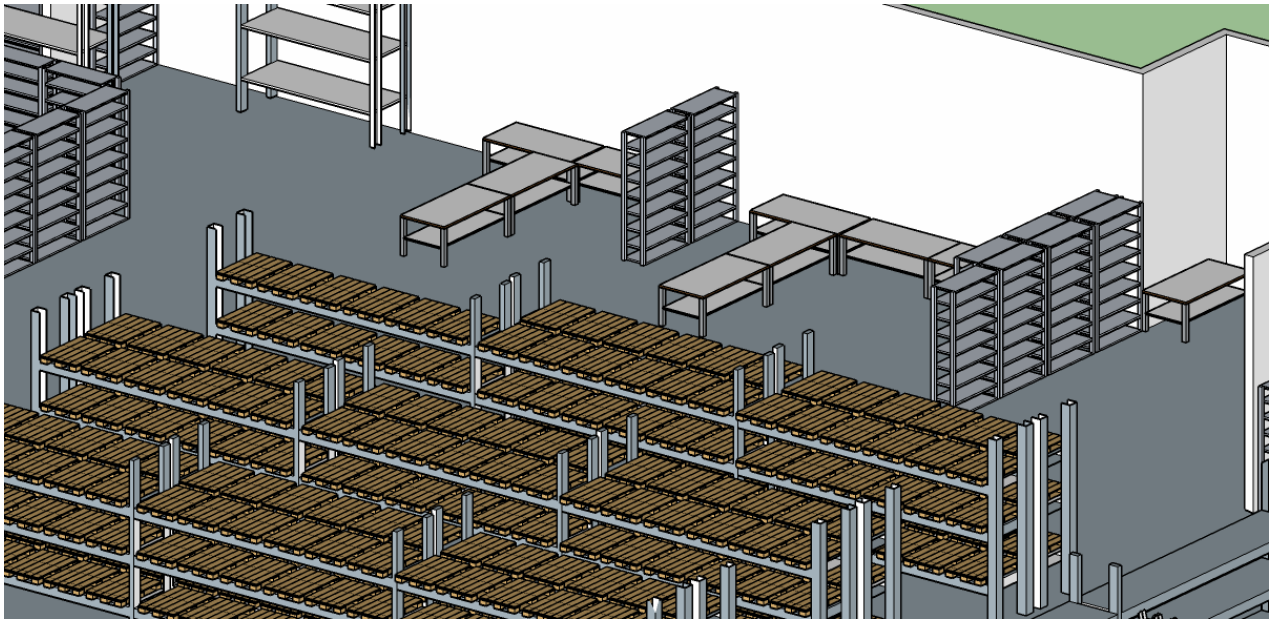




CHALMERS



Omorganisering av mindre manuell produktionsanläggning

Effektivisering och optimering av produktion

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Mekanik

ERIK HANSSON
ANTON NILSSON

FÖRORD

Examensarbetet är utfört på uppdrag av Tawi AB i Kungsbacka, under vårterminen 2014. Företaget tillverkar olika produkter som hanterar lätta och tunga lyft, samt stegar. Arbetet är en del av Mekatronikingenjörsprogrammet vid Chalmers tekniska högskola och omfattar 15 högskolepoäng per person av utbildningens totala 180hp.

Vi vill tacka alla anställda på Tawi, speciellt tack riktat till vår kontaktperson och organisatör Anders Jorstadius, David Ranfalk för tekniskt bistånd, vår handledare på företaget Alexander Wahlström, samt ägare Leif Emblad.

Vi vill även tacka vår handledare på Chalmers Morgan Osbeck samt vår examinator Bertil Thomas.

Erik Hansson, Anton Nilsson

Kungsbacka, maj 2014

SAMMANFATTNING

I samband med omkonstruktion av deras äldre mobila lyftvagnar har TAWI AB valt att ändra och förbättra produktionen i deras lokaler. Detta kommer utföras längre fram i tiden och denna rapport behandlar främst en förstudie och kommer användas som hjälpmedel när den faktiska förändringen i produktionslinan sker. Rapporten behandlar olika förslag på hur lagerhyllor kan disponeras samt var själva produktionslinan bäst placeras. Den främsta informationskällan var montörerna själva, som svarade på utdelade enkäter samt gick med på kortare, både spontana och planerade, intervjuer. Dessutom behövdes förståelse över den nya vagnen för att veta hur mycket utrymme som krävdes i lagret, här var företaget och anlidade konsulterande konstruktörer till stor hjälp. Då det märktes att väldigt många vagnar monterades samtidigt uppstod därför många produkter i arbete vid en del stationer. Detta är känt för att skapa slöseri av både plats, tid och anställdas arbetskaper. Detta medförde användandet av idéer från Lean Production för att inte bara minska produkter-i-arbete, utan även för att minska genomloppstiden för varje vagn som var önskvärt. För att presentera förslagen användes både SketchUp 2014 som 3D-verktyg samt en standard CAD-ritning för att få en tydlig överblick över lokalen. Med hjälp av ett systematiskt urval sållades den mest lämpade lösningen ut. Denna lösning öppnar upp för ett mer flödesanpassat arbetssätt där produktionen är mer centrerad och fullt mottaglig för framtida förändringar.

ABSTRACT

In conjunction with a reconstruction of their older mobile wheel lifts TAWI AB have decided to rearrange and improve the production line in their warehouse. The rearrangement will be implemented in the future which therefore mainly treats this report as a pilot study and will be used as a template for when the actual rearrangement of the production line will be initiated. The report addresses different ideas of not only placement of shelves but also where the production line will be placed to increase efficiency. The main source of information was the fitters themselves who responded to the distributed questionnaires and agreed on both spontaneous and planned interviews. Furthermore understanding of the new wheel lift was needed for knowing the required space it would occupy in the warehouse. For this, the company and the consulting constructors were a good resource. It was also noticeable that a lot of the mobile wheel lifts were assembled at the same time and therefore created unfinished work in progress at some stations, which is a known cause of wasting space, time and the employees working capacity. This resulted in using ideas from Lean Production to not only reduce the work-in-process but also to decrease the throughput time for each lift which was desired. To present the different ideas both SketchUp 2014 as a 3D-tool and a standard CAD-drawing were used to get a clear overview of the warehouse. With a systematic selection procedure the most suitable solution was sift through. This solution creates a more flow adapted approach where the production is more centered and fully susceptible to future changes.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BETECKNINGAR.....	1
1 INLEDNING.....	2
1.1 Bakgrund.....	2
1.2 Syfte.....	2
1.3 Avgränsningar.....	2
1.4 Precisering av arbetsuppgiften.....	3
2 TEKNISK BAKGRUND.....	4
2.1 Produkten lyftvagn.....	4
2.2 Använda verktyg.....	4
3 METOD.....	6
3.1 Dagens Produktion.....	6
3.2 Förstudie.....	7
3.2.1 Lean Production.....	7
3.2.2 Teknisk kännedom.....	7
3.2.3 Analys.....	7
3.3 Kommunikation.....	7
3.3.1 Enkät.....	8
3.3.2 Intervju.....	8
3.4 Layout.....	8
3.4.1 Ritningar.....	8
3.4.2 Brainstorming.....	8
3.4.3 Krav.....	8
3.4.4 Urval.....	9
4 PRODUKTIONEN IDAG.....	10
4.1 Översikt av dagens produktion.....	10
4.2 Önskemål gällande tillverkningen.....	11
5 FÖRSTUDIE-LEAN PRODUCTION.....	12
5.1 Vad är Lean Production.....	12
5.2 Varför Lean.....	13
5.3 Hur implementeras Lean vid tillverkning i mindre skala.....	13
6 FÖRSTUDIE-TEKNISK KÄNNEDOM.....	14
6.1 Hur dagens vagnar är uppbyggda.....	14
6.2 Hur de nya vagnarna är uppbyggda.....	19
6.2.1 Mekanik.....	19
6.2.2 Elektronik.....	20
6.2.3 Skillnad från förra vagnen.....	23
6.3 Analys av nödvändiga delmoment vid tillverkning.....	24
6.3.1 Station 1.....	24
6.3.2 Station 2.....	24
6.3.3 Station 3.....	24
6.3.4 Station 4.....	24
6.3.5 Station 5.....	24
7 FRÅGEFORMULÄR TILL MONTÖRERNA.....	25
7.1 Varför ett frågeformulär.....	25
7.2 Frågeformulärets utseende.....	25
7.3 Reaktioner och svar.....	26
7.4 Intervju av montörerna.....	27
8 PRODUKTIONENS LAYOUT.....	28

8.1	Ritningar	28
8.1.1	Ritning-AutoCAD	28
8.1.2	Ritning- SketchUp 2014	30
9	KARTLÄGGNING AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR FÖRÄNDRING	34
9.1	Att tänka på – vilka krav finns.....	34
9.2	Att tänka på – vilka önskemål finns	34
9.3	Lagerhantering	35
9.4	Slutsats efter krav och önskemål	35
10	GENERERING AV ALTERNATIVA LÖSNINGAR	36
11	ARBETSSTATIONERNAS LAYOUT	43
11.1	Station 1- Toppdel, bottendel och släde.....	43
11.2	Station 2- Mast	43
11.3	Station 3- Batteripaket, ben, hjul och elektronik	44
11.4	Station 4- Slutmontering på chassi	44
11.5	Station 5- Testavdelning	45
11.6	Slutsatser och utformning	46
11.6.1	Utformning av arbetsstationerna	47
11.6.2	Utformning av testavdelningen	47
12	URVALSPROCESS.....	48
12.1	Elimineringsmatris	48
12.1.1	Slutsatser elimineringsmatris	49
12.2	Pugh matris	50
12.2.1	Slutsatser Pugh matris	51
13	RESULTAT	52
14	SLUTSATSER OCH DISKUSSION	54
14.1	Utvärdering	54
14.2	Uppföljning av frågeställningar	55
	REFERENSER.....	57
	Skriftliga referenser.....	57
	Personreferenser	57
	BILAGOR	58
	Foton.....	58
	Skisser	60

BETECKNINGAR

Protéma – Namnet på den produktserie av lyftvagnar arbetet till stor del handlar om.

Pro175 - Den störta av Protéma-vagnarna.

Pro150 - Den näst störta av Protéma-vagnarna.

Pro120 – Den vanligaste av Protéma-vagnarna, tredje störst.

Pro100- Den minst vanliga av Protéma-vagnarna, tredje minst.

Pro70 – Den näst minsta av Protéma-vagnarna.

Pro40 – Den minsta av Protéma-vagnarna.

PIA – Produkter i arbete

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

TAWI AB är ett företag beläget i Kungsbacka som tillverkar olika typer av lyftanordningar såsom traverskranar, telfrar, svängkranar och mobila lyftvagnar.

De olika modellerna av lyftvagnarna i Protema-serien är i dagsläget konstruerade och utvecklade under en längre period och skiljer sig därför åt i konstruktion och design. Detta medför även att monteringen av de olika modellerna skiljer sig åt. Företaget har därför valt att konstruera om samtliga lyftvagnar och önskar samtidigt att effektivisera tillverkningen och minska monteringstiden. När de nya vagnarna är färdigkonstruerade kommer det finnas fem olika storlekar.

De olika vagnarna kommer att bygga på samma plattform och ha samma grundbas. Önskemålet hos företaget är således att i existerande lokaler göra om den nuvarande produktionen som består av olika stationer för olika vagnar, till en mer flödesorienterad produktion där samtliga vagnar kan tillverkas på samma stationer oavsett storlek.

1.2 Syfte

Uppgiften för examensarbetet blir därmed att omorganisera och optimera produktionen av nya Protema-serien genom att ta fram alternativa lösningar till produktionslinjens fysiska layout. Det krävs dock att lösningen är optimerad även för de äldre vagnarna eftersom produktionen av dessa inte kommer upphöra direkt. Med hjälp av konkret mätdata såsom avstånd till lagerhyllor, anställdas tillfredsställelse samt eliminering av spilltid skall den bästa lösningen utses för att ge företaget en väl fungerande produktionslinje.

Stort antal PIA är ofta ett bra kännetecken på att en omorganisering av produktionen kan behövas (Santos, Wysk, Torres, 2006). Antalet PIA skall därför utvärderas och förhoppningsvis kunna sänkas vilket skulle minska kostnader för produktionen. Genom minskat antal PIA kan även lokalens yta utnyttjas på ett mer effektivt sätt. Företaget lägger stor vikt vid de anställdas trivsel. Ergonomin i arbetet vid tillverkningen kommer därför att behandlas. Frågor som belysning, arbetshöjd, golv, tunga moment och arbetsrotation kommer vara centrala vid beslutsfattning.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet kommer inte att innefatta avsnittet angående streckkodshantering som lämnats in i projektbeskrivningen. Eventuella ändringar i elsystem och/eller nyinstallation/utbyggnad av elanläggningen kommer inte heller att behandlas.

Utbyggnationer av lokalen lär inte ske därför är det viktigt att den önskade produktionslinan byggs i det tillgängliga utrymmet som försetts.

1.4 Precisering av arbetsuppgiften

- Hur mycket tid kan sparas genom att optimera den nuvarande produktionen?
- Hur viktig är placeringen av lagerhyllor och annat material?
- Hur skall antalet PIA minskas?
- Vad kan förbättras vid produktionen i ergonomiska aspekter?
- Hur många olika delmoment krävs för att produktionen skall flyta?
- Till hur stor grad skall man tillämpa Lean-production?

2 TEKNISK BAKGRUND

Här följer en kort beskrivning av de tekniska verktyg som använts vid arbetet med Tawis produktion.

2.1 Produkten lyftvagn

Lyftvagnarna som TAWI tillverkar är mobila lyftvagnar som kunden skall förflytta för hand. Dessa vagnar är uppbyggda kring ett chassi som sitter på U-format aluminiumramverk med fyra länkhjul. På chassit sitter motor, batteripaket, en mast och handtag med styrning av lyftanordning. Inuti masten löper en kedja eller en rem med lager i toppen av masten. På kedjan eller remmen är en släde fastmonterad och glider i ett spår. Djupare beskrivning av lyftvagnarna kan hittas i kapitel 6.



Figur 2.1.1 Bild på en av dagens lyftvagnar.

2.2 Använda verktyg

Vid arbetet med TAWI:s produktionslinje för lyftvagnar i serien Protema ligger stort arbete i ritningar och datormodeller. Alla konstruktionsritningar av lyftvagnarna är gjorda i Solidworks som är TAWI:s huvudsakliga ritverktyg. Solidworks är en produkt av PLM GROUP och det är ett komplett 3D CAD-system för att effektivt konstruera produkter och åstadkomma idéer. Konstruktionsritningarna används för att identifiera ingående komponenter av produkten. En tydlig förståelse över hur vagnarna fungerar, byggs, belastas, slits och servas är grundläggande för att bestämma antalet delmoment vid produktionen samt hur dessa ska se ut och gå till.

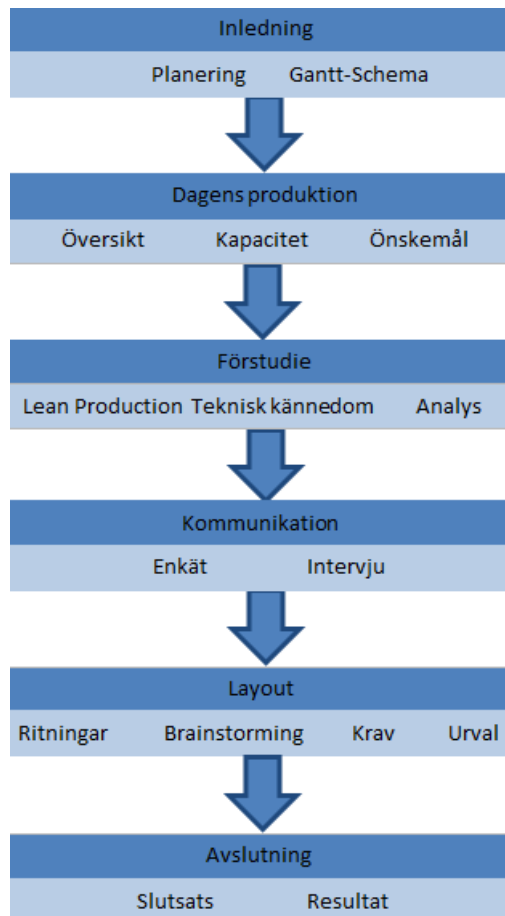
Alla ritningar över lokalen görs i programmet AutoCAD 2014 som är en produkt av Autodesk. AutoCAD 2014 är ett ritverktyg som används för att generera modeller i 2D och 3D. Då en färdig ritning över nuvarande lokal fanns tillgänglig i AutoCAD kändes det naturligt att utgå från denna ritning. Dessutom är noggrannheten hög och det är oerhört viktigt att jobba med exakta mått för att lokalen i framtiden ska se ut som planerat.

För att göra en snygg, enkel och visuellt överskådlig modell över lokalen används även programmet SketchUp 2014 som är en produkt av Google. Detta är främst ett arkitekturverktyg, men kan även användas för att enkelt ta fram överskådliga ritningar i 3D. Programvaran är gratis där det finns möjlighet att ladda ner färdiga modeller som andra användare har skapat. Det finns även många guider att tillgå vilket snabbar på inlärningsprocessen.

3 METOD

I det här kapitlet beskrivs stegvis hur uppgiften har angripits och hur de olika problemen har lösts. En tidskronologisk genomgång av arbetet med beskrivning av förarbete, analyser och resultat genomförs.

Nedan visas ett flödesschema över arbetets gång vilket senare förklaras punkt för punkt.



Figur 3.1. Flödesschema

3.1 Dagens Produktion

Vid arbetets start var det allra första steget att gå ut på produktionsgolvet och betrakta tillverkningen för att skapa en förståelse för hur det går till och fungerar i företaget. Analyser på hur många vagnar som tillverkas i veckan, vilka produkter som tillverkas vart och vad man såg som bristfälligt i dagsläget gjordes. En hel del önskemål om den framtida produktionen samlades ihop för att möjliggöra fortsatt förbättringsarbete med produktionsprocessen.

3.2 Förstudie

Efter att nödvändig information samlats och tillräcklig kunskap om produktionen erhållits gick arbetet vidare till en fas där det handlar om att skaffa sig nödvändig kunskap och information för att realisera de önskemål företaget har. Denna förstudie delades in i de tre följande delarna för att skilja områdena åt.

3.2.1 Lean Production

För att skaffa sig en teoretisk grund att stå på gällande produktion och effektivisering valdes här att fördjupa sig något i Lean Production och de tankegångar som återfinns i denna organisationsteori. Detta gjordes genom att söka upp lämplig litteratur för att sedan granska den och sammanställa de användbara delar som hittats. Diskussionen om vad som är möjligt att tillämpa i en småskalig produktion var återkommande och detta bröts ned till mindre delar av Lean Production vilka kommer att vara viktiga pusselbitar vid utformningen av den framtida produktionslokalens layout. Detta innebar dock inte en omorganisering av ledning och produktion utan istället att endast vissa idéer användes.

3.2.2 Teknisk kännedom

Då det handlar om en produkt som tillverkas från grunden är det viktigt att förstå hur produkten är uppbyggd och fungerar, därför gjordes en grundläggande studie av vagnarnas konstruktion och funktioner som sammanställdes till två delar, en del som består av en översikt av de gamla vagnarnas konstruktion och en mer detaljerad beskrivning av hur den nya vagnen som skall tillverkas i framtiden är konstruerad och hur den fungerar.

3.2.3 Analys

När tillräckligt god kunskap om den nya vagnens uppbyggnad samlats in startade analysen av hur den skall tillverkas på ett så effektivt sätt som möjligt. Här gällde det att identifiera vilka olika delmoment som var nödvändiga vid monteringen, samt i vilken ordning dessa skulle ske. Denna information hjälpte för att säkerställa minsta antalet stationer som krävdes. Utöver vilken yta varje moment kräver, dels i form av arbetsyta men också i form av lageryta och lageråtkomst, analyserades även tiden i form av genomloppstid samt dötid.

