

Planering av skadereparationsverkstad

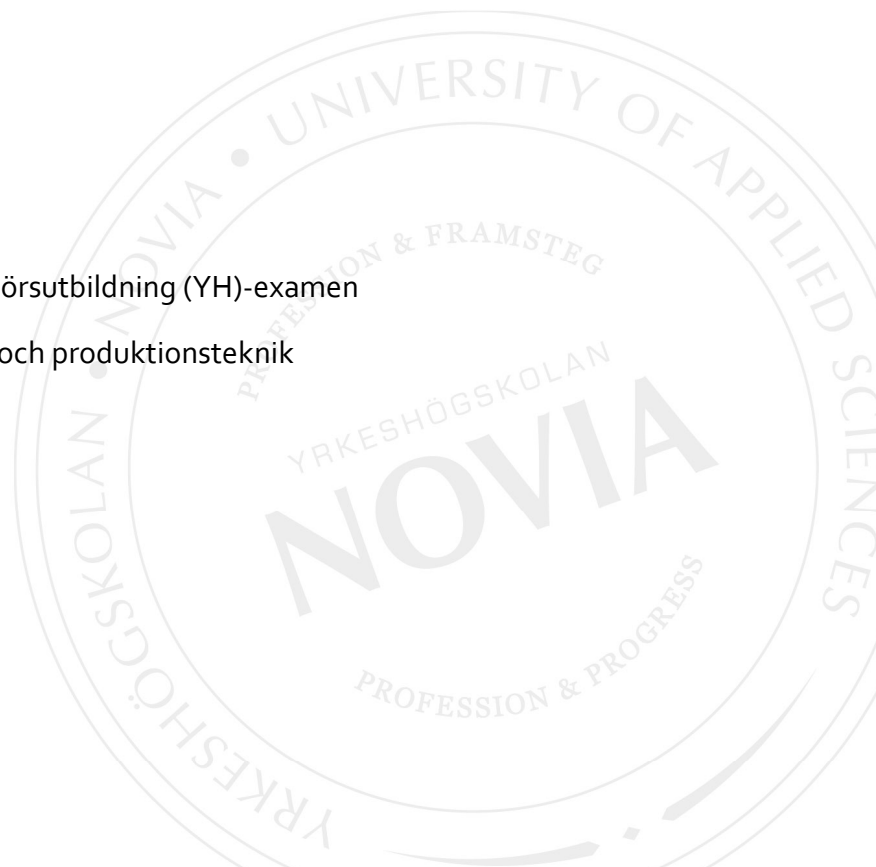
Utvidgning av Scania Suomi Oy:s verkstad i Karleby

Jona Laakso

Examensarbete för ingenjörsutbildning (YH)-examen

Utbildningen för maskin- och produktionsteknik

Vasa, 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Jona Laakso

Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa

Inriktning/alternativ: Bil- och transportteknik

Handledare: Timo Taipale, Scania

Rolf Dahlin, Novia

Titel: Planering av skadereparationsverkstad

Datum 11.3.2019

Sidantal 38

Bilagor 12

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Scania Suomi Oy, med syftet att planera en optimal skadereparationsverkstad till företagets betjäningsspunkt i Karleby. Planeringen utgick från att den nya verkstadsdelen blir en förstoring av företagets nuvarande fastighet på orten. Examensarbetet utförs i samarbete mellan skribenten och personalen samt den lokala ledningen inom företaget.

Examensarbetet baserar sig på tidigare forskning som är relevant för planeringen, samt kontinuerligt pågående diskussioner mellan skribenten och den personal inom företaget som berörs av examensarbetets resultat.

Resultatet av examensarbetet består av preliminära skisser över utformningen av en optimal skadereparationsverkstad, som ändamålsenligt möter företagets behov. Skisserna över de nya verkstadsutrymmena kompletteras av en grundläggande och riktgivande kostnadsberäkning, förslag på hur arbetet kunde effektiviseras i verkstaden som en helhet och beräkningar över vilka tidsmässiga besparingar denna effektivisering kunde medföra.

Utöver utformning av de olika utrymmenas dimensioner presenteras även förslag på inredning av verkstaden. Samtliga presenterade lösningar är avsedda att möjliggöra ett smidigt och effektivt arbetsflöde i verkstaden, och presenteras med tillhörande kostnadsberäkning för nya införskaffningar till verkstaden.

Språk: svenska

Nyckelord: skadereparationsverkstad, verkstadsplanering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jona Laakso

Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja kuljetustekniikka

Ohjaajat: Timo Taipale, Scania

Rolf Dahlin, Novia

Nimike: Vauriokorjaamon suunnittelu

Päivämäärä 11.3.2019

Sivumäärä 38

Liitteet 12

Tiivistelmä

Opinnäytetyö on suoritettu Scania Suomi Oy:n toimeksiannosta, ja tavoitteena oli suunnitella optimaalinen vauriokorjaamo yrityksen Kokkolan toimipisteeseen. Suunnittelu perustuu ajatukseen, että uusi korjaamo-osa rakennetaan laajenuksena yrityksen nykyisestä kiinteistöstä. Opinnäytetyö suoritettiin yhteistyössä kirjoittajan, yrityksen henkilöstön sekä paikallisen johdon välillä.

Opinnäytetyö perustuu aiempiin aiheeseen liittyviin tutkimuksiin, sekä jatkuvaan keskusteluun kirjoittajan ja yrityksen työntekijöiden välillä, joita opinnäytetyön lopputulos koskee.

Opinnäytetyön lopputulos kostuu alustavista luonnoksista uudesta, optimaalisesta vauriokorjaamosta, joka tarkoituksenmukaisesti täyttää yrityksen tarpeet. Uuden vauriokorjaamon luonnokset täydentävät alustavat ja suuntaa antavat kustannuslaskelmat, ehdotukset siitä, miten työskentelyä voisi tehostaa korjaamossa kokonaisuutena, ja laskelmat tehostuksen työajallisesta säästöstä.

Korjaamotilojen muotoilun lisäksi esitellään ehdotuksia korjaamon sisustuksesta. Kaikkien esitettyjen ratkaisujen tarkoituksena on mahdollistaa sujuvan ja tehokkaan työskentelyn korjaamossa, ja ne esitetään asiaankuuluvalla kustannuslaskelmalla korjaamoon uusista hankinnoista.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: vauriokorjaamo, korjaamosuunnittelu

BACHELOR'S THESIS

Author: Jona Laakso

Degree Programme: Machine and Production Engineering

Specialization: Automotive- and transportation technology

Supervisors: Timo Taipale, Scania

Rolf Dahlin, Novia

Title: Design of an Automotive Body Shop

Date March 11, 2019

Number of pages 38

Appendices 12

Abstract

This bachelor's thesis is commissioned by Scania Suomi Oy, with the purpose of designing an optimal body repair shop for their workshop in Kokkola. The design is based on the idea that the new body shop will be an expansion of the current facility. This thesis is carried out in collaboration between the writer and workshop personnel as well as the local management.

This bachelor's thesis is based on previous research that is relevant to the subject, and continuous discussion between the writer and workshop personnel that is affected by the result of this thesis.

The result of this bachelor's thesis contains preliminary sketches of the design and dimensions of a new purposive body repair shop, that meets the demands of the company. The sketches of the new workshop accommodations are complemented by a rudimentary investment estimate, suggestions on how to make the work more efficient and calculations about the amount of saved workhours said improvements in efficiency would bring.

In addition to the dimensions of the new workshop, suggestions on interior design and equipment are presented. Every presented solution has the purpose of enabling a smooth and effective workflow in the workshop, and is presented accompanied by a cost calculation of new purchases to the workshop.

Language: Swedish

Key words: automotive body shop, workshop design

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål.....	2
1.4	Avgränsning.....	2
1.5	Företagsbeskrivning	3
1.6	Disposition	4
2	Teori	5
2.1	Skadereparationsarbete	5
2.2	Arbetsergonomi och -säkerhet	6
2.2.1	Utrymmeskrav	6
2.2.2	Vanliga skador och hälsoproblem inom branschen.....	7
2.2.3	Kemikalieförvaring och -användning	8
2.2.4	Bullernivå	8
2.2.5	Belysning.....	9
2.3	Kompressorutrymme	10
2.3.1	Återvinning av värmeenergi.....	10
2.4	Bestämmelser angående brandsäkerhet.....	11
2.5	Ledningssystem och -verktyg.....	11
2.5.1	Lean.....	11
2.5.2	5S-systemet.....	12
3	Metodik	15
4	Resultat	16
4.1	Problem i nuvarande utrymmen	16
4.1.1	Utrymmes- och förvaringsbrist.....	16
4.1.2	Ordningen i verkstaden.....	19
4.2	Planering.....	20
4.2.1	Val av leverantörer.....	22
4.2.2	Teoretiska beräkningar.....	22
4.2.3	Placering av belysning	24
4.2.4	Avgas- och punktutsug samt tryckluft och vattenposter	25
4.2.5	Hälsa- och ergonomiaspekter.....	25
4.3	Planlösning	26
4.4	Placering av utrustning.....	26
4.5	Brist på utrymme och förvaringsmöjligheter.....	27
4.6	Ekonomisk fördel med 5S.....	28

4.7	Kostnadsberäkning.....	29
4.8	Resultatdiskussion.....	30
4.9	Kritisk granskning.....	31
4.10	Förslag till fortsatt forskning.....	31
5	Diskussion.....	32
	Källförteckning	35

Bilagor

Bilageförteckning

Bilaga 1. Problemtabell.

Bilaga 2. Införskaffningslista.

Bilaga 3. Areaberäkningar. (Sekretessbelagd)

Bilaga 4. Beräkningar för teoretiskt belysningsbehov.

Bilaga 5. Layout över de nya utrymmena, utan måttsättning. (Sekretessbelagd)

Bilaga 6. Layout över de nya utrymmena, måttsatt. (Sekretessbelagd)

Bilaga 7. Översikt över nya utrymmena, utan måttsättning. (Sekretessbelagd)

Bilaga 8. Översikt över nya utrymmena, måttsatt. (Sekretessbelagd)

Bilaga 9. Avgränsad skiss över nya planritningen.

Bilaga 10. Förenklad skiss över ursprungliga planritningen.

Bilaga 11. Golvskenor. (Sekretessbelagd)

Bilaga 12. Kostnadsberäkning.

Förord

Detta examensarbete utfördes under perioden oktober 2018 – mars 2019, och utgör den sista delen av mina ingenjörstudier inom maskin- och produktionsteknik, med profileringen bil- och transportteknik vid Yrkeshögskolan Novia i Vasa.

Jag vill framföra mitt tack till Scania Suomi Oy för möjligheten att utföra ett examensarbete som varit mycket intressant och lärorikt. Ett speciellt tack till kundservicechef Frank Nylund och Timo Taipale som varit min handledare från företagets sida, samt övrig involverad personal i företaget, för hjälp med utförandet av arbetet och för att ni tagit er tid när jag haft frågor. Jag vill även rikta ett stort tack till min handledare på Yrkeshögskolan Novia, Rolf Dahlin, för de goda råd och det stöd jag fått under arbetets gång.

Vasa 11.3.2019

Jona Laakso

1 Inledning

Detta examensarbete handlar om att planera en ny skadereparationsverkstad till Scania Suomi Oy:s betjäningsspunkt i Karleby. Vid hänvisning till företaget används i detta slutarbete, förutom Scania Suomi Oy, även benämningen Scania. På bilder i detta examensarbete kommer logotyper och liknande att censureras för företag som är Scantias kunder och endast finns med på bild av illustrativa skäl.

I skadereparationsverkstaden repareras i främst tunga fordon, exempelvis lastbilar och släp, men även andra typer av fordon och arbetsmaskiner. Scania i Karleby hör även till de få skadereparationsverkstäder som har tillstånd att reparera säkerhetshytter på arbetsmaskiner, så som traktorer och grävmaskiner m.m.

Uppgiften för detta examensarbete är att planera en optimal skadereparationsverkstad som grund för kommande utbyggnad av den nuvarande verkstadsfastighet i samarbete med mekanikerna och ledningen för Scania i Karleby. På grund av sekretessskäl kommer en del av resultatet presenteras som bilagor, och de sekretessbelagda bilagorna lämnas bort ur det inbundna arbetet.

1.1 Bakgrund

Scania har redan länge haft en skadereparationsverkstad i samband med sin verkstad i Karleby. Det största problemet med den nuvarande verkstaden är utrymmesbrist. Skadereparationsverkstaden är inte specifikt planerat för skadereparationsbruk, utan byggd i ett vanligt "bås" i samband med allmänverkstaden, och endast avbalkad med en mellanvägg av plåt, monterad i efterhand.

Utöver utrymmesbrist i skadereparationsverkstaden finns också ett problem med buller och oljud som uppstår i skadereparationsverkstaden och stör de mekaniker som arbetar på allmänverkstaden. Mekanikerna på skadereparationsverkstaden har även nämnt till skribenten ett problem med lånande av specialverktyg från skadereparationsverkstaden som återlämnas smutsiga och skadade, eller lämnas kvar på allmänverkstadens sida.

