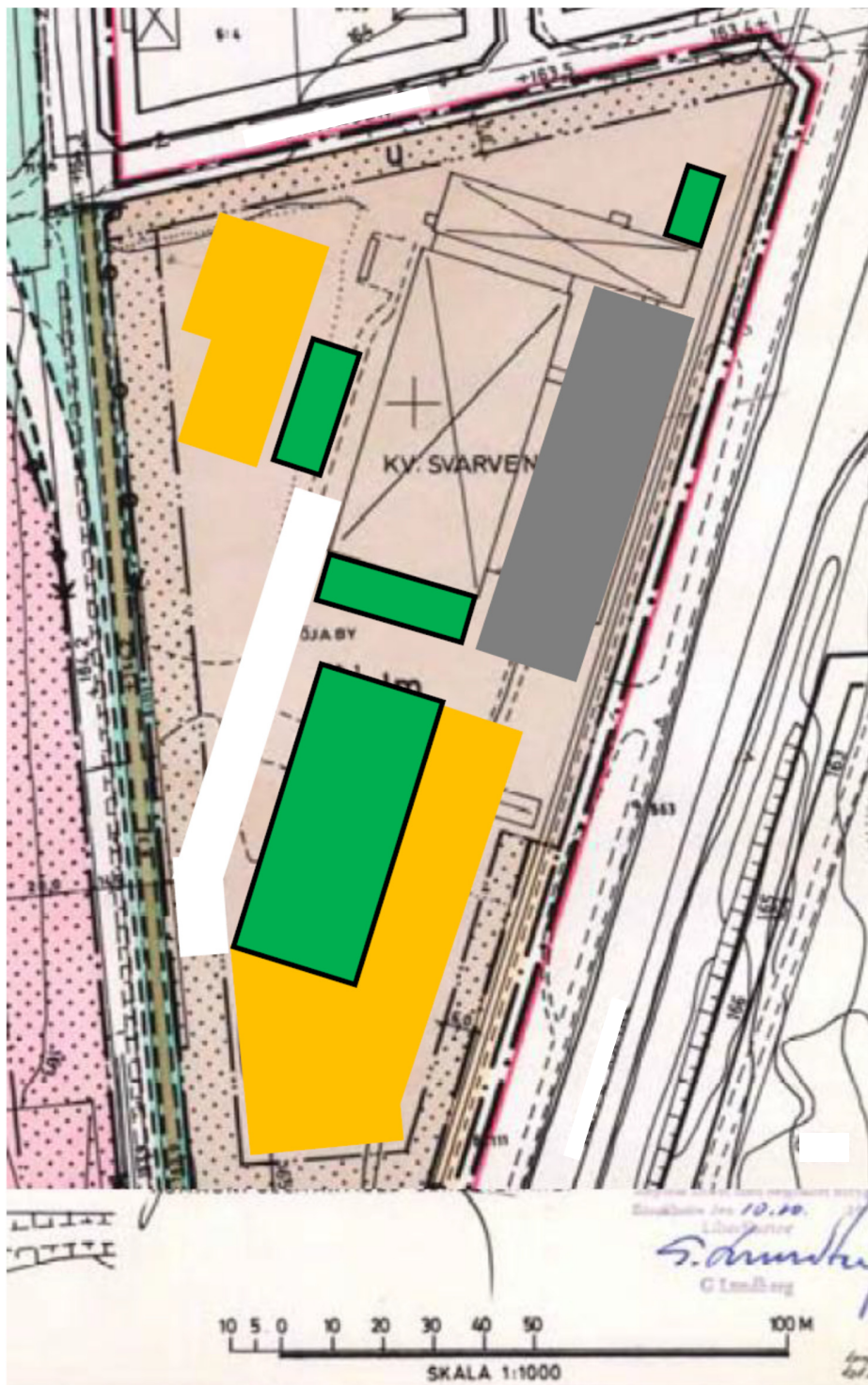
Figur 44 Huvudlayoutförslag B.



Figur 45 Huvudlayoutförslag C.



Figur 46 Huvudlayoutförslag D.



Figur 47 Huvudlayoutförslag E.