3.3 Kommunikation

Montörerna som arbetar med Protema-vagnarna står inför en stor förändring av hur deras arbetssituation ser ut. För att hantera kontakten med dem samt skapa en god relation valdes utöver de vanliga samtal som förts under arbetets gång, att dela ut en enkät samt genomföra individuella intervjuer.

3.3.1 Enkät

Enkätens utformning var enkel och bestod av tio frågor som montörerna anonymt fick besvara skriftligt. Här gavs en möjlighet för dem att uttrycka sina åsikter och komma med förbättringsförslag eller dela med sig av andra synpunkter de hade inför förändringen. Detta var ett viktigt moment då montörerna är de som direkt blir påverkade av kommande förändring.

3.3.2 Intervju

Uppföljningen av enkäten skedde i form av en enklare intervju, eller snarare ett samtal, som genomfördes enskilt med varje montör. Detta för att ge dem möjligheten att utveckla de förslag eller synpunkter de kommit med tidigare i enkäten, samt möjligheten att fråga dem om sådant som inte var självklart i enkäten. En anonym enkät gjorde det även enklare att ställa upp mer generella frågor inför intervjuerna.

3.4 Layout

Arbetet med produktionens layout är det viktigaste och den centrala frågan i arbetet. Här har många timmar lagts på analys och mätningar av hur det i dagsläget ser ut samt vad som är möjligt att förändra. Arbetet har skett i de fyra följande kategorierna.

3.4.1 Ritningar

En exakt arbetsritning över lokalen var det första konkreta som angreps gällande arbetet med lokalens layout. Detta för att ha en ritning att utgå från i framtida arbete med idégenerering av olika förslag på layout. Vidare utvecklades denna ritning till många förslag och en 3D modell upprättades även för att enkelt kunna överskåda lokalen samt redovisa framtagna förslag.

3.4.2 Brainstorming

Med ritningen som grund genomfördes en brainstorming med mängder av olika förslag på hur produktionen kunde se ut som resultat. De alternativ som bedömdes realistiska valdes ut och sammanställdes med ritning och beskrivning för att i senare fas av arbetet granskas, bearbetas och jämföras, tills det bästa alternativet utsetts.

3.4.3 Krav

Efter brainstormingen upprättades en kravspecifikation med tydliga riktlinjer. Detta gjordes i samband med Tawis ledning. Här var man noga med att poängtera vad som verkligen var ett krav att uppfylla och vad som var önskemål.

3.4.4 Urval

Med de krav och önskemål man ställt upp kunde urvalsprocessen börja. Här handlar det om att sålla bort de förslag på layout som inte uppfyller ställda krav. De förslag som uppfyller alla krav ställs sedan mot varandra med önskemålen som utgångspunkt och det förslag som lyckas bäst är det slutgiltiga resultatet. En elimineringsmatris och en Pugh matris upprättades för att enkelt jämföra förslagen och rensa ut förslag som inte uppfyllde kraven.

4 PRODUKTIONEN IDAG

För att ge en bild över hur produktionssystemet fungerar idag följer en beskrivning över hur det rent praktiskt är uppbyggt. Även de förbättringspunkter man har identifierat tas upp med önskemål över vad man vill förändra i framtiden.

4.1 Översikt av dagens produktion

De produkter som tillverkas idag är sex stycken olika stora lyftvagnar med olika konstruktion, namnen på dessa lyftvagnar är Pro40, Pro70, Pro100, Pro120, Pro150 och Pro175 där Pro står för namnet på serien, Protema, och siffrorna 40, 70, 100, 120, 150 och 175 beskriver vagnens lyftkapacitet i kilogram. I dagens läge ser produktion ut på det sättet att Pro40 och Pro70 tillverkas av en montör helt oberoende av de andra vagnarnas produktion. Chassit till Pro40 och Pro70 kommer färdigt och hopsvetsat med mast. Pro120, Pro150 och Pro175 tillverkas av tre andra montörer också helt oberoende av övrig produktion. Tillverkningen av Pro120, Pro150 och Pro175 är fördelad på två olika stationer i lokalen som inte är i anknytning till varandra vilket gör att varje vagn måste förflyttas en lång sträcka mellan delmomenten. I det första momentet byggs chassit ihop för att sedan skickas vidare för montering av mast och drivning. Hit kommer även Pro100 som är färdig svetsad vid leverans. Batteripaketet till alla vagnar byggs av en montör vid en egen station och fördelas sedan ut till varje station för slutmontering.

Det finns ingen arbetsrotation och de anställda har ett eget ansvarsområde vilket gör att varje uppgift endast kan utföras av en person. Bristen på ett brett kunnande hos samtliga anställda är ett problem. Det medför att tillverkningen av varje vagn och vidare varje leverans blir helt beroende av varje enskild arbetares prestation. Produktionsplaneringen är upplagd på ett sätt som gör att varje vecka blir ett nytt projekt, utleverans av färdiga produkter sker på torsdagar. Tillverkning av samtliga vagnar sker parallellt, det vill säga alla vagnar blir klara i stort sett samtidigt, och det är oftast någon gång under torsdagen. När det är dags för leverans skickas alltså allt som tillverkats under veckan och detta är en tydligt stressframkallande metod där arbetsbelastningen kan bli mycket hög ju längre veckan går.

I tillägg finns även en avdelning där specialkonstruerade vagnar tillverkas var för sig utifrån specifikation, detta rör sig endast om specialbeställda vagnar och produktionen sker i den takten att en montör anställd för endast specialavdelningen klarar av att sköta alla dessa beställningar på egen hand.

I dagsläget tillverkas omkring åtta stycken Pro40 och Pro70, 10-12 stycken Pro120 samt ett fåtal Pro100 och Pro175 vagnar per vecka. Totalt rör det sig alltså om mellan 20 och 25 vagnar per vecka, och i ett fåtal fall upp emot 30 vagnar per vecka.

4.2 Önskemål gällande tillverkningen

Önskvärt är att ha en produktion där man effektivt kan tillverka vagnarna styckvis i ett flöde där den första vagnen blir klar snabbt, följt av nästa vagn, och så vidare. Denna typ av flödesorienterad produktion skulle medföra att man kan tillverka varje vagn oberoende av övriga vagnar som ligger för produktion, och man skulle klara av att tillverka alla olika storlekar av vagn direkt mot order. Ett sådant flöde skulle möjliggöra utleverans flera gånger under samma vecka, och därför minska storleken på färdigvarulager.

Antalet PIA skulle även minska markant med denna typ av produktion, vilket också skulle minska behovet av fria lagerytor i direkt anknäring till produktionen. Vid en flödesorienterad produktion skulle möjligheten att införa arbetsrotation bli bättre och kunskapen hos de anställda skulle öka från att bara ha kännedom om ett visst delmoment till att ha kännedom om hela processen. Figur 4.2.1 portätterar problemet med företagets PIA. Ytterligare bilder på detta återfinns i bilaga 16.1.

Vidare medför det en förhöjd förståelse och högre känsla av tillhörighet vilket i sin tur påverkar tillfredställelsen och arbetsmotivationen (Lindér, 2011). Produktionen skulle inte heller bli lika beroende av att varje anställd är på plats och presterar på topp varje dag utan vid sjukdom eller en semesterdag för någon skulle produktionen kunna flyta på, möjligt i något lägre takt men det inträffar aldrig några stopp vid något delmoment.

Angående tillverkningen av specialbeställda vagnar finns inget önskemål om att förändra den produktionen då det tycks fungera som man vill. Det krävs i vissa fall mycket nära arbete mellan ingenjör och montör samtidigt som mycket av arbetet kräver resurser som inte kan tillhandahållas vid den övriga produktionen. Av de anledningarna väljer företaget att låta specialavdelningen vara orörd.



Figur 4.2.1. Exempel på PIA

5 FÖRSTUDIE-LEAN PRODUCTION

När det handlar om produktion är det många som direkt tänker på Lean Production. För att ge en översikt av vad det innebär följer här en kort genomgång av Lean Production där Elbert, M (2013) *Lean Production for the Small Company* använts som referens.

5.1 Vad är Lean Production

Lean Production är en populär organisationsteori över hela världen med sina rötter i Asien och förknippas starkt med Toyota. Teorin är utvecklad för att producera bilar av hög kvalitet på ett så effektivt sätt som möjligt och den har en del karakteriserande egenskaper. Det går ut på att effektivisera en produktion och minimera allt slöseri i form av tid, material, lager, överproduktion samt minimera fel och onödiga rörelser vid produktionen.

Lean Production arbetar i princip efter ett flytande flöde där marknaden och efterfrågan styr vilka volymer som tillverkas. Flödet skall vara kontinuerligt och föra upp eventuella fel till ytan. Det är alltså önskvärt att hitta problem, för att sedan kunna eliminera dem. Fel som uppdagas skall på ett bra sätt kunna rättas till, varje tillrättat problem gör att man har ett problem mindre i framtiden. Det finns alltså inte några argument för att individen skall vara rädd att misslyckas för att sedan bli beskylld för det, ingen straffas enskilt utan orsaken till felet utvärderas istället för att kunna undvikas i framtiden. Lagerutrymmen skall utnyttjas på effektivast möjliga sätt där just in time-principen tillämpas, det vill säga material beställs för att finnas på plats när det skall användas och därmed minska belastningen på lagersystem.

Vid tillverkningen vill man ha ett pull-system. Det innebär att när en order tagits emot bearbetas informationen baklänges i produktionen, den sista stationen berättar för den näst sista stationen vad man vill ha, och följande ner till den första stationen. Man drar alltså fram produkten genom processen. Motsvarande push-system fungerar så att den första stationen producerar en produkt och matar vidare till station nummer två, och produkten trycks genom processen. Fördelen med att tillämpa ett pull-system blir att väntetider och framförallt PIA går att minimera vilket är önskvärt inom Lean Production. Allt arbete med en produkt som inte genererar något som kunden efterfrågar är slöseri och överarbete. Sådant arbete tillför inget värde till produkten och skall därför elimineras.

Det ställs stora krav på ledning och administration för att få processen att fungera och en ofta förekommande metod är att ledningen själv är ute på golvet och observerar produktionen, allt för att skapa förståelse och upptäcka dolda fel.

5.2 Varför Lean

I uppgiften att ta fram en kostnadseffektiv produktionslinje finns mängder med saker att ta hänsyn till och en rad olika sätt att hantera de olika problem som uppkommer. De argument som finns för att omstrukturera produktionen kan delas in i två grupper. Den ena gruppen består av sådant som gynnar företaget, det vill säga ökad effektivitet, högre produktion, lägre kostnader, minskat slöseri av olika resurser, bättre kvalitet, minskade problem i form av flaskhalsar och i slutändan en högre vinst.

Den andra gruppen består i sådant som gynnar personalen. Högre tillfredsställelse av arbetet, bättre ergonomi, högre delaktighet i hela processen, ingen blir beskyllt om något går snett och en bättre sammanhållning i gruppen. Allt detta är sådant som är högst relevant inom Lean och de är önskvärda mål att uppnå. Det finns gott om hjälpmedel att ta till i utvecklingen av en Lean Production process samt mängder med litteratur att lära sig av.

5.3 Hur implementeras Lean vid tillverkning i mindre skala

Att följa de steg till punkt och pricka som krävs för att genomföra en övergång till 100 % Lean Production tillverkning är oerhört omfattande och skulle kräva flera års arbete över hela organisationen. Det skulle kräva utbildning av samtlig personal, chefer och administration. Alla rutiner skulle behöva gås igenom och även tillverkningen av andra produkter inom företaget hade behövt ses över.

Alltså är det svårt att skapa en organisation som tillämpar Lean fullt ut. I detta fall behöver det inte ses som en nackdel då tillverkningen är i så pass liten skala i förhållande till exempelvis bilindustrin. Hela flödet från obehandlade råvaror till färdig produkt kan överskådas genom att i stort sett stå på ett ställe vilket gör att kommunikation, materialhantering och synkronisering genom processen är enklare att styra utan ha fullt utvecklade tillämpningar enligt Lean Production.

Däremot finns många fördelar med att implementera grunderna och tankegångarna ifrån Lean, i första hand när det gäller materialhanteringen, eliminering av slöseri samt PIA. Även synen på olika tillverkningsmetoder och hanteringen av uppkomna fel i produktionen är av den karaktär som önskas. Uppstår ett problem vill man naturligtvis hitta roten till problemet och lösa det utan att anklaga någon för uppkomsten av felet. Skulle det visa sig att en anställd orsakat problem på egen hand vill man inte straffa denna utan snarare undersöka hur man kan undvika fler problem av samma karaktär i framtiden.

6 FÖRSTUDIE-TEKNISK KÄNNEDOM

I dagsläget finns det sex vagnar i serien Protéma vilka ser olika ut konstruktionsmässigt och utseendemässigt. De vagnar som är under konstruktion för framtida produktion kommer att skilja sig åt på många sätt ifrån ursprungsmodellerna. Här följer en beskrivning av vagnarnas tekniska uppbyggnad, dels av de nuvarande vagnarna men framförallt hur de framtida vagnarna kommer att se ut och fungera.

6.1 Hur dagens vagnar är uppbyggda

Vagnarna är uppbyggda runt ett U-format ramverk på hjul där ett chassi innehållande motor, batteripaket och övrig elektronik samt en mast finns monterad. Vagnarna förflyttas för hand och motorn och drivningen hanterar enbart lyft. Samtliga vagnar har en 24VDC motor, utom Pro40 som har en 12VDC motor. Motorerna varierar i styrka beroende på vilken vagn det är. Masten sitter i bakkant på vagnen och har handtag som löper mellan mast och chassi för transporter. På masten alternativt på handtagen sitter styrningen för lyftanordningen. Lyftanordningen är konstruerad inuti masten och består av en släde som glider i ett spår. Släden sitter monterad på antingen en kedja eller en rem som löper längs hela mastens längd runt ett lager i toppen och runt drivaxeln i botten av masten.

Chassit kan se ut på olika sätt beroende på användningsområde, i vissa miljöer sätts krav på fuktålmåghet och i andra miljöer kan stötar och slag förekomma. Allt från ip-65 klassade chassin i rostfritt till enkla plastkåpor finns att välja mellan. Ramverket och masten varierar i storlek mellan vagnmodellerna beroende på hur stora laster man vill lyfta. Några modeller ser även annorlunda ut i mastkonstruktionen, Pro100 till exempel har dubbla master monterade med 40 cm mellanrum där släden ligger emellan masterna och drivs av en kedja i varje mast. Det innebär en större drivaxel i botten för att koppla på drivning mot bägge masterna och en större vikt. Gränslägesgivarna som används på Pro100, Pro120, Pro 150 och Pro175 återfinns i topp och botten av masten och är en typ av magnetgivare, en magnet sitter placerad på släden och positionen på givare kan justeras efter önskemål. Detta fungerar bra då masterna är tillverkade av aluminium. På Pro40 och Pro70 sitter mekaniska gränslägesgivare placerade i toppen och i botten utan möjlighet till justering. På frambenen återfinns en så kallad tapeswitch, som helt enkelt är en givare utformad som en klisterremsa, som sluter kontakt när man ställer sig på den. Denna tapeswitch är till för att vagnen ska ge ifrån sig en signal om någon ställer sig på benen under hängande last.

Verktygen som fästs i släden består ofta av antingen en platta eller en stång. Många av vagnarna går till förpackningsindustrin och hanteringen av emballage där man vill lyfta rullarna, här används en stång. Många vagnar har ett bredare användningsområde där man vill lyfta olika saker och därför är en platta användbar. Verktygen kan dock tillverkas helt enligt önskemål och TAWI:s konstruktörer jobbar dagligen med kundanpassningar för att leverera produkter skräddarsydda efter kundens specifikationer. Det finns verktyg som griper, roterar, tiltar och vänder detaljen allt efter användningsområde.

Ingen vagn är konstruerad efter samma grund som någon annan och inga tekniska lösningar finns återanvända någonstans, alla vagnar har sin egen konstruktion av drivningar, kopplingar, hjulplacering, batteripaketsanslutning, motorfäste, styrboxar och mast.

På följande sidor ses ett antal bilder på den ursprungliga Pro120 vagnen.



Figur 6.1.1. Bild framifrån på Pro120 vagnen.



Figur 6.1.2. Bild Bakifrån på Pro120 vagnen.



Figur 6.1.3. Bild bakifrån på nära håll av Pro120 vagnen.



Figur 6.1.4. Bild framifrån på nära håll av Pro120 vagnen. Här ses verktygsfästet på masten.



Figur 6.1.4. Bild som visar frambenen och framhjulen på Pro120 vagnen.



Figur 6.1.5. Bild som visar bakhjulen på Pro120 vagnen.



Figur 6.1.6. Bild som visar tapeswitchen på frambenen.

6.2 Hur de nya vagnarna är uppbyggda

På grund utav rättighetsskäl kan varken ritningar eller bilder på den nykonstruerade vagnen bifogas här. Istället ges en noggrann beskrivning av vagnens konstruktion och uppbyggnad. Dock kan det nämnas att vid en snabb blick på den gamla respektive den nya vagnen ser de förhållandevis lika ut.

6.2.1 Mekanik

De nya vagnarna är uppbyggda runt ett chassi som kommer färdigsvetsat från fabrik, där sedan resten av detaljerna monteras. Dimensionerna på chassi, motor och mast varierar beroende på storlek av vagn. Masten är av aluminium och består av en stel del som kapas till önskad längd, på toppen av masten sitter toppdelen innehållande en lagrad axel som drivremmen skall rotera kring. Remmen går fritt inuti masten och sitter spänd i släden som löper i ett spår i masten, på släden som är något längre än tidigare monteras sedan verktygen som används för att lyfta önskat föremål. Släden ligger an spåren via åtta hjul. I botten av masten sitter bottendelen som liknar toppdelen, innehållande drivaxeln.

I bakkant på masten finns ett spår för en skena som används för att fästa toppdelen i masten, bottendelen fästs på samma sätt. Denna skena är egentligen bara till för att hålla delarna på plats i sidled då remmen håller ihop konstruktionen i axialled. Skenorna som går via bottendelen är däremot viktigare, dessa skenor är längre än i toppdelen och det är via dem som masten fästs i chassit.

På drivaxeln på motorn som lyfter lasten sitter ett låslager ihopkopplat med drevet som möjliggör att drevet kan rotera runt drivaxeln åt ena hållet men sitter låst åt det andra hållet. Det innebär att släden är låst nedåt och endast går att sänka via motordrift, men frikopplad uppåt då drevet kan rotera kring drivaxeln i den riktningen. För att höja släden går det alltså dels att driva uppåt med motorn och dels att dra släden manuellt uppåt. Detta är en önskad säkerhetsåtgärd vid driftstopp orsakad av tillexempel kabelbrott, skuren motor eller helt enkelt slut på batteri.

Motorn sitter fastskruvad i bottendelen och är via en växellåda ansluten på drivaxeln. Växellådans utväxling varierar beroende på vilken last man önskar lyfta, för de olika konstruktionerna används tre olika starka motorer men med olika växellådor blir de uppdelade i fem stycken storlekar beroende på vilken last de klarar av.

Vagnens hjul monteras på fyrkantsprofiler som fästs i förberedda spår i chassit. Fyrkantsprofilen för framhjulen är L-formad och 50 cm lång, vilket gör att framhjulen tillsammans bildar ett 50 cm långt U framför vagnen. Bakhjulens profiler är kortare och dessa sitter även ihop med ett stag i bakkant som fälls ner med foten för att låsa hjulen. Framhjulen är enkla hjul med 6 cm i diameter och bakhjulen är låsbara, svängbara länkhjul med diameter på 12 cm.