1.2 Syfte

Huvudsyftet med detta examensarbete var att utarbeta en optimal lösning för en ny skadereparationsverkstad, som kan användas som grund för en kommande utbyggnad av den nuvarande verkstadsfastigheten. Syftet var inte att planera den kommande utbyggnaden slutligt, eftersom det inte ännu finns någon planerad budget för detta projekt, utan att arbeta fram en optimal skadereparationsverkstad vars kostnader hålls inom rimliga gränser. I planeringen deltog skadereparationsverkstadens mekaniker och arbetsledare, samt Karleby's kundservicechef.

Examensarbetets första delsyfte var att planera nya lösningar och anskaffningar av utrustning som underlättar och förhoppningsvis effektiviserar arbetet i skadereparationsverkstaden. Dessa lösningar sträcker sig från nya möjliga investeringar i verktyg och hjälpmedel, till förslag på ledningssystem som visat sig vara användbara.

Det andra delsyftet var att göra en grundläggande kostnadsberäkning för det som planeras i detta examensarbete. I kostnadsberäkningen beaktas kostnader för utbyggnad av verkstaden samt nya införskaffningar. Möjlig kostnad för förflyttning av existerande utrustning beaktas inte i beräkningen.

1.3 Mål

Målet för detta examensarbete var att komma fram till en optimal lösning på layouten för den nya skadereparationsverkstaden som största möjliga mån uppfyller de krav och önskemål som företaget och de anställda har. Examensarbetet strävar även till en så kostnadseffektiv lösning som möjligt för att möjliggöra att företaget kan använda denna planering när byggandet av den nya skadereparationsverkstaden blir aktuellt.

1.4 Avgränsning

Examensarbetets syfte var att planera layouten för en ny skadereparationsverkstad, och kommer därför inte att beakta byggtkniska problem. Av denna orsak kommer väggjockelen inte heller att beaktas, och måtten på ritningarna kommer att syfta på rummets innerdimensioner. VVS-relaterade områden kommer heller inte att tas upp i examensarbetet, bortsett från placering av punktuttag, vattenposter, tryckluftsuttag, m.m. som är av betydelse för själva utformningen av verkstadslayouten. Utöver detta kommer även att utredas om det genom placering eller annan enkel lösning är möjligt att ta tillvara

den värme som uppstår i verkstadens kompressorutrymme, som måste flyttas i samband med den nya skadereparationsverkstaden som planeras på den plats som bl.a. kompressorutrymmet finns i nuvarande läge. Angående nya införskaffningar av verktyg och utrustning kommer större utrustning och specialverktyg att beaktas, men inte vanliga handverktyg eller dylikt. De verktyg som avtalats om mellan skribenten och uppdragsgivaren, är verktyg för riktning av ram och karosseri som är i behov av uppdatering, samt en ny lyftanordning, en så kallad travers.

1.5 Företagsbeskrivning

Scania AB är ett internationellt företag, grundat år 1891, med huvudkontor i Södertälje, Sverige. Den första Scania-tillverkade bussen blev färdig år 1911. Scania anställer idag 49 000 personer i över 100 länder. Fastän Scania är ett svenskt företag ägs det i numera av Volkswagen Truck & Bus. Scania tillverkar tunga fordon, dvs. lastbilar och bussar, samt erbjuder eftermarknadstjänster för dessa. I Finland blev Oy Scan-Auto Ab till Scania Suomi Oy år 2012. (Scania Suomi Oy, 2016) (Scania Ab (publ), 2015) (Scania Suomi Oy, 2016) (Scania Ab, 2018)

I Finland har Scania Suomi Oy 566 anställda, varav 22 är stationerade i Karleby, och företaget har betjäningpunkter eller kontor på 21 olika ställen runtom i landet. Utöver detta finns det 7 privatägda kontraktverkstäder i Finland som utför märkesservice på Scania. År 2017 hade Scania Suomi Oy en omsättning på 268 104 000 € och i Karleby ca 13 miljoner euro. (Suomen Asiakastieto Oy, 2018) (Kundservicechef Frank Nylund, personlig kommunikation, 27.11.2018)



Figur 1. Scanias fastighet i Karleby.

1.6 Disposition

Ämnen som behandlas i dessa kapitel lyder enligt följande:

- Kapitel 1 Kort presentation av företaget samt utredning av den nuvarande situationen, samt examensarbetets mål och syfte.
- Kapitel 2 En sammanfattning av den teoretiska grunden för examensarbetet.
- Kapitel 3 Redogörelse för den metodik som använts för utformandet av examensarbetet, samt teoretiska beräkningar.
- Kapitel 4 Presentation av arbetets resultat. Vissa delar av resultatet kan hänvisa till bilagor av sekretesskäl.
- Kapitel 5 Diskussion om examensarbetets resultat.

2 Teori

Inför ett projekt som detta är det viktigt att ha en stark teoretisk bas att utgå från vid utarbetning av en fungerande lösning. För att få en lyckad helhetslösning bör planeraren begrunda problem från olika synvinklar, och ha en god förståelse för behovet på de utrymmen som ska planeras. Synpunkter som bör beaktas är bl.a. utrymmets funktionalitet för ändamålet, arbetsergonomi och -hälsa samt möjliga ekonomiska aspekter. I detta kapitel behandlas flera olika aspekter som bör tas i beaktande vid verkstadsplanering.

2.1 Skadereparationsarbete

Krockskadereparationer innebär att rätta ut och rikta upp, alternativt byta ut, karosdelar, ramar och andra fordonskomponenter som skadats vid en kollision eller liknande. Det finns några olika tekniker man kan använda vid reparationen. Alla tekniker har samma slutmål, dvs. att returnera det skadade fordonet till de mått-specifikationer som angivits av tillverkaren.

Den vanligaste tekniken för krockskadereparation är att med hjälp av kedjor och hydrauliska cylindrar trycka och dra i karossen och ramen på fordonet, för att rätta ut deformationer som uppstått vid en olycka. Tekniken kan utföras med hjälp av en så kallad riktbank, där fordonet låses fast mekaniskt och lyfts upp en bit från golvnivån. Riktbanken har monterade torn och cylindrar som används för att dra ut den deformerade konstruktionen. Ett alternativ till riktbank är att använda sig av flyttbara torn och konstruktioner som låses fast i nedsänkta golvskenor, vilket demonstreras i figur 2. (Duffy & Scharff, 2003)



Figur 2. Riktning av lastbilshytt med Josams hytt-torn.
(Car-O-Liner Group AB/Josam – Cab Tower, 2017)

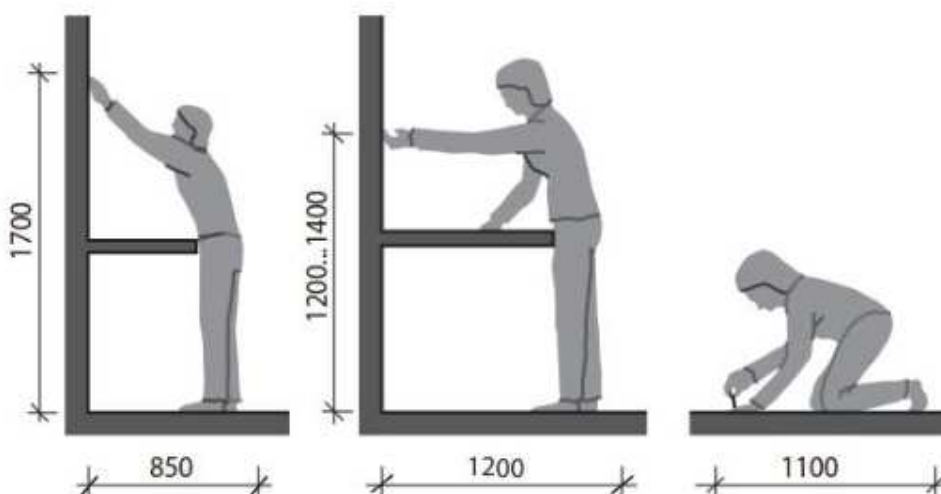
En nyare och mindre vanlig teknik är att använda sig av elektromagnetism för att återställa deformationer. Detta går ut på att med en induktor sända ut elektromagnetiska pulser, även känt som EMP, och med hjälp av denna magnetism dra tillbaka den deformerade delen till dess ursprungliga form. Detta kan göras utan demontering, och möjliggöra reparation av svåråtkomliga komponenter. Komponenternas tjocklek är dock begränsad, och tekniken kan i allmänhet endast användas på tunnare plåtdelar. (Gnatov & Argun, 2015)

2.2 Arbetsergonomi och -säkerhet

Vid planering av en verkstad bör planeraren reflektera över hur olika lösningar påverkar personalens hälsa och trivsel. I en arbetsmiljö som en skadereparationsverkstad kan flera hälsorisker uppstå, och därför bör så många risker som möjligt minimeras redan i planeringsskedet.

2.2.1 Utrymmeskrav

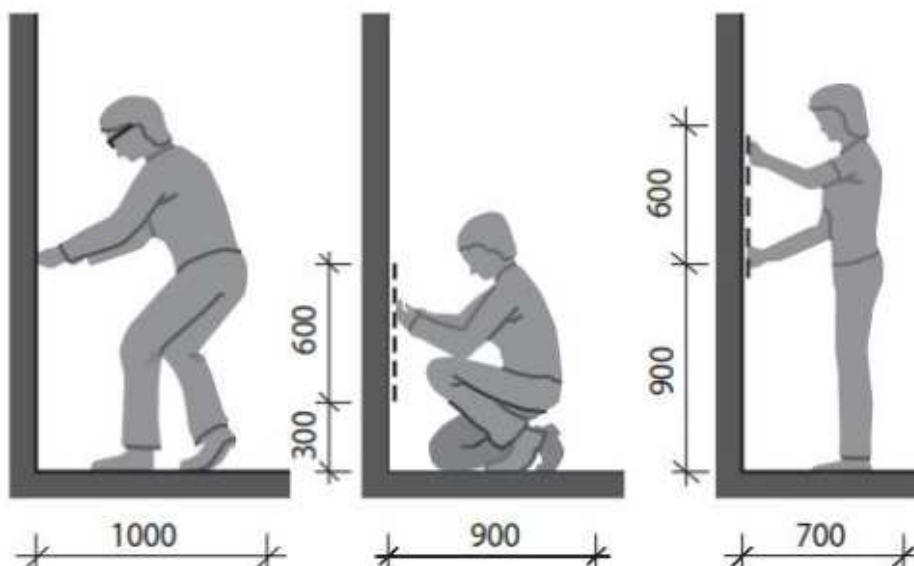
Olika arbetsställningar har olika behov av utrymme. Att arbeta stående kräver bara ett utrymme på 70 cm, medan arbete i en knästående ställning med något på golvnivå kräver 110 cm utrymme. Figur 3 visar utrymmesbehov för några olika arbetsställningar. Dessa måttrekommendationer bör användas som grund för att möjliggöra en smidig och effektiv arbetsplats. Man bör också undvika tillfälliga förvaringslösningar, som omöjliggör måtten i nedanstående figurer, för ifrågavarande arbetsställningar eftersom detta kan ha negativ inverkan på både effektivitet och ergonomi. (Nyberg & Puro, 2015)



Figur 3. Utrymmeskrav för arbetsställningar.

(Työterveyslaitos – *Rengasalan ergonomiaselvitys*, 2018)

Nedanstående figur (figur 4) visar ytterligare arbetsställningar, och vilket utrymmeskrav dessa har. I figuren kan man se att utrymmeskraven varierar utgående från vilken typ av arbete som utförs, och fastän två av dessa kan räknas som en stående arbetsställning varierar utrymmesbehovet betydligt. (Nyberg & Puro, 2015)



Figur 4. Utrymmeskrav för arbetsställningar.