När hjulen är monterade kläs chassit sedan in i kåpor som också här kommer att kunna tillverkas utifrån kunds önskemål angående möjlighet till avspolning eller liknande. Verktygen kommer även de att ha samma breda användningsområde som tidigare, i vissa fall kan gamla verktyg användas med hjälp av en anslutningskoppling.

6.2.2 Elektronik

6.2.2.1 Funktionsbeskrivning

Batteripaketet är en konstruktion av ett litet ramverk som förses med ett lock med handtag på, batteriet placeras i ramverket och ansluts till en snabbkoppling vilket gör att man enkelt kan lyfta ur hela batteripaketet om så önskas, utan att behöva koppla ur någonting. Inuti batteripaketet sitter en säkring på 40A i Pro120 vagnen, vilket är den vagn som byggs som prototyp i verkstaden och som finns möjlighet att granska.

Gränslägesgivarna på de nya vagnarna är magnetgivare med möjlighet till justering av dess position. För att undvika att någon går under hängande last finns även en tapeswitch på varje ben, precis som på tidigare vagnar, som stoppar motorn och larmar via en siren om någon ställer sig på dem. Alla nya vagnar kommer att drivas av en 24VDC motor och styrkortet för vagnen sitter skruvad rakt i chassit bredvid motorn. Batterierna är olika stora beroende på hur stark motor som används.

På masten monteras en kontrollenhet med reglage till styrning av vagnen. På reglaget sitter en batteriindikator, knappar för drift upp eller ner, nödstoppsknapp samt en potentiometer för justering av hastighet på motorn. För att man skall kunna styra vagnen ifrån olika positioner finns även en handkontroll ansluten via spiralsladd.

6.2.2.2 Förklaring av elschema

Figur 6.2.1 på följande sida är det elschemat som visar elektroniken i nya Pro120. Den centrala enheten benämnd I_Drive är själva styrkortet, en låda som är beställd efter funktions-specifikation med möjlighet till att omprogrammeras då en specialvagn beställs. Den klarar av att hantera fler signaler än upp, ner, de olika givarna och nödstopp, vilket är mycket användbart då specialverktyg med elektriska funktioner som till exempel rotation eller gripfunktion används.

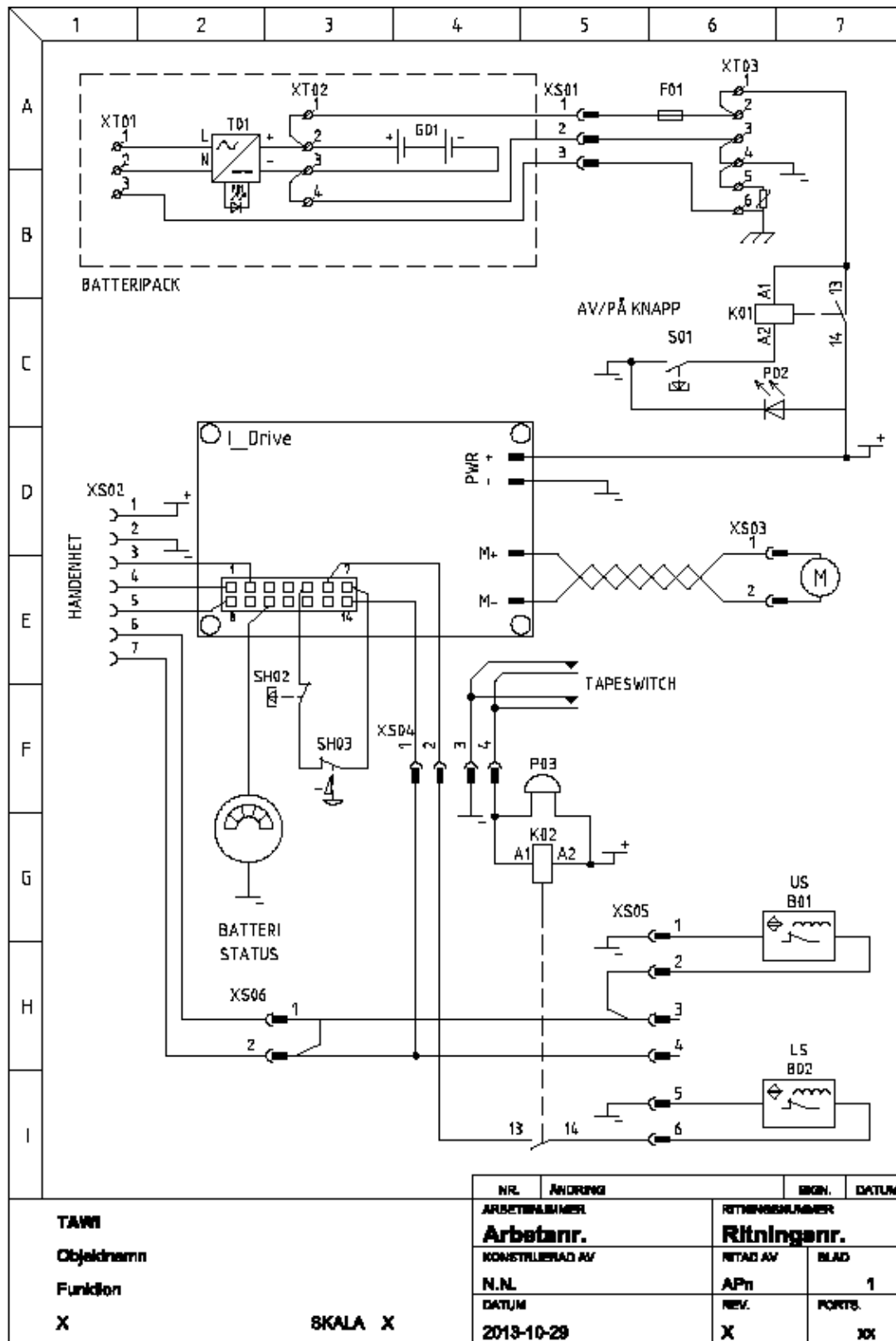
Längst upp i figur 6.2.1 ses batteripaketet, med batteriet benämnt G01. Konakten XT01 är stickproppen som ansluts i väggen för laddning av batteriet. T01 är en likriktare för laddning och vid sidan av den syns en lysdiod P01 som indikerar att batteriet laddas. Den kontakt som kallas XS01 är snabbanslutningskontakten i underkant av batteripaketet som möjliggör dockning direkt i vagnen utan extra kopplingar eller sladdar. F01 är en säkring som i Pro120 vagnen dimensioneras till 40 A.

Av och På funktionen sköts via ett relä K01 som aktiveras med tryckknappen S01, som i verkligheten blir icke återfjädrande. Lysdioden P02 indikerar att strömmen till vagnen är påslagen. Motorn M är ansluten via en snabbkontakt XS03, vilket håll och i vilken hastighet motorn går i sköts i styrkortet och det är alltså fullt programmerbart om man behöver ändra grundinställningarna.

Kontakterna med benämning TAPESWITCH är de brytarna som klistras upp på benen av vagnen, och de sluts alltså om man ställer sig på dem. Sluts någon av tapeswitch brytarna ger hornet P03 ifrån sig signal, reläet K02 drar och kretsen ifrån undre gränslägesgivaren öppnas vilket gör att motorn stannar. Observera att kontakten 13-14 till reläet K02 i denna ritning är fel, den skall vara normalt sluten.

Gränslägesgivarna US och LS är magnetgivare som sitter placera på masten, US står för Upper Sensor och LS står för Lower Sensor och de är anslutna via en snabbanslutning XS05. Givarna är normalt slutna och då kretsen bryts stannar motorn. Anledningen till att tapeswitch-brytarna stoppar motorn via samma ingång på styrkortet som givarna är för att de helt enkelt inte behövs en extra stoppfunktion. Nödstoppfunktionen hittas under styrkortet där nödstoppbrytaren är benämnd SH03. Tryckknappen SH02 används inte i detta fall utan är endast en tilläggsfunktion för extra nödstoppknapp.

Till sist ses hur batteriindikatorn kopplas in på styrkortet och hur handenheten ansluts på kontakten XS02, handenheten är den styrbox som sitter placerad på masten med möjlighet för anslutning av en trådbunden handkontroll.



Figur 6.2.1. Elschema över Pro120

6.2.3 Skillnad från förra vagnen

Den stora skillnaden från föregående vagnserie ligger i att hela den nya vagnserien är konstruerad efter samma bas och alla modellerna liknar varandra väldigt mycket i utformning och detaljer. Många delar går att använda över hela storleksspannet och skillnaden vid tillverkning skiljer sig därför inte lika mycket åt. Tekniska lösningar återanvänds vilket minimerar olika moment vid tillverkning. Tillexempel används samma styrbox och givare i alla vagnarna. Det bidrar även till enklare service och reparation samt färre delar att hålla i lager. Helt nytt är funktionen med ett låslager som möjliggör att man kan höja vagnen manuellt, denna funktion har inte funnits på någon konstruktion tidigare.

Designmässigt har vagnen ett rundare utseende och ser helt enkelt mer modern ut, det är i första hand kåporna som skiljer sig åt. Kåporna är även enklare att montera och lossa på.

6.3 Analys av nödvändiga delmoment vid tillverkning

För att tillverkningen av vagnarna skall kunna ske utan flaskhalsar och andra förseningar krävs en noggrann analys av vilka delmoment som är nödvändiga samt hur man ska fördela resurser i form av yta och arbetskraft till de olika stationerna. Efter en noggrann granskning av hur vagnarna är uppbyggda kan vissa slutsatser dras om vilka moment man bör separera och vilka som bör hänga ihop. Här är en första överblickande grovanalys av hur stationerna skulle kunna utformas.

6.3.1 Station 1

Det första steget blir att montera toppdelen och bottendelen av masten. Dessa delar, framförallt bottendelen innehållande drevet består av många olika detaljer och kräver hög precision vilket kommer ta tid. Även släden är en del med många ingående detaljer och den kommer också att kräva mycket tid. Detta är en potentiell första station, att montera toppdel, bottendel och släde.

6.3.2 Station 2

När topp- och bottendel och är klara skall de monteras på masten ihop med remmen och släden. Detta kräver en större yta då materialet man hanterar helt enkelt är större, varför det är en naturlig andra station. På denna station fästs även motorn på bottendelen ihop med växellådan kring drivaxeln.

6.3.3 Station 3

Ett batteripaket går förhållandevis snabbt att göra färdigt, och kräver inte så mycket yta. Samma sak gäller för montering av benen och hjulen. En station skulle kunna bestå i att montera batteripaket och ben med hjul parallellt med monteringen av topp och bottendel för att sedan i slutstationen ha alla detaljer färdiga att plocka ifrån lagerhylla. Här finns även tid och utrymme för att förbereda styrreglagen och givarna samt kontaktera dessa.

6.3.4 Station 4

Den fjärde och sista stationen utgörs då av att bygga ihop de olika delarna med chassit i centrum. Att montera masten på chassit går fort då masten är klar, den fästs med åtta stycken skruvar igenom den skena som ligger i ett spår i masten. samma sak gäller benen, de förs in i sina spår och skruvas åt med två skruvar. Batteripaketet har sin snabbanslutning och förs enkelt ned i chassit. Styrboxen skruvas också den enkelt på chassit med fyra skruvar och anslutningarna görs lätt då givare och reglage redan är kontakterade. Det enda som återstår att montera är nu kåporna vilket även det går snabbt då det endast är tre kåpor som skruvas på plats i chassits förborrade hål.

6.3.5 Station 5

Slutstationen utgörs av en testavdelning som egentligen är avskild ifrån själva produktionen. Hit går de färdiga vagnarna för att testas, kontrolleras och märkas upp med nödvändiga klistermärken för lastgränser och lyfthöjder.

7 FRÅGEFORMULÄR TILL MONTÖRERNA

Kommunikationen med montörerna i produktionen är viktigt för att etablera ett bra samarbete och skapa ett förtroende hos dem. Förändringar på arbetsplatsen kan vara känsligt och nedan beskrivs tillvägagångssättet för att bygga upp en bra relation med montörerna som arbetar med Protema-vagnarna.

7.1 Varför ett frågeformulär

För att tillsammans med montörerna föra en dialog om förändringarna på deras arbetsplats samt konkret samla in deras åsikter och tankar kring detta upprättades ett frågeformulär. Att förändra någons arbete innebär ett stort ansvar och det kan vara mycket känsligt att ändra rutiner och arbetssätt ifrån allt gällande planering och organisation till praktiskt utförande och arbetssätt. Det är därför en stor del i arbetet ligger i att lyssna på vad montörerna har att säga för att få en förståelse av deras arbetssituation. Det är även ett viktigt hjälpmedel då många har kloka åsikter och intressanta tankar angående nya idéer och lösningar på svårigheter som finns idag.

Ett frågeformulär ger montörerna möjligheten att anonymt uttrycka sina åsikter och ge ärliga svar på frågor som annars kan vara känsliga att prata om. Formuläret är alltså ett bra underlag vid olika beslut gällande utformning av produktionen då man ser utifrån det arbetsmässiga perspektivet.

7.2 Frågeformulärets utseende

Det frågeformulär som delats ut bestod av 10 stycken enkla frågor enligt följande.

- Vad skulle Du personligen vilja förändra?
- Vad ser Du gärna förblir oförändrat?
- Hur kan vi förbättra lagerplatsen för detaljer, ingående komponenter och verktyg?
- Finns bättre alternativ till de verktyg som används idag?
- Finns bättre alternativ till ingående detaljer/komponenter som skruvar osv?
- Kan vi förändra belysningen för att göra arbetsplatsen bättre?
- Hur ser Du att arbetshöjder, vinklar och andra arbetspositioner kan förbättras?
- Hur ser Du på ankomstkontrollen idag, kan vi införa bättre rutiner där?
- Hur kan vi på ett tydligt sätt visa order och produktinformation i produktionen för att ge en överskådlig bild av förloppet?
- Övriga idéer, funderingar eller tankar:

7.3 Reaktionen och svar

Efter det att frågeformulären samlats in och svaren analyserats insågs snabbt att man i allmänhet var rädd för att införa ett löpande band där produktionstakten blir ett stressmoment. Arbetssättet så som det ser ut idag med olika stationer och egen planering av arbetet var uppskattat och något man ville bevara.

Förändringar som skulle kunna göra arbetssituationen bättre låg i sådant som höj- och sänkbara bord, stor betoning låg i att folk är olika långa. När det kom till lagerhanteringen visade det sig att nästan samtliga var missnöjda, detaljer och verktyg låg för långt bort eller på svåråtkomliga hyllor där truck krävdes för att hämta ner pallarna ifrån pallställen. Här vill man även införa en bättre och tydligare uppmärkning av pallarna för att snabbare hitta det material man söker. Speciellt viktigt då en ny produkt införs med nya delar som ingen arbetat med förut.

I vissa fall kunde produktionen bli stillastående då man var tvungen att vänta på material, ett bättre flöde av material är efterfrågat. Vissa maskiner fanns det för få av och man önskade att skaffa fler tryckluftsdrivna maskiner samt bättre lyfthjälpmedel. Luftslangarna till de tryckluftsdrivna maskiner som används ligger i dagsläget på golvet vilket ansågs som en säkerhetsbrist då man lätt kan snubbla på dem, dessa slangar skulle kunna hängas ner ifrån taket till den arbetsplats där de används

Klagomål kom även på de skruvar som används där man tyckte att de höll bristfällig kvalitet. I övrigt upplevs det att vissa komponenter har dålig passform där man ibland måste slipa och borra upp hål för att få dem att passa vilket tar upp mycket onödig tid. Nya rutiner för att eliminera sådana felkällor och byta ut bristfälliga komponenter önskas. Sådana delar som inte används vid tillverkning men ändå är viktiga, som reservdelar och dylikt, vill man ha på en och samma plats och inte utspridda över lokalen för att enkelt kunna nå dessa vid behov. En tydligare uppmärkning skulle kunna införas här.

Gällande ankommande material ville man införa ett bättre system, alternativt utse en person som sköter det, tar emot varor, kontrollerar dem och placerar ut dem i lagret.

Angående orderhanteringen fanns också en del åsikter om hur man kunde visa upp en beställning på ett mer överskådligt sätt till exempel genom att skriva ut på ett större papper där all nödvändig information visas tydligt för alla.

Positivt var att inga klagomål eller synpunkter kom angående belysningen i lokalen vilket innebär att en utbyggnad av befintlig belysning inte ses som akut och skulle vara något man fick utvärdera i efterhand om det önskas.

För framtida produktion av nykonstruerade vagnar finns åsikter kring instruktioner av monteringsmoment, här vill man ha nya tydliga och utförliga instruktioner med text och bilder.

7.4 Intervju av montörerna

Intervjun med varje montör för sig visade sig vara nyttig för att förstå bättre varför de skrivit sina svar på det sätt de gjort i enkäterna. Mer utförliga förklaringar av till exempel i vilka arbetsituationer man önskade höj och sänkbara bord och på vilka platser det låg tryckluftslangar på golvet kom fram.

Ett specifikt önskemål som kom till ytan var att den nya produktionen låg på en någorlunda öppen yta för att undvika instängning, vilket självklart måste beaktas i urvalsprocessen. Utöver detta gav intervjuerna inget nytt utan de åsikter man hade kom väl fram i enkäterna då de flesta tagit dessa på stort allvar.

8 PRODUKTIONENS LAYOUT

Här visas lokalerna där produktionen äger rum i form av ritningar och 3D modeller. Hur dessa är framtagna beskrivs i detalj. För fortsatt arbete utgör ritningarna ett mycket viktigt underlag dels teknisk men också visuellt.

8.1 Ritningar

Ritningarna uppfyller två viktiga funktioner vid arbete med produktionen. Dels vill man ha en teknisk grund att arbeta på där mått och positionering är viktigt och dels vill man ha en snygg och lättöverskådlig modell av lokalen. Därför valdes att upprätta två ritningsunderlag, en ritning i AutoCAD 2014 för att arbeta med exakta mått och en ritning i SketchUp 2014 för att bygga en modell för visuell betraktning.

8.1.1 Ritning-AutoCAD

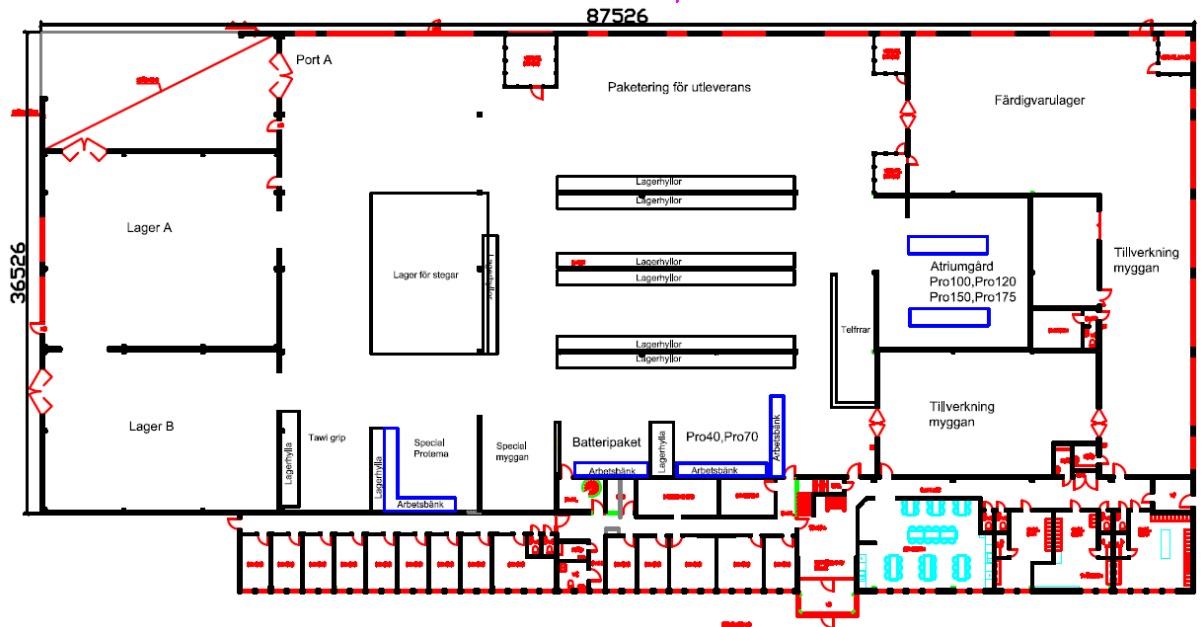
Arbetet med ritningar över lokalen sker i AutoCAD 2014 vilket möjliggör mycket stor precision och noggrannhet vid måttsättningar. Den ritning som ursprungligen fanns tillgänglig över lokalen är ritad av arkitekt genom uppdrag ifrån Tawi i samband med utbyggnation av lokalerna 2007.