(Työterveyslaitos – *Rengasalan ergonomiaselvitys*, 2018)

2.2.2 Vanliga skador och hälsoproblem inom branschen

Enligt en amerikansk undersökning är de vanligaste skadorna inom branschen ögon- och fingerskador samt ryggskador och andra muskuloskeletal problem. Respiratoriska sjukdomar, det vill säga sjukdomar i andningsorganen, så som arbetsrelaterad astma, är också förekommande bland arbetarna. Av dessa står ryggskadorna för den största kostnaden, och är även ekonomiskt viktiga att undvika. (Washington State Department of Labor and Industries, 2006)

En vanlig orsak till respiratoriska sjukdomar är utsättning för irriterande kemikalier, exempelvis isocyanater, som finns bl.a. i stor utsträckning i lacker och målfärger som används inom branschen. Förutom inandning av dessa kemikalier bör man även undvika hudkontakt, och ifall korrekta andningsskydd, och nitril-handskar, inte används ökar risken för arbetsrelaterade respiratoriska problem. Ögonskador uppstår vanligen av partiklar, och fingerskadorna av skärsår orsakade av knivanvändning samt andra blad och vassa föremål. Ryggskadorna orsakas till stor del av tunga lyft, och lyft med fel lyftteknik, samt långa tider

av arbete i icke-ergonomiska arbetsställningar. Ergonomiskt bästa höjden för lyft är mellan knä- och axelhöjd, och därför bör man undvika tunga lyft från golvnivå eller från högre höjder. (Washington State Department of Labor and Industries, 2006)

2.2.3 Kemikalieförvaring och -användning

Kemikalier bör, av säkerhetsskäl, förvaras på en speciellt dedikerad plats, med tillräcklig ventilation. Ifall kemikalierna inte behövs konstant under arbetsdagens lopp kan förvaringen förflyttas ut ur arbetsutrymmet. Man bör även se till att behövlig skyddsutrustning finns tillgänglig vid användningen av kemikalierna. För att minska arbetarnas utsättning för skadliga kemikalier är punktutsug nödvändiga på de platser där kemikalierna används och förvaras, ifall förvaringsutrymmets ventilation annars är bristfällig. Användningen av kemikalier bör i mån av möjlighet isoleras till ett dedikerat utrymme eller till ett flyttbart bås med punktutsug. (WorkSafe Victoria, 2017) (Työsuojeluhallinto, 2018) (WorkSafe Victoria, 2010)

2.2.4 Bullernivå

På en skadereparationsverkstad kan bullernivån stiga högt vilket, på längre sikt, kan skada personalens hörsel ifall hörselskydd inte används kontinuerligt. På en skadereparationsverkstad är det inte ovanligt att ljudnivån under arbetsdagen har ett medeltal på ca 90 dB (± 5 dB), enligt figur 5. Buller kan inte undvikas i en skadereparationsverkstad, därför är montering av ljuddämpande material på väggar och tak ett alternativ för att öka komforten och skydda arbetarnas hörsel. Med ljudabsorberande material som har en tjocklek på 3–4 cm kan ljudnivån minskas med ca 6–10 dB, beroende på materialets area och placering. Detta minskar inte på bullernivån vid dess uppståndspunkt, men minskar på bullrets spridning. (TTK, 2018)

Keskimääräinen melu työpäivän aikana

Raskaan kaluston korjaamo	83 \pm 5 dB
Henkilöautokorjaamo	80 \pm 5 dB
Peltikorjaamo	90 \pm 5 dB

Figur 5. Genomsnittlig bullernivå.

(Työturvallisuuskeskus – Autoalan työsuojeluopas, 2018)

Nedanstående figur påvisar vad de trygga vistelsetiderna i olika bullernivåer är. För att kunna garantera en arbetsplats som inte skadar personalens hörsel bör man sträva till att hållas under den trygga ljudnivån för en 8 timmar lång vistelse, som enligt figur 6 är 85 db. (TTK, 2018)

Äänvoimakkuus enintään, db (A)	Turvallinen melussaolo päivittäin
85	8 t
88	4 t
91	2 t
94	1 t
97	30 min
100	15 min
103	8 min
106	4 min
109	2 min
112	1 min
115	ei lainkaan

Figur 6. Trygg vistelsetid i buller.

(Työturvallisuuskeskus – *Autoalan työsuojeluopas*, 2018)

2.2.5 Belysning

För att möjliggöra en mer trivsamt arbetsplats och säkerställa ett bra slutresultat på arbetet bör man ha en tillräcklig belysningsnivå. Den rekommenderade belysningsstyrkan, även känt som illuminans, för en skadereparationsverkstad är 400–600 lux, enligt figuren nedan (figur 7). Man bör även för utrymmet i fråga beakta hur mycket ljus som reflekteras från olika ytor. Vilka färger som används i ifrågavarande utrymme har stor betydelse, eftersom ljusa färger reflekterar ca 50 % av ljuset medan mörka färger endast reflekterar ca 10 % av det ljus man får från rummets belysning. (TTK, 2018)

- huoltohalli 300–500 luksia
- autojen pesutila 300–500 luksia
- maalaamo 500–600 luksia
- peltiosasto 400–600 luksia
- henkilöstötilat 100–150 luksia
- varaosavarasto 300–500 luksia
- toimistotilat 300–500 luksia
- myyntitilat 200–300 luksia

Figur 7. Rekommenderad belysningsstyrka.

(Työturvallisuuskeskus – *Autoalan työsuojeluopas*, 2018)

Lux är den härledda SI-enheten för belysningsstyrka, även kallat illuminans, och betecknas lx. Illuminans, som betecknas E, anger ljusflödet på en viss area, och enligt SI-enheter blir detta lumen (ljusflöde, lm) per kvadratmeter (areaenhet, m²), enligt nedanstående formel. (Techopedia)

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1)$$

2.3 Kompressorutrymme

Vid val av placering för kompressorutrymmet bör bl.a. ventilation, bullernivå, vibrationer och möjlighet till service på kompressorn utan större ansträngning än nödvändigt, beaktas. Temperaturen i ett kompressorutrymme, speciellt i små dimensioner, kan stiga väldigt högt beroende på typ av kompressor och vilken typ av kylning kompressorn använder sig av (luft- eller vattenkyld). Den tillåtna temperaturstigningen i utrymmet bör begränsas till ca 10 °C. Nödvändig information om ventilationen bör finnas tillgänglig av kompressortillverkaren, men kan grundläggande även räknas ut genom nedanstående formel. I formeln står q_v för mängden ersättningsluft i enheten kubikmeter per sekund [m³/s], P_v står för värmeflödet i kilowatt [kW] och ΔT betecknar den tillåtna temperaturförändringen i grader Celsius [°C]. (Atlas Copco, 2017-2019)

$$q_v = \frac{P_v}{1,21 \times \Delta T} \quad (2)$$

2.3.1 Återvinning av värmeenergi

Av både ekonomiska skäl, och ur en miljöaspekt, är det värt att ta tillvara den värmeenergi som uppstår på olika ställen i verksamheten (i det här fallet kompressorutrymmet). Att använda en värmeväxlare kopplat till ventilationssystemet är en fungerande lösning. Värmeväxlare som fungerar med luftpump har vanligen en verkningsgrad mellan 35 % och 60 %. Detta innebär att, om man antar en verkningsgrad på 40 %, kan värma upp inblåsningsslufden, exempelvis från 0 °C till 20 °C, genom att återvinna lika mycket luft som, i detta fall, har en temperatur på 50 °C. (Carbon Trust, 2011)

2.4 Bestämmelser angående brandsäkerhet

Det finns även vissa brandsäkerhetsbestämmelser som påverkar utformningen av den nya skadereparationsverkstaden. Karleby Stads brandinspektör Kaj Sundfors (personlig kommunikation 19.10.2018) berättar om avstånd till tomtgränser (bör vara minst 4 m) och närliggande fastigheter (minst 8 m). Sundfors hänvisar samtidigt till Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet (förordning 848/2017). I ifrågavarande förordnings 5:e kapitel §29 kan man läsa att avståndet mellan 2 byggnader bör vara minst 8 meter. Ifall avståndet är mindre än 8 m bör man bygga en brandmur för att förhindra spridning ifall en eldsvåda skulle uppstå. (Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet 848/2017, 2017)

2.5 Ledningssystem och -verktyg

Ledningssystem har redan varit närvarande i företagsvärlden i tiotals år, och det finns ett flertal exempel som visar att införandet av olika ledningssystem bl.a. kan öka arbetets kvalitet och styra verksamheten i den riktning som krävs för att uppnå uppställda mål. Det finns flera olika typer av ledningssystem, och olika ledningssystem kan ha olika huvudmål. Det är även möjligt att integrera olika ledningssystem i varandra, och på så sätt uppnå förbättringar på flera olika fronter, exempelvis kvalitet och miljöpåverkan. Fungerande ledningssystem förutsätter att hela ledningen och personalen är involverad i upprätthållandet av ifrågavarande system, och varje individ har sin egna specifika roll. (Antonsson, Sjöström & Östlund, 2011)

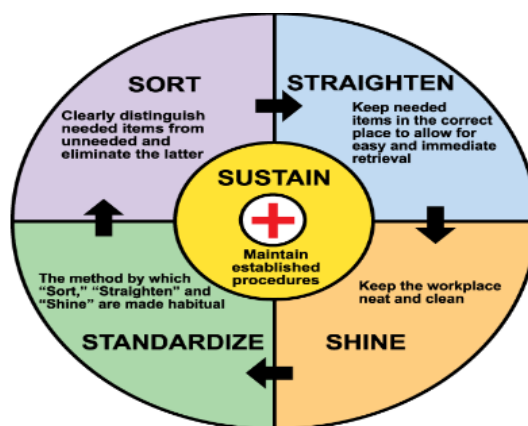
2.5.1 Lean

Lean kan förenklat förklaras som ett verktyg för att minska på spill i produktionens olika processer. I detta fall syftas på ekonomiskt, tidsmässigt och materiellt spill. Med lean försöker man höja resurseffektiviteten och flödeseffektiviteten till en maximal nivå. Det är även möjligt att inrikta sig på den ena av dessa, beroende på mål och arbetsbild. Resurseffektivitet innebär den tid som en resurs är i effektiv användning i förhållande till den tid man har resursen till förfogande. Flödeseffektivitet innebär att minska den tid av totala tiden som går åt till icke-mervärdesgivande processer, och istället försöka minska produktionstiden med att öka den tidsandel som används till processer som ger den slutliga produkten ett mervärde. En av grunderna till lean är kundfokus, nämligen att fokusera vad som ger mest mervärde åt produkten eller tjänsten ur kundens synvinkel. (Modig & Åhlström, 2014)

Lean räknas ofta som en del av det s.k. Toyota Production System (TPS), som är ett system som Taiichi Ohno satte grund för under den tid Ohno arbetade inom Toyotakoncernen. Lean production som begrepp uppstod dock i en artikel av John Krafcik i *Sloan Management Review* år 1988, i vilken han behandlade Toyotas produktionsstil och principer. Lean kan delas in i flera olika så kallade abstraktionsnivåer, det vill säga på hur noggrann nivå man ser på exempelvis en process. Ju noggrannare man går in på processer och problem när man implementerar lean-principerna, desto bättre och bredare kan man använda sig av lean-principen. Vid implementering av olika lean-verktyg är det i de flesta fall lönsamt att börja med små förändringar, istället för att abrupt byta från en produktionsstil till en helt annan. Exempelvis kan uppstart av ett fungerande 5S-system vara ett bra första steg till att skapa en effektivare arbetsplats. Företaget bör även ställa in sina mål på längre sikt, och ställa sig frågan ”vad bör vi göra?” istället för ”vad kan vi göra?”, även om alla förändringar inte är omedelbart genomförbara. (Modig & Åhlström, 2014) (Hall, 2004)

2.5.2 5S-systemet

5S-systemet är ett verktyg som idag allmänt används inom företag för att öka produktiviteten och säkerheten på arbetsplatsen. 5S utarbetades av japanen Hiroyuki Hirano, med syfte att förbättra produktiviteten och effektiviteten inom företag, och är idag en av grundpelarna för ett fungerande Lean-system. 5S strävar till att uppnå en strukturerad arbetsplats som är välorganiserad, ren och standardiserad. 5S har förutom de tidigare nämnda målen även visats förbättra arbetssäkerheten och hälsan hos arbetarna, samt kvaliteten på arbetets slutresultat. Namnet 5S kommer från de 5 japanska orden som denna teknik baserar sig på. Dessa ord (med sina engelska översättningar) är seiri (sort), seiton (straighten), seiso (shine), seiketsu (standardize) samt shitsuke (sustain), som kan ses i den grafiska förklaringen av de 5 S:en nedanför (figur 8). De positiva effekterna av 5S-metoden kan ses redan efter några veckor, bland annat i form av mindre arbetsolyckor och mindre onödig fysiska ansträngningar. Man kan även i vissa fall se förbättringar i personalens organisationsförmåga samt att de blir vana att upprätthålla ordningen som en följd av förbättrad disciplin. (Patel & Thakkar, 2014) (Chapman, 2005)



Figur 8. Grafisk förklaring över metodiken i 5S.