Här är måtten från början helt exakta vilket gör att nya mätningar införs i skala 1:1 och en totalt skalenligt ritning erhålls vilket är grundläggande för framtida arbete. Denna ritning fick kompletteras genom att mäta ut exakt position av bärande pelare med hjälp av laserverktyg. Positionen av dessa pelare är av yttersta vikt eftersom de är den enda begränsningen i lokalen och något som inte går att flytta på. Planering av framtida layout får alltså ske runt avgränsningarna av lokalens yta samt placering av bärande pelare.

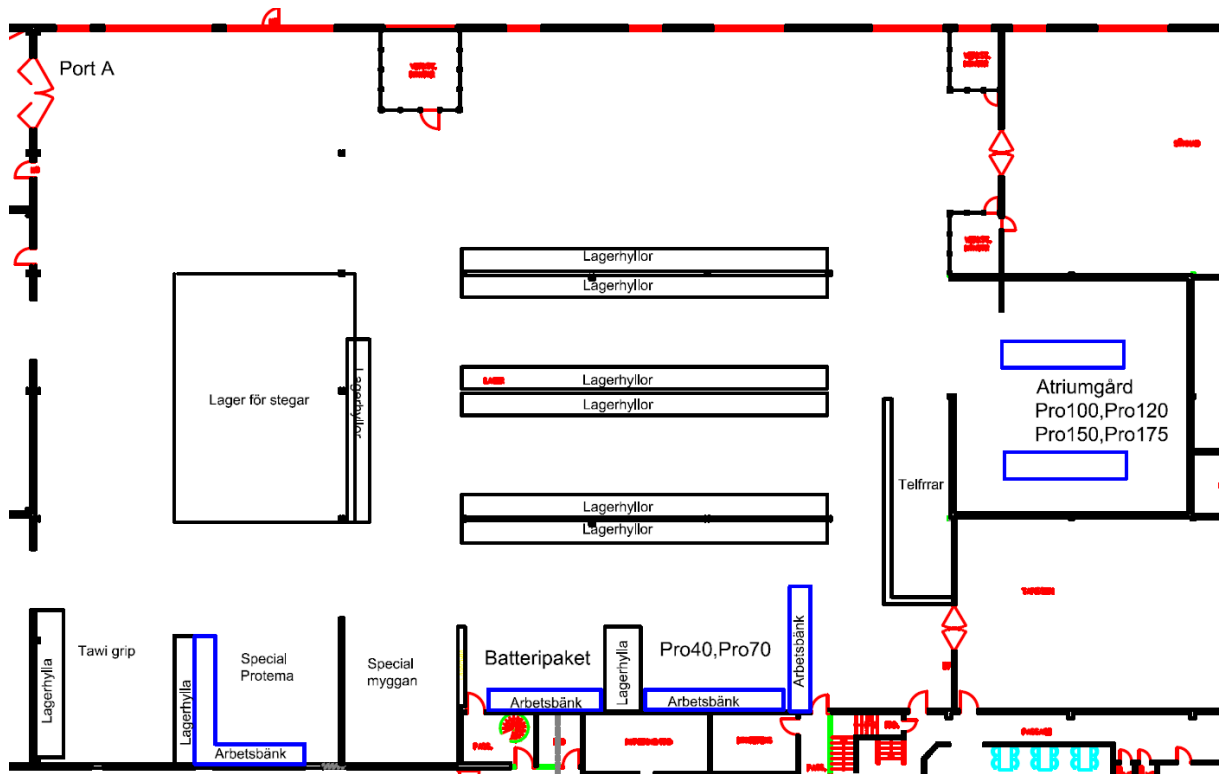
Efter att alla pelare var utmarkerade i ritningen kunde arbetet med att mäta ut samtliga lagerhyllor och arbetsbänkar fortsätta. Några av lagerhyllorna är extra omständiga att flytta på och ett övervägande av vad som är rimligt att förändra bör göras. Här är också noga att markera ut exakt position och storlek på sådant som kan komma att stå kvar på samma plats i framtiden. Det är noterbart att en stor del av den tillgängliga ytan upptas av lagerhållning av stegar, dessa stegar köps in färdiga och inplastade för att sedan säljas vidare. Den yta stegarna upptar utgörs av ett attraktivt område i lokalen vid denna produktionsoptimering och möjligheten att flytta dessa stegar kommer att undersökas.

Då ritningen även används som modell över lokalen var en 3D ritning nödvändig och ett bra hjälpmedel, varför alla väggar, pelare, hyllor och arbetsbänkar höjdes upp till sin verkliga höjd för att ge en sanningsenlig bild av interiören i samband med 3D betraktning. När ritningen var komplett utgjorde den ett mycket bra underlag för arbete med generering av alternativa layouter inför framtidens produktion. Det är enkelt och smidigt att flytta objekt och med hjälp av 3D verktygen fås snabbt en överblick av hur lokalen upplevs från insidan.

Här nedan ses en 2D ritning av lokalens ursprungliga utseende gjord i AutoCAD, det är en ritning över hela byggnaden där kontor, lunchrum, omklädningsrum, lager och tillverkning av andra produkter är synliga. För att visa en tydligare bild av den yta som används för tillverkningen av Protema kommer ritningen i fortsättningen att vara inzoomad. Detta för att detaljer skall vara lättare att se samt att man lättare skall få en bra överblick av lokalen.



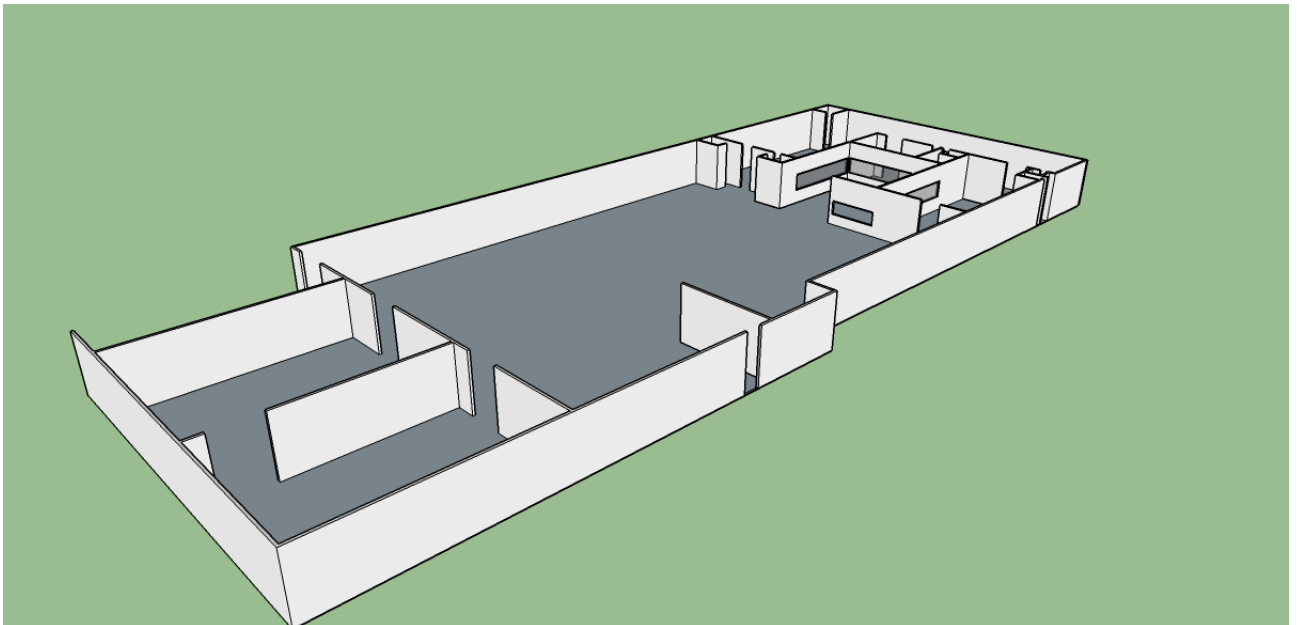
Figur8.1. Ritning över lokalens ursprungliga layout.



Figur8.2. In zoomad ritning över det område som berörs, lokalens ursprungliga layout.

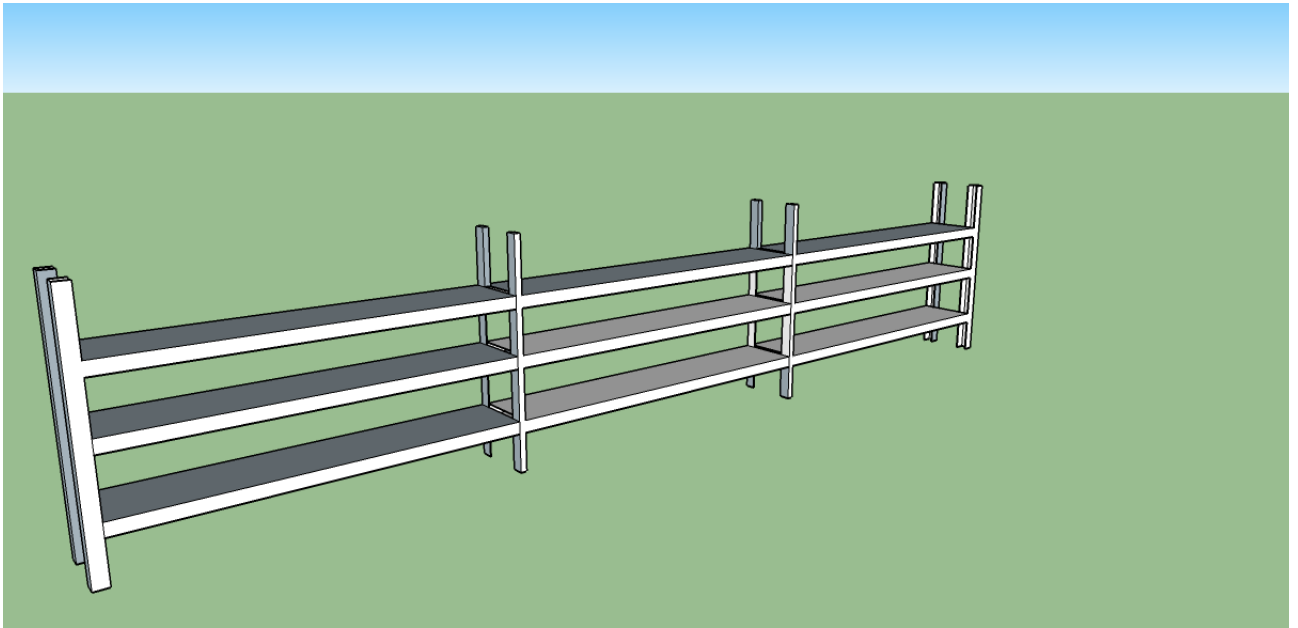
8.1.2 Ritning- SketchUp 2014

Som nämnt tidigare i rapporten användes SketchUp 2014 för att utveckla ritningar i en 3D-miljö. Programvaran är utvecklad av Google och är gratis att ladda ner från deras tillhörande hemsida. Utöver en användarvänlig miljö är många ritningar öppen källkod, vilket innebär en möjlighet att ladda ner andras ritningar eller komponenter. Eftersom ritningen skulle få en så verklighetstrogen bild som möjligt ritades alla hyllor och bänkar, samt själva lokalen, från grunden. Då det var önskvärt att kunna flytta hyllor och bänkar enkelt vid framtagningen av de olika förslagen var programvaran till stor nytta. I figur 8.1.2.1 är den färdiga lagerlokalen uppritad utan några komponenter och med ungefärligt uppmätta mått. För att få någorlunda precisa mått på lokalen användes CAD-ritningen som behandlades i föregående kapitel. Bilderna nedan användes för att presentera dem olika förslagen.



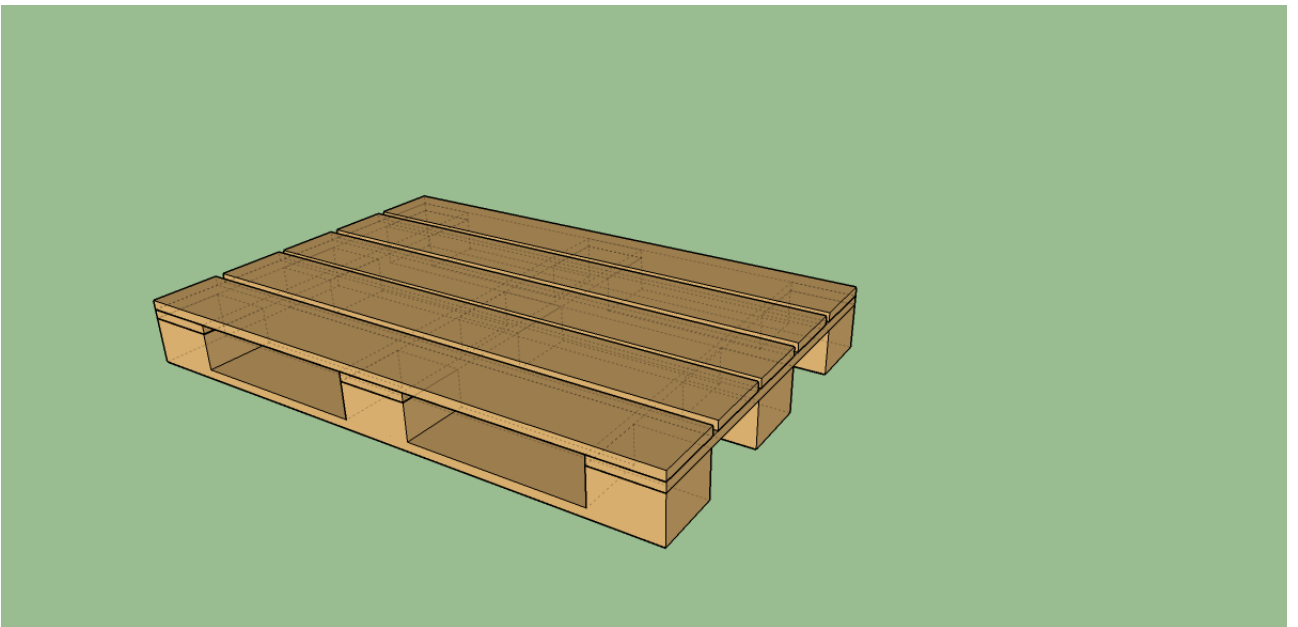
Figur 8.1.2.1. En tom lagerlokal utan komponenter.

Hädanefter användes modellen i figur 8.1.2.1 som grund. Åtskilliga besök i lagerlokalen krävdes för att bestämma mått på hyllor, arbetsbänkar och andra komponenter som skulle läggas in. För att få en tydlig bild av vad som kunde flyttas och vad som var fast förankrat togs beslutet om att rita upp hur dagsläget var. Första steget här efter var att rita upp lagerhyllorna eftersom dessa tog störst plats och var en betydande komponent i lokalen. Då hyllorna i Figur 8.1.2.2. inte är en exakt kopia av hyllorna i verkligheten ska dem representera de befintliga hyllorna som finns.



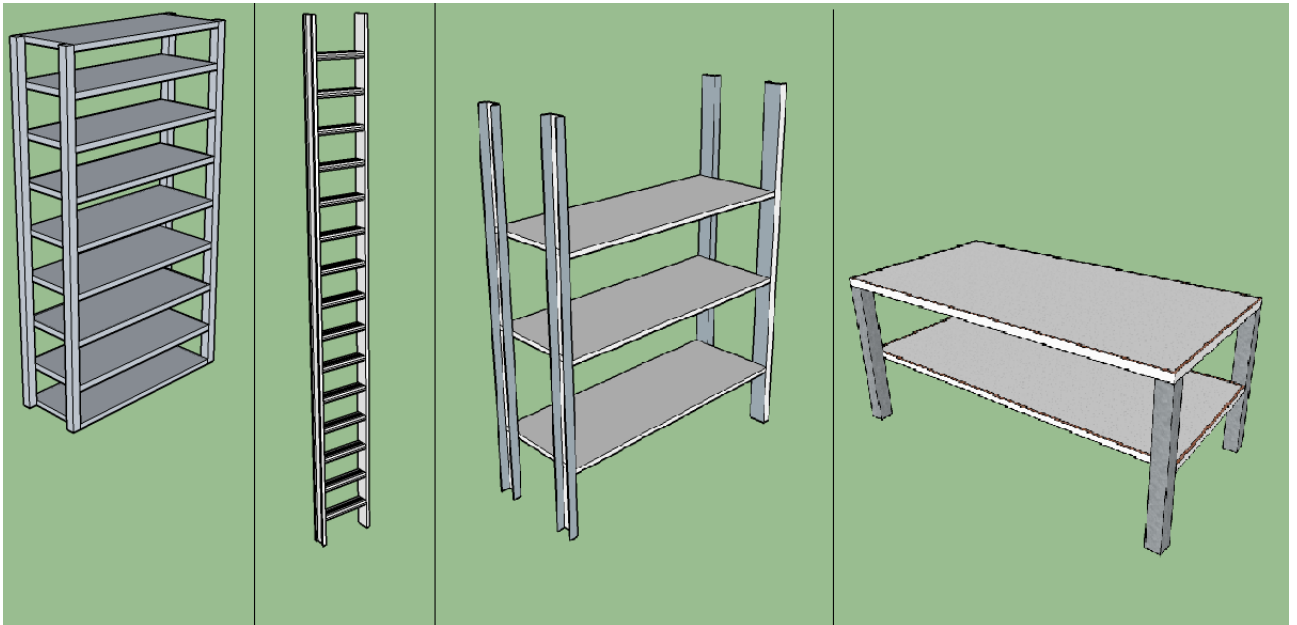
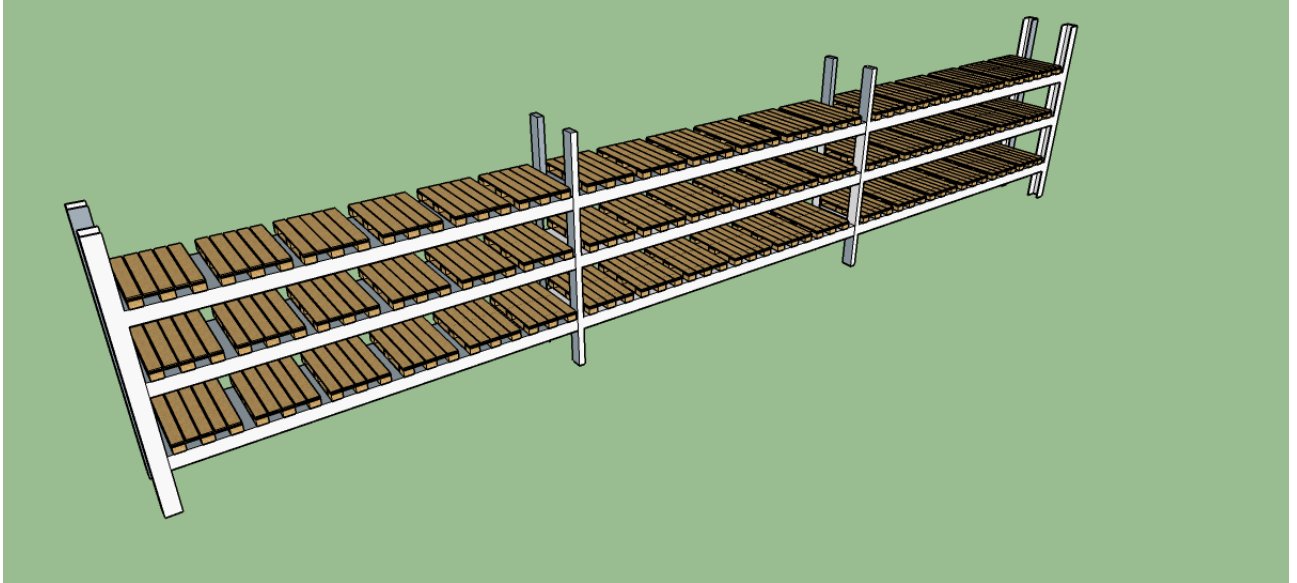
Figur 8.1.2.2. Modell som ska representera dem befintliga lagerhyllorna

Eftersom hyllorna var fyllda med reservdelar och material togs det även fram en modell för att representera detta med hjälp av EU-pallar som fylldes i hyllorna. Figur 8.1.2.3. visar dessa pallar och Figur 8.1.2.4. visar hyllan från Figur 8.1.2.2. med inlagda pallar. I Figur 8.1.2.4. kan man även se hur otympliga och stora lagerhyllorna egentligen är. Eftersom många ritningar är öppen källkod hade färdiga ritningar säkert kunnat användas, då detta var ett relativt oprövat program behövdes lite övning.