(Patel & Thakkar - Review on Implementation of 5S in Various Organization, 2014)

Seiri brukar översättas till sortera på svenska. Detta innebär att man sorterar bort material, verktyg och annat dylikt som inte används. Verktygen kan sorteras i 3 olika kategorier, exempelvis verktyg i daglig användning, verktyg som används sällan, och verktyg som inte använts på flera år. De verktyg som används sällan kan sättas undan och kastas i ett senare skede. Några av fördelarna med sorteringen är att arbetstagarna har bättre utrymme och överblick över sin arbetspunkt, minskad risk att verktyg tappas bort, och även risken för onödigt förvårdade arbetsskador minskar. Företaget sparar både tid och pengar när arbetstagarna inte behöver söka efter verktygen. (Patel & Thakkar, 2014) (Prevent, 2015)

Seiton översätts ofta till systematisera på svenska. Detta skede innebär, enligt 5S-systemet, att alla föremål som finns på arbetsplatsen ska få en egen designerad plats. Dessa platser kan med fördel märkas för att man enkelt ska hitta rätt plats och se vad som saknas. Utmärkningen kan t.ex. göras med påklustrade siluetter för verktyget på dess plats. Alla verktyg bör även vara rena när de sätts tillbaka på sin plats. Fördelen, också med systematisering, är att man inte behöver söka efter verktygen, samt att det är lättare att hålla arbetspunkten ren och organiserad. Man bör placera verktygen på arbetspunkten så att verktygen som används mest är lättast åtkomliga, och verktygen som används mer sällan finns placerade längre bort. Andra fördelar med systematisering än de ovannämnda inkluderar bland annat en ökad säkerhet kring arbetspunkten, och en snabbare arbetsprocess. (Patel & Thakkar, 2014) (Prevent, 2015)

Seiso kan benämnas som städa. Personalen bör inom företaget komma överens om hur noggrant och hur ofta städningen bör göras, men exempelvis kan man städa sin arbetspunkt som avslutning på arbetsdagen. Samtidigt kan man göra anmärkningar om trasiga verktyg. Städningen gör arbetsplatsen trevligare, och problem med verktyg, utrymmen eller maskiner kan lättare identifieras. En städad arbetsplats bidrar, förutom ökad trivsel, också till en högre effektivitetsnivå i arbetet, samt ytterligare minskning av skaderisken. (Patel & Thakkar, 2014) (Prevent, 2015)

Seiketsu betyder standardisera. Detta innebär att personalen har gemensamma regler om hur saker och ting utförs som alla bör följa. Som hjälpmedel kan exempelvis en bild över en viss verktygstavla användas, på vilken alla kan se hur ytan ska se ut. Man kan även komma överens om att en person gör en viss syssla varje dag, vilket denne kan kryssa av efterhand på en lista över sina uppgifter. Ett av standardiseringens syften är att skapa goda grunder för en trygg arbetsplats. (Patel & Thakkar, 2014) (Prevent, 2015)

Shitsuke innebär upprätthållning, eller att skapa en vana av att upprätthålla 5S. Detta kräver att hela personalen är involverad i projektet, och att 5S är något som prioriteras av ledningen. Ledningen bör hitta något som inspirerar personalen, och avsätta tid för att regelbundet och gemensamt arbeta för upprätthållningen av 5S. Samarbetet kan förbättra relationer inom personalen. Man bör även regelbundet följa upp hur 5S fungerar, och vid behov uppdatera rutinerna. (Patel & Thakkar, 2014) (Prevent, 2015)

3 Metodik

Examensarbetet inleds med diskussion tillsammans med ledningen och övrig berörd personal på Scania i Karleby angående krav och önskemål inför detta projekt. Under hela examensarbetets gång förs dialog tillsammans med skadereparationsverkstadens mekaniker och arbetsledare angående positiva och negativa anmärkningar med verkstadens nuvarande utrymmen.

Förutom diskussion med personalen på Scania söks information också i litteratur och bland övriga källor på Internet. Prisuppgifter hämtas från leverantörernas hemsidor, och ifall ingen information angående priser hittas på hemsidan skickas en offertförfrågan till en representant för leverantören. Skisser över planeringen görs i datorprogrammet Autodesk AutoCAD 2019, och nödvändiga beräkningar utförs i PTC Mathcad Prime 3.1 och MS Excel. Samtliga diagram ritas i MS Excel.

4 Resultat

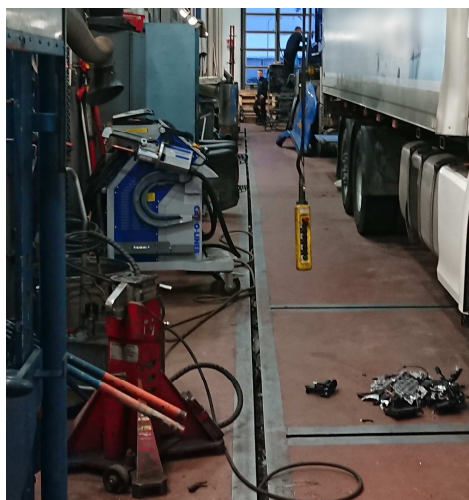
I detta kapitel presenteras, utöver skadereparationsverkstadens nya utformning och layout, även en beskrivning av nuläget och en jämförelse mellan nuläget och de nya planerna. Förutom den nya skadereparationsverkstaden presenteras också andra verktyg för att uppnå en högre effektivitetsgrad i verksamheten.

4.1 Problem i nuvarande utrymmen

Den berörda personalen på Scania i Karleby presenterade i arbetets startskede en mängd problem som finns med de nuvarande utrymmena, samt att skribenten gjorde en del egna iakttagelser under besök till den nuvarande skadereparationsverkstaden. Vissa större problem behandlas mer ingående, men samtliga problem som tydligt framkom under arbetets gång hittas i tabellform, i bilaga 1, tillsammans med eventuell lösning på ifrågavarande problem. Alla problem kan omöjligen beaktas i detta examensarbete, och därför kommer fokus att ligga på ett urval av mer betydande problem.

4.1.1 Utrymmes- och förvaringsbrist

Ett stort problem i de nuvarande utrymmena är utrymmesbrist. Skadereparationsverkstaden är inte specifikt planerad som skadereparationsverkstad, utan som ett bås till den allmänna verkstaden, vilket är en orsak till att utrymmets dimensioner är små för detta ändamål. Arbetsutrymmet på sidorna av fordonet som står på golvet är minimala, vilket kan ses i figur 9, med tanke på vilket utrymmeskrav exempelvis de högre tornen för ramriktningsapparaturen har.



Figur 9. Utrymmesbrist i verkstaden.

Brist på förvaringsmöjligheter är också ett stort problem i skadereparationsverkstaden. Mekanikerna har inga specifikt planerade lösningar för förvaring av exempelvis demonterade komponenter, utan förvarar dessa där de får plats. Vissa komponenter förvaras, i mån av möjlighet, inuti fordonet i fråga, medan andra komponenter får ligga löst i verkstaden, vilket illustreras i nedanstående figur (figur 10). Detta utgör en riskfaktor både för materiella skador på kundens egendom, vilket i sin tur leder till större kostnader för Scania, och för personskador på personalen.



Figur 10. Förvaring av demonterade komponenter.

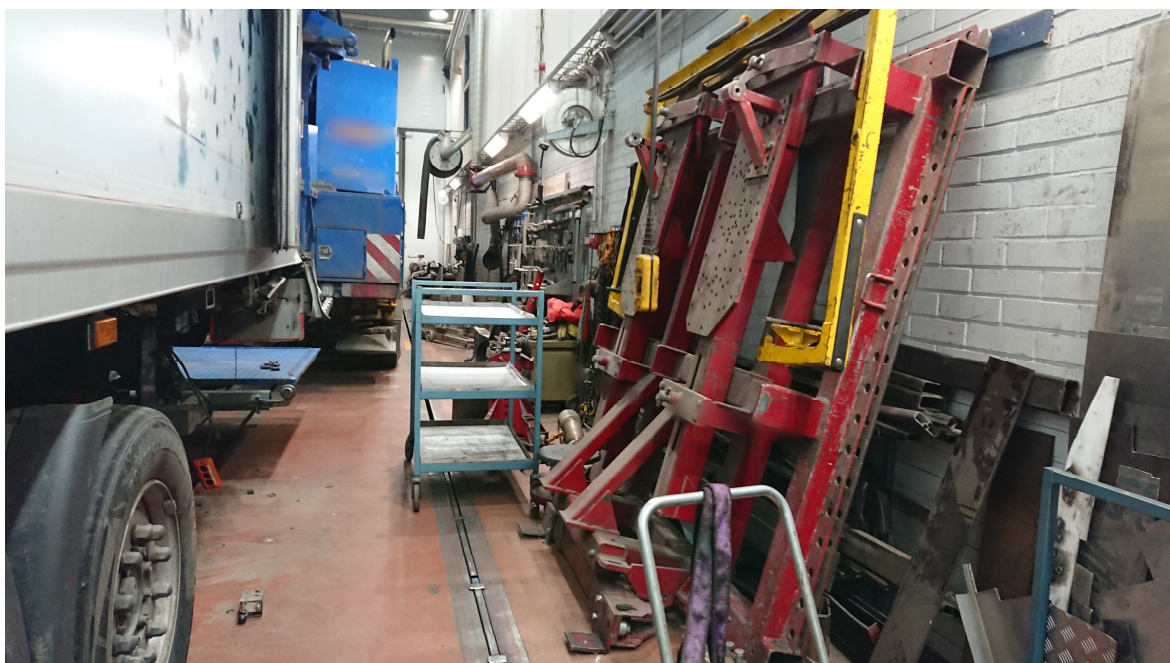
Det råder även brist på förvaringsutrymme för nya delar i den nuvarande skadereparationsverkstaden. Nya delar förvaras, delvis i reservdelslagret för allmänna verkstaden, men även i skadereparationsverkstaden beroende på var det finns plats för komponenten i fråga. Mekanikerna vid Scania berättar om hur nymålade karosseridelar förts in till verkstaden och placerats på pappskivor på golvet. Ifrågavarande förfaringssätt leder till att det är oundvikligt att delarna stundom skadas, och måste repareras samt skickas tillbaka till måleriet. Detta har hänt flera gånger, och bidrar till förluster både ekonomiskt och tidsmässigt. Även vid ett av skribentens besök till skadereparationsverkstaden, låg nya och målade komponenter på verkstadsgolvet, bland demonterade skadade delar (figur 11).



Figur 11. Nymålade komponenter på verkstadsgolvet.

4.1.2 Ordningen i verkstaden

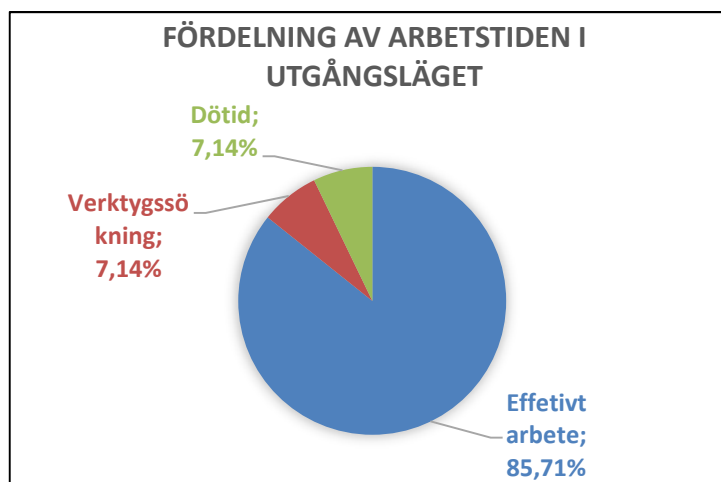
Ifall verktyg och liknande hade en dedikerad förvaringsplats, vilket de inte har i nuläget, skulle detta kunna minska den tid som går åt till att söka efter verktyg, och på så sätt öka effektiviteten. Figur 12 illustrerar situationen i nuläget. En bristfällig ordningshållning kan också innebära en riskfaktor för både person- och materialskador. I nuläget går en markant procentuell andel av tillförogad arbetstid åt till processer som inte ger mervärde åt varken kunden eller företaget, och en förändring i ordningshållningen kunde resultera i en ökning i lönsamheten.



Figur 12. Ordningen i verkstaden.

Både mekanikerna och arbetsledaren på skadereparationsverkstaden var överens om att ca 30 minuter dagligen går åt till sökandet efter verktyg. Personalen har 7,5 h arbetstid per dag, och enligt uppgifter från de anställda kan den dagliga effektiva arbetstiden uppskattas till ca 6–6,5 h. Den verkliga arbetstiden företaget har till förfogande per anställd, kaffepauser borträknade, är ca 7 h om dagen, varav 6–6,5 h effektiv arbetstid är en trovärdig uppskattning. Antagandet att en halvtimme av arbetsdagen är så kallad döttid, som går åt till övriga pauser, förflyttning m.m. är realistiskt. För uträkningarna antas att efter att den tid som går till verktygssökande dragits bort från den effektiva tiden återstår exakt 6 timmar effektivt arbete. Den arbetstid som tillägnas effektivt arbete kan även beskrivas som tid som åtgår till värdehöjande processer. Om man endast med hjälp av att hålla ordning kunde

halvera tiden som går åt till att söka efter verktyg, vilket inte är en process som är mervärdesbringande, skulle detta betyda 15 minuter mer effektiv arbetstid om dagen.



Figur 13. Fördelning av arbetstiden i utgångsläget.

Ovanstående diagram (figur 13) illustrerar fördelningen av arbetstiden i nuläget. I nedanstående tabell (tabell 1) kan man se en noggrannare förklaring över arbetstidens fördelning i utgångsläget. Sammanlagt går över 14% av den tillgängliga arbetstiden åt till annat än effektivt arbete.

Tabell 1. Fördelning av arbetstiden i utgångsläget.

Aktivitet	Antal timmar	%
Arbets tid	7	100,00 %
Effektivt arbete	6	85,71 %
Verktgssökning	0,5	7,14 %
Dötid	0,5	7,14 %

4.2 Planering

Planeringen av den nya skadereparationsverkstaden strävade till att få så många önskemål som möjligt uppfyllda, och tillsammans med mekanikerna, samt handledaren från företagets sida, gå genom de olika lösningsmöjligheterna. Processen inleddes med att, utgående från måtten på den nuvarande fastighetens ritningar, samt planritningen över tomten, utarbeta en

grundläggande skiss över hur det nya utrymmet kunde se ut. När den första skissen var klar gick skribenten och uppdragsgivaren genom den, för att diskutera vilka ändringar som bör göras.

Förutom planering av själva ytorna och dimensionerna planeras de nya förvaringslösningarna och övrig utrustning in i ritningarna. Skribenten har försökt hitta återförsäljare med färdiga lösningar på de problem som uppdagats under arbetets gång, eftersom konstruktion av nya lösningar inte ingår i detta examensarbete. Ny utrustning och övriga nya införskaffningar hittas med eventuella prisuppgifter i bilaga 2. Angående utrustning som krävs men inte behandlas i detta arbete används utrustning som finns inom företaget sedan tidigare, kommer internt via Scania eller kräver lösningar som inte faller inom examensarbetets gränser. Ifall prisuppgifter inte funnits att tillgå, beaktas dessa priser inte heller i examensarbetets beräkningar.

I figur 14 ser man den lägre delen av fastigheten som består av ett så kallat kallt lager, det vill säga oisolerat, icke-uppvärmt lager, samt oljelager, tvättmedelslager, pumpar för samtliga vätskor samt kompressorum. Dessa utrymmen flyttas i samband med utbyggnaden, men de redan existerande utrymmena behåller närapå identiska dimensioner. De existerande utrymmenas layout behålls även oförändrad, och kommer därmed inte markeras på ritningarna i detta examensarbete, utan endast markeras var varje utrymme är lokaliserat. Inte heller det nya förrådsutrymmet kommer att planeras närmare, utan möjligheterna med detta utrymme lämnas öppna för att senare, på bästa sätt, kunna utnyttja ifrågavarande utrymme.



Figur 14. Nuvarande utrymmen för oljelager, kompressorum, m.m.

4.2.1 Val av leverantörer

Valet av leverantör baserar sig på flera olika variabler. Vem säljer denna typ av varor? Ifall flera försäljare hittas, finns det skillnad i pris? Om produkten kräver service, finns det skillnad i tillgänglighet på service? De produkter som kräver förfrågning på offert har offertbegäran, eller förfrågan på riktpolis, endast sänts till ett företag per produkt, eftersom skribenten för detta examensarbete endast utför en preliminär kostnadsberäkning. Leverantörer för vissa större investeringar presenteras här med möjliga motiveringar, men leverantörerna för mindre införskaffningar tas inte upp. Alla leverantörer hittas i samband med införskaffningslistan (bilaga 2). Prisuppgifterna som hittas i bilaga 2 härstammar från leverantörens hemsida eller från personlig kommunikation med en representant för företaget i fråga.

För leverans av traverskranar valdes Konecranes Plc. Orsakerna till att valet blev Konecranes, är att det är ett väletablerat finskt företag som även har service i Karleby. Önskemål från Scania var två traverser med en kapacitet på 4–5 ton var, och enligt mekanikernas önskemål valdes trådlösa kontrollenheter till dessa. Vid tidpunkten för offertbegäran hade en missbedömning i lyfthöjden inträffat, vilket kan påverka slutliga kostnaden för dessa traverser. Denna möjliga kostnadsskillnad beaktas inte i kostnadsberäkningen, eftersom den kan antagas vara marginell.

Kostnadsuppskattning för själva byggarbetet frågades från byggfirman WSB Byggnads Ab i Karleby. Orsaken var att det är ett lokalt byggnadsföretag som byggt såväl mindre egnahemshus som större fastigheter åt företag. WSB Byggnads Ab:s representant gav uppskattningar som gällde såväl byggarbete som el- och VVS-installationer. Ytterdörrarna planeras i samma stil som tidigare, bortsett från att baksidans dörr blir lite större. På dörrarna frågades offert från EAB Finland Oy, eftersom de levererat dörrarna till övriga delar av fastigheten, och EAB har även en betjäningpunkt i Karleby.

4.2.2 Teoretiska beräkningar

Den nya skadereparationsverkstaden har en längd på 35 000 mm och en bredd på 13 000 mm. Arean för den nya verkstaden blir då 455 m², enligt beräkning 1 i bilaga 3. I dessa uträkningar beaktas inte väggdjocklek på varken ytter- eller mellanväggar, vilket resulterar i att den egentliga arean avviker något från uträkningarna i detta examensarbete. Samtliga area-beräkningar i detta examensarbete har kalkylerats enligt nedanstående formel:

$$A = l \times b \quad (3)$$

Det krävda ljusflödet för att teoretiskt uppnå den rekommenderade belysningsstyrkan 600 lux bli, enligt beräkning 2 i bilaga 4, 273 000 lumen. Dessa bör då vara jämnt fördelade i utrymmet. I dessa beräkningar tas inte inredningens påverkan på belysningen eller utrymmet i beaktande. För att räkna ut ljusflödet, vilket betecknas med grekiska symbolen Phi (Φ), används formel 4:

$$\Phi = E \times A \quad (4)$$

Vid beräkningen förenklas armaturernas ljusbild till en rektangel, eftersom syftet med uträkningarna är att ta reda på hur tätt armaturerna bör placeras. Ljusbilden beräknas genom att dela in belysningsområdet i 2 rätvinkliga trianglar. Belysningsarmaturerna, som har en rektangulär form, placeras med långsidan i verkstadsutrymmets längdriktning. Området som armaturen belyser har samma area som armaturens längd multiplicerat med triangelns motstående katet multiplicerat med 2, i enlighet med uträkning 3.1 i bilaga 4. För denna beräkning har en härledning av formel 5 använts.

$$\tan \alpha = \frac{\text{motstående katet}}{\text{närliggande katet}} \quad (5)$$

Triangelns närliggande katet, som representerar belysningens höjd från golvet, är 8500mm, vilket är samma höjd som i nuvarande utrymmen. I beräkningarna angående belysningen kommer måttenheten meter att användas, eftersom detta ger en tillräcklig noggrannhet i detta fall samt underlättar överblicken i sammanhanget.

Enligt beräkning 3.3 ser man att belysningsstyrkan, ca 350 lx, inte räcker till för att uppfylla rekommendationerna, vilket innebär att man bör placera armaturerna så att deras ljusbilder överlappar varandra. Antalet armaturer som krävs för att teoretiskt uppfylla rekommendationernas övre lux-tal fås genom att dividera det önskade ljusflödet (beräkning 2) med ljusflödet från en armatur. I dessa uträkningar används två olika armaturer, en för takbelysning, och en annan för väggbelysningen. Enligt uträkning 3.4, bör man ha 22 st.

armaturer för takbelysning för att uppfylla den önskade belysningsstyrkan. Sidobelysningen kräver 14 st. armaturer för att kunna placeras med jämna mellanrum och ha det önskade mellanrummet på 5 m mellan armaturerna. Samtliga uträkningar hittas i bilaga 4, tillsammans med information om armaturens längd, ljusflöde och belysningsvinkel. Armaturernas dimensioner och övriga tekniska uppgifter är hämtade från leverantörens hemsida.

4.2.3 Placering av belysning

Vid placeringen av belysningen strävade skribenten till att uppfylla rekommendationerna för belysningsstyrkan i en skadereparationsverkstad. Förutom belysning i taket, placeras även belysning på väggarna riktade in mot mitten av golvet, för att ge tillräcklig belysning för arbete på sidan av fordon. Grundtanken är att den rekommenderade belysningsstyrkan ska komma från takbelysningen, och sidobelysningens uppgift är att ge extra belysning vid de tillfällen arbetet i verkstaden kräver detta. Genom att välja en medellång belysningsarmatur, och istället ha flera till antalet, kan man uppnå en jämnare belysningsnivå i hela hallen.

Armaturerna bör placeras på ett jämnt avstånd från varandra, och sido- och takbelysningen bör placeras på ett sätt som resulterar i att sidobelysningen fyller upp eventuella luckor i belysningen på golvnivå, som uppstår från takbelysningen. Belysningsbehov i förråd och övriga utrymmen beaktas inte i detta sammanhang.

Belysningsarmaturerna kommer inte att märkas ut på ritningarna, men takbelysningen placeras i 2 led, med mittpunkten 3,25 m från vardera sidovägg. Orsaken till att armaturerna placeras längre mot hallens ytterkanter är att belysningen ofta behövs bredvid arbetsobjektet istället för mitt på. Belysningen ger även tillräcklig med ljus mitt på arbetsytan för de arbetsmoment som kräver detta. För att få tillräcklig belysningsstyrka från takbelysningen, placeras 11 armaturer per led, med avståndet 2,3 m mellan armaturernas mittpunkter, och ca 5 m från hallens vardera ända. Sidobelysningen placeras på ca 5 m höjd, med ca 5 m mellan mittpunkten på varje armatur. Höjden på belysningen, samt belysningsvinkeln bör justeras efter behov vid monteringskedet. Beräkningar angående avstånd och belysningsstyrka hittas i bilaga 4, uträkningarna 3.3–3.7. Tak- och sidobelysningen bör vara möjliga att tända och släcka oberoende av varandra, efter behov.

4.2.4 Avgas- och punktutsug samt tryckluft och vattenposter

På önskan av mekanikerna kommer det att placeras tre avgasutsug på en sida av den nya verkstaden, med tillräckligt långa slangar för att utsugens räckvidd tillsammans ska täcka hela den tänkta arbetsytan av verkstadsgolvet. Avgasutsugen kan, ifall problemet med att den nuvarande konstruktionstypen slår i fordon kvarstår i de nya utrymmena, bytas ut mot en s.k. sax-konstruktion som går att fälla ihop och dra ut efter behov. Alternativt kan tillräckligt långa kabelrullar användas, utan övriga konstruktioner. Punktutsug planeras inte in, eftersom mekanikerna klargjort för skribenten att de föredrar att använda avgasutsugen även vid applikationer då punktutsug normalt skulle användas, på grund av avgasutsugens effektivitet och bättre användarvänlighet.

Uttag för tryckluft kommer att placeras på fyra ställen på var sida av verkstaden, det vill säga sammanlagt på åtta platser. På varje plats kommer det att placeras två slangrullar högre upp på väggen samt två uttag, med tryckreglering, på lägre höjd. Sammanlagt planeras 32 uttag för tryckluft i den nya skadereparationsverkstaden.

Möjlighet att koppla in vanliga vattenslangar kommer att placeras på fyra platser på var sida av hallen, i samband med tryckluftsuttag, och möjligheter till handtvätt bör placeras i den ända av verkstadshallen som ligger mot verkstadens bakgård, d.v.s. mot Södraleden. I hallens motsatta ända finns möjlighet till handtvätt i samband med WC. Inkopplingsmöjlighet av högtryckstvätt planeras på tre ställen på hallens ena sida, ämnade för renhållning av golv och golvskenor. Ifall fordonstvätt ämnas utföras i verkstadshallen bör inkopplingsmöjlighet finnas också på hallens andra sida, exempelvis i samband med avgasutsugen. Ifall fordonstvätt utförs i utrymmet bör samtliga förvaringslösningar skyddas med exempelvis fördragbara presenningar. Samtliga placeringar finns markerade på layoutritningen i bilaga fem.

4.2.5 Hälsa- och ergonomiaspekter

För att minska den påfrestning som mekanikernas kropp utsätts för, bör man undvika situationer där de är tvungna att utföra tunga lyft utanför de ergonomiska höjderna, det vill säga lägre än knähöjd och högre än axelhöjd. För att undvika ökade risker med exempelvis respiratoriska problem bör även all användning av målfärger och övriga farliga eller mycket irriterande kemikalier ske i ett välventilerat utrymme, exempelvis ett målarbås. Förvaring av kemikalier bör även förflyttas ut ur verkstaden till närliggande förråd. Olika sätt att få ner bullernivån till en trygg nivå beaktas i planeringsskedet.

4.3 Planlösning

Planlösning och layout över den nya skadereparationsverkstaden med tillhörande utrymmen hittas i bilagorna 5–8. Eftersom det endast rör sig om skisser är ingen skala utskrivna på dessa. Denna lösning uppfyller, med god marginal, rådande bestämmelser angående brandsäkerhet i fråga om avstånd till närliggande byggnader och tomtgränser, vilket kan ses på den avgränsade och förenklade planskissen över tomten i bilaga 9. Detta räknades ut baserat på de mått som hittas i den förenklade skissen av tomtens ursprungliga planritning (bilaga 10). Lösningen möjliggör också uppfyllande av tidigare behandlade rekommendationer angående utrymmeskrav, samt övriga lösningar för att förbättra säkerheten på arbetsplatsen. Golvskenorna för ramriktning behåller liknande utformning som tidigare, bortsett från några små förändringar. Skenorna förlängs mot båda ytterdörrarna och planeras ta slut ca 500 mm från ytterdörrarna, och möjlighet till fastsättning av den så kallade hyttbänken planeras in i båda ändorna av hallen. Skiss för utformning av golvskenorna hittas i bilaga 11. Fastighetens takhöjd är densamma som den ursprungliga, både för själva verkstadshallen och för lagerdelen. I detta examensarbete beaktas inte golvbrunnar i verkstaden, eller möjlig golvlutning som krävs för att möjliggöra tvätt av fordon innan reparation, utan förflyttning av fordonet. Vissa avvikelser i golvytan i samtliga utrymmen, i jämförelse mellan dessa skisser och framtida egentliga byggritningar, är att förutse, eftersom väggjocklekar inte beaktats i detta examensarbete.