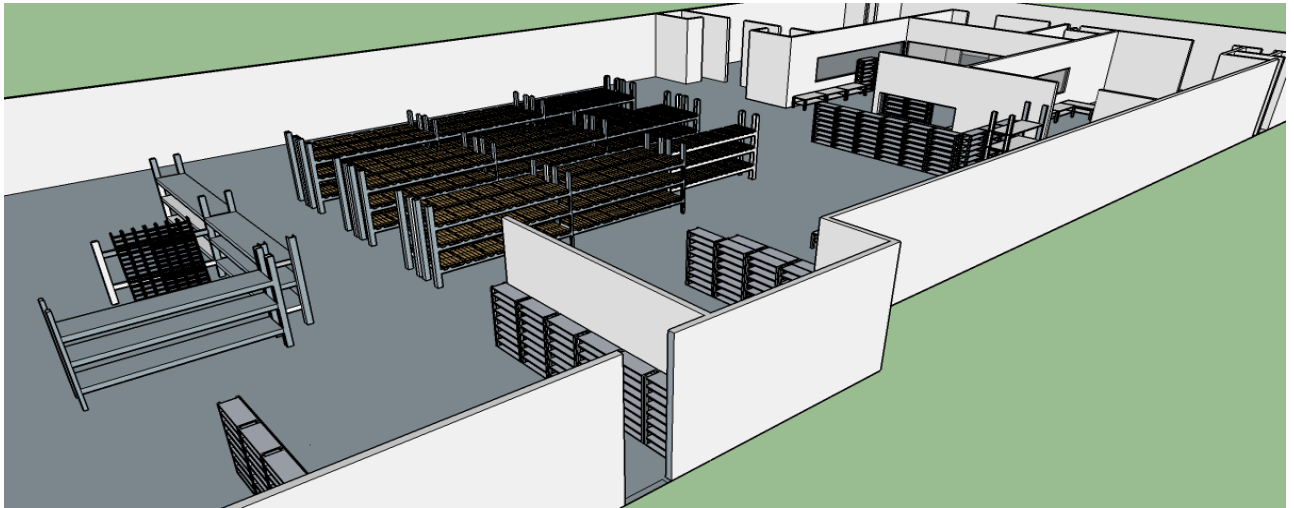
Figur 8.1.2.3. Modell av en standard EU-pall

Figur 8.1.2.4. Modell av lagerhylla inklusive EU-pallar.



Figur 8.1.2.5. Övriga modeller som gjordes för att få en verklighetstrogen översikt.

Då modeller och komponenter var färdiga lades allt in i modellen av lokalen. Flera besök i lagerlokalen krävdes för att placera in allting på rätt plats. Den slutliga modellen av den nuvarande lokalen visas i figur 8.1.2.6. De rum i figur 8.1.2.6 som är tomma på modellen är självklart inte det i verkligheten. Anledningen till att dem lämnats tomma är på grund av att dessa områden inte kommer beröras av den nya produktionen.



Figur 8.1.2.6. Modell av den nuvarande lokalen.

9 KARTLÄGGNING AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR FÖRÄNDRING

Vid arbete med att förändra någonting hos ett företag måste man se över vilka krav och önskemål som finns ifrån företagets sida. Det är mycket pengar som läggs ner och resultatet måste motsvara just ställda krav och uppsatta önskemål för att en förändring skall vara motiverad. Nedan beskrivs de punkter där förbättring önskas.

9.1 Att tänka på – vilka krav finns

Ifrån Tawis sida finns naturligtvis en del krav att ta hänsyn till, de är få och friheten att generera egna idéer och lösningar är stora, men de krav som finns går inte att undgå.

Det första kravet är att produktionen skall ske i en löpande process. Detta krav ställdes egentligen vid konstruktionen av de nya vagnarna, då de är konstruerade på ett sådant sätt att detta är möjligt på grund av den lika uppbyggnaden och användandet av samma delar i vissa moment.

Dagens produktion sker i form av batcher eller omgångar där ett antal vagnar blir klara samtidigt och detta vill man gå ifrån för att istället tillverka styckvis. Man vill att allt arbete skall fokusera på en eller några få vagnar åt gången för att snabbt få ut produkten till förpackningsavdelningen. En layout som passar in på detta arbetssätt brukar benämnas produktlayout, som är ett enkelt system att kontrollera där materialåtgången i processen är minimerad (Santos, Wysk, Torres, 2006). Man har också ett krav på att materialtillförseln skall ske på ett tidseffektivt sätt där lyftverktyg för tunga lyft skall finnas tillgängliga, även detta talar för en produkt layout.

Nästa krav är att möjligheten till arbetsrotation skall finnas, man vill inte att någon skall vara låst vid en specifik uppgift och på samma sätt vill man inte att en viss uppgift skall vara låst till endast en person.

Då inga utbyggnationer av nuvarande lokal är planerade är det därför viktigt att det tillgängliga utrymmet utnyttjas effektivt i ett ekonomiskt perspektiv. Detta är en viktig fråga att väga in då detta ofta är orsaken till en önskad förändring. Det är lätt att komplicerade lösningar är intressanta, men oftast är den enklaste lösningen även den bästa. Onödigt komplicerade lösningar kan i längden bli dyrt (Santos, Wysk, Torres, 2006). Detta måste självklart beaktas och enkelhet kommer därför sättas som krav i urvalsprocessen.

Gällande slutmonteringen finns krav på att den sista stationen i monteringen skall ligga i nära anknytning till en tänkt avdelning avsedd för sluttest och prover på vagnarna för att därefter kunna markera dem färdiga för leverans.

9.2 Att tänka på – vilka önskemål finns

Det finns önskemål om att produktionen skall läggas på ungefär samma yta där den ligger idag, detta för att undvika att flytta på allt för många pallställ samt att man då slipper att dra ut ny elkraft och nya tryckluftslangar till de maskiner som används.

När det gäller slutmontering av vagnarna önskar man kunna använda en Protema-vagn för att hålla chassit, och bygga på resten av delarna med chassit hängandes i luften. Det skulle ge en ökad flexibilitet vid tillverkningen och frågan om hur man skulle transportera vagnen mellan stationerna skulle vara löst.

Man ser också gärna att avdelningen för slutttest och prover läggs i atriumgården där man idag tillverkar Pro100, Pro120, Pro150 samt Pro175. I övrigt, bortsett från krav som finns, tar Tawi öppet emot nya idéer av alla sorter.

9.3 Lagerhantering

Lagret består främst av tre stycken 18 meter långa parallella pallställ, med plats för fyra stycken pallar i höjd. Utöver dessa pallställ finns också mindre lagerhyllor utplacerade vid respektive stationer, innehållande mindre detaljer som skruvar och brickor samt verktyg.

Ordningen i lagret kan anses som god och det finns gott om plats, ingenting ligger intryckt på hyllorna utan delar som motorer, batterier, hjul och kåpor ligger snyggt uppradad och lättåtkomligt.

Här ligger förbättringspotential i att omfördela utrymmet för bättre åtkomlighet på rätt plats där kortare avstånd till den del man behöver vid varje station är prioritet.

9.4 Slutsats efter krav och önskemål

Efter genomgång av krav och önskemål fås en tydligare bild av vad som förväntas ske förändringsmässigt. Man vill ifrån Tawis sida inte göra allt för stora ingrepp i nuvarande lokaler, utan endast de nödvändiga. Detta kommer beaktas eftersom det bär med sig en stor kostnad vid omfattande förflyttning och ombyggnation. Kravet om en flödesorienterad produktion där arbetsrotation kan tillämpas är naturligtvis grundläggande för hela förändringsarbetet och kommer att ligga till grund för samtliga idéer som genereras.

Idén om testavdelningen i atriumgården känns som en väldigt bra lösning, denna yta är svår att väva in till något annat i produktionen men är fortfarande väldigt attraktiv och den bör i högsta grad utnyttjas.

Lämpliga lyfthjälpmiddel är något som får utvärderas när den färdiga lösningen är utsedd. Det finns gott om resurser på Tawi och de tillverkar själva vad som behövs.

Lagerföring av ingående delar är också sådant som får tas efter det att en lösning har bestämts. Planering av lagerhyllor kommer ske efter önskemålet att det ska finnas plats nära arbetsbänkarna, men hur man fördelar lagerplatsen bör beslutas då förändringsarbetet är färdigt. När sedan produktionen börjar kan även detta komma att förändras då man lär sig hur produktionen fungerar i praktiken. Med tanke på att det är en helt ny produkt som skall tillverkas är det också svårt att veta från början vilka detaljer som kommer att behöva lagras i större mängder eftersom man inte vet i vilka proportioner produkten kommer att sälja, och vissa detaljer används över hela storleksspannet och andra används endast till en viss vagn.

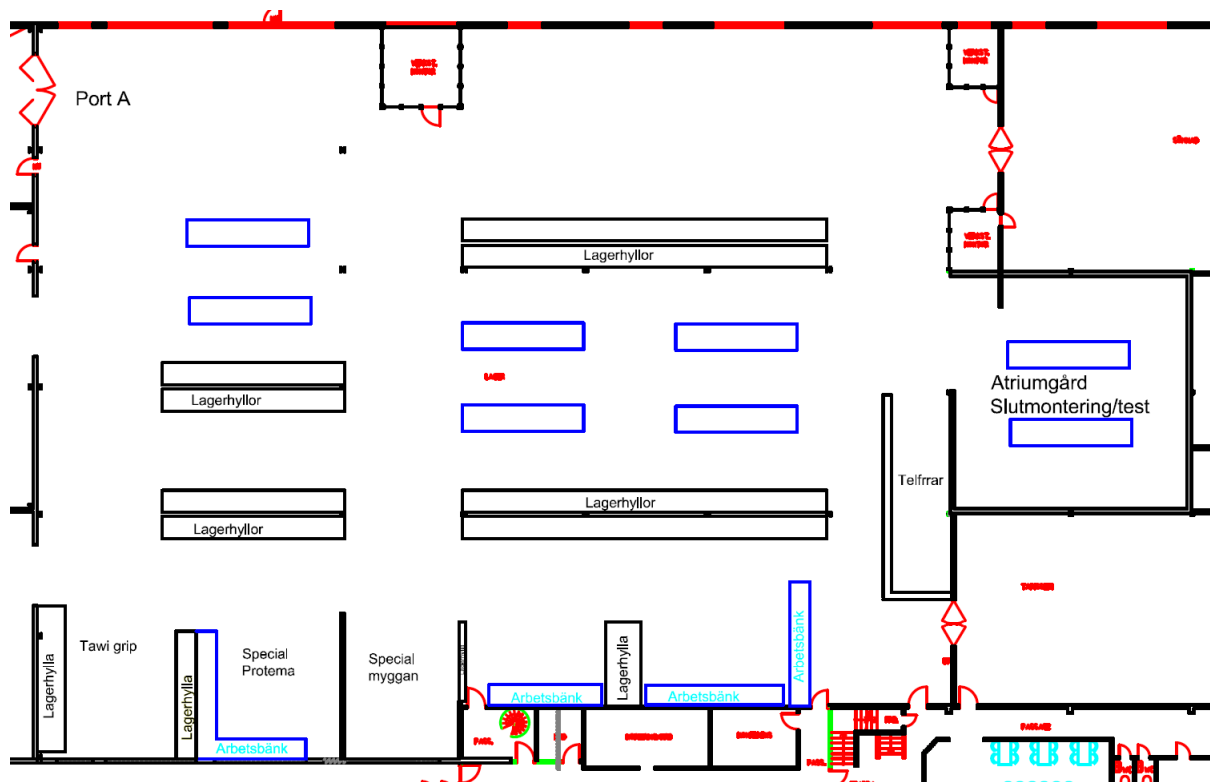
10 GENERERING AV ALTERNATIVA LÖSNINGAR

Utefter de krav och önskemål som finns ställda av Tawi ligger uppgiften i att generera olika förslag på hur en framtida produktionslina skulle kunna se ut. Huvuduppgiften består av att identifiera vilka olika delmoment som krävs samt att på ett smidigt sätt placera dem i förhållande till varandra för att skapa ett obehindrat flöde. I den första delen av brainstorming processen tas dock inte de enskilda stationernas utformning hänsyn till då det kan komma att begränsa idéflödet. Att disponera den tillgängliga ytan på ett så effektivt och optimalt sätt som möjligt blir den centrala frågan. Här finns inga begränsningar utan alla idéer översätts till ritning, för att sedan utvärderas och möjligen justeras. Med den färdiga lösningen som underlag gäller sedan att organisera lagret på bästa sätt utifrån de förutsättningar som ges samt att se till att materialtillförsel kan ske enkelt utan att störa tillverkningen. De olika förslagen tas fram genom sunda resonemang med stor hänsyn till de krav som finns och till viss del även de uppsatta önskemålen, samt i samverkan med studier av hur tillverkningen går till. Anledningen till att önskemålen inte följs lika hårt som kraven är dels för att förslagen inte ska styras av önskemålen, dels för att de skall kunna se olika ut och dels för att öppna för möjligheten att lösa vissa problem på ett bättre sätt än vad som från början önskats.

I ritningarna ses alla lagerhyllor som svarta och arbetsbänkarna som används vid de olika stationerna representeras i blå färg. De svarta punkter som syns i ritningen är de bärande pelarnas profiler. Det handlar om att disponera ytan för att få tillgång till minst lika mycket lagerhyllor som tidigare, gärna fler, samt att placera arbetsbänkarna på ett logiskt sätt så att stationerna ligger naturligt i anknytning till varandra.

I denna fas av utvecklingen genereras olika förslag för vidare jämförelse. Med hjälp av elimineringsmatriser och dialog med ledningen hos Tawi skall den bästa av dessa förslag utses.

- **Förslag nummer 1**



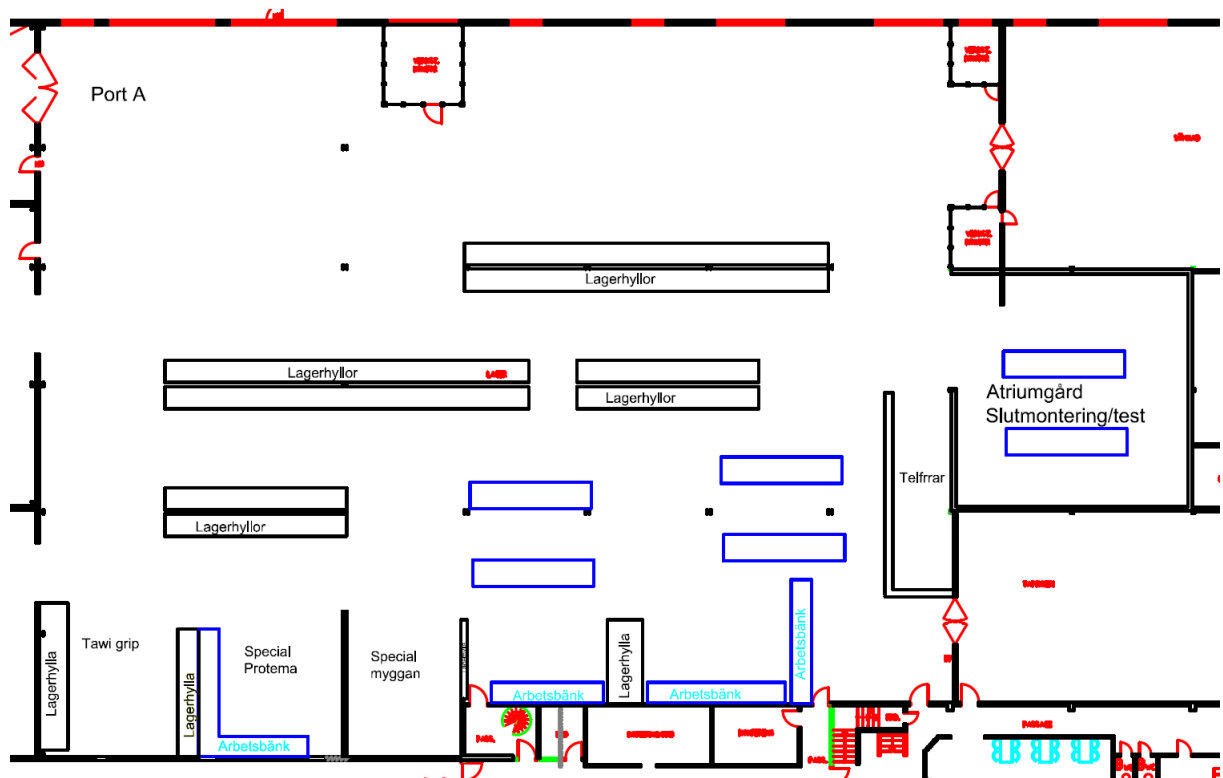
Figur 10.1. Ritning över förslag på layout, förslag nummer 1.

Idéerna till det första alternativet kom upp som förslag redan vid en första rundvandring i lokalen. Ytan mellan de två yttre pallställen kändes som en naturlig gata att använda vid en löpande linje. Inleverans av varor sker vid port A längst upp i vänster i figur 10.1.

Att produktionslinan skulle börja nära port A kändes logiskt till en början, men detta måste utvärderas då ankommande varor ändå måste lagerföras innan de används. En stor fördel med denna lösning är att det blir gott om utrymme för tillverkning samt att linjen avslutas i anslutning till atriumgårdens där slutmontering och test sker. Det uppfyller både kravet på att linan skall avslutas nära teststationen samt önskemålet att denna teststation ligger placerad i atriumgårdens.

Nackdelar med detta förslag är dels att ett helt pallställ måste flyttas till det utrymme där stegarna idag står lagrade vilket även medför att stegarna måste flyttas. Lager A, som syns i figur 7.1. skulle kunna användas till förvaring av stegar, men det skulle innebära ett stort arbete att organisera om i denna lokal för att passa det ändamålet, men det är genomförbart om så krävs.