4.4 Placering av utrustning

Placering av förvaringslösningar och annan nödvändig utrustning hittas i layout-ritningen (bilaga 5). För att ge en tydlig överblick över utrymmet, bifogas bilagor med både en måttsatt layout-ritning och en utan mått med objektförklaring. Placering av inkopplingsmöjlighet till det pneumatiska systemet markeras på layoutritningen med T. Vattenposter placeras på samma plats som tryckluftsuttag, och ingår därmed i samma beteckning. Inkoppling av högtryckstvätt markeras med P, och avgasutsugen betecknas med A. På de ställen där dessa, beroende på konstruktion, tenderar att komma i kontakt med andra föremål som t.ex. hyllor, bör upphängningen av exempelvis slangrullar konstrueras så att dessa skjuts ut till ett lämpligt avstånd från väggen. Placering av el-uttag tas inte upp i detta examensarbete.

Placeringen av samtlig utrustning som framkommer i dessa ritningar är endast ämnade som riktgivande förslag. Justering av positioneringen bör ske i samband med monteringen, och med hänsyn till bland annat traversens pelare och andra möjliga konstruktioner som kan påverka placeringen av verkstadsinredningen.

4.5 Brist på utrymme och förvaringsmöjligheter

Utrymmesbristen och för trånga arbetsytor löses med större dimensioner på verkstadshallen. För att minska på bullret i skadereparationsverkstaden bör skivor av ljudisolerande material monteras i tak och på väggar i mån av möjlighet. För att möjliggöra renhållning av golvskenorna, bör större dräneringshål finnas i skenorna. Även anslutningsmöjlighet av högtryckstvätt planeras för detta ändamål.

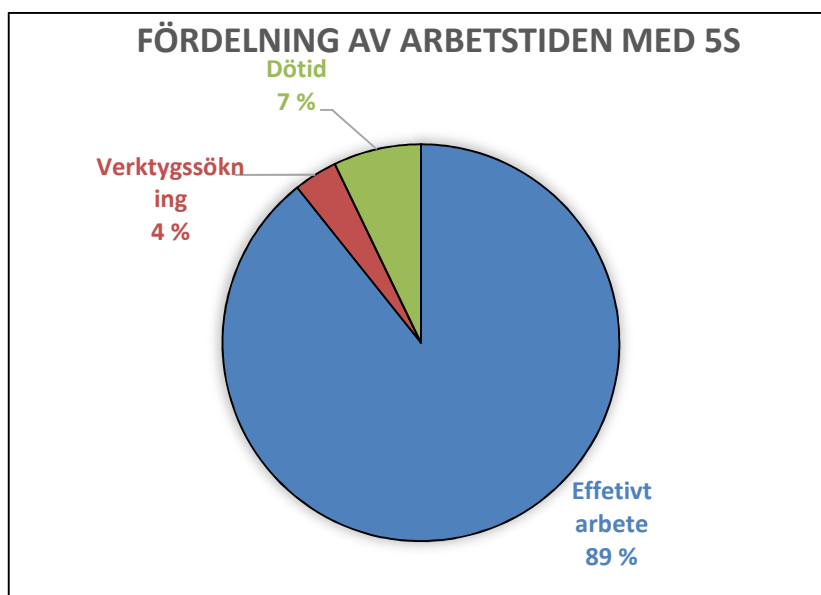
För förvaring av både nya och demonterade komponenter planeras två hyllor för lastpallar in i verkstadsutrymmet. Hyllorna som planerats in rymmer 32 euro-lastpallar var, dock används den lägsta hyllan i båda för förvaring av annat än lastpallar. Även hyllor för förvaring av komponenter och tillbehör som kräver mindre utrymme planeras in, vilka ger totalt ca 48 hyllmeter förvaring, ämnade för mindre komponenter, i verkstaden. Utöver dessa inplaneras två grenställ, med fyra hyllor var, för att underlätta förvaring av exempelvis nya komponenter som kommit från måleriet.

För att åtgärda oordningen som nu råder i verkstaden, planeras mycket mer förvaringsytor in, vilket möjliggör att varje sak kan få sin egen plats. I layoutritningen (bilaga 5) hittas inplanerade platser för två verktygstavlekasetter, hylla för ramriktningsverktyg och arbetsbord med tillhörande verktygsförvaring. Bredvid verkstadsutrymmet planeras ett lagerrum tänkt för förvaring av större flyttbara verktyg som t.ex. svetsmaskiner, och metallager. I detta lagerrum planeras även förvaring av småtillbehör och kemikalier. Verktyg som används mer sällan, men ändå är nödvändiga, kan också förvaras i detta utrymme.

Dessa förvaringslösningar ger möjlighet till att införa 5S-metoden. Implementering av 5S är något hela verkstaden i Karleby borde inkluderas i, inte enbart skadereparationsverkstaden, eftersom vissa verktyg lånas till allmänverkstaden och detta gör att 5S-metoden inte fungerar korrekt ifall någon som använder samma verktyg eller utrymmen inte följer samma system. Någon typ av 5S uppföljning krävs framöver, och kan exempelvis bestå av tavlor som de anställda får skriva upp nya problem på, regelbundna korta möten angående ämnet och eventuellt att de anställda utför inspektioner av sina kollegers arbetsutrymmen.

4.6 Ekonomisk fördel med 5S

Enligt nedanstående diagram (figur 17), ser man att 5S, förutom en ökad trivsel och säkerhet, också kan bidra till en märkbar förbättring i effektivitet i jämförelse med utgångsläget (figur 13), vilket även kan bli en ekonomisk vinst för företaget. Denna beräkning baserar sig på att mekanikerna, med hjälp av 5S, skulle kunna halvera tiden som spenderas på att söka efter verktyg, och kunna tillägna några minuter dagligen av den så kallade dö-tiden åt att städa sitt arbetsutrymme. Detta skulle medföra en förbättring som innebär ca 3,6% mer tid till effektivt arbete. Årligen kan denna lilla förbättring innebära en märkbar ekonomisk förändring, eftersom det på en årlig nivå bidrar till en motsvarighet på ca 8 arbetsdagar per anställd som sätts på effektivt arbete istället för verktygssökning.



Figur 15. Fördelning av arbetstiden med 5S.

För att ge en noggrannare överblick över förändringarna i fördelningen av arbetstiden som implementering av 5S-systemet kunde medföra, hittas information om förbättringen i nedanstående tabeller (tabell 2 och 3). Enligt uppgifter från företaget skulle denna teoretiska förbättring i effektiviteten bidra till tusentals euro i tilläggförsäljning per arbetstagare på en annuell nivå.

Tabell 2. Fördelning av arbetstiden med 5S.

Aktivitet	Antal timmar	%
Arbetstid	7	100,00 %
Effektivt arbete	6,25	89,29 %
Verktygssökning	0,25	3,57 %
Dötid	0,5	7,14 %

Tabell 3. Förbättringen i siffror.

Procentuell förbättring av effektiviteten	3,57 %
Tidsmässig förbättring dagligen (minuter)	15 min
Tidsmässig förbättring annuellt (minuter)*	3403,5
Fler arbetsdagar/år (antal)	8,1

*I enlighet med det genomsnittliga antalet arbetsdagar under åren 2017–2019. (Teknologiateollisuus)

4.7 Kostnadsberäkning

Kostnadsberäkningen hittas i bilaga 12. Kalkylen baserar sig på totalsumman av införskaffningslistan (bilaga 2), och offerten för byggarbete och -material samt VVS- och elinstallation, inklusive material. Kostnadsberäkningen är ämnad för att ge en ungefärlig uppskattning över totalsumman för detta projekt, enligt den planering som faller inom omfattningen för examensarbetet. Kostnaderna som kalkylen utgår från är priser tagna från möjliga leverantörers hemsidor, eller offerter och kostnadsuppskattningar som fått genom personlig kommunikation med någon av leverantörsföretagets representanter. I denna uträkning beaktas inte eventuella låneavgifter eller återbetalningstid, utan endast kostnader för byggande och utrustande av den utbyggnad, av företagets nuvarande fastighet, som behandlas i detta examensarbete. Övrig utrustning som inte behandlats i detta examensarbete beaktas inte i denna beräkning, d.v.s. eventuell förflyttning av gammal utrustning eller införskaffning av övriga förnödenheter och verktyg.

4.8 Resultatdiskussion

Resultatet för detta examensarbete är en skadereparationsverkstad som uppfyller sin funktion på ett ändamålsenligt vis. Majoriteten av de problem som presenteras i bilaga 1 har ett lösningsförslag, och företagets önsknings angående de nya utrymmena har beaktats genom hela processen.

Samtliga lösningar i detta examensarbete strävar till en säker och trivsamt arbetsplats, och möjliggör förebyggande av arbetsrelaterade hälsoproblem hos personalen i företaget. Förutom försök till ökad trivsel genom ordningshållning, beaktas ergonomi och inomhusluftskvalitet som viktiga områden i strävan till en tryggare arbetsplats. För att uppnå en bra inomhusluftskvalitet i en skadereparationsverkstad är tillräcklig ventilation mycket viktigt.

En markant andel av lösningsförslagen i detta examensarbete förutsätter implementering av 5S-systemet, och kräver på så sätt ett stort engagemang från företagets sida ifall lösningarna genomförs. 5S är ett system som kräver en betydande mängd resurser från företaget, främst i startskedet, men även upprätthållandet av ett fungerande 5S-system. Trots stora resurskrav har flertalet exempel inom företagsvärlden visat att 5S-systemet lönar sig, och ofta resulterar i en högre effektivitet och trivsel inom företaget, vilket på längre sikt ger företaget ett bättre ekonomiskt resultat. Resterande lösningar kräver inte lika stora arbetsinsatser, och är därför relativt enkla att genomföra. Dessa lösningar handlar främst om förvaringsmöjligheter samt övrig utrustning, och innebär en ekonomisk satsning för företaget, utan större behov av personalresurser.

Kostnadsberäkningen i bilaga 12 ger en riktgivande bild av storleken på investeringen som byggandet av den nya skadereparationsverkstaden innebär för företaget. Slutsumman i denna kostnadsberäkning är endast ämnad att ge en uppfattning om kostnadernas storlek, och motsvarar därför inte exakt den slutliga kostnaden som denna förstoring innebär. För att få en fullständig bild över investeringen som krävs, borde noggrannare offerter begäras från leverantörerna, ytterligare tillkommande kostnader utredas, och en kalkyl över återbetalningstiden framställas.

4.9 Kritisk granskning

Belysningen kunde planeras med hjälp av datorprogram som är ämnade för simulation av ljusbilder och belysning i ett utrymme. Detta skulle ge mer tillförlitliga data angående utrymmets belysning än manuella uträkningar, med en uppskattad och mycket förenklad ljusbild ger. Att simulera belysningen på förhand kunde möjligen ge en ekonomisk inbesparing ifall, baserat på simuleringsprogrammets data, färre armaturer kunde användas för att uppnå den rekommenderade belysningsnivån, än de förenklade manuella uträkningarna visar.

För att få fram en mer tillförlitlig kostnadsberäkning, borde noggrannare utredning angående VVS- och elinstallationer utförts, istället för det kombinerade riktgivande priset som används i detta examensarbets kostnadsberäkning. Kostnaden för de skenor som gjuts in i golvet borde beaktas som en skild enhet, och inte ingå i de övriga byggkostnaderna.

Hur lösningar påverkar personalens hälsa och arbetsergonomi har beaktats noggrant i detta examensarbete, och samtliga lösningar bidrar till att möjliggöra en säker och hälsofrämjande arbetsplats för både mekaniker och övrig personal.

4.10 Förslag till fortsatt forskning

Som fortsättning till detta examensarbete, kunde man utföra en undersökning om ifall förändringarna i arbetsmiljön påverkat personalens hälsotillstånd, och om förändringar kan observeras, hur dessa påverkar trivseln på arbetsplatsen, samt effektiviteten i arbetet. Effekten av förändringar i arbetsergonomi med avseende på belastningsskador kunde också utredas.

En annan potentiell fortsättning på detta examensarbete vore att reda ut hur, ifall systemet implementerats i hela företaget, 5S har påverkat personalens arbetseffektivitet och trivsel på arbetsplatsen. En utredning för systemets ekonomiska inverkan på företaget är också ett ämne som skulle ge en bra bild angående lönsamheten i att ålägga resurser på implementering och upprätthållning av detta system.

5 Diskussion

Detta var en mycket intressant, om än utmanade, uppgift att planera en ny skadereparationsverkstad åt ett företag som Scania. Att lära sig mer om verkstadsplanering var mycket intressant. Jag tyckte det var speciellt intressant att lära sig om hur man med hjälp av olika lösningar kan påverka personalens arbetsergonomi och minska de hälsopåfrestningar som denna typ av arbete ofta för med sig.

Golvytan i den nya utbyggnaden kunde möjligen krympas en aning, men eftersom detta examensarbete handlade om att planera en optimal skadereparationsverkstad, och ingen färdig budget var given, strävade jag till att uppfylla flest möjliga önskemål, och få till stånd en så funktionell och ändamålsenlig skadereparationsverkstad som möjligt.