- **Förslag nummer 2**



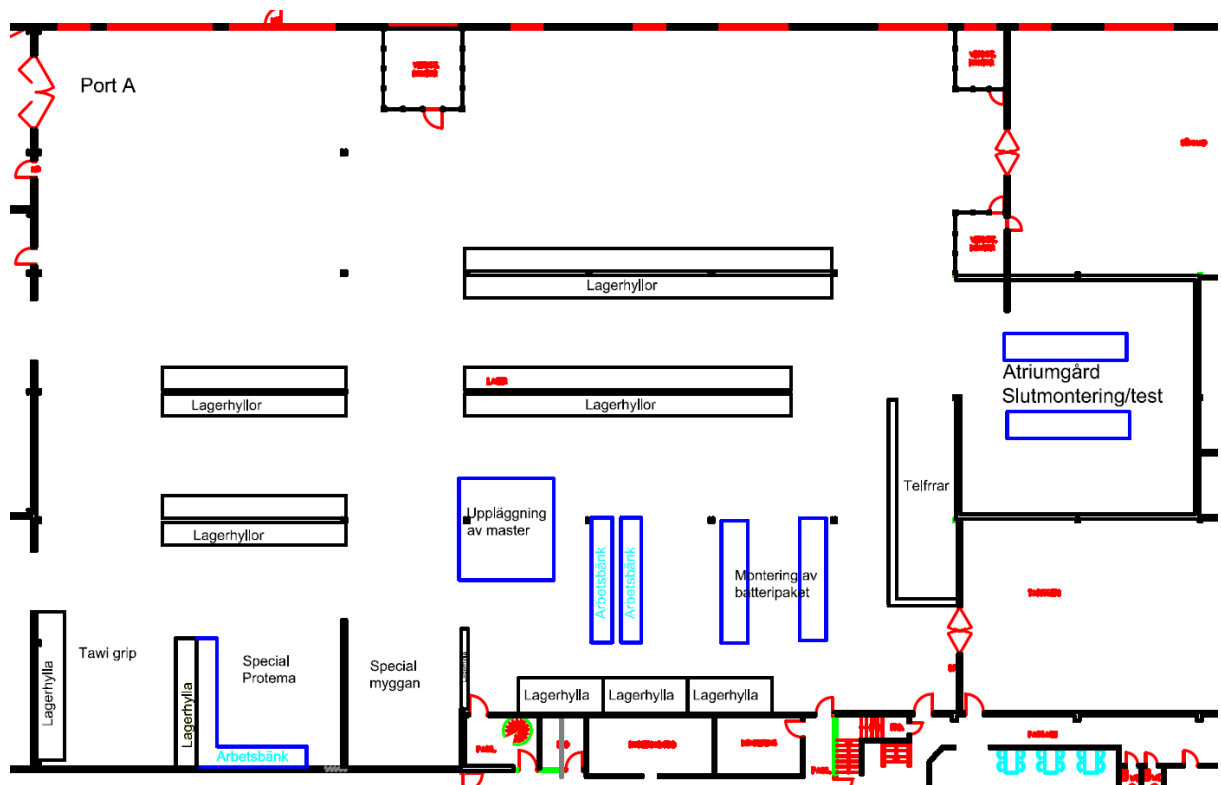
Figur 10.2. Ritning över förslag på layout, förslag nummer 2.

Förslag nummer två kom till som en förändring av förslag nummer ett, med önskemålet att tillverkningen skall ligga kvar på ungefär samma yta som tidigare i åtanke.

Här finns också en närhet mellan den sista stationen i monteringslinan och testavdelningen, som ligger placerad i atriumgården enligt önskemål, eftersom att en del av den lagerhyllan som står utanför atriumgården är bortplockad.

Precis som i första förslaget blir fördelen att den tillgängliga ytan för tillvekning blir stor. Nackdelarna är också desamma, att stora pallställ måste flyttas till den yta där stegarna idag står.

- **Förslag nummer 3**



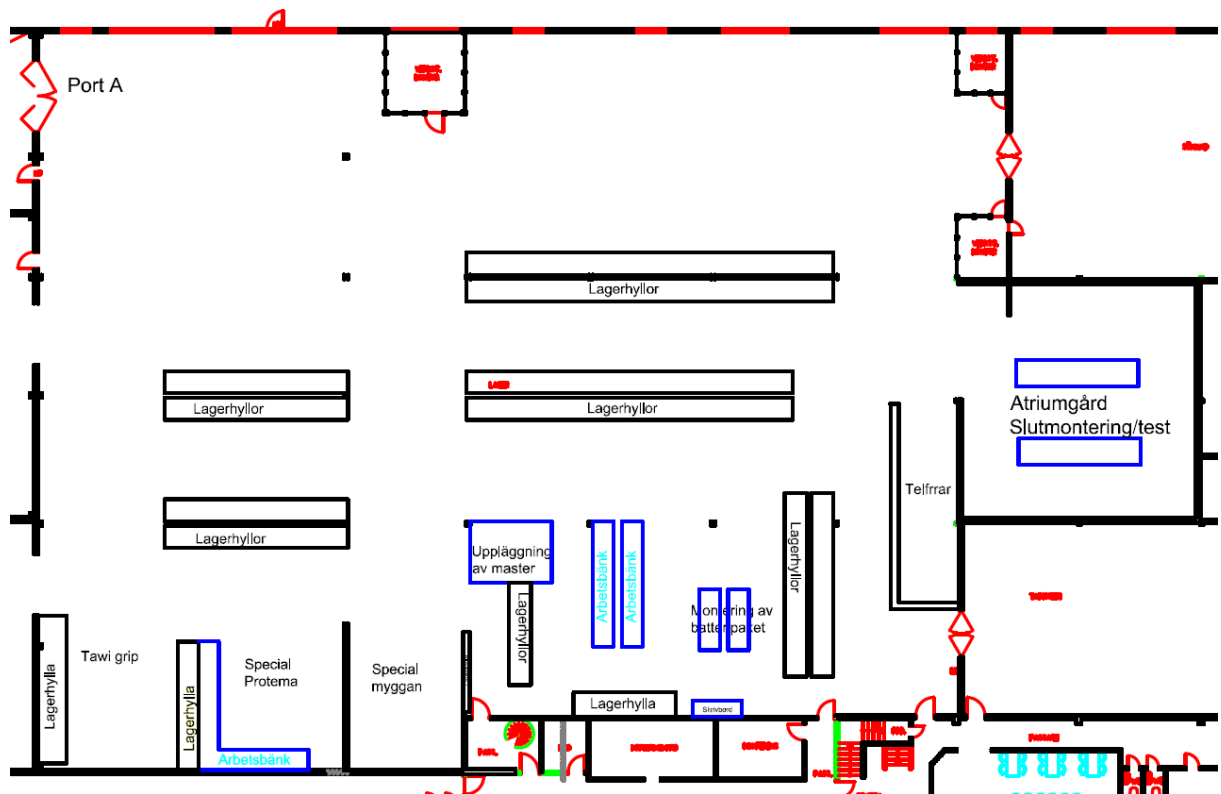
Figur 10.3. Ritning över förslag på layout, förslag nummer 3.

Förslag nummer tre är en direkt förändring av förslag nummer två, den enda punkten de skiljer sig åt på är att utformningen av de stora lagerhyllorna inte ser riktigt likadan ut samt att det finns ytterligare lagerhyllor på väggen i anslutning till monteringen, vilket också medför att ytan för montering blir något mindre än i förslag två.

Den tillgängliga ytan kan dock ses som tillräcklig, och då förflyttningen av pallställen inte blir extremt omfattande samt att närheten mellan slutstation och sluttest är densamma så är förslag nummer tre värt att ta vidare för jämförelse.

Vidare gäller samma sak angående förvaringen av de stegar man säljer, dessa måste även här förflyttas till lager A.

- Förslag nummer 4



Figur 10.4. Ritning över förslag på layout, förslag nummer 4.

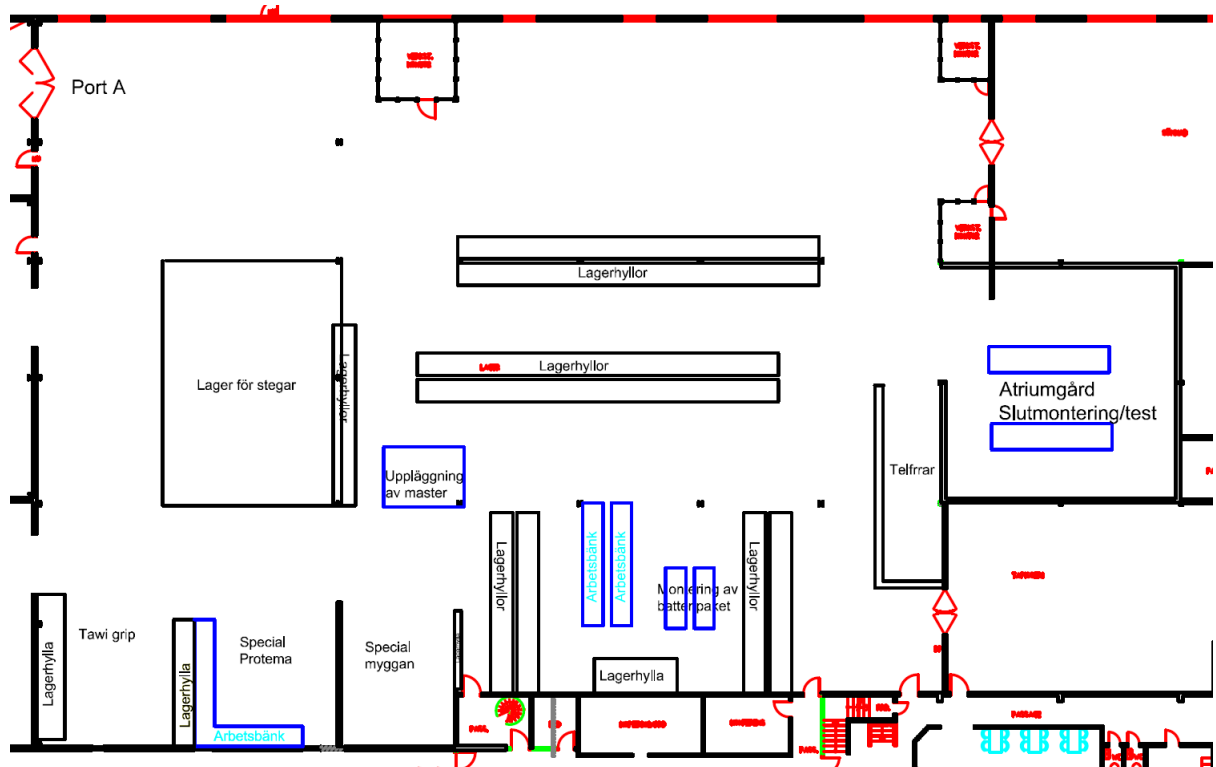
Efter en del diskussioner angående behovet av mer plats i lagret förändrades förslag nummer tre en aning, och förslag nummer fyra blev därför väldigt likt förslag tre med den förändringen att en extra lagerhylla införts i anknäring till arbetsbänkarna.

Här begränsas alltså ytan för montering ytterligare men till den följd att man får en bättre hantering av materialet.

Samma avstånd mellan slutstation och slutttest som i förslag 2 och förslag 3.

Här måste pallställen flyttas på samma sätt som i förslag tre vilket även innebär förflyttning av stegarna till lager A.

Förslag nummer 5



Figur 10.5. Ritning över förslag på layout, förslag nummer 5.

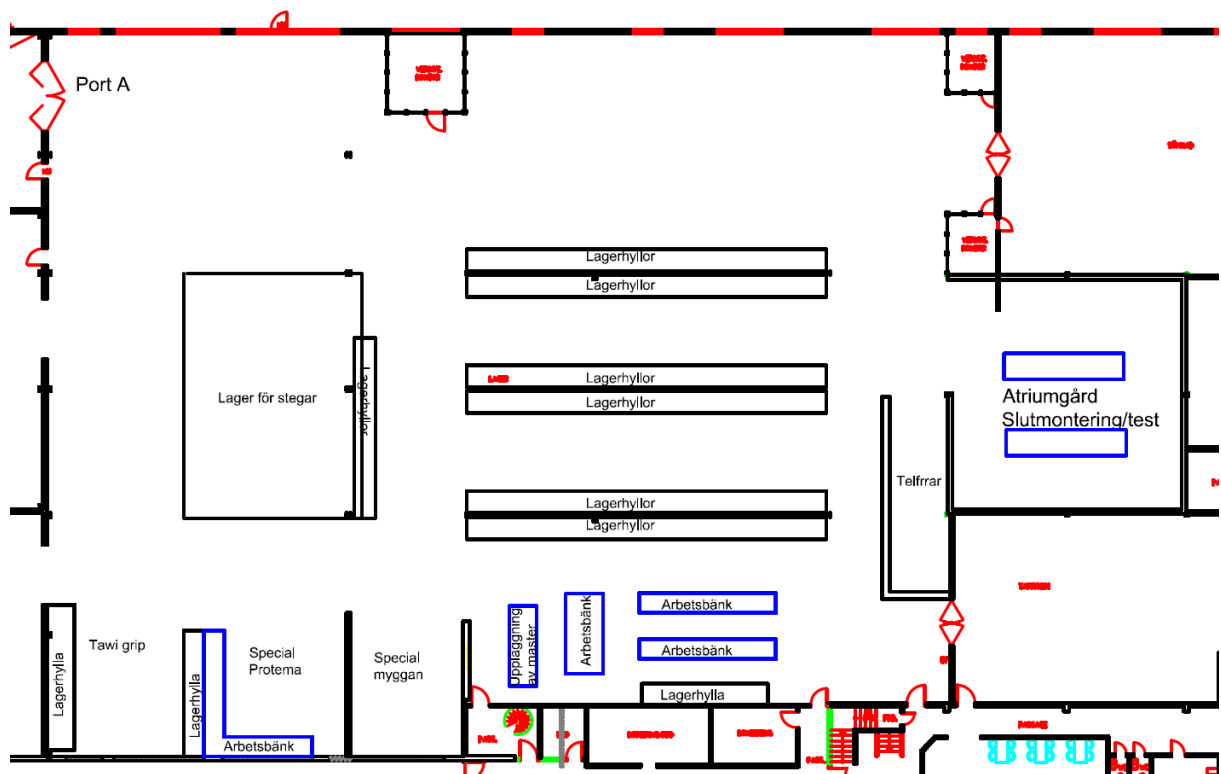
Då samtliga av föregående förslag inneburit att en förflyttning av stegarna varit nödvändig kom förslag nummer fem upp som ett alternativ där man undvek detta vilket är en klar fördel. Det skulle spara mycket tid och arbete, samtidigt som lagerhållningen av det man förvarar i lager A idag inte skulle påverkas i framtiden.

Då ytan i mitten av lokalen är eftertraktad är det nedersta pallstället här delat på mitten och förflyttat till den nedre väggen, dels för att skapa ett utrymme för tillverkning i mitten av lokalen men också för att skapa lageryta i anknötning till arbetsbänkarna.

En nackdel här är att det kan bli svårt att komma åt överallt på hyllorna med truck vilket innebär att man inte kan ha några tunga saker förvarade högre upp på hyllorna. Ytan för tillverkningen blir inte heller lika stor som i föregående förslag, men beroende på hur arbetsbänkarna och de olika stationerna utformas skall den ändå räcka till.

Valet av placering på slutstation och slutttest är densamma även i detta förslag.

Förslag nummer 6



Figur 10.6. Ritning över förslag på layout, förslag nummer 6.

Det sista förslaget är genererat med utgångspunkt att uppfylla samtliga krav och önskemål, samt att minimera det arbete som krävs vid ombyggnation. Här ses alltså att alla stora pallställ är kvar på sin ursprungliga position. Även stegarna får behålla den yta de upptar idag.

Produktionen är lagd på samma ställa där den sker idag vilket innebär att all elkraft och tryckluft som behövs för att tillverka redan finns på plats. Atriumgården används som station för slutmontering och test vilket var ett önskemål och närheten mellan slutstationen och denna teststation är god, inte fullt så bra som i förslag 1, men tillräckligt god för att den skall accepteras.

Med hjälp av nuvarande lagerhyllor samt ett par mindre nya lagerhyllor placerade vid produktionen kan även behovet av materialåtkomlighet tillgodoses.

Den enda nackdelen som hittas i detta förslag är att den totala ytan för tillverkning kan ses som en aning begränsad om man jämför med de andra förslagen, en utredning krävs för att ta reda på om ytan räcker till eller inte. Skulle utredningen visa att det är tillräckligt med plats för att klara av hela produktionen ses detta förslag som en bra kandidat.

11 ARBETSSTATIONERNAS LAYOUT

Utifrån analysen som genomförs i kapitel 6 av vilka nödvändiga arbetsstationer som krävs i tillverkningsprocessen ses här en genomgång av hur dessa olika stationer bör utformas enligt Lean för att klara av sin uppgift på bästa sätt samtidigt som ytan utnyttjas effektivt.

11.1 Station 1- Toppdel, bottendel och släde

Vid denna station monteras inga större delar varför inga stora ytor för uppläggning av material krävs. Däremot är det många mindre detaljer som används vilket motiverar en strukturering i form av lådor med material direkt på arbetsbänken. Ett verktygsställ med nödvändiga verktyg skall finnas på arbetsbänken. Arbetet bör kunna utföras sittandes som ståendes varför en höj- och sänkbar bänk är att önska. En yta avsedd för färdiga detaljer bör finnas i tre avdelningar, en för toppdel, en för bottendel och en för släde. Produktionen skall flyta och det skall inte ligga några stora mängder förtillverkade detaljer men en till tre enheter av varje sort bör kunna ligga färdiga att plockas för montering av mast. Det är viktigt att man här inte skapar en buffert som bidrar till onödig PIA, utan de färdigmonterade delarna som lagras skall vara beställda ifrån station 2 och monteringen av dessa detaljar skall ligga nära i tiden.

För att utnyttja det tidigare nämnda pull-systemet kommer denna station behöva information från station 2 över vad som behöver tillverkas. Station 1 ska alltså få information kring önskad produkt och tillverkning och därmed börja montera en toppdel, bottendel och släde till önskad produkt från station 2.

11.2 Station 2- Mast

Här krävs en rejäl bänk där man kan lägga upp ett antal master bredvid varandra. Bänken bör vara minst 3 meter lång och 1 meter bred för att allt ska få plats. Vid denna station skall endast förmonterade delar sättas ihop och kräver därför inga smådetaljer annat än skruv. Åtkomst av skruv skulle kunna lösas genom lådor monterade på undersidan av bänken. Eftersom att remmen, motorn, topp och bottendelen ska monteras på denna station behöver man komma åt att arbete på bänken ifrån alla håll. Den bör alltså placeras på minst cirka en meters avstånd ifrån närmast föremål ifrån alla kanter.

Ett rullager vid ena kanten av bänken skulle vara användbart vid på och avlastning av masterna, alternativt ett rullager i varje ända. Man skjuter på en mast ifrån ena hållet och rullar den sedan vidare när den är färdigarbetad. En stor lagerhylla med plats för kapade master måste finnas i anslutning till denna station för att man snabbt skall kunna ta en ny mast när en annan är färdigtillverkad och levererad till nästa station.

11.3 Station 3- Batteripaket, ben, hjul och elektronik

Denna station bör likt station 1 bestå av ett höj- och sänkbart bord som man kan sätta sig vid om det behövs eftersom att man hanterat små detaljer och kan komma att behöva löda i vissa fall. Många kontakter behöver pressas och anslutas vilket kräver en hel del detaljer, här skulle också ett strukturerat system med lådor vara användbart. Stationen bör också delas in i två avdelningar, en för batteripaketet och övrig elektronik och en för att montera hjulen på de ben som används. Ett förslag är också ett skruvstöd för att låsa fast benen när hjulen skall monteras. En mindre lagerhylla i direkt anslutning till denna bänk skulle vara bra för att rymma detaljer som hjul, ben, chassi till batteripaketet, givare och övriga elektronikdetaljer.

11.4 Station 4- Slutmontering på chassi

Eftersom att önskemålet är att man skall kunna bygga samman alla delarna med chassit hängandes i en Protema-vagn skulle denna station kunna bestå av en öppen yta, där man kör med vagnen till respektive station och hämtar de delar man behöver. Lämpligtvis inleds monteringen med att montera all elektronik som styrkort och övriga kontakter för att sedan köra vagnen vidare till stationen där benen ligger för att montera dem. Här skall även bottenkåpan monteras på plats.

När vagnen består av ett chassi försett med bottenkåpa och ben med hjul på skall masten monteras. Detta görs genom att man tiltar hela chassit ner mot masten som ligger upplagd på sin arbetsbänk. Masten är här färdig och försedd med toppdel, bottendel, släde, rem och motor vilket gör att man endast behöver skjuta in de skenor som håller masten på plats och skruva i de sista åtta skruvarna som låser allt samman. När detta är gjort lossas vagnen ifrån den lyftvagn som den hängt på och hela konstruktionen lyfts upp med hjälp av en telfer för att placeras på golvet. Nu återstår bara att justera in givarna och docka batteripaketet så är vagnen färdig att testköras.

Fördelen med att ha produkten hängandes i en vagn är förutom att det är flexibelt även att arbetshöjden enkelt kan justeras för att passa alla. Det behövs naturligtvis en tillräckligt stor yta här för att inte slå i någonting då man kör runt med vagnen. Hur många hjälpvagnar man använder här, det vill säga hur många olika vagnar som är i samma fas i produktion samtidigt är en fråga som får besvaras senare när man har bättre koll på vad som fungerar rent praktiskt. När vagnen som är i produktion har egna hjul kan den rullas vidare för slutttest och arbetsvagnen kan bestyckas med ett nytt chassi för tillverkning av nästa lyftvagn.

11.5 Station 5- Testavdelning

På slutstationen som förlagsvis ligger placerad i atriumgården skall tester ske i form av provlyft, kontroll av gränslägesgivare, stegskydds brytare (tapeswitch), nödstoppfunktion, test av hjulens funktion samt test av de olika styrfunktionerna. I övrigt är det okulärbesiktning och kontrollmärkning som ska ske här.

Alla prover och tester görs innan den sista överkåpan är monterad, dels för att enkelt kunna åtgärda eventuella fel som upptäcks men och för att inte göra några märken eller skador på kåpan. Efter det att alla tester är gjorda skall alltså den sista kåpan monteras vid denna station vilket kräver lagerhyllor för kåpor och skruv samt de verktyg som behövs. Detta görs med vagnen ståendes på golvet och kräver ingen arbetsbänk.

Denna station behöver utöver de material som krävs för färdigställning ett skrivbord med plats för anteckningar och dator med möjlighet till utskrift av manualer och andra dokument. Hyllor med nödvändiga verktyg för prover skall finnas på plats samt material av olika typer och vikt som används vid provlyftning.

Denna station kommer även behöva kontakt med en person från produktionsavdelningen som vet vad som behöver tillverkas. Detta just för att pull-systemet ska fungera. Personen meddelar station 4 som i sin tur meddelar station 3 och så vidare.

11.6 Slutsatser och utformning

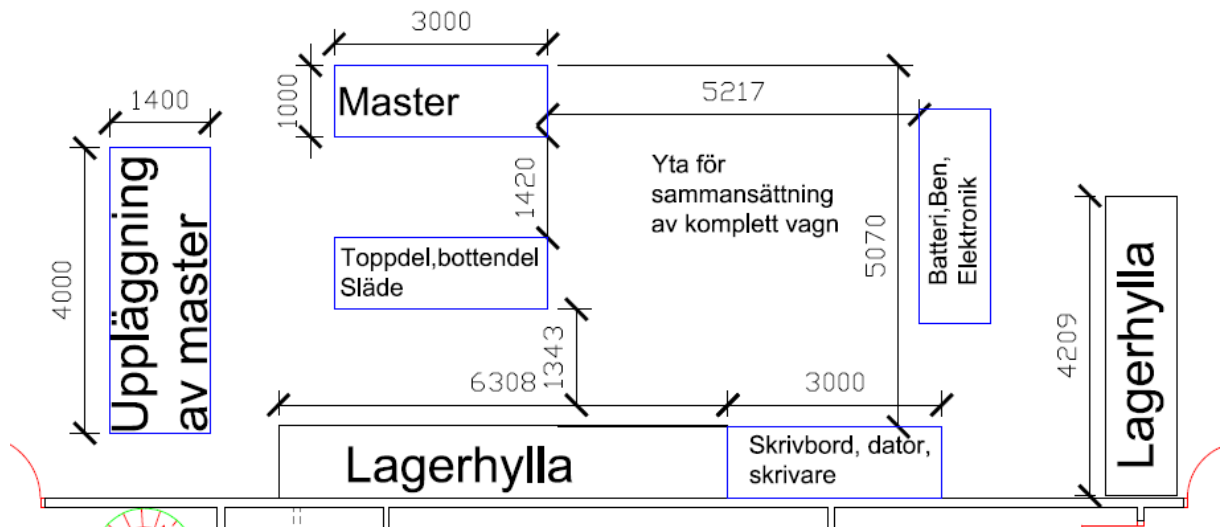
Efter genomgång av varje station och varje nödvändigt delmoment vid monteringen fås intrycket av att hela produktionslinan bör göras väldigt kompakt där alla stationer ligger i nära anknytning till varandra. De enskilda stationerna upptar ingen större yta eftersom att de endast består av någon form av arbetsbänk där ett par personer skall kunna arbeta ihop. Detta faktum kommer naturligtvis att påverka vilken slutgiltig lösning man väljer, eftersom punkten med stor tillgänglig yta inte kommer att ses som lika viktigt längre.

Slutsatsen kan dras att det är viktigt att försöka bygga ett lagersystem på ett smart sätt där mindre detaljer som används frekvent alltid finns nära tillhands. De stora detaljerna som ingår såsom master och chassin bör ligga inom rimligt avstånd ifrån användningsplatsen, men det är inget krav att dessa ska gå att nå utan att man behöver gå ett par steg. Mellanstora detaljer som batteri, ben, hjul, motor och kåpor behöver heller inte dem ligga inom en arms räckvidd men placeringen av dessa skall vara genomtänkt och de skall gå att nå enkelt utan större tidsåtgång än ett tiotal sekunder.

Enligt principerna för Lean Production skall även flödet av material ses över då man önskar att inte hålla allt för stora volymer i lager. Produktionsplaneringen skall vara så tydlig och noga genomförd att varor kan beställas nästan exakt efter vad som skall tillverkas, allt för att hålla nere lagerkostnader. Naturligtvis krävs en liten buffert men denna buffert bör hållas så minimal. Det är också skillnad på olika detaljer. Till exempel chassin, kåpor och ben som har en eller två veckors leveranstid, bör finnas i lager i samma mängd som man tillverkar på cirka en eller två veckor. Sådant som inte behöver förärbettas tidigare som motorer, master och hjul, har en kortare leveranstid på ett par tre dagar och behöver då ha en mindre buffert i storleksordningen om vad som hinner tillverkas på tre dagar. Mindre detaljer som skruv och brickor kommer att finnas tillgängligt i större mängder än vad som krävs då det tar förhållandevis lite plats på hyllorna och går åt till annan tillverkning än bara Protema-vagnar.

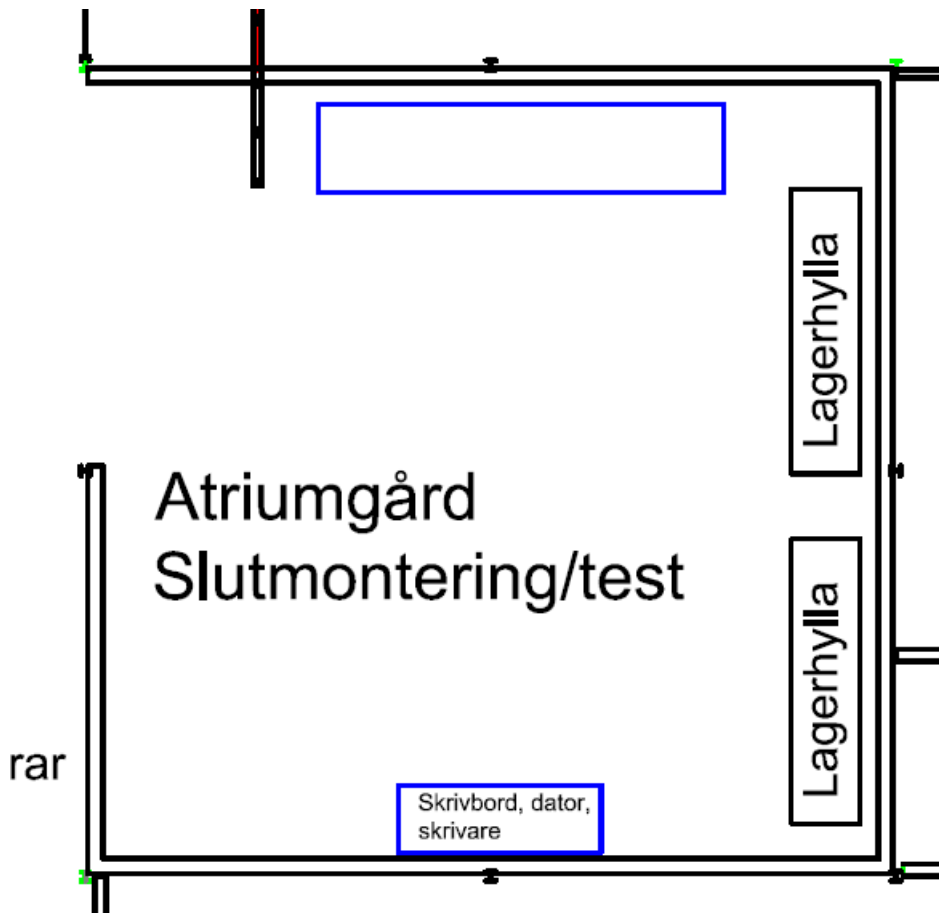
Figur 11.6.1.1 på nästa sida visar hur stationernas layout bör se ut och figur 11.6.2.1 föreställer en bild på hur testavdelningen bör se ut.

11.6.1 Utformning av arbetsstationerna



Figur 11.6.1.1. Bild över hur stationerna lämpligen placeras

11.6.2 Utformning av testavdelningen



Figur 11.6.2.1. Bild över hur teststationen lämpligen utformas

12 URVALSPROCESS

I denna del av arbetet är det dags att utvärdera de olika förslag som kommit fram och väga dem mot varandra. Med krav och önskemål samt teknisk kännedom om produkten som bakgrund skall den bästa modellen noggrant väljas ut för framtida produktion av lyftvagnarna i serien Protema.

12.1 Elimineringssmatris

Matris för eliminering av förslag som inte uppfyller ställda krav.

Elimineringskriterier: (+)=ja (-)=nej (?)=mer info krävs (!)=kontrollera specifikationer

Förslag > √Kriterier	1	2	3	4	5	6
Löpande produktion	+	+	+	+	+	+
Tidseffektiv material-tillförsel	+	+	+	+	+	+
Möjlighet till arbetsrotation	+	+	+	+	+	+
Låg kostnad på lösning	-	-	-	-	+	+
Slutmontering nära ankyten till teststation	+	+	+	+	+	+
Beslut	Förkasta	Förkasta	Förkasta	Förkasta	Behåll	Behåll

Tabell 12.1.1 sorterar bort lösningar som inte håller måttet på ett tidigt plan

Ovanställda kriterier är direkt kopplade till kraven från kapitel 9.1. Då alla genererade lösningar har möjligheten att följa ett flödesorienterat pull-system godkändes samtliga förslag på första punkten.

Tidseffektiv materialtillförsel innebär hur nära montörerna har materialet till hands. Vissa stationer kräver endast mindre lådor på respektive bänk och vissa kan behöva material från de större lagerhyllorna vilket förklarar placeringen av produktionen kring eller i närheten av lagerhyllorna. Samtliga förslag var uppbyggda kring detta kriterium.

Nästa kriterium, möjlighet till arbetsrotation, ställdes upp å företagens vägnar. Ingen av lösningarna skulle egentligen hindra från att använda arbetsrotation utan svårigheterna med att införa det kan istället bero på arbetsmiljö eller montörernas personliga åsikter. Placering av produktionen i lokalen påverkar alltså inte möjligheten att använda arbetsrotation.

Kravet på en enkel och där med kostandseffektiv lösning kan behöva ytterligare beskrivning då många lösningar ser relativt lika ut. Den främsta anledningen till varför de fyra första förslagen inte godkändes på detta krav var på grund av mängden ommöblering som krävdes. Första förslaget hade krävt att stora och otympliga hyllor flyttats till där stegarna står idag. Stegarna i sin tur hade sedan behövt flyttas till ett annat område. Samma orsak gäller för andra, tredje och fjärde förslaget. De enda förslag som godkändes på denna punkt var förslag fem och sex, detta på grund av att lagret för stegarna inte behöver flyttas. Behöver stegarna flyttas blir det plötsligt komplicerat och extra utrymme hade krävts, vilket i sin tur ökat kostnaden (Santos, Wysk, Torres, 2006).

Sista kriteriet kan diskuteras om samtliga förslag bör godkännas. Avståndet till slutmontering är i alla förslag acceptabelt och transportsträckan från sista station till teststationen är inom företagens godtagbara gränser.

12.1.1 Slutsatser elimineringsmatris

Då det kan verka felaktigt att fyra fungerande alternativ förkastas redan här så rättfärdigas detta med att om ett förslag inte uppfyller ett krav finns där ingen anledning att vidare arbeta med detta förslag. Det kan verka dumt och endast kräva lite omstrukturering men lösningsförslagen hade då varit svåra att särskilja. Förslag fem och sex behålls för att utvärderas i en Pugh-matris.

12.2 Pugh matrix

De två förslag som klarade sig igenom elimineringsmatrisen jämförs här i en Pugh matrix där önskemål från kapitel 9.2 samt montörernas åsikter och önskemål används som kriterium.

Kriterier för utvärdering av lösningsförslag åt TAWI				
Nr.	Förslag →	Nuvarande lösning	5	6
	↓ Kriterier			
1	Placering av produktion på samma yta som idag	R	S	S
2	Slutttest i atriumgården	E	+	+
3	Användning av Protema-vagn för att hålla chassi	F	+	+
4	Ökat materialflöde	E	+	+
5	Produktionen placerad på en öppen yta	R	-	+
6	Ergonomiska förutsättningar	E	+	+
*	*	N		
*	*	S		
	Summa +	*	4	5
	Summa -	*	1	0
	Summa S	*	1	1
	Resultat	*	3	5

Tabell 12.2.1 Pugh matrix innehållande de två bästa alternativen samt nuvarande lösning som referens.

Efter att de sex första förslagen blivit utvärderade i elimineringsmatrisen återstår nu endast två acceptabla förslag. För att utvärdera används dagens monteringslina som referens gentemot de två återstående förslagen. Ett plus (+) innebär en förbättring än referensen, ett minus (-) innebär en försämring och ett S innebär oförändrat eller samma som referensen.

De fem kriterier som ställts upp är framtagna med hjälp av företagets önskemål men även montörernas specifika önskemål om att produktionslinan ska placeras på en öppen yta. Det var även just detta önskemål där förslagen skiljde sig åt. Önskemålet om ett ökat materialflöde kommer delvis från montörerna men även från just in time-principen som, tidigare förklarar, innebär att material ska finnas på plats då det ska användas (Elbert, 2013). De tre första kriterierna kom från företagets huvudsakliga önskemål enligt kapitel 9.2.

För att kunna värdera och jämföra förslagen behövdes rådgivning från produktionsansvarig på företaget, men även personliga åsikter och tankar från montörerna. Då produktionen av de två förslagen är placerade på samma yta som idag är där ingen av förslagen som är bättre eller sämre på denna punkt, varför båda förslagen blivit tilldelade ett S.

Som kan ses i figurerna 10.5 och 10.6 i kapitel 10 är stationerna för slutttest båda placerade i atriumgården. I dagsläget finns ingen specifik plats för slutttest vilket innebär en förbättring på båda förslagen.

Önskemålet om att använda en Protema-vagn för att hålla det tunga chassit kom från en konstruktör på TAWI. Tanken var att kunna använda befintliga lyftanordningar för att minska

tunga lyft för montörerna. Eftersom detta inte utnyttjas idag innebär lösningsförslagen en förbättring.

De två förslagen är uppbyggda runt hyllor med nödvändigt material vilket inte bara kommer öka materialflödet utan även minska tiden som krävs för montörerna att hämta sitt material som i dagsläget finns på olika hyllor runt om i lokalen. På denna punkt var båda förslagen bättre, däremot skiljer det var hyllorna är placerade. Förslag 5 kräver en större förändring och uppdelning av de största lagerhyllorna vilket innebär att produktionen kommer avskämmas enligt figur 10.5. Detta var även anledningen till att förslag 5 fick sämre än referensen och förslag 6 på montörernas önskemål om att produktionen gärna får vara placerad på en öppen yta.

Oavsett vilket av förslagen som väljs kommer arbetsstationerna utformas med stor hänsyn till ergonomin för montörerna. Enligt enkäten fanns där bland annat önskemål om höj- och sänkbara bänkar samt lyfthjälpmedel nära till hands. Detta är något som kan appliceras på båda förslagen, men som inte finns i dagsläget, eftersom det finns möjlighet att utforma stationerna helt från grunden.

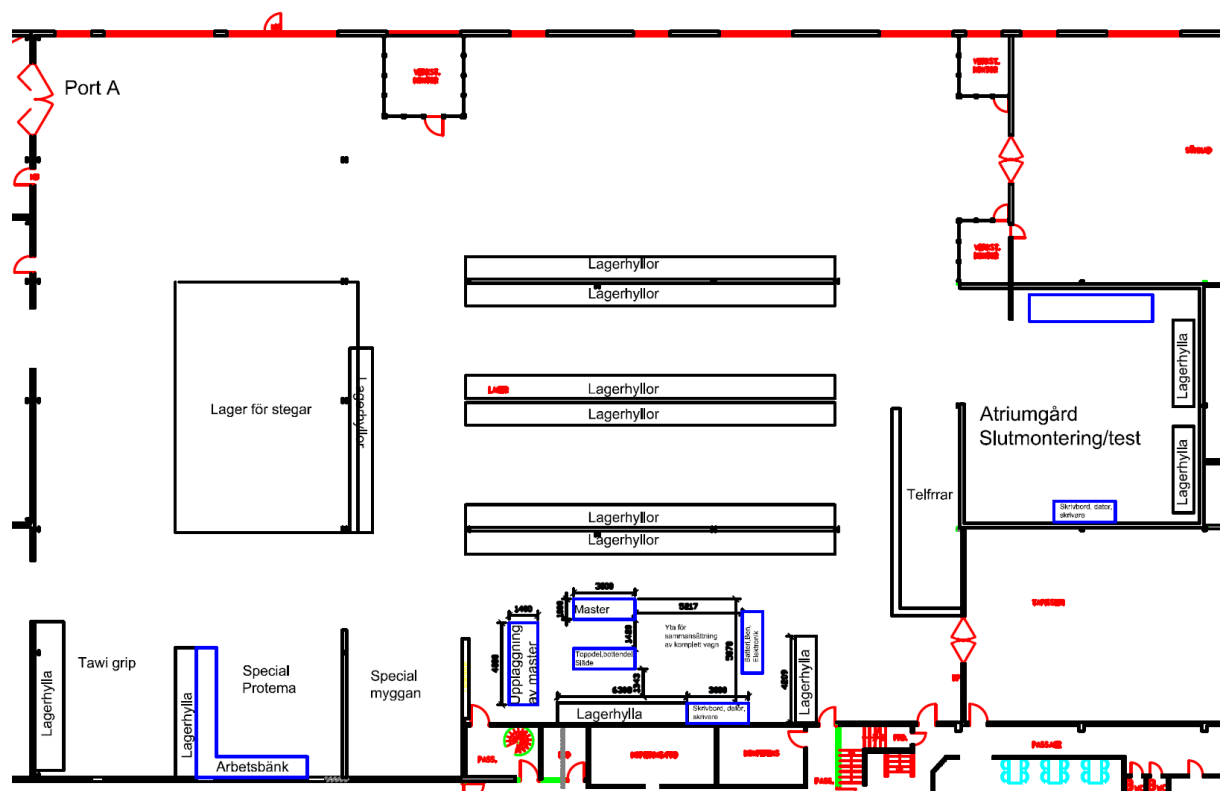
12.2.1 Slutsatser Pugh matris

Efter en sammanställning av positiva och negativa bemärkelser på lösningsförslagen var det montörernas önskemål som avgjorde vilket av förslagen som var bäst. Förslag 6 var utmärkande på flera punkter men självklart finns det brister även här. Bland annat kan väggar rivs och ytterligare förflyttningar göras men utifrån uppställda krav och önskemål är förslag 6 den bästa lösningen.