För att få ner antalet kvadratmeter som behövs, och på så vis få ner byggkostnaderna, kunde man undersökt utrymmesbehoven på olika ställen i verkstaden mer ingående. Exempelvis kunde avståndet mellan truckhyllan och arbetsobjektet på golvet troligen förminskas en del, men eftersom jag inte har erfarenhet av arbetet, och inte heller bekantat mig med andra liknande skadereparationsverkstäder för tunga fordon, är det svårt att uppskatta det minimala utrymmesbehovet. På grund av denna erfarenhetsbrist, strävade jag till att uppfylla montörernas önskemål om att den så kallade arbetsytan på golvet skulle hållas fri från allt som inte är nödvändigt för arbetet ifråga. Förvaringslösningarna är tänkta vara fullkomligt tillgängliga fastän maximala bredden på den tänkta arbetsytan skulle vara utnyttjad, vilket kräver utrymme som i andra fall kan verka överflödigt.

Vid tidpunkten för offertförfrågan på traversen hade ett misstag inträffat i höjduppskattningen, vilket senare granskades med lasermätning, men denna höjdskillnad på 1,5 m anses inte ha någon större påverkan på kostnadsberäkningen eftersom det endast handlar om en preliminär uppskattning över kostnaderna. Angående belysningen kunde planeringen gjorts utifrån produkter från den leverantör som planerat den nuvarande fastighetens belysning. Under arbetets gång bekantade jag mig med olika leverantörers produkter, och tog till slut beslutet att inte använda den av Scania föreslagna leverantören, eftersom jag ansåg att produkterna från den leverantör jag slutligen valde hade mer ändamålsenliga produkter som bättre uppfyllde belysningsbehovet.

Ett dilemma som uppkom i ett tidigt skede i planeringsprocessen var hur man ska handskas med avvikande åsikter bland den berörda personalen angående hur den optimala lösningen skulle se ut. Ledningen hade en relativt klar syn angående vissa förvaringslösningar, medan

mekanikerna hade delvis avvikande åsikter angående ämnet. Detta tvingade mig som skribent att försöka hitta en kompromisslösning, och avgöra vems åsikt som ska prioriteras när avvikande åsikter finns. Man vet att det är ledningen som står för den ekonomiska delen i detta projekt, men man bör också ha i åtanke att det är arbetarna som dagligen ska använda dessa utrymmen, och de har sin egna syn på hur de kan arbeta på ett effektivt sätt. Att föreslå nya lösningar och möjliga förbättringar, åt personer som arbetat på liknande sätt i flera år, innebar en tröskel för mig som studerande utan personlig erfarenhet av branschen. Det var även något som krävde både finkänslighet med hur man framför sina idéer, och självsäkerhet över det egna kunnandet. Ett annat problem var att personalen på företaget var väldigt upptagna, och det var ibland svårt att hitta en gemensam tid för genomgång av arbetet och diskussion angående olika lösningsmöjligheter. Att personalen är upptagna med sina egentliga arbetsuppgifter är fullständigt förståeligt, men försvårar dock tidvis examensarbetets framskridande.

Ytterligare sak som gjorde verkstadsplaneringen svår, var hur lite litteratur jag hittade angående ämnet när det gäller verkstäder av denna storlek. En del böcker hittades, men majoriteten av dessa var riktade åt hobbymekaniker som vill planera ett fungerande hemmagarage, ytterst få böcker behandlade planering av en stor verkstad. För planering av en skadereparationsverkstad hittades minimalt med litteratur. Olika typer av handböcker och rapporter som tangerade ämnet ifråga hittades, och dessa gav mycket användbar information.

För att kunna framställa en tillräckligt noggrann kostnadsberäkning var jag mycket beroende av samarbetsvilligheten hos olika företag och leverantörer. Vissa investeringar hade på leverantörens hemsida ett pris som kunde användas som ett riktgivande pris i beräkningarna, men andra produkter och tjänster krävde offertförfrågning av en av företagets representanter. Detta var en utmanande uppgift, eftersom vissa företag var totalt ointresserade av att ge ut information eller prisuppgifter om produkter när de fick höra att det handlade om ett examensarbete, vilket ledde till att jag var tvungen att söka efter en liknande produkt från ett annat företag som i sin tur var villig att ge mer information om produkten i fråga. Det bör dock nämnas att flera företag var väldigt hjälpsamma, och mycket villiga att ge all den information jag ville ha.

Under examensarbetets gång har jag lärt mig mycket om verkstadsplanering. Jag har som ny inom området varit tvungen att fundera över vad man behöver tänka på när man står inför en uppgift som denna. Detta har gett mig som skribent en djupare insikt i hur mångfacetterad en, så till synes enkel, sak som verkstadsplanering kan vara. Med en uppgift som denna är

man tvungen att beakta allt, från exempelvis placering av oljecisterner för att möjliggöra en smidig påfyllning, till hur olika lösningar påverkar personalens hälsa och arbetsergonomi.

Jag har även fått en djupare insikt i hur skadereparationsarbete går till i praktiken, och vad som behövs för att kunna utföra detta krävande arbete. Det har jag fått lära mig genom diskussioner med mekanikerna på Scania i Karleby, och genom observation av mekanikernas praktiska arbete i samband med mina besök till företaget. Även litteratur om ämnet och bl.a. videor på internet har använts för att få en grundkunskap om arbetet i fråga.

Att lösa olika problem med hjälp av verktyg som 5S, har gett en djupare förståelse för systemets innebörd och nytta med ifrågakavande metod. Detta examensarbete har även gett mig en inblick i grunderna i lean som en helhet, och skapat en tydligare bild över hur tankesättet med olika processer kan se ut.

Källförteckning

- Antonsson, A.-B., Sjöström, J., & Östlund, G. (2011). *Integrerade och levande ledningssystem*. Stockholm: Svenska Miljöinstitutet. Hämtat från <https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b760c/1454339570326/B2007.pdf> den 24 01 2019
- Atlas Copco. (2017-2019). *Compressor Placement and Optimal Working Conditions*. Hämtat från Atlas Copco Australia Pty Limited-webbplats: <https://www.atlascopco.com/en-au/compressors/wiki/compressed-air-articles/optimal-working-conditions-compressor-room> den 07 01 2019
- Carbon Trust. (8 2011). *Heat recovery - A guide to key systems and applications*. Hämtat från Carbon Trust: https://www.carbontrust.com/media/31715/ctg057_heat_recovery.pdf den 29 11 2018
- Car-O-Liner Group AB/Josam. (2017). *Cab Tower*. Hämtat från Josam.se: <https://www.josam.se/product/cab-tower/> den 5 3 2019
- Chapman, C. D. (6 2005). Clean House With Lean 5S. *Quality Progress*, 38(6), ss. 27-32. Hämtat från http://www.ame.org/sites/default/files/qrl_docs/Clean%20House%20with%205S%20J%20Rubio_0.pdf den 8 1 2019
- Duffy, J. E., & Scharff, R. (2003). Unibody/Frame Realignment. i J. E. Duffy, & R. Scharff, *Auto Body Repair Technology* (ss. 497-532). New York: Delmar Learning.
- Gnatov, A., & Argun, S. (2015). New Method of Car Body Panel External Straightening: (A. Bensrhair, Red.) *International Journal of Vehicular Technology*, 2015. Hämtat från <https://www.hindawi.com/journals/ijvt/2015/192958/abs/> den 28 11 2018
- Hall, R. W. (2004). "Lean" and the Toyota Production System. *Target*, 20(3), 22-27. Hämtat från https://static1.squarespace.com/static/5356f7d5e4b0fe1121e2cb5b/t/565278aee4b058e88fcd6f9e/1448245422867/04-20-3-Lean_and_TPS.pdf den 8 1 2019
- Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet 848/2017. (2017). Hämtat från Finlex: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20170848#Pidp446801840> den 26 11 2018
- Modig, N., & Åhlström, P. (2014). *DETTA ÄR LEAN*. Stockholm, Sverige: Rheologica AB. Hämtat den 8 1 2019
- Nyberg, M., & Puro, V. (2015). *Rengasalan ergonomiaselvitys*. Työterveyslaitos. Tammerfors: Työterveyslaitos. Hämtat från https://ttk.fi/files/4071/Rengasala_loppuraportti_2015.pdf den 30 11 2018
- Patel, V. C., & Thakkar, D. (Mars 2014). Review on Implementation of 5S in Various Organization. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 4(3), 774-

779. Hämtat från <https://core.ac.uk/download/pdf/26989504.pdf> den 8 1 2019
- Prevent. (2015). *Effektivare med 5S-metoden*. Hämtat från Prevent.se: <https://www.prevent.se/globalassets/documents/prevent.se/arbetsmiljoarbete/verksamhetsutveckling/5s/effektivare-med-5s-metoden.pdf> den 8 1 2019
- Scania Ab (publ). (den 14 9 2015). *The first bus*. Hämtat från Scania corporate website: <https://www.scania.com/group/en/the-first-bus/> den 14 11 2018
- Scania Ab. (2018). *Års- och hållbarhetsredovisning 2017*. Södertälje: Scania Ab. Hämtat från Scania Ab corporate website: <https://www.scania.com/group/en/wp-content/uploads/sites/2/2018/03/scania-ars-och-hallbarhetsredovisning-2017.pdf> den 26 11 2018
- Scania Suomi Oy. (2016). *TIETOJA SCANIASTA*. Hämtat från Scania Suomi: <https://www.scania.com/fi/fi/home/experience-scania/about-us.html> den 14 11 2018
- Scania Suomi Oy. (2016). *Yli 60 vuotta autokauppaa Suomessa*. Hämtat från Scania Suomi: <https://www.scania.com/fi/fi/home/experience-scania/scania-suomi-oy/historiikki.html> den 14 11 2018
- Suomen Asiakastieto Oy. (2018). *Scania Suomi Oy*. Hämtat från Asiakastieto: <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/scania-suomi-oy/02020144/taloustiedot> den 26 11 2018
- Techopedia. (u.d.). *Definition - What does LUX (lx) mean?* Hämtat från Techopedia: <https://www.techopedia.com/definition/2717/lux-lx> den 22 12 2018
- Teknologiateollisuus. (u.d.). *vuosityoika2017-2019_40_375.pdf*. Hämtat från teknologiateollisuus.fi: https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/vuosityoika2017-2019_40_375.pdf den 14 1 2019
- Teknologiateollisuus. (u.d.). *vuosityoika 2017-2019*. Hämtat från teknologiateollisuus.fi: https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/vuosityoika2017-2019_40_375.pdf den 25 1 2019
- TTK. (2018). *Autoalan työsuojaopas*. Työturvallisuuskeskus, autoalan työalatoimikunta. Helsingfors: Työturvallisuuskeskus, autoalan työalatoimikunta. Hämtat från https://ttk.fi/files/6374/Autoalan_tyosuojaopas_201802.pdf den 30 11 2018
- Työsuojaohallinto. (den 10 7 2018). *Vaarallisten kemikaalien tunnistaminen*. Hämtat från Työsuojaohallinto.fi: <https://www.tyosuojaohallinto.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/tunnistaminen> den 29 11 2018
- Washington State Department of Labor and Industries. (2006). *Preventing injury and illness in auto body shops*. Washington State Department of Labor and Industries, Safety & Health Assessment & Research for Prevention. Olympia, Washington: Washington State Department of Labor and Industries. Hämtat

från <http://www.lni.wa.gov/Safety/Research/Files/AutoBody.pdf> den 29 11 2018

WorkSafe Victoria. (Oktober 2010). *12 ways to make a small business safer*. Hämtat från WorkSafe Victoria:
https://prod.wsvdigital.com.au/sites/default/files/2018-06/ISBN-12-ways-to-make-small-business-safer-handbook-for-workplaces-2010-10_3.pdf den 29 November 2018

WorkSafe Victoria. (6 2017). *A step by step guide for Managing chemicals in the workplace*. Hämtat från WorkSafe Victoria:
<https://prod.wsvdigital.com.au/sites/default/files/2018-06/ISBN-Managing-chemicals-in-the-workplace-guide-2017-06.pdf> den 29 11 2018

Finlands författningssamling

Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet 848/2017. (2017). Hämtat från Finlex:
<https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20170848#Pidp446801840> den 26 11 2018

Figurförteckning

Figur 1. Scantias fastighet i Karleby.....	3
Figur 2. Riktning av lastbilshytt med Josams hytt-torn.....	5
Figur 3. Utrymmeskrav för arbetsställningar.....	6
Figur 4. Utrymmeskrav för arbetsställningar.....	7
Figur 5. Genomsnittlig bullernivå.....	8
Figur 6. Trygg vistelsetid i buller.....	9
Figur 7. Rekommenderad belysningsstyrka.....	9
Figur 8. Grafisk förklaring över metodiken i 5S.....	13
Figur 9. Utrymmesbrist i verkstaden.....	16
Figur 10. Förvaring av demonterade komponenter.....	17
Figur 11. Nymålade komponenter på verkstadsgolvet.....	18
Figur 12. Ordningen i verkstaden.....	19
Figur 13. Fördelning av arbetstiden i utgångsläget.....	20
Figur 14. Nuvarande utrymmen för oljelager, kompressorum, m.m.....	21
Figur 15. Fördelning av arbetstiden med 5S.....	28

Tabellförteckning

Tabell 1. Fördelning av arbetstiden i utgångsläget.....	20
Tabell 2. Fördelning av arbetstiden med 5S.....	29
Tabell 3. Förbättringen i siffror.....	29

Formelförteckning

(1)
$$E = \frac{\Phi}{A}$$

(2)
$$q_v = \frac{P_v}{1,21 \times \Delta T}$$

(3)
$$A = l \times b$$

(4)
$$\Phi = E \times A$$
 (härladd från formel 1)

(5)
$$\tan \alpha = \frac{\text{motstående katet}}{\text{närliggande katet}}$$

Problemtabell	
Problem	Lösning
Buller från plåtverkstaden på allmänverkstadens sida.	Ordentlig mellanvägg samt förflyttning av plåtverkstaden.
Bristfällig belysning	Förbättrad belysning i enlighet med rådande rekommendationer
Specialverktyg återlämnas smutsiga/skadade från allmänverkstaden. Ibland lämnas verktyg kvar.	5S och möjlighet till att låsa in vissa verktyg.
Saker faller ner i golvskenorna, arbetsvagnars hjul fastnar.	--
Golvskenorna svåra att rengöra.	Större dräneringshål i skenorna. Anslutningsmöjlighet till högtryckstvätt.
För lite arbetsutrymme.	Den nya verkstadshallen görs betydligt bredare.
För små dörrar för större arbetsmaskiner.	Större dörr på baksidan (mot södra leden).
De gamla Josam hytt-tornen av järn är tunga att använda.	Byts ut mot nya lättare av aluminium.
För få vattenposter.	Fler vattenposter planeras in.
Mycket värme i kompressorutrymmet som inte tillgodotas.	Tas tillgodo i ventilationssystemet m.h.a. en värmeväxlare.
Plåtslagarna tvungna att ibland bära olja och vätskor i små kanistrar.	Egen oljekar för plåtverkstaden planeras in.
Brist på förvaringsutrymme och metallager.	Mycket förvaringsutrymme planeras in.
Punktutsug besvärliga att använda, hålls ej på plats.	--
Avgasutsug har ett långt styvt rör, slår ofta i fordon.	Mera utrymme, ifall problemet kvarstår kan röret bytas mot en sax-konstruktion
Verktyg & tillbehör saknar designerade platser	Bättre förvaringslösningar, 5S.
Bristfälliga möjligheter till ytbehandling av komponenter.	Målbås planeras in, med tillräcklig ventilation.
Demonterade skadade plastdelar tar mycket utrymme	Plastbalare planeras in.

Införskaffningslista									
Produkt	Leverantör	Antal (st)	å-pris moms 0% (€)	å-pris moms 24% (€)	Totalpris moms 24% (€)	Produktkod	Ritningsbeteckning		
Kasten lastpallshylla (32 pallar)	Turun Hyllly- ja Trukkitalo Oy	2	1 441,83 €	1 787,87 €	3 575,74 €	007025	1		
Lastyta till pallhylla, 455mm	Turun Hyllly- ja Trukkitalo Oy	34	35,51 €	44,03 €	1 497,10 €	564055	--		
Lagerhylla	Turun Hyllly- ja Trukkitalo Oy	2	630,74 €	782,12 €	1 564,24 €	006564	2		
Grenställ	Turun Hyllly- ja Trukkitalo Oy	2	467,02 €	579,10 €	1 158,21 €	008403	3		
Förvaringskåp i plåt	Turun Hyllly- ja Trukkitalo Oy	2	275,00 €	341,00 €	682,00 €	PK1010	4		
Verktygstavekasett	Treston Oy	2	1 200,00 €	1 488,00 €	2 976,00 €	830518-07P	5		
Orvak 3410 pappbalare	Ikaros Finland OY	1	7 300,00 €	9 052,00 €	9 052,00 €	4903410-02	6		
MIL-TEK H600 plastbalare	MIL-TEK SUOMI	1	19 000,00 €	23 560,00 €	23 560,00 €	H600	7		
Arbetsbord	Isojoen Konehalli Oy (IKH)	2	604,03 €	749,00 €	749,00 €	IKH7329	8		
Kemikalieskåp	Ikaros Finland Oy	2	710,00 €	880,40 €	1 760,80 €	B80-6113	10		
LinearLED-lampa	Tomitec Oy	14	62,86 €	77,95 €	1 091,25 €	TT-LL60-IP42	--		
LinearLED-lampa	Tomitec Oy	22	92,86 €	115,15 €	2 533,22 €	TT-LL120-IP42	--		
Travers, CXTS5t, monterade	Konecranes Plc	2	27 000,00 €	33 480,00 €	66 960,00 €	CXTS5t	--		
Ytterdörrar, monterade	EAB Finland Oy	2	--	--	26 040,00 €	EAB Designline	--		
Bås för spraymålning	OLSA Ay	1	3 637,05 €	4 509,94 €	4 509,94 €	Ruiskukaappi 2500 mm	9		
Infrarödtork	Expondo	2	157,26 €	195,00 €	390,00 €	EX6345	--		
Josam hyttorn	Tecalemit Oy	2	20 120,00 €	24 948,80 €	49 897,60 €	15822	--		
EAB Stemo lagerhylla helhet 4	Hyllymix Oy	1	465,00 €	576,60 €	576,60 €	--	15		
EAB Stemo lagerhylla helhet 6	Hyllymix Oy	1	585,00 €	725,40 €	725,40 €	--	15		
Totalsumma (moms 24%):				199 299,10 €					
Totalsumma (moms 0%):				160 725,08 €					

Teoretiskt belysningsbehov

1. Verkstadens area

$$l := 35000 \text{ mm} = 35 \text{ m}$$

$$b := 13000 \text{ mm} = 13 \text{ m}$$

$$\text{Area} := l \cdot b = 455 \text{ m}^2$$

Enligt formel (3).

2. Önskat ljusflöde

Rekommenderad belysningsstyrka: 600 lx

Formeln härledd från figur 2-6

$$\phi := 600 \text{ lx} \cdot 455 \text{ m}^2 = 273000 \text{ lm}$$

Enligt formel (4).

3. Jämn belysning på golvnivå

Belysningsvinkel 120°

$$\alpha := \frac{120^\circ}{2} = 60^\circ$$

$$a := 8.500 \text{ m}$$

$$b := \tan(\alpha) \cdot a = 14.722 \text{ m}$$

Närliggande katet betecknas med bokstaven a, och motstående katet betecknas med bokstaven b.

Formeln är härledd från formel (5).

3.1 Total bredd på ljusbilden (l)

$$l := b \cdot 2 = 29.445 \text{ m}$$

3.2 Behov för att belysa hallens längd (h)

$$h := \frac{35.000 \text{ m}}{l} = 1.189$$

3.3 Lux per armatur (takbelysning)

$$p := 1.2 \text{ m}$$

Armaturens längd = p

$$\phi_{armatur} := 12480 \text{ lm}$$

$$A_l := p \cdot l = 35.334 \text{ m}^2$$

$$E := \frac{\phi_{armatur}}{A_l} = 353.203 \text{ lx}$$

Enligt formel (1)

3.4 Antal armaturer för att teoretiskt uppfylla rekommendationerna (takbelysning)

$$Antal_{tak} := \frac{\phi}{\phi_{armatur}} = 21.875$$

3.5 Avstånd mellan takbelysning

$$Avst. := 35 \text{ m} - 5 \text{ m} - 5 \text{ m} = 25 \text{ m}$$

5 meter tomt i varje ända

$$L_t := \frac{Antal_{tak}}{2} = 10.938$$

Antal armaturer per led

$$mellanrum_{tak} := \frac{Avst.}{L_t} = 2.286 \text{ m}$$

3.6 Antal armaturer för väggbelysning (per sida)

$$l := 35 \text{ m}$$

$$mellanrum_{vägg} := 5 \text{ m}$$

$$antal_{vägg} := \frac{35 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 7$$

3.7 Väggbelysningens belysningsstyrka (totalt)

$$antal_{tot} := 2 \cdot antal_{vägg} = 14$$

Det planerade antalet armaturer

$$\phi_{vägg} := 6300 \text{ lm}$$

Ljusflödet per armatur

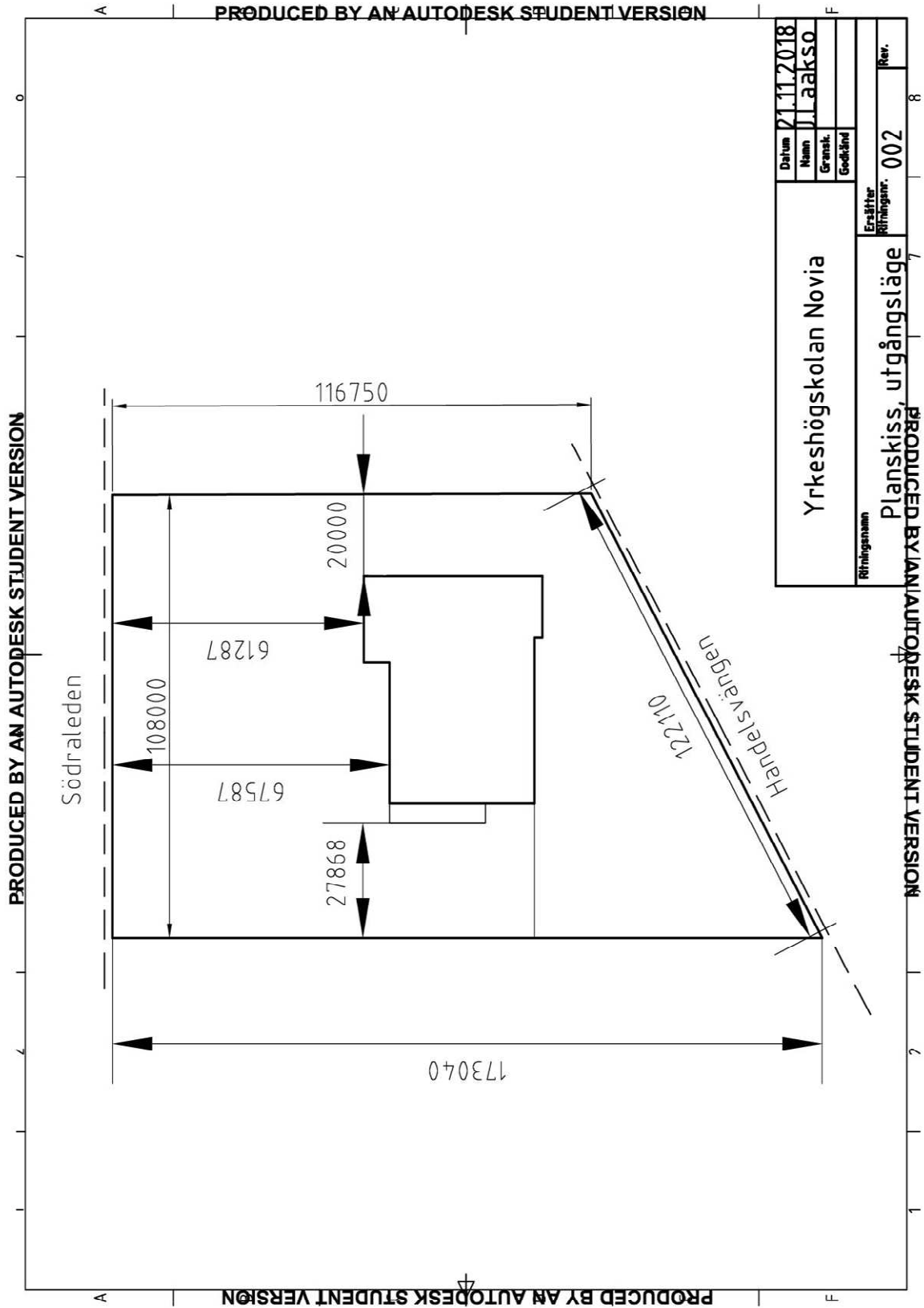
$$\phi_{tot} := \phi_{vägg} \cdot antal_{tot} = 88200 \text{ lm}$$

Totala ljusflödet för väggbelysningen

$$E_{vägg} := \frac{\phi_{tot}}{Area} = 193.846 \text{ lx}$$

Enligt formel (1)

Förenklad uträkning över belysningsstyrkan som väggbelysningen ger. Resultatet blir ett medeltal över belysningsstyrkan väggbelysningen ger i hela verkstaden.



Kostnadsberäkning

Byggekostnader (inkl. byggherre-kostnader)	
Offert (bygg+el+vvs), moms 0%:	704 950,00 €
Offert, moms 24%:	874 138,00 €

Total kostnad	Moms 24%	Moms 0%
Byggekostnader:	874 138,00 €	704 950,00 €
Införskaffningskostnader*:	199 299,00 €	160 725,00 €
Total investering:	1 073 437,00 €	865 675,00 €

* Avrundat till närmaste heltal