13 RESULTAT

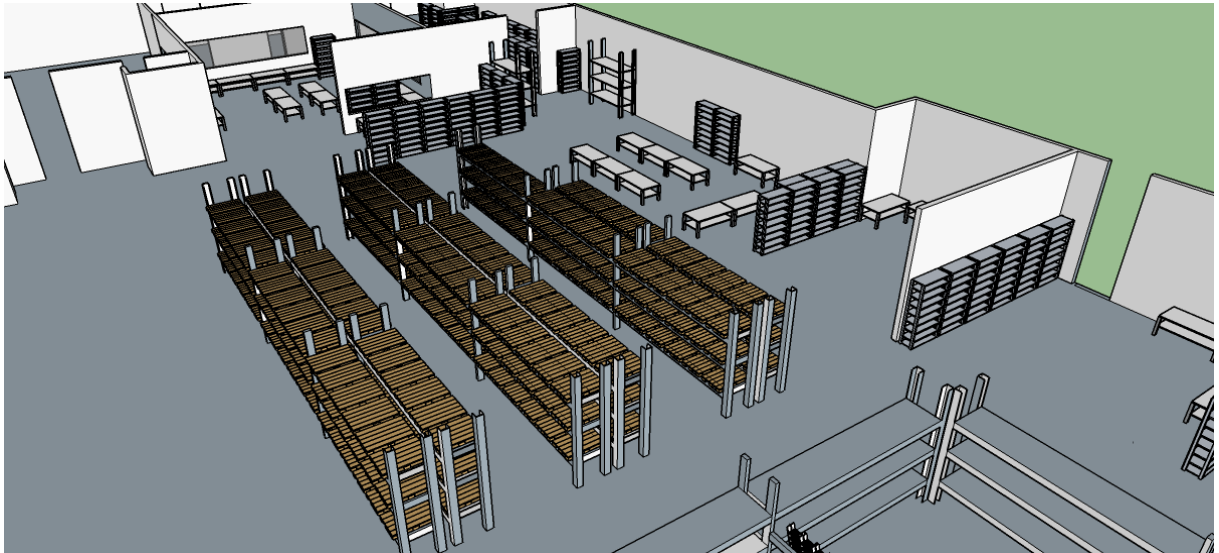
Arbetets resultat består i att ett slutgiltigt lösningsförslag lämnats till Tawi. Förslaget i sig innefattar ett alternativ på produktionens layout som anses vara det effektivaste samt hur arbetsstationerna i produktionslinan bör utformas. Tillsammans med tillhörande CAD modeller, personalenkäter, intervjuer och research kan detta arbete ses som en mycket god grund och utgöra ett bra underlag för framtida förändringar.

Den lösning som ansågs vara den bästa var förslag nummer 6 och innebär att ingen ombyggnation av stora lagerhyllor är nödvändig, utan endast nya mindre lagerhyllor bör byggas upp runt omkring arbetsstationerna. Dessa olika stationer utformas på ett sådant sätt att produktionen kan flyta i ett obehindrat flöde.



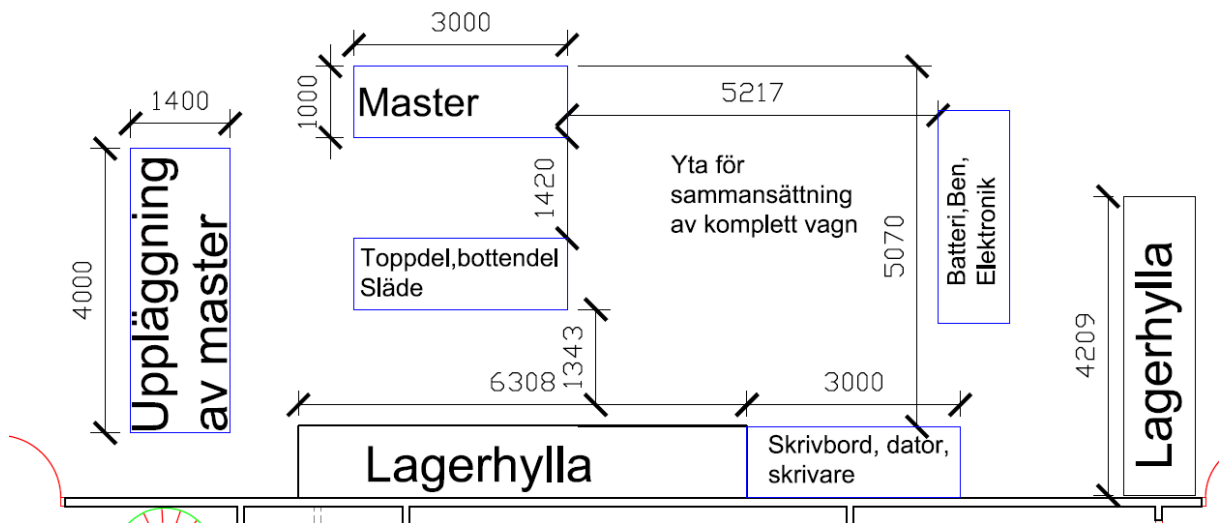
Figur 13.1 Layout över förslag 6.

Här ses hela lokalens yta med lagerhyllor, avdelning för montering samt avdelningen för slutmontering och tester. För att tydligare visa hur det ser ut finns även en 3D-modell av lokalen på nästa sida i form av figur 13.2.



Figur 13.2 3D-modell över förslag nummer 6.

Den berörda ytan som kommer att användas vid produktionen har en utformning enligt figur 13.3. Varje enskild arbetsstation är utmarkerad samt förhållandet emellan dem.



Figur 13.3 Layout över arbetsstationerna förslag nummer 6.

Figur 13.1 till figur 13.3 visar den slutgiltiga layouten över hur produktionen kommer att se ut i framtiden enligt resultatet av detta arbete.

14 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Som det tidigare nämnts är det grundläggande problemet antalet PIA. Genom en förflyttning av själva produktionslinan kan detta antal minska där påföljden blir en minskad genomloppstid per vagn. För att lyckas med detta krävs en öppen diskussion med nuvarande montörer som vid arbetets slut fortfarande fruktade tanken om ett löpande band och tillhörande stressfaktor. Genom att minska stressen vid veckoslutet, bättre arbetsrotation samt minskad arbetsbelastning så bör orosmomentet försvinna. Efter framtagande av ett antal olika idéer var där endast två som klarade uppställda krav. Den främsta anledningen till att de andra alternativen slopades var på grund av genomförbarheten, men även på grund av de svårhanterliga lagerhyllorna som gärna sågs stå kvar på samma ställe på grund av ekonomiska skäl. Efter att dessa två förslag jämförts i en pugh matris med uppsatta önskemål återstod endast ett förslag.

14.1 Utvärdering

Samtliga frågeställningar från kapitel 1.4 har behandlats och gett till följd vissa förslag på förbättringar. Projektets huvudsakliga avsikt var att lösa problemet med hur man skulle anlägga en framtida produktionslina genom att utvärdera den nuvarande placeringen av produktionen, samt att korta ner den långa genomloppstiden och minimera antalet produkter i arbete.

Resultatet blev en centrerad omplacering av produktionen där material och reservdelar är lättare åtkomligt, syftet kan därmed anses uppfyllt. Att ta reda på hur mycket tid som kan sparas genom att optimera produktionen hade krävts en utvärdering för ett mer precist resultat. Dessutom är det en ny produkt som skall tillverkas jämfört med tidigare vilket också påverkar tidsåtgången, det gör att det är mycket svårt att jämföra tidsåtgången för varje produkt med tidigare.

Ett förslag för att lösa företagets problem med antalet PIA är bland annat att införa en flödesorienterad produktion med pull-principen som beskrivs i kapitel 5. Detta arbetssätt hade möjliggjort utleverans flera gånger under samma vecka och därmed minska PIA. Inget ska alltså tillverkas förrän man vet vad som skall levereras och när.

Enkäterna som montörerna svarade på gav utmärkta idéer kring hur ergonomin kunde förbättras vid montering; höj-och sänkbara bänkar exempelvis. Antalet delmoment som behövs för att monteringen ska flyta uppskattas att vara runt fyra stycken där mast och motor monteras inledningsvis, följt av ben och batteripaket.

Lean production kräver ofta att ledningen går in helhjärtat för att en förändring ska ske, detta leder till svårigheter vid utvärdering till vilken grad arbetssättet ska tillämpas. Däremot finns där bra idéer att använda som kapitel 4 behandlar. Då detta är en förstudie kan detta inte anses vara en konkret lösning, utan endast en grund.

14.2 Uppföljning av frågeställningar

I kapitel 1.4 ställdes ett antal frågor som rapporten skulle svara på. Nedan följer frågeställningarna samt hur väl arbetet besvarat dem.

- Hur mycket tid kan sparas genom att optimera den nuvarande produktionen?

Som nämnt tidigare kräver det en djupare granskning över nuvarande process för att kunna jämföra resultatet av kommande förändringar. Däremot finns där ett antal områden där tid kan sparas in vid en optimering. Bland annat krävs det ett mindre antal PIA vilket medför en minskad genomloppstid. Det är också svårt att avgöra hur mycket tid man sparar på själva omstruktureringen då det handlar om en helt ny produkt med andra förutsättningar än tidigare. Den nya produkten kommer vara lättare att tillverka det är klar redan på förhand eftersom att den är konstruerad på ett sådant sätt. Det gör att det är svårt att härleda sparad tid till en viss orsak.

- Hur viktigt är det att placera lagerhyllor och annat material på rätt ställe?

Det framförallt viktigaste för montörerna, enligt utdelade enkäter, är att ha materialet nära till hands. Utöver detta fanns där önskemål från ledningen att ha slutmontering och testkörning på slutet av monteringslinan. Detta kan vara utmärkt just för att montörerna är medvetna om slutprodukten vilket kan öka den inre motivationen (Lindér, 2011).

- Hur skall antalet PIA minskas?

För att minska PIA finns där ett par lösningar som behandlats i kapitel 5. Bland annat genom arbete med styckvis produktion i en flödesorienterad process kan antalet PIA hållas nere då man endast arbetar med en eller par produkter åt gången. Tillsammans med pull-principen kommer antalet PIA minskas avsevärt.

- Vad kan förbättras vid produktionen i ergonomiska aspekter?

Efter enkäterna som delades ut till montörerna var där många bra åsikter som dök upp. Då denna rapports huvudsakliga fokus legat i optimering av produktion var där ändå ett par förbättringar som var eftertraktade. Då produktionen snarare kommer bli en lina istället för stationer placerade i öar och alla montörer av de äldre vagnarna kommer utföra samma arbete men med rotation, var höj-och sänkbara bänkar något som majoriteten sökte. Bättre lyfthjälpmedel och pallyftar som når även de högsta hyllorna var några andra önskemål.

- Hur många olika delmoment krävs för att produktionen skall flyta?

Efter en djupare granskning av den nya vagnen var det fyra stationer med delmontering som skulle krävas för bästa flöde. För många stationer skulle leda till för specifika eller små uppgifter och för få stationer skulle inte ge någon större förändring åt det bättre.

- Till hur stor grad skall man tillämpa Lean-Production?

Som nämndes ovan är Lean-Production något som kräver att hela ledningen är med och engagerar sig. Då det inte ska efterlikna en produktionslina med stressande klockor som ringer så är det relevant att endast tillämpa ett par idéer hämtade ifrån Lean-Production, såsom ett effektivt flöde av material, minskat PIA och att vid tillverkningen tillämpa en pull-princip.

REFERENSER

Skriftliga referenser

Elbert, Mike. 2013. Lean production for the small company. [E-bok] Tillgänglig via <http://common.books24x7.com.proxy.lib.chalmers.se/toc.aspx?bookid=51927>

Lindér, Jan. 2011. *Motivation och arbetsutformning. Kompendium – Industriell ekonomi och organisation, LMT968*, Chalmers tekniska högskola.

Santos, Javier, Wysk, Richard, Torres, José M. 2006. Improving production with lean thinking. [E-bok] Tillgänglig via <http://common.books24x7.com.proxy.lib.chalmers.se/toc.aspx?bookid=14270>

Personreferenser

Informant 1: Montörer på TAWI AB, i Kungsbacka kommun. 2014. Sex montörer, svarade på enkäter 14 april.

Informant 2: Montörer på TAWI AB, i Kungsbacka kommun. 2014. Sex montörer, enskilda intervjuer 22 april.

BILAGOR

Foton

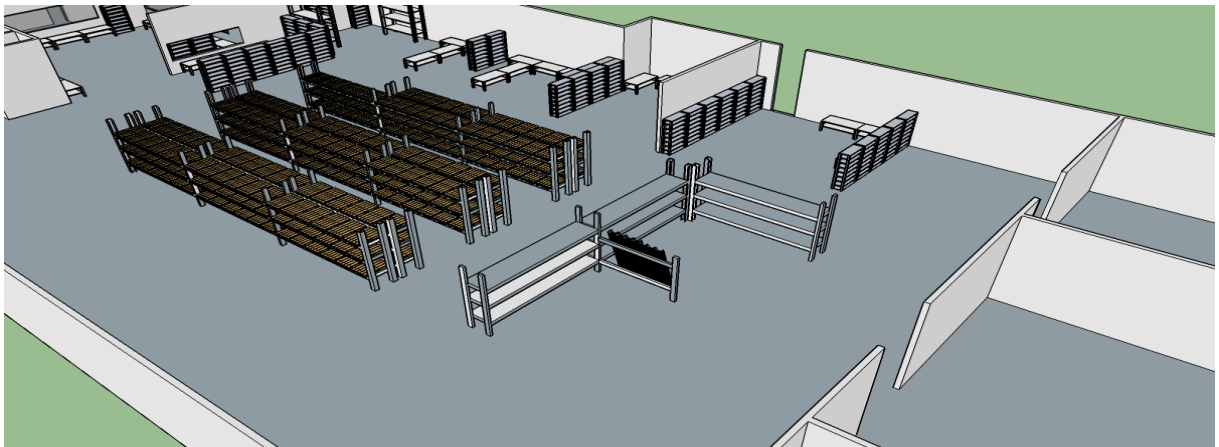
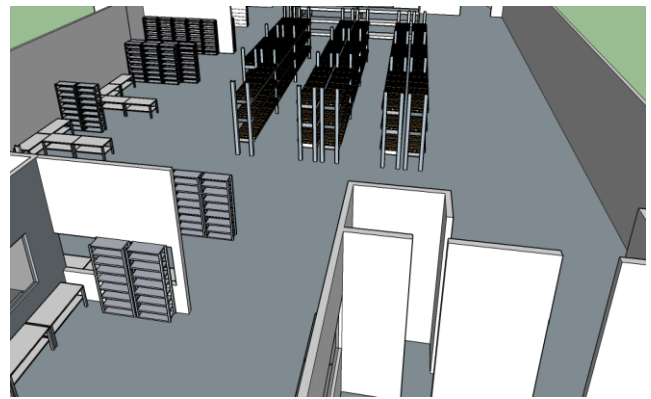
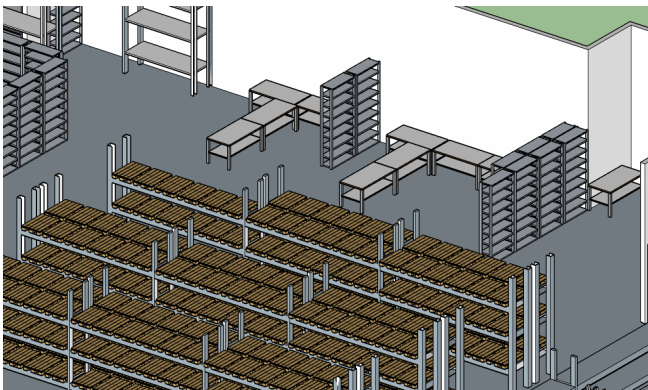
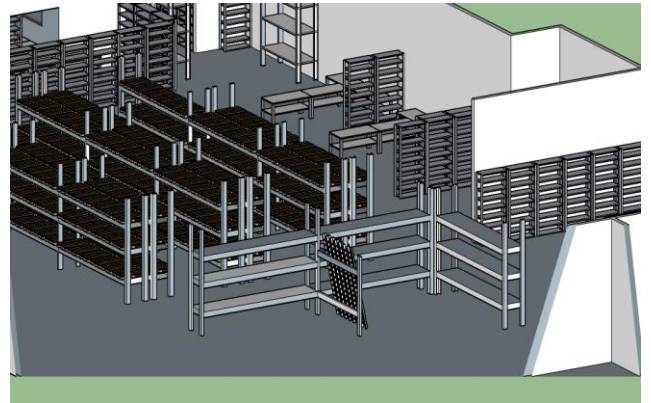
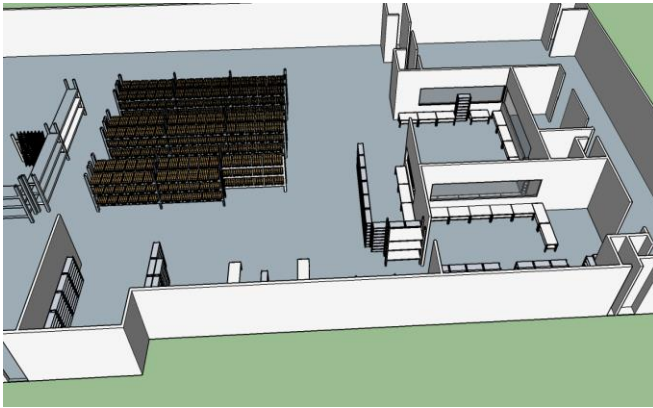


Figur 16.1. Exempel på PIA



Figur 16.2. Ytterligare exempel på PIA

Skisser



Figur 16.3 3D-bilder över lokalen.

Här visas den enkät som delades ut till montörerna.

Frågeformulär arbetsmiljö

Protema-vagnarna kommer att genomgå en omkonstruktion, detta för att säkerställa kvaliteten. Alla vagnar kommer att ha samma tekniska grundbas och detta ger oss möjligheten att öka produktionsflödet. I samband med detta ser vi också möjligheten att göra förbättringar med avseende på ergonomi vid tillverkningen.

Vi tar gärna emot era åsikter och synpunkter då era erfarenheter är vårt viktigaste hjälpmedel.

Vad skulle Du personligen vilja förändra?

Vad ser Du gärna förblir oförändrat?

Hur kan vi förbättra lagerplatsen för detaljar, ingående komponenter och verktyg?

Finns bättre alternativ till de verktyg som används idag?

Finns bättre alternativ till ingående detaljer/komponenter som skruvar osv?

Kan vi förändra belysningen för att göra arbetsplatsen bättre?

Hur ser Du att arbetshöjder, vinklar och andra arbetspositioner kan förbättras?

Hur ser Du på ankomstkontrollen idag, kan vi införa bättre rutiner där?

Hur kan vi på ett tydligt sätt visa order och produktinformation i produktionen för att ge en överskådlig bild av förloppet?

Övriga idéer, funderingar eller tankar: