



Janne Soutukorva

## **AUTOKORJAAMON TOIMINNAN KEHITTÄMINEN**

# **AUTOKORJAAMON TOIMINNAN KEHITTÄMINEN**

Janne Soutukorva  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatio

---

Tekijä: Janne Soutukorva  
Opinnäytetyön nimi: Autokorjaamon toiminnan kehittäminen  
Työn ohjaaja: Kauko Kallio  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013 Sivumäärä:75 + 22 liitettä

---

Opinnäytetyö tehtiin Auto Åström Oy:n Linnanmaan toimipisteeseen. Työn tavoitteena oli parantaa autokorjaamon toimivuutta uudella layoutilla ja toiminnan tehostamisella.

Ensimmäiseksi kartoitettiin muutoksen tarpeessa olevat kohdat yhdessä henkilökunnan ja työn tilaajan kanssa. Perusajatuksena oli saada lisää säilytystilaa ja helpottaa liikkumista korjaamolla. Lisäksi tarkoituksena oli parantaa toimivuutta aiempaa järkevämmän komponenttien sijoittelun ansiosta.

Työ toteutettiin mallintamalla koko korjaamo ja suunnittelemalla korjaamolle kolme uutta layout-vaihtoehtoa. Mallinnus suoritettiin Autodesk Inventor -ohjelmalla. Vaihtoehtojen pohjana käytettiin henkilökunnalta ja työn tilaajalta saatua palautetta ja kehitysideoita. Työn tilaaja valitsi vaihtoehdoista toimivimman. Valittua vaihtoehtoa kehitettiin ja jatkojalostettiin työn tilaajan toiveiden mukaisesti. Korjaamon toimintaa prosessina pyrittiin kehittämään toiminnan tehostamiseksi.

Korjaamon uusi layout helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä sekä parantaa asiakkaiden ja henkilökunnan viihtyisyyttä. Korjaamon tehokkuus nousee turhan ajankäytön pienentyessä. Toimivimmat tilankäyttöratkaisut tuovat lisäsäilytystilaa korjaamon eri tilantarpeille. Työturvallisuus paranee entistä tilavamman ja nopeamman liikkumisen ansiosta.

Opinnäytetyö on hyödynnettävissä suunniteltaessa korjaamoihin tai konepajoihin uutta layoutia toiminnan tehostamiseksi ja tuottavuuden parantamiseksi. Korjaamot, joilla on suunnitteilla vastaavanlaisia toimenpiteitä saavat, työstä tietoa ja erilaisia näkemyksiä layout-suunnitteluun sekä tuotannon tehostamiseen.

---

Asiasanat: korjaamosuunnittelu, layout-suunnittelu, toiminnanohjaus, tuotantoprosessit

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	7
2 TOIMINNANOHJAUS	8
2.1 Kokonaisohjaus	8
2.2 Budjetti	8
2.3 Tunnusluvut ja mittarit	9
2.4 Kapasiteetti	9
2.5 Lämpäisy aika	10
2.6 Toiminnanohjauksen tavoitteet	11
2.7 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus	12
2.7.1 Lämpäisy aikojen lyhentäminen	13
2.7.2 Tuotannon organisointiperiaatteet	15
2.8 Toiminnanohjausprosessi	15
3 TUOTANTOPROSESSIT	17
3.1 Layout-suunnittelu	17
3.1.1 Tuotantolinja-layout	17
3.1.2 Funktionaalinen layout	18
3.1.3 Solu-layout	18
3.1.4 Tuotetehtaat ja verstaat	19
3.2 Layoutin valinta ja suunnittelu	19
3.2.1 Ryhmäteknologia	21
3.2.2 Layout-suunnittelu	21
3.2.3 Layout-suunnittelun tavoitteet	22
3.2.4 Funktionaalisen layoutin suunnittelu	23
3.2.5 Tuotantolinja-layoutin suunnittelu	24
3.2.6 Simulointi	24
3.3 Työmenetelmien suunnittelu	26
3.4 Tuotantoprosessin suunnittelusysteemi (SLP)	28
3.4.1 SLP-avaintiedot	30
3.4.2 SLP-valmistusprosessi	30

3.4.3 SLP-materiaaliprosessi	31
3.4.4 SLP-riippuvuussuhteet	31
3.4.5 SLP-virtauskaaviot riippuvuuksille	31
3.4.6 SLP-tehdastilantarve ja sopeutus	32
3.4.7 SLP-layoutin vaihtoehdot ja arviointi	32
3.4.8 SLP-layoutin valinta ja toteutus	32
3.5 Työntutkimus	33
3.5.1 Ajankäyttötutkimus	34
3.5.2 Työnmittaus	36
3.6 Laatu, turvallisuus ja ympäristö osana kehitystä	37
3.6.1 Laatu	37
3.6.2 Ympäristö	37
3.6.3 Turvallisuus	38
3.7 Ergonomia ja turvallisuus	39
3.7.1 Ergonominen tarkastelu	39
3.7.2 Työturvallisuus	40
4 AUTOKORJAAMON TOIMINTA PROSESSIKUVAUKSENA	41
4.1 Ajanvaraus	41
4.2 Ennakoivat toimenpiteet	42
4.3 Työsuorituksen vastaanotto	42
4.4 Työnsuoritus	43
4.5 Auton luovutus asiakkaalle	44
4.6 Laadunvalvonta	44
4.7 Korjaamon toimintaprosessin tehostaminen	45
5 NYKYISET KORJAAMOTILAT	48
5.1 Voiteluaineet ja niiden varastointi	48
5.1.1 Kiinteät voiteluainesäiliöt	49
5.1.2 Liikuteltavat voiteluainesäiliöt	49
5.1.3 Täydennysvoiteluaineiden säilytys	50
5.2 Varaosat	51
5.2.1 Yleisvaraosat	51
5.2.2 Esikerätyt varaosat	52
5.3 Työkalut	53

5.3.1 Yleistyökalut	54
5.3.2 Erikoistyökalut	55
5.4 Henkilökunnan sosiaalitila	56
5.5 Työnvastaanotto-tila	57
6 KORJAAMON LAYOUT	58
6.1 Korjaamon tämänhetkinen layout	60
6.2 Layout 1	60
6.3 Layout 2	61
6.4 Layout 3	63
6.5 Kiinteiden öljysäiliöiden teline	65
6.5.1 Telineen rakenteen lujjuustarkastelu	66
6.5.2 Telineen lattiakiinnityksen lujjuustarkastelu	69
7 YHTEENVETO	71
LÄHTEET	72
LIITTEET	76

# 1 JOHDANTO

Auto Åström on käytettyjä autoja myyvä ja kaikkia automerkkejä huoltava yritys. Lisäksi toimipaikan mukaisesti Auto Åström toimii myös tiettyjen autonvalmistajien merkkien merkkikorjaamona ja tarjoaa samalla varaosapalveluita. Auto Åström toimii kolmella paikkakunnalla, Kokkolassa, Oulussa ja Ylivieskassa. Oulussa toimipisteitä on kaksi, Kaakkurissa ja Linnanmaalla. Linnanmaan yksikössä suoritetaan kaikkien automerkkien huollot sekä korjaukset. Automyynti ja merkkikorjaus ovat Oulun seudulla keskittyneet Kaakkurin toimipisteeseen. (1.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa Linnanmaan toimipisteen työtehokkuutta korjaamohallin ja sosiaalitilojen muutoksien avulla. Oikeanlainen tilankäyttöratkaisu korjaamohallissa luo viihtyisyyttä, lisää työtehokkuutta ja parantaa työturvallisuutta. Korjaamohallin laajentaminen ei ole mahdollista, joten muutokset on saatava aikaan tilan tehostamisella ja säilytystilojen järkevällä suunnittelulla. Eritystä huomiota kiinnitetään työntilaaajalta tulleisiin muutamaan ongelma-kohtaan.

Opinnäytetyön tavoite on antaa työn tilaajalle realistinen ja toteuttamiskelpoinen vaihtoehto tämänhetkiseen tilanteeseen. Toteutuessaan muutokset parantavat korjaamon tehokkuutta ja vaikuttavat siellä työskenteleviin työntekijöihin. Työn on tarkoitus olla valmistuttuaan apuvälineenä työntilaaajalla korjaamohallin muutoksien ollessa ajankohtaisia.

## **2 TOIMINNANOHJAUS**

Toiminnanohjaus on yrityksen tilaustoimitusketjun eri tehtävien ja toimintojen suunnittelua ja hallintaa. Toiminnanohjaus on tuotannonohjauksen kaltainen, mutta toiminnanohjauskäsitettä käytetään nykyään, koska toiminnan hallinta edellyttää muun muassa myynnin, jakelun ja hankintojen ohjausta tuotannon ohjauksen lisäksi. Yrityksen toiminta on monimuotoinen kokonaisuus, johon sisältyy osatoimintoja ja tehtäviä. Päivittäin yrityksessä tapahtuu paljon erilaisia suunnittelu-, tuotanto- ja markkinointitehtäviä. (2, s. 397; 3, s. 155.)

Toiminnanohjaus on yrityksen toimintoihin liittyvää suunnittelua, toteutusta, päätöksentekoa ja valvontaa. Tavoitteena on, että toiminnanohjaus organisoii ja ohjaa toimintaa tuottavuuden tavoitteiden toteutumiseksi parhaalla mahdollisella tavalla. Yrityksillä on keskeiset pelisäännöt ja toimintaperiaatteet, joita noudattamalla toiminnan ohjaus tapahtuu tuotannon ja suunnittelun toteutuksessa. (2, s. 397; 3, s. 155.)

### **2.1 Kokonaisohjaus**

Yritystä ja sen liiketoimintaa on johdettava kokonaisuutena yrityksen strategian ja liiketaloudellisten toimintaperiaatteiden pohjalta. Toiminnanohjauksessa hallitaan resursseja tuotannon tavoitteiden toteuttamiseksi. Yrityksen kokonaisohjauksessa yhteen sovitetaan liiketoiminnan tavoitteita ja keskeisiä toimintoja sekä resursseja. Tuotesuunnittelun, markkinoinnin, hankintojen, työnsuorituksen ja varastoinnin resursointi ja toteutus on suunniteltava siten, että ne auttavat saavuttamaan liiketoiminnan tavoitteet toisiaan tukemalla. Kokonaisohjauksen keskeisimpiä työvälineitä ovat budjetit sekä tavoitteen asettelussa käytetyt tunnusluvut ja mittarit. (2, s. 397–398.)

### **2.2 Budjetti**

Eri toimintoja koordinoi ja tavoitteita asetettaessa käytetään budjettia. Yrityksen taloudellisen tuloksen suunnittelu on päähuomiossa. Euromääräiset ja voittoa tavoittelevat suunnitelmat voidaan muuttaa toiminnan laajuutta ja tehokkuutta kuvaaviksi luvuiksi. Valmistusmäärät ja varastotasot suunnitellaan myyn-



tibudjettien perusteella. Edellä mainittujen kapasiteetti- ja materiaali tarpeet voidaan määrittellä valmistusbudjetin perusteella. Kuormitusryhmäkohtaiset kapasiteettitarpeet voidaan laskea ja määrittellä tarkat materiaali menekit. Vaikka budjettipohjainen suunnittelu on useimmiten liian epätarkka yksityiskohtaisiin suunnitelmiin ja päätöksiin, budjeteilla voidaan suorittaa karkean tason suunnittelu tuotannon toteutukseen ja resursointiin. Tyypillisesti budjettiresursoinnin perusteella hoidetaan päätöksiä kapasiteetin lisäämisestä ja henkilöstömäärästä. Budjettisuunnittelun avulla on mahdollista tarkastella kustannusrakenteita ja investointeja liiketaloudellisesta näkökulmasta. (2, s. 398.)

### **2.3 Tunnusluvut ja mittarit**

Tunnuslukuja käytetään yrityksen toiminnan ohjauksen apuna. Tunnusluvut toimivat välineenä seurannassa ja tavoitteiden asettelussa. Kirjanpidosta saatavia liiketoiminnan tunnuslukuja käytetään apuna soveltuvien osien toiminnan ohjaamisessa. Toiminnan tehokkuuden arvioinnissa hyvänä apuvälineenä voidaan käyttää myyntikatetta, käyttökatetta ja jalostusarvoa. Taloudellisten tunnuslukujen lisäksi toiminnan johtamisessa tarvitaan omia, toiminnan tuloksia ja resursien käyttöä kuvaavia tunnuslukuja. (2, s. 398; 3, s. 192.)

Tavallisesti tunnusluvuilla johdetaan ja analysoidaan tuotannon keskeisten tavoitteiden toteutumista. Yritysten tuotannon tunnuslukujärjestelmistä löytyy tavallisesti kustannustehokkuutta ja tuottavuutta, tuotteiden laatua sekä toimitusvarmuutta kuvaavat tunnusluvut. Vertailukelpoisten ja oikeellisten tietojen saaminen tuotantoprosessista on yleensä vaikeaa ja suuritöistä. Sen vuoksi tuotannon tunnuslukujen käyttö vaihtelee suuresti eri yritysten välillä. (2, s. 398; 3, s. 192.)

### **2.4 Kapasiteetti**

Kapasiteetti kuvaa tuotantokykyä ja ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteetin ilmaisu on mahdollista tuoteyksiköissä, mikäli tuotteiden kapasiteettivaatimukset poikkeavat vain vähän toisistaan. Paperitehtaissa kapasiteettiyksikkö on tonnia/tunti. Betonitehtaissa kapasiteettiyksikkö voidaan ilmoittaa neliometriä/päivä. Eri tuotteiden vaatiessa erilaisen mää-

rän kapasiteettia voidaan määritelmä tehdä tuotantoresurssin käyttöaikana. (2, s. 399; 3, s. 164.)

Kun kapasiteettia ja kuormitusta tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena, puhutaan kuormitusryhmästä. Kuormitusryhmät määritellään ohjaustarpeiden perusteella. Tehdastasolla on mahdollista seurata kokonaiskapasiteettia, esimerkiksi kokonaistuotantomäärää tai kokonaistyötuntimäärää. Laajoja kuormitusryhmiä, kuten tuotantolinja-, tuoteverstaas-, pullonkaulakone- tai työntekijäryhmä käytetään karkeasuunnittelussa. Solu-, kone- tai työntekijäryhmäkohtaisia hienojakoisempia kuormitusryhmiä käytetään tarkemmassa hienosuunnittelussa. (2, s. 399; 3, s. 164.)

Kapasiteetin hallinta perustuu suunniteltujen töiden kuormitukseen sekä työpisteen kapasiteettiin. Kuormituksesta selviää suunnitellun tuotannon varaus eli kapasiteetin kuormitus. Kuormitusasteen ja kuormitussuhteen rinnakkaiskäsitteitä ovat käyttöaste ja käyttösuhte. Ne kuvaavat toteutuneen tuotannon määrää ja suhdetta kapasiteettiin kuormituksen sijaan. Yritysympäristössä näitä käsitteitä on usein käytetty toistensa synonyymeinä. Laskentatoimen sektorilla käytetään käsitteitä toiminta-aste ja toimintasuhde. Tavallisesti niillä havainnollistetaan laajemmin koko tehtaan tai tuotantolaitoksen toimintaa. (2, s. 400; 3, s. 164.)

Todellista käytettävissä olevaa kapasiteettia kutsutaan nettokapasiteetiksi. Teoreettinen maksimikapasiteetti on yleensä huomattavasti isompi kuin nettokapasiteetti. Erilaiset häiriöt, sairaudet, huoltotyöt, konerikot ja materiaalipuutteet vähentävät kapasiteettia. Usein nettokapasiteetti on 50–90% teoreettisesta maksimikapasiteetista. (2, s. 400.)

## **2.5 Lämpäisy aika**

Toimintaketjun vaatimaa kokonaisaikaa kutsutaan lämpäisyajaksi. Yleensä lämpäisyajalla tarkoitetaan kokonaislämpäisyaikaa tai valmistuksen lämpäisyaikaa. Tilauksen saamisesta toimitukseen kuluvaa aikaa kutsutaan kokonaislämpäisyajaksi. Valmistuksen lämpäisyajalla kuvataan valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen kuluvaa aikaa. Lämpäisy aika kuvaa toimintaketjun vaatimaa kokonaisaikaa. Lämpäisy aika ei kiinnitä huomiota tuotteelle tai tilaukselle tapah-

tuviin toimenpiteisiin läpäisyajan aikana. Läpäisyajalla ei kuvata tuottavuutta tai tuotteen vaatimaa valmistusaikaa. Lyhyillä läpäisyajoilla saavutetaan monia positiivisesti vaikuttavia tekijöitä yrityksen toimintaan ja kilpailukykyyn. Yksi keskeisimmistä tuotannon kehittämisen tavoitteista on toiminnan aikajänteiden lyhentäminen. (2, s. 401; 3, s. 159; 4, s. 63–65.)

Tuotanto on suunniteltava siten, että tilausten ja tuotantoerien läpäisyajat saadaan mahdollisimman lyhyiksi. Lyhyet läpäisyajat mahdollistavat pienemmän tuotantoon sidotun pääoman, kehittävät toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottavat kapasiteetin oikean kokoista suunnittelua. (2, s. 401; 3, s. 159; 4, s. 63–65.)

Perustavoitteiden ollessa keskenään ristiriidassa vaikeutuu tuotannonohjaus huomattavasti. Tuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden varastointia ja valmiutta pienten tuotantoerien joustavaan valmistukseen edellytetään hyvän toimitusvarmuuden saavuttamiseksi. Toiminnanohjauksen ristiriitaisten tavoitteiden toteuttamisessa on läpäisyajojen lyhentäminen osoittautunut erittäin toimivaksi keinoksi. (2, s. 402; 4, s. 63–65.)

Läpäisyajan lyhentyessä pienenee toimintaan sidottu pääoma sekä hyvän toimintakyvyn ylläpito paranee. Läpäisyajan lyheneminen asiakasohjautuvassa tuotannossa vaikuttaa suoraan toimitusaikaan. Tuotannon ollessa varasto-ohjautuvaa lyhyillä läpäisyajoilla mahdollistetaan varastojen nopea täydentäminen, jolloin tavoiteltu palvelutaso saavutetaan pienemmillä varastoilla. Lyhentyneet läpäisyajat tarkoittavat pienempää sidottua pääomaa keskeneräisessä tuotannossa. (2, s. 402; 4, s. 63–65.)

## **2.6 Toiminnanohjauksen tavoitteet**

Toiminnanohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin. Yleisiä tavoitteita ovat kustannusten minimointi, hyvä aikakilpailukyky, hyvä laatu sekä joustavuus. Toiminnanohjauksen tehtävä, ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttöä tarkoituksenmukaisella tavalla, on päästä edellä mainittuihin tavoitteisiin. Keskeisimpiä toiminnanohjauksen tavoitteita on kapasiteetin korkea tuottavuus, toimintaan sidotun vaihto-omaisuuden minimointi, toimitusvarmuus ja tuotannon läpäisy aika. (2, s. 402.)

Kapasiteetin korkealla tuottavuudella tarkoitetaan, että toimitiloihin, koneisiin ja tuotantolaitteisiin sidotun pääoman tuottavuus on aina suurempaa, mitä suurempi on tuotanto. Tuotantoerien suunnittelussa on tärkeää panostaa siihen, että yrityksen keskeiset resurssit ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä. (2, s. 402.)

Huomattava osuus yrityksen pääomasta on sidottu vaihto-omaisuuteen. On tärkeää ohjata valmistusta ja materiaalitoimintoja tavalla, jonka seurauksena mahdollisimman vähän pääomaa sitoutuu raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotevarastoon. Näin vaihto-omaisuus saadaan yrityksessä mahdollisimman pieneksi. (2, s. 402.)

Toimitusvarmuuden varmistamiseksi yrityksen on huolehdittava sovitusta toimitusajoista sekä ylläpidettävä valmiutta toimittaa tuotteita asiakkaille heidän tarpeidensa mukaisesti. (2, s. 402.)

Toiminnanohjauksen tavoitteisiin ja keskinäiseen tärkeyteen vaikuttavat yrityksen valitsemat kilpailutekijät. Kapasiteetin korkea kuormitusaste ja pienet varastot ovat toiminnanohjauksen tärkeimpiä tavoitteita matalia kustannuksia tavoiteltaessa. Asiakkaan toivomusten huomioon ottaminen kaikessa yrityksen toiminnassa on edellytys asiakaskohtaisilla tuotteilla kilpailemisessa. (2, s. 404.)

Yrityksen tuotannon ohjausta vaikeuttaa usein eri toiminnoilla olevat erilaiset käsitykset eri tavoitteista ja niiden tärkeydestä. Markkinoinnin kannalta erittäin tärkeää on hyvä toimituskyky ja joustavuus asiakaskohtaisten toiveiden toteuttamiseksi. Valmistuksessa toimivat henkilöt tähtäävät puolestaan korkeaan käyttöasteeseen. Yrityksen taloudesta vastaavat henkilöt huomioivat ensisijaisesti toimintaan sidottua pääoma ja sen suuruutta. Ristiriidat eri toimintojen välillä aiheuttavat usein vaikeuksia tuotannonohjauksen tarkoituksen mukaiseen toimintaan. (2, s. 404.)

## **2.7 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus**

Tuotannon tehokkuuteen ja ohjauksen tehtäväkenttään vaikuttavat merkittävästi tuotantojärjestelmien ominaisuudet. Ohjaus kuuluu kiinteästi ohjattavaan järjestelmään, eikä sitä milloinkaan voida käsitellä ohjattavan järjestelmän ulkopuoli-

sena erillisenä ilmiönä. Tuotantojärjestelmän ominaisuuksilla on suuri vaikutus tuotannon tavoitteiden toteutumiseen, ohjauksen tehtäviin ja ongelmakenttään sekä käytettäviin ohjausperiaatteisiin ja menetelmiin. Ohjattavan tuotantojärjestelmän ominaisuuksien ja suorituskyvyn kehittäminen liittyy aina olennaisena osana toiminnanohjaukseen. Tuotantojärjestelmän ominaisuuksia kehittämällä voidaan usein saavuttaa tehokkaimmin toiminnanohjauksen tavoitteet. Esimerkiksi yksi tehokkaimmista toiminnanohjauksen kehittämiskeinoista on tuotannon läpäisyajojen lyhentäminen. (2, s. 405; 3, s. 162.)

Ohjattavuus kuvaa tuotantojärjestelmän kykyä vastata ohjausmuuttujiin. Tuotannon organisoinnissa ja tuotantojärjestelmässä on monia eri seikkoja, jotka vaikuttavat tuotannon ohjattavuuteen. Tuotantoa kehitettäessä on tuotannon ohjattavuutta parantamalla saavutettu hyviä tuloksia. Hyvän ohjattavuuden vallitessa voidaan resurssit hyödyntää tehokkaammin. Toiminnan virheet ja välilliset kustannukset ovat silloin huomattavasti pienemmät. Keskeisimmät keinot tuotannon ohjattavuudessa ovat läpäisyajojen lyhentäminen, virheiden ja häiriöiden poistaminen, layoutin selkiyttäminen, toiminnan itseohjautuvuuden kehittäminen sekä modernin tietokoneohjatun tuotantotekniikan hyödyntäminen. (2, s. 405.)

### **2.7.1 Läpäisyajojen lyhentäminen**

Luvussa 2.5 kuvattiin vaikutuksia, jotka saadaan aikaan läpäisyajan lyhentämisellä. Läpäisyajaa lyhentämällä on mahdollista saavuttaa toiminnanohjauksen tavoitteet, hyvä toimituskyky, pieni sitoutunut pääoma sekä korkea kuormitusaste yhtäaikaaisesti. Valmistuserien koon pienentäminen ja tuotannon välivarastojen poistaminen ovat keskeisiä keinoja valmistuksen läpäisyajan lyhentämisessä. Läpäisyajkaan vaikuttaa myös valmistuserän koko. (2, s. 406; 4, s. 66–68.)

Läpäisyajat pitenevät tuotantoprosessin valmistuserien kasvaessa. Läpäisyajaa pidentää eri työvaiheiden välisen odotusajan kasvaminen samassa suhteessa eräkokojen kasvun kanssa. Valmistuserän on jonotettava sitä pidempään, mitä enemmän tuotteita on jonossa työvaiheeseen. Hyvin usein valmistusprosessissa on havaittavissa turhia välivarastoja eri työvaiheiden välillä. Edellä mainittujen varastojen poisto lyhentää läpäisyajaa. Läpäisyajan lyhe-

nemisen lisäksi varastoinnin aiheuttamat välilliset kustannukset pienenevät. (2, s. 406; 4, s. 66–68.)

Eri työvaiheiden välillä olevia odotusaikoja voidaan lyhentää pienentämällä vaiheiden välisiä kuljetuseriä. Tuotantolaitoksen materiaalivirtojen selkeyttäminen ja työpisteiden sijoittaminen tuotteiden valmistusvaiheen mukaiseen järjestykseen lyhentää myös läpäisyaikaa. Silloin jäävät pois työnohjauksen ja työsuunnittelun vaatima aika ja kuljetukset, jotka molemmat pidentävät läpäisyaikaa. (2, s. 406 ; 4, s. 66–68.)

Läpäisyajan lyhentäminen valmistuserien kokoa pienentämällä tarkoittaa asetuskertojen kasvua. Asetusaika on aika, joka kuluu työpisteessä vaihdettaessa kappaleesta toiseen. Asetusaika koostuu tuotantoerän aloittamiseen liittyvistä toimenpiteistä. Toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi työkalun, kiinnittimen, ohjelman tai materiaalin vaihto. Näin ollen eräkokojen pienentäminen edellyttää yleensä myös asetusaikojen lyhentämistä. Asetusaikojen ollessa pitkiä eivät pienet valmistuserät ole taloudellisesti kannattavia. Asetusaikaa on mahdollista lyhentää teknisillä ratkaisuilla, joilla pyritään esimerkiksi lyhentämään työkalun tai kiinnittimen vaihtoon kuluva aika. Tehokkaampi asetusten organisointi, kuten valmistelu etukäteen, lyhentää asetusaikaa. (2, s. 406 ; 4, s. 66–68.)

Läpäisyajan lyhentämisellä on merkittävä vaikutus tuotteiden ja toiminnan laatuun. Eräkoon ollessa pieni, valmistus on nopeatempoista ja valmistuksen virheet sekä häiriöt tulevat nopeasti esille. Nopeasti esiin tulevien virheiden ja häiriöiden syihin sekä taustatekijöihin on helpompi tarttua. Virheistä aiheutuvat ongelmat ja niiden syyt ovat helposti havaittavissa, mikä auttaa yrityksen henkilöstöä motivoitumaan laadun kehittämiseen. Läpäisyajan ollessa lyhyt häiriöt pysäyttävät nopeasti koko tuotantoprosessin. Seurauksena tuotantoprosessin pysähtymiselle henkilöstö panostaa virheiden karsimiseen ja ennaltaehkäisyyn, koska virheiden vaikutukset heijastavat nopeasti koko tuotantoon. Toiminnan laatua on kehitettävä läpäisyajan lyhentämiseksi. (2, s. 407.)

Läpäisyajan lyhentyessä tuotantoprosessin tuottavuus kehittyy. Osittain tuottavuuden kasvu selittyy toiminnan laadun kehittymisellä. Ongelmista ja virheistä aiheutuvat kustannukset vähenevät myös merkittävästi. Välillisiä kustannuksia

laskee toiminnan ohjaamisen ja materiaalin käsittelyn aiheutuvan työmäärän väheneminen. Selkeän materiaalivirran ja kompaktin layoutin ansiosta suunnittelun ja ohjauksen tarve vähenee. Toiminnan organisoinnin ollessa tehokkaampaa ja selkeämpää pystyvät työntekijät keskittymään paremmin valmistustehtäviin. (2, s. 407.)

### **2.7.2 Tuotannon organisointiperiaatteet**

Tuotantotoiminnan tehtävänjaolla ja organisointiperiaatteilla on merkittävä vaikutus tuotannon ohjattavuuteen. Tuotannon johtamisessa ja organisoinnissa on suuntauduttu kohti keveämpiä ja matalampia organisaatiomalleja, joissa vastuu on lähempänä suorittavaa porrasta. Tuotannon organisaatiomalleja on muutettu vastaamaan paremmin todellisia toimintaprosesseja. Toiminnan ohjaus ja johtaminen helpottuvat huomattavasti, kun tehtävien organisointi koostuu selkeistä vastuukokonaisuuksista. (2, s. 408.)

Yrityksen valmistus on mahdollista jakaa itsenäisesti ohjautuviksi valmistusyksiköiksi. Tehtaan sisäiset tuotetehtaat ja solut muodostavat tuotantolaitoksen. Solut ja tuotetehtaat vastaavat itsenäisesti omien tuotteidensa valmistuksesta. Edellä mainitun kaltainen toiminta edellyttää yrityksen toiminnalta selkeyttä ja hyvää havainnollisuutta, tarkasti määriteltyjä pelisääntöjä sekä korkeaa laatua toiminnassa. Toiminnanohjaus perustuu toimintojen väliseen kommunikaatioon yrityksessä, jonka organisaatiota on kevennetty. (2, s. 408.)

### **2.8 Toiminnanohjausprosessi**

Organisaation eri tasoille jakaantuu hierarkkisesti toiminnanohjauksen suunnittelutehtävät ja päätöksenteko. Ylimmällä tasolla pyritään huolehtimaan yleisesti resurssien riittävyydestä ja toimintojen koordinoinnista. Siirryttäessä lähemmäksi valmistusta ohjaavaa tasoa ohjaus tarkentuu. Tuotannonohjausta voidaan tarkastella ohjausprosessina, joka etenee vaiheittain. Vaiheet ja vaiheiden sisältö vaihtelevat toimiala- ja yrityskohtaisesti. Myyntiennusteet ja tilaukset, kokonaissuunnittelu, karkeasuunnittelu, hienosuunnittelu, valmistuksen ohjaus ja valmistus ovat vaiheet, joista tuotannonohjausprosessi koostuu. Kaikkien vaiheiden poikkeamiin reagoidaan tarpeen niin vaatiessa. Näennäisesti selkeästi etenevässä ohjauksessa tapahtuu koko ajan uudelleen suunnittelua ja suunnit-

telutehtävien välistä koordinoitua. Yksityiskohtaiset suunnitelmat ja monimutkainen suunnittelutilanne lisäävät uudelleensuunnittelun ja koordinoinnin määrää. (2, s. 409.)

Tavallisesti tuotantotoiminnassa uudelleensuunnittelua aiheuttaa viime hetkellä ilmaantuvat päätöksentekoon vaikuttavat asiat. Myös tuotantohäiriöt, materiaali- ja laiteviat johtavat valitettavan usein uudelleensuunnitteluun. Usein toiminnanohjausprosessit ovat ainutlaatuisia. Yrityksen toimiala, tuotteet, tavoitteenasettelu, tuotantoprosessi, organisointiperiaatteet ja tietojärjestelmät vaikuttavat ohjauksen tehtäviin, ohjausperiaatteisiin ja käytännön menetelmiin. Usein toiminnanohjausjärjestelmä on historiallisen kehityksen tulos, koska järjestelmän eri osa-alueet kehittyvät eri aikakausina ja eri lähtökohdista. Sen seurauksena voi ohjausjärjestelmien toiminta ja rakenne vaihdella huomattavasti saman toimialan yritysten kesken. (2, s. 409–410.)



## **3 TUOTANTOPROSESSIT**

Yrityksen tuotantoprosessin suunnittelu on laaja-alainen ja vaativa tehtävä. Tehtaan koneiden, laitteiden ja materiaalisuunnittelun kattaa layout-suunnittelu. Työmenetelmien, työvaiheiden ja työpisteiden suunnitteluun perehdytään työn suunnittelussa. (2, s. 475; 3, s. 47.)

Työtehtävien ja valmistusprosessien toteutustavalla on merkittävä vaikutus tuotannon tavoitteiden toteutumiseen sekä valmistuksen kannattavuuteen. Kun suunnitellaan tuotantoprosesseja valmistusmenetelmät, koneet, laitteet sekä työskentelytavat on valittava tuotannolle asetettujen tavoitteiden perusteella. Tehdyillä valinnoilla on suora vaikutus tuotannon kustannustehokkuuteen, joustavuuteen, laatuun sekä aikakilpailukykyyn. (2, s. 475; 3, s. 46.)

### **3.1 Layout-suunnittelu**

Layout on vakiintunut termi, ja se tarkoittaa tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Tuotantolaitteiden ja työnkulun perusteella layoutit ovat jaettavissa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinja-layout, funktionaalinen layout ja solu-layout. (2, s. 475; 3, s. 47.)

#### **3.1.1 Tuotantolinja-layout**

Pääpiirre tuotantolinjassa on, että koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinja on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Kappaleenkäsittely ja valmistus on tehokasta ja automatisoitua. Työnkulku on selkeää ja mekaanisia kuljettimia voidaan käyttää eri työvaiheiden välillä. Tuotantolinjan rakentamiselle keskeisinä edellytyksinä on suuri volyyymi ja korkea kuormitusaste. Suuret valmistusmäärät mahdollistavat alhaiset yksikköhinnat, vaikka tuotantolinjan rakennuskustannukset olisivat suuret. Tuotantolinja on herkkä häiriöille. Häiriön ilmaantuessa se vaikuttaa nopeasti koko linjan tuottavuuteen. (2, s. 475; 3, s. 48–49.)

Häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat suuret ja linja on kykenevä tuottamaan tehokkaasti virheellisiä tuotteita, sen surauksena laadunvalvonta on tär-

keää. Kun linja on toteutettu sen kapasiteetin kasvattaminen jälkeinpäin vaikeaa. Asetusaikojen ollessa pitkiä ovat tuotantosarjat usein pitkiä. Selkeä työnkulku mahdollistaa helpon tuotannonohjauksen. Tuotantolinjan ohjaus tapahtuu käytännössä yhtenä kokonaisuutena. (2, s. 476.)

### **3.1.2 Funktionaalinen layout**

Funktionaalisen layoutin tunnuspiirteenä on koneiden ja työpaikkojen ryhmittely työtehtävän samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi kaikki hitsauspaikat ovat hitsaamossa ja sorvit sorvaamossa. Funktionaalinen layout tunnetaan myös nimellä teknologinen layout, koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn ansiosta. (2, s. 476; 3, s. 50.)

Tuotantomäärien ja tuotetyyppien huomattava vaihtelu on mahdollista funktionaalisisessa layoutissa. Erilaisten tuotteiden valmistus onnistuu, koska koneet ja laitteet ovat yleensä monipuolisia yleiskoneita. Tuotteiden valmistus tapahtuu yksittäiskappaleina tai sarjoina. Tuotannon ohjaus kostuu eri koneille odottavien tuotteiden järjestelyyn. Työnkulkujen poiketessa toisistaan ei materiaalin käsittelyä voida automatisoida kovin pitkälle. Töiden oikea-aikainen ohjaus työvaiheesta toiseen on hankalaa. Työjonot suurentavat keskeneräistä tuotantomäärää ja pidentävät läpäisyaikaa. Materiaalin käsittely- ja kuljetuskustannukset kasvavat suuriksi, mikäli työpisteiden välit ovat pitkiä. Samasta syystä laadunvalvonta hankaloituu. (2, s. 476; 3, s. 51.)

Tuotantolinjaan verrattuna funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja halpa. Joustavuutta on kapasiteetin kasvattamiseen ja erilaisten tuotteiden valmistamiseen. Funktionaalisen layoutin tuottavuus on tuotantolinja layoutia heikompi ja kuormitusasteet jäävät keskimäärin alhaisiksi. (2, s. 476.)

### **3.1.3 Solu-layout**

Eri koneista ja työpaikoista koottu itsenäinen ryhmä muodostaa solu-layoutin. Ryhmä on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai tiettyjen työvaiheiden suoritukseen. Solu-layout on funktionaalisen ja tuotantolinja-layoutin välimuoto. Funktionaaliseen verrattuna solujen läpäisyajat ovat lyhyitä. Materiaalivirta on selkeää, eikä välivarastoja esiinny. Solu on tehokas ja joustava tuottamaan tuot-

teita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Tuotteesta toiseen siirryttäessä asetajat ovat lyhyet. Solu on tuotantolinjaa joustavampi ja funktionaalista tehokkaampi oman tuoteryhmänsä puitteissa. (2, s. 476; 3, s. 51.)

Eräkkö ja eri tuotteiden tuotantomäärät voivat vaihdella paljon. Tuotteita valmistetaan pieninä sarjoina tai yksittäiskappaleina. Tuotannonohjaus on helppoa, koska solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Laadunvalvontaa helpottaa samalla alueella suoritettavat eri valmistusvaiheet. Virheet on helppo havaita ja korjata. Soluissa olevien koneiden ja laitteiden kuormitusasteet voivat vaihdella paljonkin. Kuormitusasteet ovat kuitenkin keskimäärin alhaisemmat kuin tuotantolinja-layoutilla. Funktionaalinen layout ei ole niin herkkä kuormituksen vaihtelulle tai tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille. Työntekijöiden motivaation ja tuottavuuden nousu on ollut perusteluna soluvalmistukselle. Solussa työskentelevä ryhmä vastaa itsenäisesti tehtävien suunnittelusta ja suorittamisesta. Keskinäiseen työnjakoon ja tehtävien kierrättämiseen on työntekijöillä mahdollisuus vaikuttaa. (2, s. 477; 3, s. 52.)

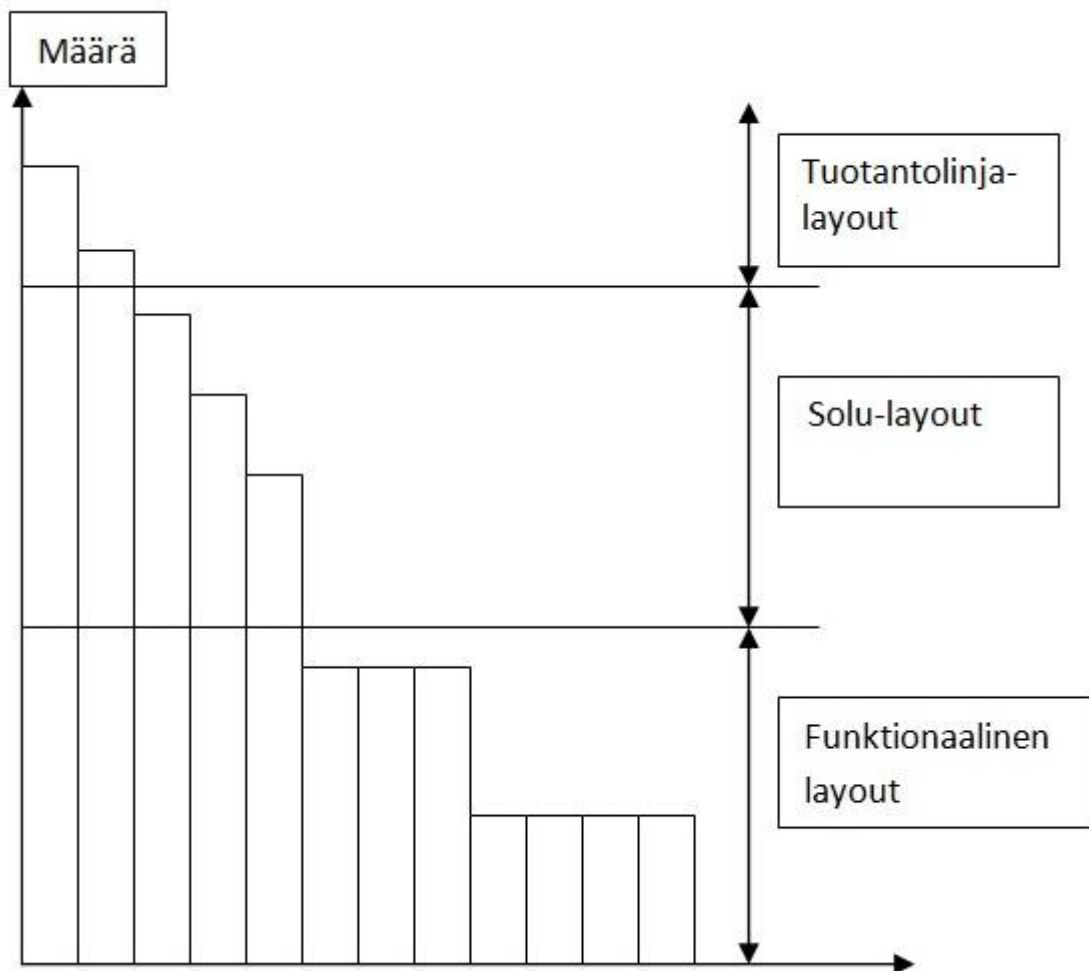
### **3.1.4 Tuotetehtaat ja verstaat**

Tuotantolaitoksen toiminta voi koostua pienemmistä erikoistuneista yksiköistä tuotetehtaista tai verstaista. Tuotetehtaan voidaan ajatella olevan itsenäinen organisaatioyksikkö, joka vastaa tietyn osan tai oman tuotteen valmistamisesta. Usein tuotetehtaalla on oma päättävä elin sekä tuotannon ja materiaalitoimintojen suunnittelu. Henkilömäärä tuotetehtaassa on tavallisesti 30 - 100 henkilöä. Tuotetehtaat auttavat tuotannon tehostamisessa sekä yksinkertaistavat toiminnanohjausta. Tuottavuutta nostaa tuotetehtaan erikoistuminen johonkin tiettyyn tuotteeseen tai osaan. Lisäksi tuottavuus kasvaa, kun laatu-, tuottavuus- ja talousvastuut ovat selkeät. Tuotantoprosessia on mahdollista kehittää valmistustehtävien toistuvuuden kasvaessa. Yritykselle tuotetehtas on sisäinen toimittaja, jolta tilataan tarvittava määrä tarvittavia tuotteita tai komponentteja, siitä syystä tuotetehtaan ohjaus on helppoa. (2, s. 478–479; 3, s. 52–53.)

### **3.2 Layoutin valinta ja suunnittelu**

Tuotevalikoiman laajuus ja tuotettava määrä ratkaisevat layout-tyypin valinnan. Tuotettaessa suurimäärä samankaltaisia tuotteita kannattaa valita tuotantolinja-

layout. Valmistettaessa suuri määrä erilaisia tuotetyyppejä tuotemäärien ollessa pieni on funktionaalinen layout paras mahdollinen valinta. Solu-layoutin valintaa puoltaa eri tuotteiden valmistus toistuvasti, mutta ei tarpeeksi paljoa oman tuotantolinjan perustamista varten. Soluissa on mahdollista valmistaa joustavammin eri tyyppisiä tuotteita kuin tuotantolinjassa. Valmistettavien tuotteiden määrän vaikutus layoutin valintaan on havainnollistettu kuvassa 1. (2, s. 479; 3, s. 54.)



KUVA 1. Tuote-määrä-analyysi (2, s.479)

Erityyppiset osalayoutit muodostavat tehtaan layoutin. Layout voi vaihdella tuotantoprosessin mukaan. Esimerkiksi osat valmistetaan funktionaalisessa tai solu-layoutissa ja kokoonpano tapahtuu tuotantolinjalayoutissa. Konepajan ollessa funktionaalisesti järjestetty voidaan osa valmistuksesta organisoida soluiksi. Moderni tuotantoautomaatio on tuonut joustavuutta valmistukseen. Tuotteesta

toiseen siirryttäessä olevat asetajat ovat lyhentyneet, mikä mahdollistaa erityyppisten tuotteiden joustavan valmistuksen samassa tuotantoprosessissa. Yhdistämällä riittävästi eri tuotteita samaan valmistusprosessiin on mahdollista saavuttaa riittävä tuotantomäärä solun tai tuotantolinjan muodostamiseen. (2, s. 479.)

### **3.2.1 Ryhmäteknologia**

Ryhmäteknologia on valmistuksen samankaltaisuutta hyväksikäyttävä menetelmä. Teknologia pyrkii suunnittelemaan tuotantoprosessin käyttäen hyväksi eri tuotteiden samankaltaisuutta valmistuksessa. Sovellettaessa ryhmäteknologiaa analysoidaan tuotteiden tai osien valmistusmenetelmiä ja valmistusvaiheita. Analysoinnin tavoitteena on muodostaa ryhmiä, joiden valmistus onnistuu samoilla resursseilla. (2, s. 480.)

Edellytyksenä on riittävän valmistusmäärän saavuttaminen osaperheen solu- tai linjatuoannon aloittamiseksi. Osaperheiden muodostamisen avuksi on kehitetty erilaisia koodausmenetelmiä. Tuotteessa on koodi, joka kertoo tuotteen geometrian ja valmistusvaiheet. Saadun koodin perusteella etsitään saman muodon tai työnkulun omaavia kappaleita. Osien ja muotojen koodaus on erittäin työlästä ja resursseja sitovaa. On myös mahdollista etsiä työvaiheista tuoteperheitä työvaihekaavioiden avulla ilman monimutkaista koodausta. (2, s. 480.)

### **3.2.2 Layout-suunnittelu**

Layout-suunnittelu on monimutkainen prosessi. Suunnitteluun vaikuttaa suuri määrä erilaisia tekijöitä. Tuotantojärjestelmän layoutsuunnittelu rakentuu yleensä aina kompromisseista, koska kaikkien tekijöiden suhteen ei ole olemassa optimaalisia ratkaisuja. (2, s. 480–481.)

Layout-suunnittelun peruslähtökohtana on käytettävien puolivalmisteiden, komponenttien ja raaka-aineiden käyminen ilmi tuotteiden rakennetiedoista. Tuotteiden työvaiheet ja järjestys työnvaiheistamisesta.

Peruslähtökohdat layout-suunniteluun ovat seuraavat (2, s. 481):

- Tuotteiden rakennetiedot kuvaavat käytettävät puolivalmisteet, komponentit sekä raaka-aineet.
- Työnvaiheistamisesta selviää tuotteen työaiheet ja työvaiheiden järjestys.
- Tuotantokoneisto mitoitetaan ja tuotanto muoto sekä -tekniikka määritellään tuotantomäärän perusteella.
- Tuotannon säilyminen suunnitelmien mukaisena selviää aikajänteestä. Aikajänteen pituudella on vaikutus investoinnin kannattavuuteen.
- Valmistusta tukevien toimintojen tarve käy ilmi tukitoiminnoista. Tukitoimintoihin luetaan mukaan esimerkiksi sosiaalililat, työkaluhuolto, jätteiden käsittely ja paineilmankehityslaitteisto.

Käyttämällä apuna esimerkiksi hyötyarvomatriisia voidaan arvioida eri layout-vaihtoehtoja. Hyötyarvomatriisissa annetaan kullekin arvioitavalle tekijälle painoarvo. Eri ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään, minkä jälkeen ne kerrotaan painoarvolla. Eri vaihtoehtojen painotetut pistemäärät lasketaan yhteen ja saadaan selville paras vaihtoehto. (2, s. 481.)

### **3.2.3 Layout-suunnittelun tavoitteet**

Keskeinen tavoite layout-suunnittelussa on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Työpisteiden ja osastojen sijoittelun tehokkaalla suunnittelulla pyritään minimoimaan materiaalien kuljetuskerrat ja -matkat työpisteiden ja varastojen välillä. Pyrkimys selkeisiin materiaalivirtoihin on tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta edullista. (2, s. 482.)

Mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet on myös otettava huomioon layout-suunnittelussa. Tuotantomäärien ja tuotetyyppien muuttuessa on joustava layoutin muuttaminen tärkeää. Mahdollisesti tulevat muutostarpeet on otettava erityisesti huomioon vaikeasti siirreltävien koneiden ja laitteiden sijoittelun suunnittelussa. Muun muassa raskaat koneet ja kiinteät varastorakennelmat on sijoitettava siten, etteivät ne vaikeuta layoutin myöhempää kehittämistä. (2, s. 482.)

Hyvän layoutin ominaisuuksia ovat mm. (2, s. 482)

- selkeät materiaalivirrat
- helppo ja joustava layoutin muuntelu tarvittaessa
- pieni materiaaleihin kohdistuva siirtotarve
- lyhyet kuljetusmatkat
- erityisosaamista vaativa valmistus keskitetty tiettyyn paikkaan
- sisäisten palvelujen sijoittaminen lähelle tuotantopaikkaa
- tehokas materiaalin vastaanotto ja jakelu
- sisäinen kommunikaatio helppoa
- kyky ottaa huomioon eri valmistusvaiheiden erityistarpeet
- kaikki tila tehokkaasti käytetty
- työturvallisuus- ja tyytyväisyys on otettu huomioon.

### **3.2.4 Funktionaalisen layoutin suunnittelu**

Erityyppiset koneet, laitteet ja työpisteet sijoitetaan omiin suunniteltuihin osastoihinsa funktionaalisisessa layoutissa. Kiinteiden komponenttien sijainnin suunnittelu on toteutettava siten, että layoutin muuttaminen myöhemmässä vaiheessa onnistuu suuremmilta vaikeuksilta. Oletettavaa on, että tuotemäärät ja tuotemuutokset vaativat tulevaisuudessa muutoksia layoutiin. Layoutin muutokset kuuluvat kevyessä valmistuksessa ja kokoonpanossa normaaleihin rutiineihin. (2, s. 482; 3, s. 50–51.)

Funktionaalisen layout-suunnittelun pääkohtia ovat (2, s. 482)

- osastojen ja niiden tilantarpeen määrittely, jolloin tilantarpeet lasketaan kokonaistilana eikä rakennuksen kokoa tai muotoa oteta tässä vaiheessa huomioon
- kuljetusmäärien ja -kertojen laskenta, jolloin eri osastojen väliset siirtokerrat määritellään tuotteiden työvaiheiden perusteella
- muiden osastojen sijoitteluun vaikuttavien tekijöiden, kuten tärinän, puhtauden, koneiden perustuksen tai osastojen välisen toiminnasta riippuvaisen yhteyden etsintä

- tarvittava määrä pohjapiirustuksia, joiden avulla pyritään sijoittamaan eri osastot suhteessa toisiinsa, kuvaten osastojen tarvitsemaa pinta-alaa suorakulmioina tilan muodoista huolimatta
- eri vaihtoehtojen kuljetuskertojen ja -matkojen laskenta sekä muiden tekijöiden huomioon ottaminen, jonka jälkeen suunnittelukriteerien kannalta paras vaihtoehto valitaan
- pohjapiirroksen sijoittaminen käytettävissä olevaan tilaan.

### **3.2.5 Tuotantolinja-layoutin suunnittelu**

Koneet ja laitteet sijoitetaan työnkulun mukaiseen järjestykseen tuotantolinja-layoutin suunnittelussa. Materiaalivirtojen tarkoituksen mukainen järjestely on tärkeää suurien tuotantomäärien vuoksi. Ongelmaksi tuotantolinjan eri työvaiheiden suunnittelussa muodostuu linjan tasapainottaminen. Tasapainottamisella haetaan eri työvaiheiden suunnittelua parhaan mahdollisen tuottavuuden saavuttamiseksi. Tarkoituksena on minimoida työvaiheissa tapahtuva aikahäviö. Tuotantolinjan tasapainottaminen perustuu tahtiajan määrittämiseen. Tahtiaika voidaan määrittää jakamalla käytettävissä oleva aika halutulla tuotannolla. Tahtiajan avulla määritetään tarvittavien työasemien lukumäärä. Työpisteiden minimaika saadaan jakamalla kaikkien työvaiheiden vaiheajojen summa tahtiajalla. Työvaiheen toteuttamisessa tarvittava samanlaisten työpisteiden määrä saadaan laskettua tahtiajan perusteella. (2, s. 486.)

Kokoonpanotehtävissä eri työpisteiden kuormitusta on mahdollista tasapainottaa työtehtävien siirtämisellä työpisteiden välillä. Työvaiheita siirtämällä minimoidaan aikaviiveitä. Osavalmistuksessa työvaiheiden sisällöt määräytyvät käytettävien laitteiden ja koneiden mukaisesti, jolloin työvaiheiden siirtäminen koneesta toiseen on huomattavasti vaikeampaa vaiheiden kiinteään suoritusjärjestyksen vuoksi. (2, s. 486.)

### **3.2.6 Simulointi**

Tutkittavan ilmiön matemaattista tutkimusmenetelmää kutsutaan simuloinniksi. Matemaattista mallia hyväksi käyttäen analysoidaan systeemin toimintaa ja mitataan sen suorituskykyä eri parametreilla. Mallin avulla on mahdollista selvittää



esimerkiksi, miten uuden tehtaan toteutustapa ja teknologiavalinnat vaikuttavat suorituskykyyn. (2, s. 486.)

Tutkittavan ongelman ollessa liian suuri analyttisen yhtälön laadintaan, saadaan simuloinnista tarvittavat tiedot ongelman ratkaisuun. Tehdasympäristö on paikka, jossa on paljon satunnaistapahtumia ja eri tapahtumien syy-seuraussuhteet ovat usein epäselviä. Silloin simulointi on usein ainoa käyttökelpoinen tutkimusmenetelmä hahmottaa systeemin toimintaa ja dynamiikkaa. (2, s. 486.)

Simulointitutkimus suoritetaan käytännössä tuotantolaitoksen mallintamiseen suunnitellulla ohjelmistolla. Saatavilla on lukuisia eri ohjelmistoja tehtaiden tuotannon, logistiikan ja palveluprosessien mallintamiseen. Ohjelmien avulla mallintaminen ei edellytä erityisiä matemaattisia tai ohjelmistoteknisiä vaatimuksia. Helpon graafisen käyttöliittymän ja valmiiksi kuvattujen peruselementtien avulla voidaan helposti rakentaa monimutkaisiakin malleja. (2, s. 486–487.)

Nykyaikaisen simulointiohjelman ominaisuuksiksi voidaan lukea seuraavat ominaisuudet (2, s. 487):

- Ohjelmistossa on graafinen käyttöliittymä.
- Mallinrakennustekniikka perustuu valmiiden mallipohjien käyttöön.
- Mallin toimintaa voidaan seurata animaation avulla.
- Simulointiohjelmisto sisältää valmiit raporttipohjat sekä graafiset esitykset.
- Simulaatioajon aikana on mahdollisuus seurata mallin tapahtumia ja tunnuslukujen kehittymistä.
- Taulukkolaskentaohjelmista voidaan tuoda suoraan tietoja malliin ja päinvastoin.
- Ohjelma sisältää esimerkkimalleja eri toimialoilta.
- Satunnaistapahtumat ovat joustavasti mallinnettavissa.
- Ohjelmassa on valmiina kone- ja laitekirjastot.

On olemassa myös omanlaisiaan erikoistuneita ohjelmistoja yksityiskohtaiseen erikoissuunnitteluun. Näiden ohjelmistojen käyttö tulee ajankohtaiseksi kun ha-

lutaan suunnitella liikeratarkastelua, tutkia työstörajoja tai automaatiojärjestelmiä ja tuotantoprosesseja yksityiskohtaisesti. (2, s. 487.)

Tuotannon simulointia voidaan käyttää esimerkiksi (2, s. 487)

- suunniteltaessa varasto- ja jakelujärjestelmää
- tehtävänjaon suunnitteluun ja tehtaiden sijoitteluun
- tehtaan layout-suunnitteluun
- eri koneiden ja laitteiden määrän ja suorituskyvyn määrittelemiseen
- suunniteltaessa raaka-aine-, väli- ja lopputuotevarastoja
- määriteltäessä työvoiman tarvetta
- tuottavuuden ja läpäisyajojen analysointiin
- työjärjestyksen suunnitteluun
- kehitettäessä ohjausperiaatteita sekä suunnittelusääntöjä
- ongelmien ratkaisuun
- henkilöstön kouluttamiseen.

Simuloinnin avulla tehtyjen tutkimuksien tuloksia arvioidessa on otettava huomioon, että tulokset perustuvat mallilla tehtyihin kokeisiin. Käytetyn mallin vastaavuus todelliseen tilanteeseen vaikuttaa merkittävästi tuloksiin. Tuloksiin vaikuttaa myös satunnaistapahtumien toteutuminen. Simulointiajon suunnittelu sekä tulosten tulkinta ovat merkittäviä vaikuttajia johtopäätösten luotettavuuteen. (2, s. 488.)

### **3.3 Työmenetelmien suunnittelu**

Yrityksen käyttämät työmenetelmät vaikuttavat paljon valmistuksen tuottavuuteen. Tehokas valmistusmenetelmä mahdollistaa edullisemmän, laadukkaamman ja nopeamman tuotannon. Työmenetelmien suunnittelu on tärkeää, koska viime kädessä yksittäisten työtehtävien ja toimintojen tehokkuus muodostavat yrityksen kokonaistuottavuuden. (2, s. 488.)

Työmenetelmä on ilmaisu valmistustehtävän suorittamisesta, jossa käytetään koneita, työtä ja materiaalia. Tuotteen konstruktio ja tuotteen halutut ominaisuudet määrittelevät työmenetelmän. Valmistustehtävät on yleensä mahdollista toteuttaa usealla eri tavalla. Edullisin menetelmä on yleensä se, joka valitaan

tuotteen valmistamiseksi. Edellytyksenä menetelmälle on kuitenkin haluttavan laadun takaus. Tuotteen suunnittelun varhaisessa vaiheessa huomioon otettuna työmenetelmien suunnittelulla saavutetaan parhaat tulokset. Silloin on mahdollista suunnitella yrityksen valmistusprosessille mahdollisimman hyvin sopiva konstruktio valmistettavalle tuotteelle. Uusien menetelmien suunnittelu, kehitystyö ja käyttöönotto voidaan tehdä riittävän aikaisin ennen tuotteen valmistuksen aloittamista. (2, s. 488–489.)

Työmenetelmien suunnittelu ja tuotantojärjestelmän suunnittelu liittyvät läheisesti toisiinsa. Yrityksen valitsema valmistusmenetelmä määrittää tarvittavat koneet, laitteet ja työpaikat. Nykyään tuotantojärjestelmän ja layoutin muuttaminen on mahdollista, jopa kuukausittain valmistettavien tuotteiden ja valmistusmenetelmien vaihtuessa. (2, s. 489.)

Työmenetelmiä voidaan suunnitella koskemaan yhtä työvaihetta tai laajempia valmistuskokonaisuuksia. Menetelmäsuunnittelu jaetaan tehtävän laajuuden mukaisesti. Jako suoritetaan yksittäisen työvaiheen tai useamman työvaiheen ja materiaalinkäsittelytehtävän muodostaman työnkulun suunnitteluun. Suunniteltaessa laajoja työnkulkumenetelmiä lähestytään tuotantojärjestelmän suunnittelua. (2, s. 489.)

Työmenetelmien suunnitteluun kuuluu useita erivaiheita. Työnkulun suunnittelu vaiheen aikana eri valmistusvaiheet ja niiden järjestys suhteessa toisiinsa suunnitellaan. Työnkulun on oltava sopiva yrityksen käyttämälle valmistusjärjestelmälle. Valmistuksessa sovelletaan menetelmiä, joita käyttämällä saavutetaan riittävä laatu mahdollisimman edullisesti. (2, s. 489–490.)

Työtavan ja -paikan asianmukaisella suunnittelulla saavutetaan merkittäviä etuja. Valmistustehtäväänsä soveltuvat työpaikat ovat teollisuudessamme valitettavan yleisiä. Työtavan suunnittelussa tehokkaana apuvälineenä toimii työntutkimus. (2, s. 489–490.)

Koneiden käyttöön liittyen on tavoitteena saada koko tuotantoprosessi mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Erityisesti pullonkauloina olevien työvaiheiden käyttöön voidaan vaikuttaa työmenetelmien suunnittelulla. Kokonaistuottavuus kasvaa pullonkaulana olevien työvaiheiden kasvun myötä. (2, s. 489–490.)

Solutuotannon kasvun myötä on ryhmätyöskentely kasvanut merkittävästi, joka on korostanut työryhmien työskentelyn toimivuutta. Eri tehtävien ja työvaiheiden tasapainottaminen sekä aikahäviöt muodostuvat helposti ryhmätyön ongelmaksi. Huolellinen työtehtävien, ohjausperiaatteiden, tavoitteenasettelun ja palkkausperiaatteen suunnittelu on tehokasta aikahäviöiden minimoimista. (2, s. 489–490.)

Tuotanto- ja työvälineiden valinta kuuluu olennaisena osana työmenetelmien suunnitteluun. Monet tekijät vaikuttavat tuotantokoneiden valintaan. Eri menetelmien kustannukset ja tuottavuudet ovat oltava investointipäätöksen tukena koneiden valinnassa. Työvälineitä suunniteltaessa on huomion kohteeksi otettava valitun valmistusmenetelmän kustannukset, työmenetelmän tehokkuus ja varmuus. Lisäksi on tiedettävä valituilla työvälineillä saatava laadun taso. Systemaattisella työmenetelmien suunnittelulla on mahdollista kehittää valmistusprosessin tuottavuutta merkittävästi. (2, s. 489–490.)

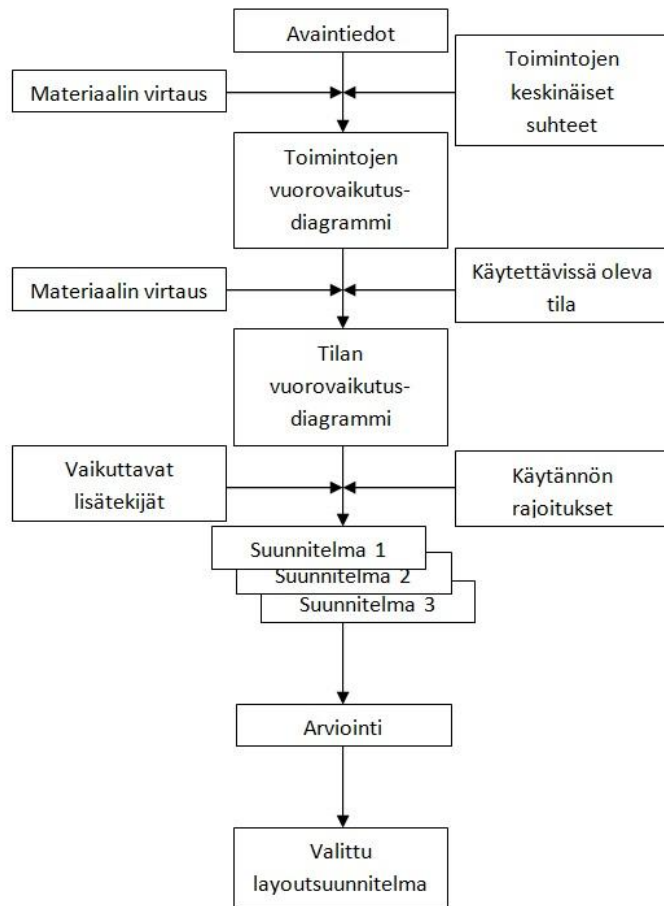
Työmenetelmän järjestelmällinen suunnittelu kasvattavat tehokkuutta ja laatua. Ohjeiden laatiminen työn suorittamiseen ja laadunvarmistukseen on helpompaa. Laadun kehittämistä helpottaa käytössä olevien menetelmien ominaisuuksien ja sisältöjen hyvä tuntemus. Poikkeamia on helpompi analysoida ja samoin laadun analysointi helpottuu. Työmenetelmien ja niiden vaatiman ajan ollessa tiedossa voidaan paremmin käyttää suoritepalkkioita ja suorituspalkkausta. Tuotantojärjestelmän kehittäminen perustuu faktatietoon järjestelmällisen suunnittelun ansiosta. Puutteelliset tiedot työvaiheista ja työajoista tarkoittavat investointeja ja järjestelmän kehittämistä epävarmalta pohjalta. (2, s. 490.)

### **3.4 Tuotantoprosessin suunnittelusysteemi (SLP)**

SLP on lyhennys sanoista Systematic Layout Planning. Suomalainen kuvaus voisi olla systemaattinen tai järjestelmällinen layout-suunnittelu. SLP on yksi menetelmä tuotantojärjestelmän layout suunnitteluun. (3, s. 55.)

Tuotantoprosessin suunnittelusysteemi on myös samalla päätöksentekojärjestelmä. Järjestelmä liittyy tuote- ja tehdassuunnitteluun. Suunniteltaessa tuotantoprosessia tehdään työvaiheiden valinnat ja selvitetään keskinäisiä työvaiheiden riippuvuuksia. Työvaiheiden teknisessä suunnittelussa prosessin jokaisen

työvaiheen menetelmä ja sen sisältö selvitetään. Järjestelmän elementtien välillä esiintyy takaisinkytkentää edellisiin vaiheisiin, koska päätöksentekojärjestelmä on toistava. Prosessisuunnittelun tavoite on malli työnkulusta työvaiheiden täydellisine kuvauksineen. Mallia apuna käyttäen selvitetään tuotteen teknisten ominaisuuksien toteutus mahdollisimman pienin kustannuksin. Suunnittelun eteneminen eri vaiheineen käy ilmi kuvasta 2. (3, s. 55.)



KUVA 2. Systematic Layout Planning -menetelmän tasot (3, s. 56)

### 3.4.1 SLP-avaintiedot

Prosessin ja layoutin tavoitetietoja ovat seuraavat suunnittelun avaintiedot (3, s. 57):

- yrityksessä valmistettavien tuotteiden, tuotteiden osavalmisteiden, materiaalien ja komponenttien määrittely, jonka piiriin kuuluu mukaan myös mahdollinen keskeneräinen tuotanto
- yrityksen tuotanto- ja seurantarytmi määrää suunnittelujaksot, joiden tuloksena suunnitellun tuotantojärjestelmän volyymi kaikkine tuotteineen ja nimikkeineen on oltava tiedossa
- läpimenoaika ja sen määrittely, jonka tavoite tulee asiakkaiden toimitusaikavaateista ja toistuvuudesta, yrityksen tuotevalikoimasta, tuoteyksiköiden kokonaistyöajasta sekä tuotteen työkulusta
- asiakas-, tuote- ja toimintotavoitteista sekä tuotteiden piirustuksista ja toimintovaateista löytyvän laadun määrittäminen
- kannattavuustavoitteiden määrittelemine, joka käy ilmi yrityksen kokonaistavoitteista sekä yksilöidyistä laskelmista koskien asiakkaita ja tuotteita
- toiminnanohjaus, joka määräytyy valitun tuotantojärjestelmän mukaan, on mahdollista kohdistaa tiimiin valmistuslinjaan tai työpisteeseen.
- tarvittaessa mahdollisuus ohjata materiaaleja sekä mahdollisia toimitusverkostoja
- ennakkoon mietitty kuormitus- ja kapasiteetilaskenta käytännön manuaalisten ohjaustoimintojen ohella, layoutin sijoittamiseen kohdistuvan vaikutuksen takia.

### 3.4.2 SLP-valmistusprosessi

Valmistusprosessin suunnittelun ensimmäinen toimenpide on tuotetietojen analysointi. Analysoinnissa lasketaan määrävolyymit, suunnitellaan työnkulku ja tuote sekä analysoidaan eri tuotteilla mahdollisesti olevia yhteisiä työnkulkuja. (3, s. 58.)

### **3.4.3 SLP-materiaaliprosessi**

Tarkasteltavan kohteen materiaalitardeet selvitetään tietyllä toteutusjaksolla. Kun materiaalin virtaus on jatkuvaa ja yhdensuuntaista, on tuotantojärjestelmä nopea ja tehokas. On myös määritettävä myynnin ja oston sekä mahdollisen valmistusverkoston yhteydet ja vastuut. Tavarantoimittajan lähettäessä materiaalia suoraan varastoon on tilannetta seurattava ja materiaalille varattava tarvittava säilytystila. Tarvikkeiden tilaus ja seuranta tapahtuu toimitusjärjestelmän kautta, joten tuotetietojen oikeellisuus ja toimitusajat vaikuttavat tuotannon läpimenoaikaan. (3, s. 58.)

### **3.4.4 SLP-riippuvuussuhteet**

Esimerkiksi vuorovaikutuskaavion avulla on mahdollista selvittää prosessin eri toimintojen väliset riippuvuussuhteet ja niiden vaikutukset toisiinsa. Vuorovaikutuskaavioon merkitään toiminnot, vaikutus muihin toimintoihin sekä materiaalin sijoitus työtiloihin, työnvaiheiden riippuvuus toisiinsa ja työnkulkuselvitys. (3, s. 59.)

### **3.4.5 SLP-virtauskaaviot riippuvuuksille**

Toimintojen sopivuus toisiinsa nähden ja materiaalin virtaus nähdään tuotantoprosessia kuvaavista kokoonpano-, työnvaihe- ja työnkulkukaavioista. Lisäksi apuna käytetään työnkulkupiirrosta, työnvaihe- ja työneräuetteloa. (3, s. 59.)

Työnkulkukaaviosta käy ilmi tuotannonkulku kuitenkin vain kaavamaisesti. Työpaikkojen sijoittelua toisiinsa nähden ei voida kaaviosta saada selville. Silloin käytetään työnkulkupiirrosta täydentämään työnkulkukaaviota. Valmistuskaaviosta tai työnkulkukaaviosta luettavatyönkulku piirretään huonetilasta laadittuun mittakaavaiseen piirroksen. Tarvittavat symbolit merkitään työskentelypaikkoihin. Tarvittaessa voidaan havainnollistaa tilannetta yrityksen toimintaan liittyvien asiakas- tai materiaalivirtojen avulla. (3, s. 59–60.)

### **3.4.6 SLP-tehdastilantarve ja sopeutus**

Saatujen virtauskaavioiden ja riippuvuustekijöiden perusteella arvioidaan ja sopeutetaan suunniteltu prosessi olemassa olevaan tilaan. Kerättyjen tietojen perusteella tehdään selvitykset tilojen sopivuudesta huomioiden (3, s. 60.)

- tilan tehokas hyväksikäyttö
- materiaalikuljetusten minimointi
- työn ja henkilöstön joustava liikkuminen
- laajennusmahdollisuudet
- prosessien valvonta.

Layoutiin vaikuttavia tuotantoprosessin ulkoisia tekijöitä ovat (3, s. 51)

- materiaalinkäsittelyjärjestelmät
- varastot
- tilojen sijainti, maaperä, painorajoitukset ja mahdolliset vahvistukset
- piha-alueen korkeuserot
- ilmasto, lumenauraus ja sadevesien kulku
- rakennus ja mahdollisuudet laajentamiseen
- kunnossapito, kunnossapidon tilantarve sekä yhteydet tuotantoprosessiin
- henkilökunnan sosiaalitalat, alueella liikkuminen ja paikoitusalueet
- nykyinen ja tuleva tilantarve
- turvallisuustekijät.

### **3.4.7 SLP-layoutin vaihtoehdot ja arviointi**

Suosittelavaa on valita kaksi tai kolme vaihtoehtoa, joiden toimivuutta arvioidaan systemaattisesti ennakkoon laadittujen kriteerien perusteella. Eri vaihtoehtoja arvioimalla saadaan mahdollisesti esille uusia vaihtoehtoja vanhoja yhdistelemällä ja saatetaan sitä kautta löytää toimiva ja hyvä ratkaisu. (3, s. 61.)

### **3.4.8 SLP-layoutin valinta ja toteutus**

Layout-suunnittelun yhteenvetona voidaan pitää seuraavia pääkohtia (3, s. 61):

- kokonaisuudesta suunta yksityiskohtiin
- ideasta suunta käytännön ratkaisuihin



- materiaali- ja valmistusprosessin mukainen layout tehdastiloihin
- koneet ja prosessit raaka-aineiden asettamien asetusten mukaisesti
- layout koneiden ja prosessin mukaan sekä rakennukset koneiden ympärille
- henkilöstö sekä tiimien sisäinen layout
- tasaisin mahdollinen materiaalivirta
- työt kerralla valmiiksi ja tuottamattoman työn minimointi
- tiimien työsisältö, työjärjestys ja sijainti
- tuleva ja lähtevä materiaali sekä mahdolliset varastot
- layout
- laajentuminen ja kasvu.

Layoutin karkeasuunnittelussa layoutin valinta määräytyy määrä- ja tuoteanalyysistä. Materiaalin kulku ja toimintojen yhteensovittaminen sekä tilantarve laskelmat kuuluvat myös karkeasuunnitteluun. Käytännön rajoitukset ja tuotannon ulkopuoliset tekijät otetaan huomioon. (3, s. 62.)

Layoutin detaljisuunnittelu tehdään pääasiassa toteutusvaiheen alkuosassa ja toteutusvaiheen aikana. Detaljisuunnitteluun kuuluvat rakennuskysymyksien yksityiskohdat, lvis-laitteiden sijoittelu, hoito- ja kulkusiltojen sijoittelu, aputilojen sijoittaminen ja kalustaminen sekä kaikki ne tekijät, jotka muuttavat karkeasuunnittelussa hyväksytyä layoutia. (3, s. 62.)

### **3.5 Työntutkimus**

Kaikilla tutkimuksilla, joilla tähdätään työn tuottavuuden kehittämiseen, tarkoitetaan työntutkimusta. Määritelmän mukaan työntutkimuksen sisältö on seuraavanlainen: ihmisten, materiaalien ja tuotantovälineiden yhteistoiminnan järjestelmällisellä tutkimuksella on tavoitteena löytää paras lopputulos. (2, s. 490; 4, s. 39–40.)

Edellä mainitun määritelmän mukaisesti voidaan työntutkimusta soveltaa laajalaisesti koko tuotantojärjestelmään. Työntutkimus käsitetään tavallisesti työntuottamiseksi, ajankäyttö- ja menetelmätutkimuksena. (2, s. 490; 4, s. 39–40.)

Työntutkimuksen tavoitteina voidaan pitää seuraavia pääkohtia (2, s. 490–491):

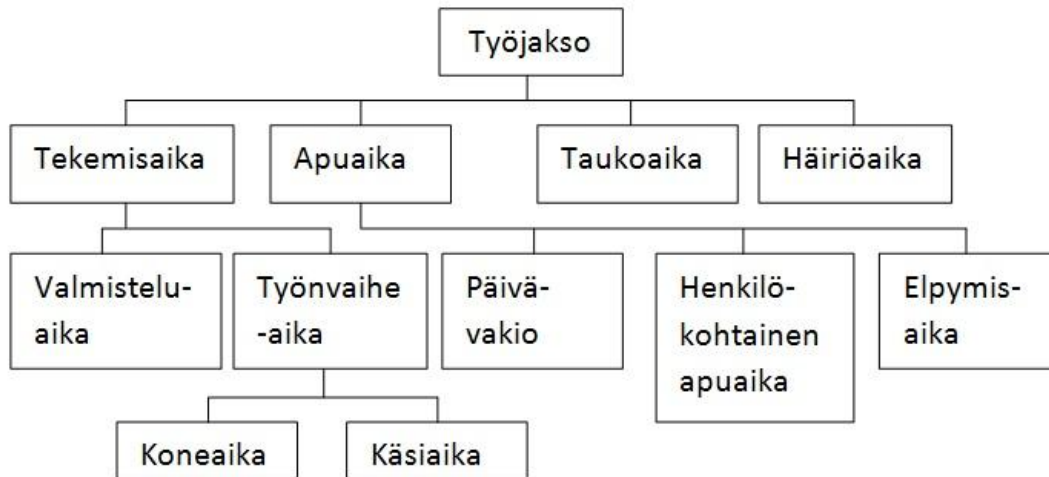
- Ajankäytön tehostamisella on pyrkimyksenä käyttää työaika mahdollisimman tehokkaasti välittömään työtehtävään ja minimoida apu-, tauko- ja häiriöajat.
- Toisiaan seuraavat työvaiheet tuotantoprosessissa pyritään suunnittelemaan mahdollisimman tehokkaasti.
- Yksittäisten työvaiheiden tehostamiseen pyritään kehittämällä työolosuhteita, välineitä ja suoritustapaa.
- Yksityiskohtaisella työliikkeiden parantamisella kasvatetaan tehokkuutta sekä kehitetään ergonomiata ja työturvallisuutta.

### 3.5.1 Ajankäyttötutkimus

Ajankäyttötutkimuksissa työaika jaetaan tehokkaaseen työaikaan ja erilaisiin aikahäviöihin. Tutkimuksissa työmenetelmien epäkohdat analysoidaan ja niitä pyritään kehittämään menetelmätekniikan avulla. Ajankäyttötutkimuksen tavoitteena on selvittää työvoiman ja työkoneiden käytössä tai työstettävän kappaleen kulussa ilmenevien aikahäviöiden suuruus ja niiden aiheuttajat. Tutkimuksen avulla pyritään selvittämään keinoja aikahäviöiden pienentämiseksi ja poistamiseksi kokonaan. (2, s. 491; 3, s. 99; 3, s. 121; 4, s. 39–40.)

Tutkimuksen tavoitteisiin kuuluu myös apuaikalisän arviointi työnmittausta varten. Apuaikaa on aika, joka ei kuulu varsinaiseen tekemisaikaan, mutta on työn suorittamisen kannalta välttämätöntä. Apuajat ilmoitetaan tavallisesti varsinaisen työajan prosenttiosuuksina. Esimerkiksi koneen puhdistus ja huolto kuuluvat apuajoiksi. (2, s. 491; 3, s. 99; 3, s. 121; 4, s. 39–40.)

Ajankäyttötutkimus perustuu työajan jakamiseen eri aikalajeihin kuuluvaksi. Työjakson jakautuminen eri aikalajeihin on havaittavissa kuvassa 3. (2, s. 491; 3, s. 99; 3, s. 121; 4, s. 39–40.)



KUVA 3. Työjakso jaettuna eri aikalajeihin (2, s. 491)

Varsinainen työtehtävän suorittamiseen käytettävä aika on tekemisen aikaa. Valmistuserää kohden vain kerran esiintyvät työnosat tehdään valmistelu-aikana. Valmistettavasta kappalemäärästä riippuu työnvaihe-ajana tehty työn eri osiot. Koneaika on aika, jonka kone ottaa työn tekemiseen. Koneaika ei ole riippuvainen konetta käyttävän työntekijän nopeudesta. Käsiäikana työntekijän omalla panoksella on vaikutusta. Käsiäikaan kuuluu työntekijän käyttämän ajan lisäksi esimerkiksi materiaalin syöttäminen työstökoneeseen. Apuaikaa on hallittujen työolosuhteiden ylläpitoon tarkoitettu aika. Apuaika kuluu esimerkiksi koneen huoltamiseen tai puhdistukseen. Päivävakioon kuuluu tehtävästä työstä riippumattomat toistuvat työtapahtumat. Työntekijän henkilökohtaisia tarpeita varten varattua aikaa on henkilökohtaista apuaikaa. Työn rasittavuudesta johtuvaan toipumiseen tarkoitettu lepoaika on elpymisaikaa. Tauko-aikaa on ylimääräinen taukoihin käytetty aika. Häiriöaika koostuu erilaisista odottamattomista työn tekemisen keskeytyksistä, kuten sähkökatkoista tai koneiden rikkoontumisista. (2, s. 490.)

Ajankäyttötutkimus on mahdollista toteuttaa joko jatkuvana ajan käyttötutkimuksena tai havainnointitutkimuksena. Jatkuvassa tutkimuksessa työntekijöiden suoritusta seurataan koko ajan. Saatavista tuloksista selviää suoraan työajan

jakautuminen eri aikalajeihin. Menetelmän tulokset ovat varmoja, mutta se vaatii yritykseltä paljon resursseja. (2, s. 492.)

Havainnointitutkimuksessa työn tekemistä havainnoidaan tiettyinä havaintohetkillä. Havaintohetket voivat olla tietyin väliajoin toistuvia tai satunnaisia. Havaintoihin kirjataan ylös meneillään oleva tapahtuma ja aikalaji. Työajan jakauma määritellään saatujen tuloksien perusteella tilastollisten menetelmien avulla. Prosentuaalinen osuus havaituista eri aikalajeista kertoo, miten työaika on jakautunut eri aikalajeihin. Havainnointitutkimus on jatkuvaa tutkimusta edullisempi, helpompi ja sitä voidaan halutessa jatkaa pidempään. Eri aikahäviöiden aiheuttajia on kuitenkin vaikeampi määrittää. (2, s. 492.)

### **3.5.2 Työnmittaus**

Työnmittauksessa tutkitaan työmäärää, jonka työntekijä tuoteyksikköä kohden tekee. Harjaantuneen työntekijän normaaliolosuhteissa vakiomenetelmillä tehdyn työn perusteella arvioidaan työmäärä. Työmäärää käytetään vertailtaessa työmenetelmiä, tuotteita hinnoiteltaessa, kuormitusta suunniteltaessa, perustana palkkaukseen sekä kehitettäessä valmistusmenetelmiä. (2, s. 492; 3, s. 121; 4, s. 39–40.)

Seuraavia menetelmiä voidaan käyttää työnmittauksessa (2, s. 492; 4, s. 39–40):

- kellonaikatutkimus, joka voidaan jakaa normaaliaikatutkimukseen ja jatkuvaan ajankäytön tutkimukseen
- havainnointitutkimus, jossa työaika jaotellaan eri aikalajeihin
- kuluva ajasta tehdyt karkeat arviot, jotka saadaan haastattelujen avulla.
- työtä verrataan toiseen vastaavaan työhön, josta on kokemusperäistä tietoa käyttäen apuna standardijärjestelmiä, joilla eri työvaiheille lasketaan standardiajat
- automaattisen koneen käyttämä työaika, joka saadaan laskemalla työnkierrossa käytetty aika, johon aikalaskelmat perustuvat
- erittäin pieniin työnosiin perustuvat laskelmat, joille on määritetty yleispätevät suoritusajat, joihin työ on jaettu.

### **3.6 Laatu, turvallisuus ja ympäristö osana kehitystä**

Yritysmaailma verkostoituu yhä enenevässä määrin. Yritysten riippuvaisuus toisistaan sekä sidosryhmistään kasvaa koko ajan. Sidosryhmiksi katsotaan asiakkaat, toimittajat, yhteiskunta ja henkilöstö. Toisista riippuvaisuus painostaa yrityksiä rakentamaan ja ylläpitämään erilaisia toimintaa ohjaavia järjestelmiä, kuten laatu-, ympäristö- ja turvallisuusjärjestelmiä. Varsinkin pk-yrityksissä kai-ken tämän hallinta, ylläpito ja kehittäminen on vaativaa ja monimutkaista. Edellä mainittujen järjestelmien yhdistämisellä on tarkoitus säästää aikaa, rahaa, ympäristöä ja henkilökuntaa. (3, s. 72.)

#### **3.6.1 Laatu**

Jonkinasteinen laadunhallinta on kaikille organisaatioille pakollista. Laadunhallintaa on suorituskyvyn ja prosessien jatkuvaa ylläpitoa ja parantamista sidosryhmien vaatimusten mukaisesti. On tuotettava tuotteelle tai palvelulle asiakkaan odotusten tai tarpeiden mukaisia ominaisuuksia. Tuotelaadun lohella laatuun kiinnitetään huomiota toiminnassa ja prosessissa. Laatutiedostojen dokumentointi, asiakirjojen hallinta ja raportointi on laatujohtamisessa tärkeää. Silloin ulkopuolisille ja omalle henkilökunnalle voidaan esittää yrityksen laadunhallinnan tila. (3, s. 72; 4, s. 89–91.)

Laadunhallinnan osa-alueita ovat (3, s. 72)

- asiakkaan tarpeiden ja tavoitteiden määrittely
- prosessikuvaukset
- resurssien hallinta
- vastuiden määrittely
- mittarit ja seuranta
- poikkeamien määrittäminen ja korjaaminen
- jatkuvaan parantamista painottavat toimintatavat.

#### **3.6.2 Ympäristö**

Ympäristöllisten tavoitteiden saavuttaminen ja riskien hallinta kuuluu ympäristöasioidenhallintaan ja on organisaatiotoimintaa. Asetetuissa tavoitteissa on yritystasolla otettava huomioon myös liiketoiminnan tavoitteet. Organisaation

suunnittelussa, toteutuksessa ja seurannassa otetaan huomioon ympäristön-  
suojelulliset tavoitteet. Päämäärä on tuotteen koko elinkaareen liittyvien ympä-  
ristövaikutuksien hallinta. Ympäristöasioiden hallinnan tarkoituksena on ympä-  
ristökuormituksen vähentäminen ja ennaltaehkäisy. Pitkän aikavälin tavoitteena  
on saavuttaa tietty ympäristönhallintataso. (3, s. 72.)

Ympäristöasioiden hallinnan osa-alueisiin kuuluvat (3, s. 73)

- toimintaan liittyvät ympäristönäkökohdat
- toiminnan vaikutukset ihmisiin, ilmaan, maahan, veteen ja eliöihin
- lain määräämät vaatimukset
- sidosryhmien asettamat vaatimukset
- yrityksen oman ympäristöpolitiikan ja sen määrittäminen
- tavoitteisiin tähtäävistä toimintatavoista sopiminen
- vastuiden määrittelemine sekä mittarit ja seuranta
- poikkeamien määrittäminen ja niiden korjaus
- toimintatavat, joilla pyritään jatkuvaan parantamiseen.

### **3.6.3 Turvallisuus**

Yritysturvallisuus on kokonaisvaltaista turvallisuuden hallintaa. Turvallisuustoiminta tukee yrityksen tulostavoitteita ja on näin ollen tärkeä osa yritystoimintaa. Tavoite on suojella yrityksen henkilökuntaa, omaisuutta, tietoa ja ympäristöä onnettomuuksia vahinkoja ja rikollisuutta vastaan, sekä lisäksi taata lailliset toimintaedellytykset. Lain määräämät säännöt ja määräykset liittyvät olennaisesti yritysturvallisuuden toimintoihin. (3, s. 73.)

Yritysturvallisuuden osa-alueita ovat (3, s. 73)

- toiminnan ja tuotannon turvallisuus
- työturvallisuus ympäristöturvallisuus
- pelastustoiminta
- valmiussuunnittelu
- tietoturvallisuus henkilöidenturvallisuus
- työsuhteen turvallisuus
- toimitilojen turvallisuus

- mahdollisten ulkomaantoimintojen turvallisuus
- rikosturvallisuus.

Kun laatu-, ympäristö, ja turvallisuusasiat on yhdistetty tai niiden käsittely on samanaikaista, on niiden hallinta silloin kustannustehokkaampaa. Mahdollisimman laaja organisaation kokonaisvaltainen hallinta ja häiriötön toiminta on tavoite, johon pyritään. Pohja laajemmalle riskiarvioinnille luodaan yrityksen prosessien kuvauksien ja toimintojen lähtökohtien laatu-, turvallisuus- ja ympäristötarkastelulla. Tarkastelussa riskeiksi luetaan normaalien ympäristö- ja turvallisuusriskien lisäksi myös vahvuuksia estävät tekijät sekä imago ja asiakasluottamusta laskevat tekijät. Laatu-, turvallisuus- ja ympäristöasioiden huomioon ottaminen on suositeltavaa kaikessa kehittämisessä, ja se on olennainen osa kehittäjän ammattitaitoa (3, s. 73–74.)

### **3.7 Ergonomia ja turvallisuus**

Ergonomia ja työturvallisuus ovat oleellisia tekijöitä ihmisen työympäristössä. Työturvallisuus on määritelty jo etukäteen laeilla ja asetuksilla. Ergonomialla tai työturvallisuudella ei välttämättä ole suoraa vaikutusta toiminnan tuottavuuteen. Työntekijän kannalta katsottuna korostuu ergonomian ja työturvallisuuden merkitys työolosuhteissa, työmenetelmissä ja koneiden käytettävyydessä. Ergonomia ja työturvallisuuden päätehtävänä on huolehtia työn tekemisen ja ympäristön ulkoisista puitteista, jotta henkilöstön työkyky ja terveys säilyisivät mahdollisimman hyvänä mahdollisimman pitkään. (3, s. 74.)

#### **3.7.1 Ergonominen tarkastelu**

Työntekijän näkökulmasta tuottavuutta kehitetään työympäristön ja ergonomian tarkastelulla ja havainnoinnilla. Havaintojen perusteella pyritään tehokasta työntekoa haittaavat tekijät kartoittamaan ja eliminoimaan parhaalla mahdollisella tavalla. (3, s. 74.)

Yleisohjeena ergonomian parantamiseksi työtä on kehitettävä niin, ettei se aiheuta ruumiillista tai henkistä vaaraa työntekijän terveydelle. Työ on sopivan itsenäistä, ja sisältää mahdollisuuden säädellä ajankäyttöä, tekotapaa ja tavoitteista päättämisen. Työntekijän kykyjen esille saamisen ja kykyjen kehittymisen

kannalta työn on oltava oikeassa suhteessa haastavaa ja monipuolista. Työn fyysisen ja henkisen kuormituksen tulee olla mahdollisimman tasapainoista. On tärkeää, että työ on kokonaisuus, jossa työntulokset voi itse havaita ja saada välittömän palautteen. Työssä on oltava mahdollisuus sosiaaliseen kanssakäymiseen muiden kanssa. Yleisohjeiden mukainen tilanne olisi ihanteellinen, eikä käytännössä kaikkia tavoitteita voidaan useinkaan toteuttaa samassa työpaikassa. (3, s. 75.)

### **3.7.2 Työturvallisuus**

Työturvallisuuden kehittämistä ja toteuttamista ohjataan ja määrätään lakien ja asetusten avulla. Lisäksi ministeriöiden ja valtioneuvoston päätökset sekä työmarkkinajärjestöjen sopimukset koskevat työturvallisuustoimintaa työpaikoilla. Yrityksillä voi olla myös omia paikallisia sopimuksia, jotka määräävät työturvallisuuden toteutusta paikallisella tasolla. (3, s. 75.)

Työsuojelu on yhteistoimintaa ja laki määrää, että työpaikoille on perustettava työsuojelutoimikunta tai jokin muu vastaava työsuojeluyhteistoimintaelin. Työsuojeluyhteistoiminnan tavoitteena on työyhteisön työturvallisuuden ylläpitäminen ja kehittäminen. Työturvallisuudella on välillinen vaikutus tuottavuuteen, joka ilmenee sairaus- ja tapaturmatilastojen avulla. Huonosti toimivan työturvallisuuden koetaan olevan haittana ja esteenä tuottavalle ja tehokkaalle työlle. (3, s. 75.)

Otettaessa suunnitteluvaiheessa yhdessä huomioon ergonomian ja työturvallisuuden, työntekijän työssä kokema turvallisuudentunne kasvaa. Osaltaan se lisää henkistä ja fyysistä hyvinvointia. Konkreettisin numeroin on vaikea osoittaa hyvinvoinnin merkitystä tuottavuuteen, varmuudella voidaan todeta merkityksen olevan suuri. (3, s. 75.)



## 4 AUTOKORJAAMON TOIMINTA PROSESSIKUVAUKSENA

Korjaamon toiminta on prosessi, joka koostuu erilaisista osaprosesseista. Prosessin eteneminen muuttuu hieman kulloinkin tehtävän toimenpiteen mukaan. Prosessikuvaus on tehty Linnanmaan Autohuollon toimintatapojen mukaisesti noudattaen toimipisteessä käytettävää etenemistapaa.

### 4.1 Ajanvaraus

Asiakas ottaa yhteyttä korjaamoon haluamallaan tavalla, puhelimella, sähköpostilla tai fyysisesti paikanpäällä käyden. Asiakas ilmoittaa huoltoneuvojalle määräaikaishuollon tarpeellisuudesta, autossa olevasta viasta tai yleisestä korjauksesta. Huoltoneuvoja ottaa työn vastaan. Asiakkaan halutessa huoltaa autonsa katsoo huoltoneuvoja ajomäärän mukaisen huollon ja selvittää huollossa tarvittavat varaosat ja huoltoajan. Huollon lisäksi varataan aika mahdollisille huollon lisätöille, mikäli autossa on vikaa, joka ei kuulu huollon tarkistus- tai korjauslistalle. Huoltoneuvoja ilmoittaa asiakkaalle kokonaiskustannusarvion huollosta. Seuraavaksi asiakkaan kanssa sovitaan molemmille osapuolille sopiva aika toimenpiteen toteuttamiseksi.

Asiakkaan ilmoittaessa viasta autossaan voi huoltoneuvoja suositella ammattitaitonsa perusteella korjaustoimenpiteitä vian poistamiseksi. Vian aiheuttajan varmistamiseksi voidaan myös tarpeen vaatiessa varata aika vianmääritykseen, mikäli vianmääritys ei onnistu välittömästi pikahuollossa tai asiakkaalla ei juuri kyseisellä hetkellä ole aikaa odottaa vianmääritystä. Mikäli huoltoneuvojan tai pikahuollon toteama vika on liikenneturvallisuutta vaarantava, suositellaan asiakkaalle ajoneuvon jättämistä korjaamolle, kunnes vika on paikallistettu ja korjattu. Asiakas voi myös halutessaan korjata vian muualla, mutta auton siirto on tehtävä asianmukaisella hinauskalustolla. Asiakkaalle jäävästä dokumentista käy ilmi ajokiellon suositus, mikäli asiakas kuitenkin päättää ajaa autollaan korjausaikaan asti tai siirtää autonsa ajamalla toiseen korjaamoon.

## **4.2 Ennakoivat toimenpiteet**

Kun asiakkaan kanssa on sovittu määräaikaishuollosta ja ajankohdasta, joka on varattu työkalenteriin, huoltoneuvoja tekee tilauksen huollossa vaadittavista osista. Huollon osat tilataan tällä hetkellä noin kolme päivää ennen huoltotoimenpidettä. Saapuessaan kaikki huollossa tarvittavat osat kerätään yhteen esikeräysvarastoon ja merkitään auton rekisteritunnuksella ja huollon ajankohtana.

Vikatapauksessa huoltoneuvoja tilaa tarvittavat varaosat odottamaan korjausta, jolle on varattu aika työkalenterista. Halutessaan on asiakkaalla mahdollisuus hankkia itse tarpeelliset varaosat, jotka hän tuo mukanaan tuodessaan autonsa korjattavaksi.

## **4.3 Työsuorituksen vastaanotto**

Asiakkaan tuodessa auton huoltoon, korjaukseen tai varattuun vianmäärittämiseen, otetaan työ vastaan. Vastaanoton yhteydessä käydään yleensä asiakkaan kanssa vielä läpi töiden sisältö epäselvyyksien ennalta ehkäisemiseksi. Asiakkaan jättäessä autoa otetaan häneltä kuittaus työmääräykseen. Samalla asiakkaalle kerrotaan, milloin työ on valmis ja auto valmiina haettavaksi, mikäli asiakas ei jää odottamaan työn valmistumista. Tarpeen vaatiessa voidaan määrittää huollossa tai korjauksessa mahdollisesti ilmenevien lisätöiden suorittamisesta huollon yhteydessä, mikäli aikataulu antaa siihen mahdollisuuden. Luovuttaessaan autoa asiakas myös ilmoittaa, mikäli autoon on tullut vikoja, joita ei vielä aikaa varatessa ollut.

Vianmäärittämiseen autoa jätettäessä asiakas kertoo mikäli, vian ilmeneminen tai vika itsessään on muuttunut. Nykyautoissa voi myös olla sellaisia tietojärjestelmä vikoja, jotka tulevat päälle tietyssä tilanteessa tiettyjen tapahtumien seurauksena. Vikatilan ollessa pois päältä voi vianmäärittäminen olla mahdotonta. Edellä mainituissa tapauksissa sovitaan asiakkaan kanssa työnvastaanotosta erikseen. Asiakas toimittaa auton välittömästi vian ilmaantuessa korjaamolle tai jättää auton korjaamolle, kunnes vika saadaan korjaamo-olosuhteissa selville.

Työn vastaanottanut huoltoneuvoja tulostaa tietokoneelta työmääräyksen ja laittaa työmääräyksen auton avaimien kanssa saapuville töille tarkoitettuun säilytyslokeroon.

#### **4.4 Työnsuoritus**

Asentaja hakee auton avaimet ja työmääräyksen saapuneidentöiden lokerosta. Asentaja avaa työmääräyksen tietokoneella ja kuittaa työn alkaneeksi. Tapauskohtaisesti asentaja ajaa auton sisälle korjaamohalliin korjaustyölle sopivalle ajoneuvonostimelle. Määräaikaishuollon ollessa kysymyksessä suoritetaan huolto huollontarkistuslistan mukaisesti. Tarkistuslista sisältää tarkistettavat huoltoon kuuluvat kohdat, joiden määrä vaihtelee ajomäärän ja ajoneuvon käyttövuosien mukaan.

Huollon edetessä asentaja merkitsee huollon tarkistuslistaan ilmenevät viat, mikäli niitä huollettavassa autossa esiintyy. Vian ilmetessä se korjataan aikataulun niin salliessa. Edellytyksenä on asiakkaalta saatu lupa korjauksen suorittamiseen työnvastaanottohetkellä. Asiakkaalta voidaan myös saada lupa korjaustyöhön jälkeinpäin puhelimitse. Mikäli huollettavassa autossa ei ole vikaa, suorittaa asentaja varatun huoltotyön loppuun, vaihtaen tarvittavat huoltoon kuuluvat osat ja nesteet. Lopuksi huoltokirja merkitään tarvittavin tiedoin ja korjaamon leimalla varustettuna.

Huollosta riippuen huoltoon kuuluu vaihdettavia osia ja nesteitä. Tarvittavat osat asentaja hakee työnaikana esikeräyshyllystä, jonne osat on laitettu rekisteritunnuksella ja päivämäärällä varustettuna odottamaan oikeaa ajankohtaa. Työmääräyksestä asentajalle selviää tarvittavien voiteluaineiden laatu ja määrä, jotka asentaja ottaa voiteluainepistooleista. Samoin varatulle korjaustyölle kuuluvat varaosat asentaja hakee esikeräyshyllystä.

Huollon tai korjaustyön valmistuttua asentaja ajaa auton ulos hallista ja tekee tarvittaessa koeajon. Tietokoneella asentaja avaa työmääräyksen ja laittaa ajokilometrit työmääräykseen. Lisäksi asentaja kirjoittaa tarvittaessa työmääräykseen lisätietoa auton kunnosta, tehdyistä lisätöistä tai tulevista toimenpiteistä. Asentaja tai huoltoneuvoja lähettää tiedon auton valmistumisesta asiakkaalle,

mikäli näin on sovittu työtä vastaanotettaessa. Lopuksi asentaja kuittaa työn valmistuneeksi ja vie avaimet työmääräyksen kanssa valmiiden töiden lokeroon.

#### **4.5 Auton luovutus asiakkaalle**

Huoltoneuvoja luovuttaa valmistuneen työn asiakkaalle. Luovuttaessaan työtä huoltoneuvoja avaa työmääräykseen tietokoneella ja katsoo sieltä asentajan tekemät huomautukset tai kommentit, mikäli asentaja on niitä työmääräykseen kirjoittanut. Asiakkaan niin halutessa, hänen kanssaan käydään läpi huollon tarkistuslista kohta kohdalta sekä asentajan tarkistuslistaan tekemät huomautukset tai kommentit. Samoin menetellään korjaustoimenpiteen valmistuttua. Läpikäynnin tavoitteena on, että asiakas ymmärtää autoon tehdyt toimenpiteet ja mahdollisesti tulevat toimenpiteet. Samalla asiakkaalla on mahdollisuus kysyä kaikista auton huoltoon tai korjaukseen liittyvistä asioista, mikäli ne ovat asiakkaalle epäselviä.

Mikäli huollossa korjaustyön yhteydessä havaituille lisätöille tai on varattava uusi aika työkalenterista, sovitaan sopiva ajankohta asiakkaan kanssa työnluovutuksen yhteydessä. Lisäksi huoltoneuvoja laskee kustannusarvion tulevasta korjaustapahtumasta välittömästi tai myöhemmin. Myöhemmin lasketun kustannusarvion huoltoneuvoja ilmoittaa asiakkaalle ja asiakas varaa halutessaan ajan korjaukselle. Työ ja siihen kuuluneet osat veloitetaan asiakkaalta.

#### **4.6 Laadunvalvonta**

Laatu pyritään pitämään korkeimmalla mahdollisella tasolla koko huolto- tai korjaustapahtuman ajan. Laadunvalvonta alkaa jo asiakkaan varatessa korjaustyötä. Vian korjauksen vaatiessa erikoiskoulutuksen saanutta asentajaa varaa huoltoneuvoja työn alun perin asentajalle, jolla sellainen on olemassa. Aikaa työkalenterista varatessa huoltoneuvoja varaa riittävän määrän aikaa korjauksen laadukkaaseen suoritukseen. Asentaja huolehtii laadukkaasta korjaustyöstä oman ammattitaitonsa ja oikeiden työkalujen avulla. Riittävä varattu aika kullekin työsuoritukselle auttaa asentajaa huolellisessa työskentelyssä, ja nostaa tuotetun työn laatua.

## 4.7 Korjaamon toimintaprosessin tehostaminen

Kartoittaakseni korjaamon toimintaa ja sen parantamista prosessin muodossa, olen haastatellut toimipaikan työnjohtoa sekä työn tilaajaa. Lisäksi olen käynyt keskusteluja toimipaikassa työskentelevien asentajien kanssa ja kuullut heidän mielteitään asiasta. (5; 6; 7.)

Tällä hetkellä korjaamon toiminta prosessina on varsin pitkälle kehitettyä ja turhia sekä aikaa vieviä työvaiheita on jo poistettu tai tehostettu. Korjaamon läpi kulkee noin 40 ajoneuvoa päivässä. Sama määrä kulkee myös työnjohdon kautta. Lisäksi työnjohto käsittelee noin 40 asiakasta ajanvarauksien ja tarjousten muodossa. Kokonaisuutena työnjohto palvelee noin 80 asiakasta päivän aikana. Asiakaspalvelun ohella on työnjohdolla useita muita työtehtäviä, joista varaosiin liittyvät työt ovat yksi.

Korjaamolle sijoitettu oma varaosista vastaava työntekijä tuli keskusteluissa esiin yhtenä vaihtoehtona prosessin tehostamiseen. Nykyisellään ei varaosista vastaavaa henkilöä kuitenkaan voitaisi työllistää kokopäiväisesti varaosiin liittyviin työtehtäviin. Työnjohdolta kuluu varaosiin liittyviin työtehtäviin tunnista kahteen tuntiin aikaa päivässä. Varaosiin liittyvien työtehtävien ajantarpeen pysyessä samana olisi varaosista vastaavalle henkilölle oltava muita työtehtäviä täydelle työpäivälle. Lisäksi varaosista vastaavaa henkilöä hankittaessa on kartoitettava taloudelliset kustannukset ja tuotto, jonka varaosamyymä toisi. Vertailtaessa varaosahenkilön taloudellista kustannusta on työnjohdon tekemälle työlle laskettava keskimääräinen kate. (6; 7.)

Karkeasti asiaa arvioiden voidaan ajatella työnjohdon toiminnan olevan tuottamatonta varaosiin liittyvien tehtävien aikana, koska silloin ei tapahdu asiakaspalvelua. Toisaalta palveltavien asiakkaiden palvelu ei sido työnjohtoa koko aikaisesti, jolloin työnjohdolta vapautuu niin sanottua ilmaista aikaa työpäivän aikana varaosiin liittyviin tehtäviin. (6; 7.)

Toinen keskusteluissa esiin tullut kehittämisidea varaosiin liittyen oli varaosien-toimittajilta pyydettävä lisäpalvelu. Nykyisellään varaosat tuodaan korjaamolle isoissa laatikoissa, joista työnjohto kerää ne esikeräyshyllyyn tai varaosahyllyyn. Esikerätyt varaosat merkitään päivämäärän ja ajoneuvon rekisteritunnuk-

sen avulla tietyille varatulle tulevalle työsuoritteelle. Varaosatoimittaja voisi tulevaisuudessa kerätä esikeräyshyllyyn tulevat varaosat työsuoritekohtaisesti valmiiksi laatikoihin, jotka toimittaja nostaisi valmiiksi hyllyyn tavaroita tuodessaan. Mikäli varaosientoimittajalle onnistuisi mahdollinen palvelu, täytyisi sen kustannukset määrittellä ja verrata tuloksia arvioituihin järjestelystä saataviin hyötyihin. (6; 7.)

Prosessin toiminnassa on työnjohdolla tärkeä ja iso rooli. Työnjohdon on tiedettävä meneillään olevista töistä ja aikataulusta. Tietynlainen päivän kalenterin muuttaminen ja oikeanlainen tahdistaminen ensiarvoisen tärkeää tuottavuuden parantamiseksi korjaamon toiminnassa. Työn vastaanottaneen henkilön olisi huolehdittava työstä aina asiakkaalle luovuttamiseen asti. Kyseisen henkilön tietotaito vastaanotetusta työstä on paras mahdollinen, koska juuri hän on ollut asiakkaan kanssa tekemisissä työtä vastaanottaessaan. Työnjohto pitää itsensä ajan tasalla olemalla vuorovaikutuksessa asentajien kanssa. Molemminpuolinen kommunikointi asentajien ja työnjohdon välillä on ensiarvoisen tärkeää tehokkaassa korjaamon toiminnassa. (6; 7.)

Asentajien on työssään myös kommunikoitava työnjohdon kanssa riittävästi ja riittävän ajoissa, jotta mahdollisiin muutoksiin voidaan reagoida ajoissa. Esimerkiksi huoltotyötä tehdessä on tärkeää, että asentaja tarkastaa ensimmäiseksi niin sanotut kriittiset kohdat ajoneuvoista, mikäli huomautettavaa löytyy ehditään tilamaan vian korjauksessa tarvittavat varaosat ja asentaja voi jatkaa huoltotyönsä loppuun varaosia odottaessa. Lisäksi aikainen kommunikointi mahdollistaa, että huoltotyön tekevä asentaja ehtii tekemään myös tarvittavat lisätyöt. Mikäli sama asentaja ei jostain syystä ehdi tekemään lisätöitä, on työnjohdolla aikaa muokata kalenteria ja saada lisätyöt jollekin toiselle asentajalle. Tulokseksi asiakas saa autonsa kerralla kuntoon, ilman toista käyntiä korjaamolla. Samalla korjaamon tuottavuus paranee työmäärän noustessa. (6; 7.)

Itse prosessin toimintaa on erittäin vaikea lähteä muuttamaan tehokkaammaksi radikaaleilla muutoksilla. Autokorjaamon toiminta kaikkine välivaiheineen noudattaa tiettyä kaavaa, joka on toimivuutensa lisäksi ainoa oikea menettelytapa. Toki prosessin eri osia on mahdollista hienosäätää. Jokaista osaa kehitettäessä saavutetaan kokonaistoimintaan tehokkuutta. Fyysisen layoutin tehostaminen

tuota prosessin toimivuuteen parannusta läpimenoaikojen lyhentymisen muodossa. Tarkasti ja huolellisesti toteutettu ajankäyttötutkimus korjaamon jokaiselle osa-alueelle antaisi mahdollisesti uusia näkökulmia ja auttaisi havaitsemaan mahdolliset turhat ajan kuluttajat prosessissa.

## 5 NYKYISET KORJAAMOTILAT

Korjaamon tilankäytön ongelmat ja ahtaus vaihtelevat työntekijän toimenkuvan mukaan. Työssä on kartoitettu ongelmakohtia omaan työkokemukseen perustuen sekä haastateltu työntekijöitä. Lisäksi heti aloituspalaverissa työn tilaajan kanssa käytiin läpi hänen parannusehdotukset ja toiminnan tehostamisideat. Haastattelujen ja omakohtaisen kokemuksen perusteella on pyritty miettimään konkreettisia ongelmakohtia, jotka hidastavat asentajien sekä huoltoneuvojen työtä.

Suurin ongelma korjaamohallissa ja työntekijöiden sosiaalitallassa tällä hetkellä on tilanpuute. Alun perin korjaamoa ei ole suunniteltu tämänhetkisen henkilöstömäärän mukaan, vaan huomattavasti pienemmälle henkilöstömäärälle. Nykyaikaisella autokorjaamolla on oltava suuri määrä työvälineitä ja erikoistyökaluja, jotta se pystyisi suoriutumaan erilaisista haasteista, joita ajoneuvojen huolto- ja korjaustyöt aiheuttavat. Kaikille työkaluille tulisi olla oma säilytystilansa, olivatpa ne kooltaan millaisia tahansa. Tällä hetkellä työkalut on sijoitettu hieman hajautetusti, joka osaltaan hidastaa asentajien työskentelyä. Kaikkien automerkkien omistajia palvelevalla korjaamolla varaosiensäilytys vie myös tilaa. Tilaa vievät varatuille työsuorituksille tilatut osat omassa esikeräyshyllyssään. Lisäksi on oltava tilaa tietyille määrälle niin sanottuja kulutusosia, joita tarvitaan ilman ajanvarausta tehtäviin työsuoritteisiin. (5; 6; 7.)

Erityisenä ongelmana työn tilaaja pitää suuria moottoriöljysäiliöitä, jotka nykyisellään vievät paljon tilaa hallista. Öljysäiliöiden uudelleen sijoittaminen toisi toivottua lattiapinta-alaa, joka toisi apua muihin tilankäyttöongelmiin. Lisäksi sosiaalitalan tehokkaampi tilankäyttö palvelisi kasvanutta henkilöstömäärää ja lisäisi viihtyisyyttä. (7.)

### 5.1 Voiteluaineet ja niiden varastointi

Korjaamolla kuluu päivittäin huomattava määrä erilaisia voiteluaineita ajoneuvojen tarpeisiin. Kaikkia automerkkejä huoltavalla korjaamolla on oltava monia eri laatuja voiteluaineita eri autonvalmistajien vaatimusten mukaisesti, joka lisää voiteluaineiden määrän tarvetta.



### 5.1.1 Kiinteät voiteluainesäiliöt

Nykyhetkellä korjaamolla sijaitsee kaksi 1 500 litran öljysäiliötä kahdelle moottoriöljylaadulle. Öljyt johdetaan verkostoa pitkin kolmeen pisteeseen hallissa, joista on mahdollista laskea öljyä autoihin. Kahden säiliön välittömässä läheisyydessä sijaitsee kolmas öljysäiliö, joka on tilavuudeltaan 1 000 litraa. Kolmas säiliö on tarkoitettu jäteöljylle. Asentajat laskevat auton moottoriöljyn pienempään liikuteltavaan jäteöljyvaunuun. Täyttyessään jäteöljyvaunu tyhjenetään jäteöljysäiliöön paineilman avulla. Kolmen öljysäiliön muodostama kokonaisuus vie suuren lattia-alan korjaamohallista, jota muutenkin on liian vähän käytettävissä. Kiinteä voiteluaine säiliö on nähtävissä kuvassa 4.



*KUVA 4. Kiinteä voiteluainesäiliö*

### 5.1.2 Liikuteltavat voiteluainesäiliöt

Kiinteiden voiteluainesäiliöiden lisäksi korjaamohallissa on liikuteltavia voiteluainesäiliöitä. Liikuteltavat säiliöt koostuvat 200 litran tynnyreistä omilla telineillä, pienemmistä liikuteltavista vaihteisto- ja tasauspyörästä-öljysäiliöistä sekä jäteöljyvaunuista.

200 litran öljytynnyrit on varustettu tarkoituksen mukaisilla kuljetustelineillä. Telineet mahdollistavat tynnyrin liikuttamiseen tarvittavaan paikkaan. Telineet sisältävät öljypistoolin virtausmittarilla, letkukelan ja paineilmailitoksen. Jokaisessa ajoneuvonostimessa sijaitsevan paineilmapisteen avulla voidaan tarvittavaa öljyä laskea ajoneuvoon tynnyristä.

Vaihteisto- ja tasauspyörästö-öljyjä säilytetään liikuteltavissa 50 litran säiliöissä, jotka paineistetaan paineilmaverkostosta. Yhden ryhmän liikkuvista voiteluaine säiliöistä muodostaa jäteöljyvaunut, jotka täyttyessään tyhjennetään edellä mainittuun jäteöljysäiliöön. Jäteöljyvaunujen lisäksi korjaamolla on kaksi jäteöljyn käsittelyä helpottavaa imuvaihtajaa, jotka toimivat paineilmalla.

Liikuteltavilta öljysäiliöiltä puuttuu selkeä yhtenäinen käytönjälkeinen säilytyspaikka, jonka seurauksena säiliöiden sijainti on sekavaa. Asentajilta kuluu turhaan aikaa oikean säiliön etsimiseen ja hakemiseen. Kaikki aika, joka on poistettu huolto- tai korjaustyöstä alentaa tehokkuutta ja pidentää läpimenoaikaa. (5; 6; 7.)

### **5.1.3 Täydennysvoiteluaineiden säilytys**

Käytössä oleville voiteluaineille on oltava myös tarvittaessa täydennystä. On mahdotonta tietää tarkkaa kysyntää voiteluaineille, jonka seurauksena on mahdotonta tilata uutta voiteluainetta ja lisätä sitä säiliöön juuri edellisen erän loppuessa. Tästä syystä on oltava pienimuotoinen varasto, joka toimii eräänlaisena puskurina ja auttaa palvelemaan asiakkaita mahdollisimman hyvin ja nopeasti. (5; 6; 7.)

Tämän hetkinen varaston koko ja sijainti ei ole paras mahdollinen. Ideaalina tilanteena voitaisiin pitää varastoimisen tapahtumista liikuteltavien öljysäiliöiden säilytyspaikan lähietäisyydelle. Näin kaikki ajoneuvoöljyt sijaitisivat samassa osassa korjaamohallia. Tavoitteena on ainakin löytää hyvä kompromissi voiteluainesäiliöiden ja täydennyksen sijoittamiseen, joka toisi lisää tilaa työskentelyyn ja liikkumiseen. Täydennysvoiteluaineiden tämän hetkinen säilytystila näkyy kuvassa 5. (5; 6; 7.)



*KUVA 5. Täydennysöljyjen säilytys*

## **5.2 Varaosat**

Korjaamohallissa säilytetään yleisiä varaosia, kuten suodattimia, jarrupaloja, polttimoita ja pyyhkijänsulkia. Lisäksi asiakkaan tilaamaan työsuoritukseen kuuluvat varaosat kerätään osien saapuessa niille kuuluvaan esikeräyshyllyyn. Nykytilanteessa varaosille on liian vähän säilytystilaa. Tilan puutteen vuoksi hyllyihin mahtumattomat varaosat vievät tilaa lattialta vaikeuttaen kulkua. Kokonaisuudessaan varaosasäilytys toimii tällä hetkellä tilat huomioiden hyvin. Muilta muutosalueilta vapautuva tila olisi kuitenkin tarkoitus osin hyödyntää myös varaosasäilytyksen tarpeisiin. (5; 6; 7.)

### **5.2.1 Yleisvaraosat**

Yleisvaraosien varasto on kehitetty vastaamaan asiakaspohjan tarpeita parhaalla mahdollisella tavalla. Tilaa yleisvaraosien säilytykseen saisi kuitenkin olla enemmän. Ahdas artikkelien sijoitus hankaloittaa oikean tuotteen löytämistä. Varaston täydentäminen on myös vaikeampaa ahtaan sijoittelun takia. Esimerkiksi varaosien säilytyksestä on kuvassa 6. (5; 6.)



*KUVA 6. Yleisvaraosiin kuuluvien öljynsuodattimien säilytys*

### **5.2.2 Esikerätyt varaosat**

Esikerättyjen varaosien tilantarve riippuu täysin työjonon pituudesta. Jonon koon muuttuessa tarvittava tila muuttuu samassa suhteessa. Säilytystilaa esikerätyille osille saisi olla nykyistä enemmän, vaikkakin periaate tällä hetkellä on toimiva ja hyväksi havaittu. Tämänhetkinen työjono ja osien tilaaminen noin kolme päivää ennen työn ajankohtaa kuormittavat nykyisen esikeräysvaraston täyteen. Jonon kasvaessa tilanne pahenee entisestään. Varaosista vastaavat henkilöt sekä asentajat, jotka ottavat varastosta osat varatuille töille, toivoivat enemmän säilytystilaa, nopeuttamaan varastoimista ja oikeiden osien ottamista varastosta. Esikerättyjä varaosia säilytyshyllyssään kuvassa 7. (5; 6.)

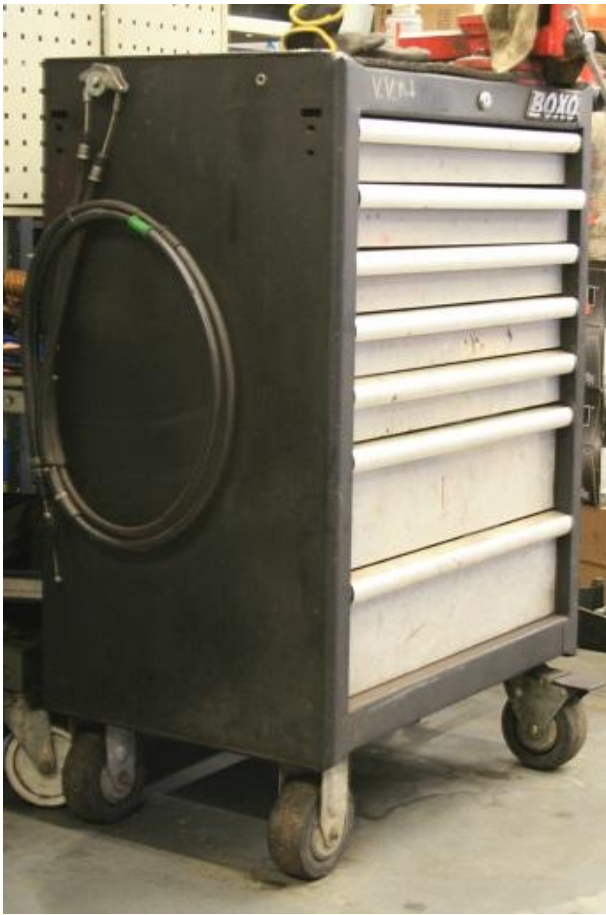


*KUVA 7. Varaosien esikeräyshylly*

### **5.3 Työkalut**

Korjaamolla on suuri määrä työkaluja, jotka mahdollistavat työsuoritteiden tekemisen. Jokaisella asentajalla on oma henkilökohtainen työkaluvaunu, jota asentaja kuljettaa mukanaan työpisteen vaihtuessa. Asentajakohtainen työkaluvaunu kuvassa 8. Asentajakohtaisien työkalujen lisäksi on laaja valikoima niin sanottuja yleistyökaluja, joita asentajat käyttävät tarvittaessa. Yleistyökaluja on kiinteitä ja liikuteltavia käsityökaluja. Kiinteisiin yleistyökaluihin kuuluu esimerkiksi rengaskoneet ja hydrauliprässi. Liikuteltaviin työkaluihin kuuluu erilaisia käsityökaluja, hitsausvälineitä ynnä muita. Erikoistyökaluja tarvitaan, sillä ne mahdollistavat tietyt työsuoritteet, jotka ilman erikoistyökaluja olisi mahdotonta tai vaarallista toteuttaa. Varsinaisesti työkalujen määrää ei voida vähentää lisäti-

lan toivossa, mutta sijainnin ja saatavuuden parantaminen toisi lisää tehokkuutta työskentelyä nopeuttamalla. (5; 6.)

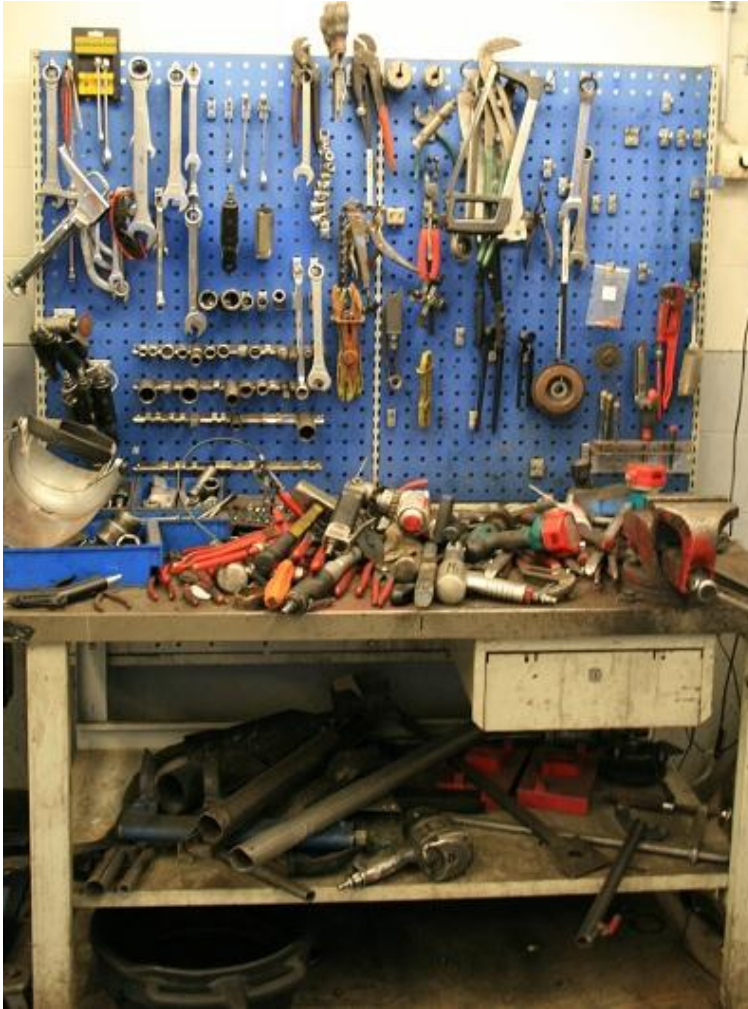


*KUVA 8. Asentajakohtainen työkaluvaunu*

### **5.3.1 Yleistyökalut**

Kiinteiden yleistyökalujen kuten rengaskoneiden sijaintia ei voida muuttaa suuressa määrin. Työskentelytilaa sen sijaan tulisi saada lisää kiinteiden työkalujen yhteyteen. Tällä hetkellä työskentely on jokseenkin ahdasta ja sitä kautta hidasta. (5.)

Kaapeissa ja seinillä säilytettävät työkalut ovat tällä hetkellä hieman hajasijoitettuna sekä vaikeasti saatavilla, joka omalta osaltaan hankaloittaa työskentelyä ja heikentää tehokkuutta. Työkalujen sijoitus tulisi miettiä uudelleen tilan asettamisissa rajoissa, jotta edellä mainitut epäkohdat saataisiin mahdollisimman hyvin poistettua. Yksi yleistyökalujen säilytyspaikoista kuvassa 9. (5; 6.)



*KUVA 9. Yksi yleistyökalujen säilytyspaikoista*

### **5.3.2 Erikoistyökalut**

Korjaamon erikoistyökalut ovat tällä hetkellä osittain sekaisin yleistyökalujen kanssa sekä hajautettuna eripuolille korjaamoa. Erikoistyökalujen löytäminen on vaikeaa ahtaista kaapeista. Erikoistyökalujen sijaintia tulisi miettiä uudelleen ja niille tulisi olla oma säilytystilansa. Tietty määrä erikoistyökaluja korjaamolla on oltava ja määrä kasvaa kokoajan, jonka seurauksena erikoistyökaluille tarkoitetut säilytystilat ovat osittain liian pienet ja epäkäytännölliset. Erikoistyökalujen säilytys on kuvassa 10. (5; 6.)



*KUVA 10. Erikoistyökalujen säilytyskaappi*

#### **5.4 Henkilökunnan sosiaalitila**

Henkilökunnan käytössä on sosiaalitila, joka sisältää pukukaapit, tietokoneen, jääkaapin wc:n sekä pöydän ja tuolit. Henkilökunnan sosiaalitilat ovat käyneet liian pieniksi ja ahtaiksi henkilöstömäärän kasvaessa, eikä tila palvele työntekijöitä enää tehokkaasti ja halutulla tavalla. Varsinkin vuoronvaihto ruuhkauttaa sosiaalitilan, koska silloin paikalla on poistuva ja saapuva työvuoro. Sosiaalitilat sisältävät myös tarpeetonta irtaimistoa, joka vie turhaan tilaa jo ennestään ahtaasta huoneesta. Henkilökunnan sosiaalitila kuvassa 11. (5; 6; 7.)





*KUVA 11. Sosiaalitila*

### **5.5 Työnvastaanotto-tila**

Työnvastaanotto-tilat käsittävät vastaanottotiskin, jonka takana työnjohto suorittaa sille kuuluvat tehtävät. Lisäksi on tuoleja työn valmistumista odottaville asiakkaille. Tilasta löytyy myös alue myytävälle autotarvikkeille. Päivän ruuhkaisimpaan aikaan on vastaanotto-tilassa asiakkaita jonottamassa palvelua, joka on otettava huomioon työnvastaanottoa uudelleen suunniteltaessa.

Työntekijöiden kannalta vastaanotto-tila on ahdas kulkea sekä arkistointi- ja työtilaa saisi olla enemmän. Läpikulku on ahdasta, koska nykyinen kulkureitti vie asiakkaiden odotusalueen läpi. Lisäksi läpikulku häiritsee työnjohdon työskentelyä. (6; 7.)

## 6 KORJAAMON LAYOUT

Työn tilaajan, toimipaikan henkilökunnan kanssa käytyjen keskustelujen ja omakohtaisen kokemuksen pohjalta käynnistyi layout-suunnittelu. Eri layout-vaihtoehtoihin pyrittiin sisällyttämään mahdollisuuksien mukaan keskusteluissa esille tulleita parannusehdotuksia. Korjaamohallista, työnvastaanottotilasta ja henkilökunnan sosiaalitalasta laadittiin korjaamoon kolme layout-kokonaisuutta. (5; 6; 7.)

Layout-suunnittelu alkoi korjaamokiinteistön mallintamisella. Mallintaminen toteutettiin Autodesk Inventor -ohjelmalla. Koko korjaamo mallinnettiin työn tilaajalta saatujen piirustusten pohjalta. Lisäksi laskettiin tämänhetkisen varaosien, voiteluaineiden ja työkalujen säilytykseen osoitetut tilat, jotta uusista säilytystiloista tulisi tarpeen mukaiset. Suunnittelussa tarvittava uudistuva irtaimisto on osin omaa suunnittelua ja osin valittu toimittajilta, jotka Internet sivuillaan tai esitteissään ilmoittivat tuotteidensa mitat, jotta tuotteiden jäljentäminen oli mahdollista. Vaihtoehtojen kustannusarviot on koottu kysymällä tuotteiden hinnat samoilta valmistajilta. Tällä on oma vaikutuksensa kustannusarvioihin. Lisäksi kustannusarvioita laskettaessa on itse suunnitelluille tuotteille otettu keskimääräinen hinta tuotteiden toimittajilta.

Korjaamohalliin tulevat työpisteet säilytystiloinen on suunniteltu DEA Italian Work Lab valmistajan mallien mukaisesti. Hallin hyllystöt on suunniteltu Treston Oy:n sekä Tescol Oy:n tuotteiden mukaisesti. Öljysäiliöiden valuma-altaat ja kaikki liikuteltavat öljysäiliöt on Arprè Oy:n tuotteiden mukaan suunniteltu. Käytössä olevat ajoneuvonostimet ja rengaskoneet on mallinnettu valmistajien ilmoittamien mittojen mukaisesti. Työnvastaanottotilan kalustus on suunniteltu HESTRA Oy:n malliston mukaan ja kustannusarviot on laadittu heidän hinnastonsa perusteella. Sosiaalitalan keittiövaihtoehdot on mallinnettu HTH-keittiöt Oy:n malliston mukaisesti ja osin on käytetty omaa suunnittelua tilan säästämiseksi. (8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18.)

Työn tilaajan kanssa oli tapaaminen 3.12.2012, jossa esittelin eri vaihtoehdot. Tapaamisessa työntilaaaja valitsi vaihtoehdoista parhaan, jota vielä jatkojalostet-

taisiin toivomuksien ja mahdollisuuksien mukaan. Kaikkiin kolmeen vaihtoehtoon laskettiin karkeat kustannusarviot mukaan, sekä valitun vaihtoehdon kustannusarviota vielä tarkennettiin työn edetessä. Kustannusarviot on laskettu ilman arvonlisäveroa. (7.)

Tapaamisen yhteydessä ja valitun vaihtoehdon suunnittelun edetessä on työn tilaajan kanssa pidetty tapaamisia, joissa työn tilaaja on esittänyt ideoitaan ja toiveitaan suunnittelun toteuttamiseksi. Korjaamohallin työpisteiksi valittiin Filcar tuotteet, joita edustaa Arprè oy. Kustannusarviot on laskettu kyseisen merkin hinnoilla. Vaihtoehtoihin mallinnetut työpisteet ovat valittujen työpisteiden kanssa visuaalisesti lähes identtiset. Valitun suunnitelman sosiaalitalan keittiö on suunniteltu Kempeleen Kaluste Oy:llä, josta on myös otettu kustannusarvio keittiöille. Lisäksi työnvastaanoton tiskin kustannusarvio on tiedusteltu edellä mainitusta yrityksestä työn tilaajan toivomuksesta. (7; 12; 19; 20.)

Korjaamon layout-vaihtoehtoissa on lähtökohtana ollut toiminnan tehostaminen ja työturvallisuuden parantaminen. Suunnittelussa on pyritty sijoittamaan työskentelyssä tarvittavat työkalut ja muu laitteisto siten, että asentaja työskennellessään tekee mahdollisimman vähän turhaa liikkumista paikasta toiseen. Turha liikkuminen vie tehokasta työaikaa itse huoltotyön ääreltä, jolloin tehokkuus laskee. Jonkin verran asentajat joka tapauksessa joutuvat työnsä ääreltä poistumaan ja silloin liikkuminen on oltava mahdollisimman nopeaa, eikä se saa hidastaa toisten työskentelyä. Suunnittelussa on pyritty saamaan lisää lattia pintaa vapaaksi, joka mahdollistaa turvallisen ja nopean liikkumisen hallissa, parantaen työturvallisuutta ja tehokkuutta.

Suunnittelussa eri tuoteryhmään kuuluvat artikkelit on pyritty sijoittamaan omiin alueisiinsa, sikäli kun se on ollut mahdollista. Kun kaikille tuotteille on selvästi osoitettu oma paikkansa tai ainakin alueensa, johon tuote käytön jälkeen palautetaan, löytää tuote paremmin palautettavaan paikkaansa. Asentajat suoriutuvat nopeammin tehtävistään heidän tietäessään missä mikin työkalu sijaitsee eikä etsimiseen mene turhaan aikaa.

## 6.1 Korjaamon tämänhetkinen layout

Korjaamohallin tämänhetkinen layout muodostaa varaosien säilytyksen yhteyteen pullonkaulan, joka vaikeuttaa kulkua hallissa ja varaosien säilytystä. Varaosien tilantarve ylittää varaosille osoitetun varastointitilan. Työkalujen säilytys on jokseenkin hajautettua, mikä osaltaan hidastaa työsuoritteiden tekemistä. Korjaamohalliin tarvittaisiin lisätilaa varaosille ja liikkumiseen. Työnvastaanotto-tila on ahdas työskennellä ja ahdas asiakkaille odottaa työn valmistumista. Läpikulku työnvastaanottotiskin kautta hidastaa työnjohdon työskentelyä tämänhetkiselä vastaanottotiskillä. Henkilökunnan sosiaalitila on myös käynyt ahtaaksi suurentuneelle henkilökunnalle. Osin sosiaalitilassa on ylimääräistä irtaimistoa, jonka poistaminen luo lisätilaa. (Liite 2, liite 3, liite 4, liite 5.)

## 6.2 Layout 1

Ensimmäisessä layout-vaihtoehdossa korjaamohallin kiinteille öljysäiliöille on suunniteltu teline, jonka päälle säiliöt on sijoitettu. Säiliöiden siirrosta vapautunut tila on käytetty varaosien ja muiden voiteluaineiden säilytykseen. Lisäksi vapautunut tila helpottaa ja nopeuttaa hallissa kulkemista varaosien, työnvastaanoton ja työpisteiden välillä. (Liite 6.)

Varaosien sijainti on tarkoituksella pidetty lähellä työnvastaanottoa, koska työnjohto tarkistaa ja varastoi saapuvan tavarän. Työnjohdon työpisteen ja varaosien varaston ollessa lähellä toisiaan on siirtyminen niiden välillä nopeaa, jolloin asiakaspalvelu on tehokasta. Yleisien ja esikerättyjen varaosien varastointitilaa on kasvatettu vastaamaan paremmin kasvanutta tilantarvetta. (Liite 6.)

Työkalujen säilytyksessä ennen olleet kaapit on korvattu työpöytien yhteydessä olevilla kaapeilla ja vetolaatikoilla. Vaihtoehdon työkaluille tarkoitettu säilytystila on tämänhetkiseen tilanteeseen verrattuna puolitoistakertainen. Lisäksi asentajan henkilökohtainen työkaluvaunu on mahdollista sijoittaa työpöytien alle, joka helpottaa kaikkien liikkumista hallissa. (Liite 6.)

Paineilmaverkosto on ennallaan, lukuun ottamatta kiinteille öljysäiliöille vedettäviä paineilmalinjoja. Paineilmalinjan muutokset saadaan helposti aikaan säiliöiden sijaintia läheltä menevän runkolinjan kautta. Ennen säiliöille menoa käyte-

tään linjoja lähempänä lattiatasoa ja asennetaan käsikäyttöiset hanat molempiin linjoihin. Korjaamon sulkeutuessa työntekijät sulkevat hanat, jolloin vältetään mahdollisilta valvomattomassa tilassa tapahtuvilta vuotoilta. Säiliöiden voitelu-lainelinja toteutetaan jatkamalla linjoja säiliöiden edellisistä sijainti paikoista nykyisiin.

Työnvastaanottotilan palvelutiski on pidennetty alkuperäisestä, mikä tuo lisää tilaa työnjohdon työskentelyyn. Asiakkaiden odotustila on siirretty pois ison ikkuna luota huoneen toiselle puolelle. Odotustila on suurempi kuin alun perin. Uudessa odotustilassa olevat asiakkaat eivät ole läpikulun esteenä. Työn tilaajan toivomuksesta myytävien autotarvikkeiden määrää on vähennetty ja myynnissä olevat artikkelit tullaan muiden muutoksien yhteydessä kohdentamaan paremmin asiakasryhmälle sopivaksi. (Liite 7.)

Sosiaalitalasta on poistettu ylimääräistä irtaimistoa, kuten tarpeettomat pukukaapit. Itse keittiö varusteista on poistettu keittotasoa, joka myös on ylimääräinen varuste. Tietokoneen paikka on siirretty keittiökalusteisiin, pois omalta tasoltaan. Saatu tila on käytetty isompaan ruokailuryhmään ja miellyttävämpään oleskeluun tilassa. Jääkaappi on suurempi ja säilytystilaa on enemmän. (Liite 8.)

Vaihtoehdon kustannukset muodostuvat hallin, työnvastaanoton ja sosiaalitalan kustannuksista. Korjaamohallin muutokset maksavat noin 40 000 euroa. Työnvastaanoton muutokset kustantavat noin 6 500. Sosiaalitalan kustannukset ovat noin 4 400 euroa. Vaihtoehdon kokonaiskustannukset ovat näin ollen noin 51 000 euroa. (20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 28; 29.)

### **6.3 Layout 2**

Korjaamoon on toisessa layout-vaihtoehdossa on suunniteltu oma huone kaikille verkostoa pitkin jaettaville öljysäiliöille. Lisäksi tilaan on sijoitettu mahdollisimman paljon muuta voiteluainevarastoa. Samoin kompressori on sijoitettu edellä mainittuun huoneeseen. Kompressorin ollessa omassa tilassaan poistuu hallista sen aiheuttama meluhaitta. Kyseisen ongelman poistuessa viihtyisyys paranee ja tietyissä tapauksissa voi vianhaku nopeutua häiritsevien tekijöiden poistuessa. Suunnitellussa lisätilassa on sisäänkäynti ulkokautta ja korjaamo-

hallista. Jäteöljysäiliön tyhjennys ja moottoriöljysäiliöiden täyttäminen onnistuu helposti ulkokautta, eikä paikalla käyvä tyhjennys- tai täyttöajoneuvo häiritse korjaamon muuta toimintaa. Säiliöiden korvausilma johdetaan suoraan ulkoa. (Liite 9, liite 10.)

Korjaamohallista vapautunut tila on käytetty parantamaan liikkumista hallissa. Liikuteltavat voiteluainesäiliöt on sijoitettu kompressorihuoneen välittömään läheisyyteen korjaamohallin puolelle. Näin kaikki korjaamolla tarvittava nestemäinen materiaali on sijoittunut samaan osaan korjaamoa. Vaikkakin hallin kustannukset ovat korkeat sai oma erillinen tila voiteluaineille ja kompressorille positiivista palautetta työntilaaajalta. (Liite 9, liite 10.)

Rengaskoneet on siirretty hallin oikeasta takanurkasta keskemälle hallia. Pääsääntöisesti rengastyön kohteena oleva ajoneuvo nostetaan ylös nostimella, joka nostaa ajoneuvon alustarakenteista ilmaan jättäen renkaat vapaaksi. Nykyisen rengaskoneiden sijaintipaikan lähistöllä sijaitsee vain yksi tällainen nostin. Tehtäessä muilla nostimilla rengastöitä kuluu asentajalta tehokasta työaikaa kuljettaessaan renkaita ajoneuvon ja rengaskoneiden välillä. Vaihtoehdossa rengaskoneet sijaitsevat kahden alustasta nostavan nostimen lähellä, jolloin rengaskoneita voidaan kuormittaa enemmän ja tehokkuus paranee. (Liite 9, liite 10.)

Varaosien ja työkalujen sijainti on ensimmäisen vaihtoehdon kaltainen. Ainoastaan viidennen nostimen edessä oleva työpiste on säilytystiloiltaan hieman pienempi. Työpistettä pienentää voiteluaineiden sijoittaminen kyseiselle alueelle halliin. (Liite 9, liite 10.)

Työnvastaanotto-tila on suunniteltu siten, ettei kulku tilan läpi häiritse työnjohdon työskentelyä tai asiakkaiden odottamista. Tilassa on kaksi selkeästi erillistä asiakkaiden palvelualueita. Asiakkaiden odotustila on ensimmäisen vaihtoehdon kaltainen ja samalla paikalla. Myytävillä olevien autotarvikkeiden määrä on suurempi nykyiseen tilanteeseen verrattuna. (Liite 11.)

Sosiaalitilaan on alkuperäisen sosiaalitalan yläpuolelle suunniteltu oma erillinen ruokailutila, joka sisältää keittiön. Tilan koko on noin 18 m<sup>2</sup>. Kulku uuteen ruokailutilaan tapahtuu portaita pitkin. Alakertaan on jätetty pukukaapit ja tietokone.

Lisäksi tietokoneen läheisyydessä on arkistointia varten säilytystilaa, johon voidaan siirtää työnvastaanotossa arkistoituna olevaa materiaalia. Alakerta on erittäin tilava ja pukukaapeille on esteetön pääsy. Lisäksi tietokoneen ollessa omassa tilassaan tietokoneen alla mahdollistetaan työrauha koneella työskentelevälle henkilölle. Yläkerran ruokailutilan keittiö on kutakuinkin samankokoinen ensimmäisen vaihtoehdon layoutin kanssa. Tilaan voidaan halutessa kuitenkin sijoittaa paljon suurempikin keittiökokonaisuus. Ruokailuryhmästä voidaan tilaan tehdä koko henkilökunnan yhtäaikaiseen läsnäoloon sopiva. Lisäksi keittiötä on mahdollista laajentaa. Yläkertaan on myös mahdollista sijoittaa lisää arkistointitilaa tarvittaessa. (Liite 12.)

Korjaamohallin kustannusarvio on 56 000 euroa. Työnvastaanottotilan muutokset maksavat noin 5 800 euroa. Sosiaalitalan kustannusarvio on noin 72 000 euroa. Vaihtoehdon kokonaiskustannukseksi muodostuu noin 134 000 euroa. Kustannuksia nostaa vaihtoehdon sisältämät lisätilat korjaamohallissa ja sosiaalitalassa. Varsinkin sosiaalitalan lisäosan rakennuskustannukset ovat korkeat laajennuksen suuntautuessa ylöspäin. (20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 28; 29.)

### **6.4 Layout 3**

Kolmas esitelty vaihtoehto oli työn tilaajan mielestä paras ja toteuttamiskelpoinen. Toteutettavan vaihtoehdon valinnan jälkeen on suunnitelmaa kehitetty yhteistyössä työn tilaajan kanssa.

Korjaamohallissa on kiinteät öljysäiliöt ensimmäisen vaihtoehdon tapaan nostettu työnvastaanoton yläpuolelle. Öljynjakelussa tarvittava paineilmaverkko varustetaan hanoilla, jotka sijoitetaan noin 1,5 metrin korkeuteen lattiasta. Paineilmanhanat mahdollistavat paineen katkaisemisen verkosta korjaamon kiinnioloajaksi mahdollisten vuotojen ehkäisemiseksi. Muut voiteluaineet on sijoitettu hallin oikean puoleiselle seinustalle. Voiteluaineiden sijaintia puoltaa toimivuuden lisäksi myös se että voiteluaineet ovat jo valmiina, mikäli tulevaisuudessa tehtäisiin edellisen vaihtoehdon kaltainen lisätila kompressorille ja voiteluaineille. Lisäksi paineilma- ja voiteluaineverkoston muutokset olisivat valmiina pienin muutoksin lisähuoneelle. (Liite 15.)

Rengaskoneet on hallissa sijoitettu toisen vaihtoehdon tapaan keskeemmälle hallia, jolloin rengaskoneita voidaan kuormittaa enemmän kahden ajoneuvonostimen avulla. Rengaskoneiden uudella sijaintipaikalla on niillä nopeampi ja turvallisempi tehdä rengastöitä, koska tilaa laitteiden ympärillä on enemmän. Varaosat ovat samalla paikalla ja samankokoiset kuin muissakin vaihtoehdoissa. Kolmen ajoneuvonostimen edessä on työtasot, joiden säilytystiloihin varastoidaan työkalut kaappeihin, laatikoihin ja liukuoven takana oleviin seinätasoihin. Työtasojen keskellä on tilaa asentajien henkilökohtaisille työkaluvaunuille, jolloin ne eivät vie tilaa hallista ja parantavat näin ollen liikkumista. Pyöränsuuntauslaitteiston tietokone oheislaitteineen on sijoitettu tarkoituksenmukaiseen ylätasoon. (Liite 15.)

Työnvastaanoton tiski on kahden edellisen vaihtoehdon kompromissi. Tiskin läpikulun mahdollistava portti jakaa työnjohdon työalueen asiakkaiden palvelualueeksi ja tilaan, jossa voidaan tehdä syventävämpiä, esimerkiksi tarjouslaskelmia, vastata yhteydenottoihin tai tarkistaa varaosasaldot, asiakaspalvelutyön niin salliessa. Portin palvelualueen vastakkaiselle puolelle voidaan myös varastoida tarvittavaa materiaalia, joka muuten olisi varastoituna palvelupisteiden läheisyyteen. Asiakkaiden odotustila on edellisen vaihtoehdon kaltainen, samoin myytävien autotarvikkeiden myyntitila. Läpikulku ei tässä vaihtoehdossa ole mitenkään asiakkaiden odotustilan edessä eikä häiritse työnjohdon toimintaakaan. Tilassa oleva lattiasta kattoon kulkeva betonituki ei myöskään häiritse asiakaspalvelua tai liikkumista tilassa. (Liite 16.)

Sosiaalitalassa on asianmukainen keittiövarustus, jonka yhteydessä tietokone oheislaitteineen. Erillistä tietokonetasoa ei näin ollen tarvita viemään tilaa huoneesta. Ylimääräisen irtaimiston poistamisesta ja kompaktista keittiöstä saatu lisätila on käytetty ruokailuryhmän koon suurentamiseen ja helpompaan liikkumiseen tilassa. Toimivuuden ja kustannustehokkuuden takia ei keittiön sijaintia tilassa ole lähdetty muuttamaan. (Liite 17.)

Vaihtoehdon kokonaiskustannusarvio muodostuu korjaamohallin, työn vastaanoton ja henkilökunnansosiaalitalan muutoksista. Kustannusarviot on jaettu tilakohtaisiin osiin ja ne on laskettu tarkemmiksi, koska kyseessä on työntilaajan valitsema vaihtoehto.



Korjaamohallin kustannukset muodostuvat seuraavasti (24; 26):

- kiinteiden öljysäiliöiden telineen valmistus ja asennus ja sisältäen ritilätason, kaiteen ja huoltotikkaat 6 700 euroa
- työtasot ja työkalujensäilytystilat sisältäen asentajien työkaluvaunut 31 200 euroa
- voiteluaine- ja paineilmaverkoston muutostyöt sisältäen materiaalin ja asennuksen 3 900 euroa
- varaosien säilytystilan lisäys 1 600 euroa.

Korjaamohallin kokonaiskustannukset ovat noin 43 400 euroa. (24; 26.)

Työnvastaanottotilan uusi palvelutiski maksaa noin 2 900 euroa asennustöineen. Lisäksi tilaan tulee uudet asiakkaiden odotustilat, joiden hinta on noin 1 200 euroa. Lähtökohtaisesti autotarvikkeiden esillepano toteutetaan jo olemassa olevien hyllyjen avulla. (20; 25; 27.)

Sosiaalitalan keittiö maksaa asennuksineen 3 200 euroa. Tarvittavat kodinkoneet ja ruokailuryhmä maksavat 1 600 euroa. Sosiaalitalan kokonaiskustannukset ovat näin ollen 4 800 euroa. (20; 27; 28.)

## **6.5 Kiinteiden öljysäiliöiden teline**

Ensimmäisessä ja viimeisessä layout-vaihtoehdossa on kiinteät öljysäiliöt sijoitettu työnvastaanottotilan välikaton yläpuolelle. Säiliöiden uusi paikka oli työn tilaajan idea ja yksi opinnäytetyön tärkeimmistä kohdista. (7.)

Säiliöiden sijoittamiseksi halutulle paikalle oli säiliöille suunniteltava teline. Tilan muodot ja seinien tukirakenteet asettivat suunnitelmille tietyt haasteet telineen ulkomuodolle ja kestävyydelle. Säiliöiden teline on suunniteltu siten, että se kantaa kuorman ilman ulkopuolisia tukia tai kiinnikkeitä. Korjaamon rakenteisiin ei tehdä muutoksia telineen takia. Ainoastaan korjaamoon tulee lattiaan ankkurit, joihin teline ruuvikiinnityksellä kiinnitetään. Näin ollen voidaan teline myös purkaa, mikäli sitä ei enää tarvita eikä korjaamoon itsessään jää jälkiä telineestä. (Liite 18.)

Telineessä käytetty ritilätaso, kaide sekä huollon mahdollistavat tikkaat ovat Cronvall Oy:n valmistamia. Ritilätasossa on varmuusluvut laskettu mukaan, joten niitä ei ole tässä erikseen laskettu. Ritilätaso, kaiteet ja tikkaat kiinnitetään valmistajan toimittamalla kiinnitysvälineillä telineeseen. (23; 24; 29.)

### 6.5.1 Telineen rakenteen lujuustarkastelu

Teline mallinnettiin samalla ohjelmalla, kuin korjaamokin. Materiaalina on käytetty terästä ja valitut profiilit ovat standardi valikoimasta, kuten liitteenä olevasta osaluettelosta voidaan havaita. Teline sisältää kolmionmuotoisen tukirakenteen, jonka etuosassa on huoltotaso. Huoltotasolla liikkuu vain siellä tarvittaessa työskenteleviä henkilöitä, säiliöiden paino ei kohdistu huoltotasoon. Tukirakennetta kannattaa neljä tukijalkaa. Tukijalat kiinnitetään korjaamon lattiaan. Telineen rakenne on suunniteltu siten, että käytetyt profiilit hitsataan toisiinsa kiinni. Koko telinerakenne kiinnitetään korjaamon lattiarakenteeseen ruuviliitoksilla. (Liite 18.)

Säiliötelineen materiaaliksi on valittu teräs S235. Valitun teräksen alempi myötöraja voidaan laskea kaavalla 1.

$$R_{eL} = R_{eH} - 20MPa = 235MPa - 20MPa = 215MPa \quad \text{KAAVA 1}$$

$R_{eL}$  = alempi myötöraja

$R_{eH}$  = ylempi myötöraja

Lujuustarkastelun tuloksia verrataan rakenteen osalta materiaalin alempaan myötörajaan. Rakenteelle ja rakenteen kiinnitykselle on valittu varmuusluvuksi 2.

Telineen lujuustarkastelu on toteutettu Inventor Frame Analys -ohjelmalla. Telineä kuormitetaan kolmella säiliöllä täynnä öljyä, ritilätasolla, huoltotasolla olevalla kaiteella ja kahden henkilön painolla. Yhden telineellä työskentelevän henkilön painoksi työkaluineen on arvioitu 100 kg. Telineen kokonaiskuormaksi tulee noin 4340 kg. (12; 29; 30.)

Rakenteeseen kohdistuva kuormitus voidaan laskea kaavalla 2 (31, s. 91).

$$FG = mg \Rightarrow FG = 4340kg \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 43400N$$

KAAVA 2

FG = rakenteeseen kohdistuva voima

m = rakennetta kuormittava massa

g = maan vetovoima

Mallintamiseen käytetyn ohjelman avulla voidaan laskea pituus, jolle laskettu kuorma jakautuu. Mittauksen tuloksena kuorma jakautuu noin 16,8 m matkalle. Ohjelmaan sijoitettava kuorma ei ole pistekuormaa vaan jatkuvaa kuormaa, joka on muotoa N/mm. Kuormitus millimetriä kohden voidaan laskea kaavalla 3.

$$\frac{43400N}{16828mm} \approx 2,58 \frac{N}{mm}$$

KAAVA 3

Mallintamisvaiheessa valittiin rakenteen jokaiseen tukijalkaan samankokoinen profiili (ISO 4019 S235 120\*120\*5 mm). Lujuustarkastelussa rakennetta kuormitettiin saadulla arvolla (2,58 N/mm). Tuloksista kävi ilmi, että vaadittu varmuusluku ei toteudu tukijalan kohdalla, joka kantaa rakenteen suurimmat rasitukset. Heikoimman tukijalan profiilia kasvatettiin suuremmaksi ja lujuustarkastelu toteutettiin uudelleen (160\*160\*5 mm). Lujuustarkastelun tuloksena suurin rakenteeseen kohdistuva jännitys on 102,4 MPa. (Liite 19.)

Liitteenä olevista lujuustarkastelutuloksista voidaan todeta suurimman rakennetta kuormittavan jännityksen suuruus ja sijainti. Voima vaikuttaa suurimman kuormituksen kohteena olevan tukijalan yläosaan. Kuvista voidaan havaita myös suurimmat muodonmuutokset ja niiden sijainnit. Rakenteen suurin muodonmuutos on 10,7 mm. Muodonmuutos kohdistuu rakenteen poikittaistukeen. Havaittu muodonmuutos ei aiheuta toimenpiteitä, koska poikittaistuen varmuusluku pysyy kokoajan yli vaaditun kahden. (Liite 19.)

Rakenteen varmuusluku voidaan laskea kaavalla 4 (32, s. 2.3).

$$n = \frac{R_{eL}}{\sigma} \Rightarrow n = \frac{215MPa}{102,4MPa} \approx 2,10$$

KAAVA 4

$n =$  varmuusluku

$R_{eL} =$  alempi myötöraja

$\sigma =$  normaalijännitys

Rakenteen huoltotasolle suoritettiin myös oma lujuustarkastelu. Huoltotason kantavaksi kuormaksi laskettiin huoltotason päällä olevan ritilätason paino kiinnikkeineen, kaide ja kaksi työntekijää. Huoltotason kokonaiskuormaksi tulee noin 300 kg. (23; 29.)

Rakenteeseen kohdistuva kuormitus voidaan laskea kaavalla 2 (31, s. 91).

$$300kg \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 3000N$$

Huoltotason kuormaa kantavien rakenteiden kokonaispituus on 10,5 m. Rakenteen kuormittava voima lasketaan kaavalla 3.

$$\frac{3000N}{10460mm} \approx 0,29 \frac{N}{mm}$$

Kuormittavaksi voimaksi saadaan 0,29 N/mm. Huoltotason lujuustarkastelussa tarvittavat laskut on toteutettu samoilla kaavoilla, joita rakenteen tarkastelussa käytettiin. Huoltotasoon kohdistuvan suurimman jännityksen suurus on 17,8 MPa.

Huoltotason varmuusluku voidaan laskea kaavalla 4.

$$\frac{215MPa}{17,8MPa} \approx 12,08$$

Huoltotason varmuusluvuksi saadaan noin 12. Suurin muodonmuutos on noin 1,6 mm. Varmuusluku on vaadittuun varmuuteen nähden erittäin suuri, ja muodon muutos hyvin pieni. (Liite 20.)

### 6.5.2 Telineen lattiakiinnityksen lujuustarkastelu

Telineen kiinnitys korjaamon lattiaan toteutetaan käyttämällä kierretankoja ja muttereita. Kierretangoille porataan reiät lattiaan, reiät täytetään ankkurimassalla ja kierretangot asetetaan porattuihin reikiin. Telineen tukijalkojen pohjassa on levyt, joissa on lattian kanssa samalla jaolla olevat reiät. Levyt kiinnitetään lattiaan kierretankoihin asennettavien muttereiden avulla. Liitteenä olevassa piirustuksessa ja kuvassa on ruuvit, jotka havainnollistavat kierretankoja muttereineen. (Liite 21.)

Kiinnitykselle tehtiin samanlainen lujuustarkastelu kuin itse rakenteelle. Kiinnityksessä käytettäviä komponentteja kuormitettiin voimilla, jotka saatiin tuloksena rakenteen lujuustarkastelusta. Kiinnitystä on kuormitettu suurimmilla tukijalkaan vaikuttavilla voimilla. Kyseiset voimat kohdistuvat juuri tuelle, jonka profiili kertaalleen vaihdettiin suuremmaksi. (Liite 22.)

Kiinnityksen simulointia ei voida tehdä kuormittamalla suoraan tukijalan aluslevyä kiinnikkeineen. Lattiakiinnitystä simuloidessa on aluslevyyn asennettava 20 mm pitkä profiili tukijalkaa, jotta tulokset olisivat mahdollisimman realistisia. (33.)

Lattiakiinnityksen lujuustarkastelun tuloksista oli havaittavissa, että suurimmat rasitukset laskivat varmuusluvun alle vaaditun kahden. Lisäksi tarkastelussa käytetty profiilin koko aiheutti kiinnitysruuveille ja lattiaa vasten olevalle levyille erittäin suuria rasituksia suurella muodonmuutoksellaan. Tukijalan kokoa kasvatettiin ja profiiliksi valittiin 180\*180\*10 mm. Lujuustarkastelu suoritettiin uudelleen valitulla profiililla. Tuloksista on nähtävissä, että rasitukset ovat nyt vaadituissa rajoissa levyn ja tukijalan profiilin suhteen. Lattiakiinnityksen lujuustarkasteluun tarvittavat laskutoimitukset ovat täsmälleen samoja kuin rakenteen lujuustarkastelussa käytetyt laskutoimitukset. Tukijalkaan vaikuttava suurin jännitys on noin 96 MPa. Varmuusluvuksi saadaan noin 2,2. Muodonmuutokset ovat erittäin pieniä. (Liite 22.)

Suurimpaan rasitukseen lattiaan kiinnityksessä joutuvat käytettävät kierretangot. Koko lujuustarkastelun suurimmat jännitykset kohdistuvat kierretankoihin,

joilla teline lattiaan kiinnitetään. Suurin rasitus on noin 370 MPa, joka kiinnityksessä kierretankoon kohdistuu. (Liite 22.)

Kierretankojen ja muttereiden lujuusluokaksi on valittu 10.9. Valitun luokan myötöraja on 940 MPa. Käyttämällä perinteisempää lujuusluokkaa 8.8 jäädään varmuusluvun osalta alle kahden, koska myötöraja on 640 MPa. (34, s. 679.)

Kierretankojen ja muttereiden varmuusluku lasketaan kaavalla 4.

$$\frac{940MPa}{370MPa} \approx 2,54$$

Koko rakenteen varmuusluku on joka kohdassa yli vaaditun tason. Teline voidaan valmistaa valituilla materiaaleilla ja komponenteilla.

## 7 YHTEENVETO

Työ tehtiin Auto Åström Oy:n autokorjaamoon Linnanmaan toimipisteeseen Ouluun. Työn tavoitteena oli saada korjaamoon uusi ja aiempaa toimivampi layout, joka vastaa paremmin nykyistä tilantarvetta. Lisäksi korjaamon toimintaa kartoitettiin ja mietittiin toimintaan vaikuttavia tehostamiskeinoja.

Työ aloitettiin kartoittamalla olemassa olevan layoutin ongelmakohdat ja sen aiheuttamat haasteet tuottavaan työskentelyyn. Korjaamon toimintamenetelmästä laadittiin prosessikuvaus, jonka tehostamista yhteistyössä työn tilaajan ja henkilökunnan kanssa mietittiin. Korjaamo mallinnettiin 3D-muodossa ja korjaamolle laadittiin vaihtoehtoiset layoutit, joista työn tilaaja valitsi toteuttamiskelpoisimman vaihtoehdon. Valitusta vaihtoehdosta kehitettiin korjaamolle uusi layout.

Uusi layout mahdollistaa toimivamman korjaamohallin, jossa liikkuminen on aiempaa nopeampaa ja turvallisempaa. Uusi työkalujen ja varaosien varastointi minimoi turhan ajankäytön. Työnvastaanotto on työnjohdolle ja asiakkaille viihtyisämpi ja tilavampi. Henkilökunnan sosiaalitalan uusi tilaratkaisu on tehokas ja nykyiselle henkilöstömäärälle aiempaa paremmin optimoitu.

## LÄHTEET

1. Auto Åström Oy. 2012. Saatavissa <http://www.autoastrom.fi/>. Hakupäivä 8.10.2012.
2. Haverila, Matti – Kouri, Ilkka – Miettinen, Asko – Uusi-Rauva, Erkki 2009. Teollisuustalous. 6 painos. Tampere. Infacs Oy.
3. Halme, Pentti – Komulainen, Seppo – Koskinen, Sinikka – Kärki, Tero (toim.) – Lavikainen, Pekka – Ojanen, Raimo – Raitaniemi, Vesa – Riihelä, Lasse – Rissanen, Jukka – Rosti, Taisto – Setälä, Jukka. 2008. Taidolla tuottavuuteen - Työkaluja tuottavuuden kehittämiseen. 1 painos. Tampere. Tampereen yliopistopaino Oy (Juvanes Print).
4. Peltonen, Aarne. 1997. Tuottava tehdas. Helsinki. Hakapaino Oy.
5. Linnanmaan Autohuolto Oy:ssä työskentelevien asentajien haastattelut 12.11–5.12.2012.
6. Karjala, Risto 2012. Korjaamopäällikkö, Linnanmaan autohuolto. Keskustelut 6.11.2012–22.1.2013.
7. Vuorenmaa, Jyrki 2012. Huoltojohtaja, AutoÅström Oy. Keskustelut 6.11.2012–22.1.2013.
8. DEA Italian Work Lab. 2012. Saatavissa: [http://www.barin.es/gases\\_escape/pdf/Catalogo\\_muebles.pdf](http://www.barin.es/gases_escape/pdf/Catalogo_muebles.pdf). Hakupäivä 1.12.2012.
9. DEA Italian Work Lab. 2012. Saatavissa: <http://www.deaworklab.it/index.php>. Hakupäivä 1.12.2012.
10. Treston Oy. 2012. Saatavissa: [http://www.treston.com/data/brochures/files/ESD-products\\_Treston%20Oy.pdf](http://www.treston.com/data/brochures/files/ESD-products_Treston%20Oy.pdf). Hakupäivä 4.12.2012.



11. Tecsol Oy. 2012. Saatavissa: <http://content.yudu.com/Library/A1uum8/TecsolTuotekuvasto20/resources/889.htm>. Hakupäivä 4.12.2012.
12. Arprè Oy. 2012. Saatavissa: <http://www.arpre.fi/>. Hakupäivä 15.11.2012.
13. Rotary lift. 2012. Saatavissa: [http://www.rotarylif.com/uploadedFiles/Products/Light\\_Duty\\_Lifts\\_-\\_Under\\_14,000\\_lbs/Mid-Low\\_Rise\\_Product\\_Info/VLXS10\\_LowRisePad%20Lift\\_Brochure\\_2011.06.pdf](http://www.rotarylif.com/uploadedFiles/Products/Light_Duty_Lifts_-_Under_14,000_lbs/Mid-Low_Rise_Product_Info/VLXS10_LowRisePad%20Lift_Brochure_2011.06.pdf). Hakupäivä 15.11.2012.
14. Stertil Koni. 2012. Saatavissa: <http://koni.stertil.co.uk/en/>. Hakupäivä 15.11.2012.
15. Megaplan. 2012. Saatavissa: <http://www.hofmann-megaplan.co.uk/index.php/products.html>. Hakupäivä 15.11.2012.
16. Sice. 2012. Saatavissa: <http://www.sice.it/default.php?t=ecom>. Hakupäivä 15.11.2012.
17. Hestra Suomi. 2012. Saatavissa: <http://np.netpublicator.com/netpublication/n90195740>. Hakupäivä 3.12.2012.
18. HTH Keittiöt Oy. 2012. Saatavissa: <http://ipaper.ipapercms.dk/HTH/FI/pricelist/>. Hakupäivä 1.12.2012.
19. Filcar. 2012. Saatavissa: <http://www.filcar.eu/home.php?idl=2>. Hakupäivä 2.12.2012.
20. Anttonen, Merja 2013. Kempeleen kaluste Oy. Sähköpostiviesti 14.1.2013
21. AJ Tuotteet Oy. 2012. Saatavissa: <http://www.ajtuotteet.fi/fi/konttori/tietokonepoyta/tietokonepoyta/461980-31187.wf>. Hakupäivä 4.12.2012.

22. ELFA Oy. 2012. Saatavissa:  
[https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi\\_fi/elfa/init.do?item=80-015-37&toc=18755](https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?item=80-015-37&toc=18755). Hakupäivä 4.12.2012.
23. Cronvall Oy. 2012. Saatavissa:  
[http://www.cronvall.fi/sites/cronvall.fi/files/tuotteet/staco\\_katalog.pdf](http://www.cronvall.fi/sites/cronvall.fi/files/tuotteet/staco_katalog.pdf). Hakupäivä 5.12.2012.
24. Lehtola, Jukka-Pekka 2013. Cronvall Oy. Sähköpostiviesti 8.1.2013.
25. Willner, Frej 2012. Hestra Suomi. Sähköpostiviesti 17.12.2012.
26. Arprè, Juha-Pekka 2013. Toimitusjohtaja, Arprè Oy. Sähköpostiviesti 14.1.2013
27. Ikea Suomi. 2012. Saatavissa:  
[http://www.ikea.com/fi/fi/catalog/categories/departments/kitchen/?icid=fi%3Eic%3Efront\\_page%3Eheader%3Ekitchen](http://www.ikea.com/fi/fi/catalog/categories/departments/kitchen/?icid=fi%3Eic%3Efront_page%3Eheader%3Ekitchen). Hakupäivä 16.11.2012.
28. Gigantti Oy. 2012. Saatavissa:  
[http://www.gigantti.fi/catalog/fi\\_kodinkoneet/kodinkoneet](http://www.gigantti.fi/catalog/fi_kodinkoneet/kodinkoneet). Hakupäivä 16.11.2012.
29. Cronvall Oy. 2012. Saatavissa:  
[http://www.cronvall.fi/sites/cronvall.fi/files/esitteet/cronvall\\_terasritilat\\_230113.pdf](http://www.cronvall.fi/sites/cronvall.fi/files/esitteet/cronvall_terasritilat_230113.pdf). Hakupäivä 6.12.2012.
30. The engineering toolbox. 2012 Saatavissa:  
[http://www.engineeringtoolbox.com/sae-grade-oil-d\\_1208.html](http://www.engineeringtoolbox.com/sae-grade-oil-d_1208.html). Hakupäivä 10.12.2012.
31. Mäkelä, Mikko – Soininen, Lauri – Tuomola, Seppo – Öistämö, Juhani. 2000. Tekniikan kaavasto. 4. painos. Tampere. Tammertekniikka.
32. Saarineva, Jarmo 1995. Lujuusoppi. 6. painos. Tampere. Pressus Oy.
33. Kontio, Esa 2013. Lehtori, Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Keskustelu 31.1.2013

34. Valtanen, Esko 2010. Tekniikan taulukkokirja. 18. painos. Mikkeli. Genesis-Kirjat Oy.

## **LIITTEET**

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Korjaamopiirustus

Liite 3 Korjaamohallin nykyinen layout

Liite 4 Työnvastaanoton nykyinen layout

Liite 5 Sosiaalitalan nykyinen layout

Liite 6 Korjaamohallin layout 1

Liite 7 Työnvastaanottotilan layout 1

Liite 8 Sosiaalitalan layout 1

Liite 9 Korjaamohallin layout 2

Liite 10 Kompressorihuone

Liite 11 Työnvastaanottotilan layout 2

Liite 12 Sosiaalitalan layout 2 (alakerta)

Liite 13 Sosiaalitalan layout 2 (yläkerta)

Liite 14 Sosiaalitalan layout 2

Liite 15 Korjaamohallin layout 3

Liite 16 Työnvastaanottotilan layout 3

Liite 17 Sosiaalitalan layout 3

Liite 18 Säiliöteline

Liite 19 Säiliötelineen lujuustarkastelu

Liite 20 Säiliötelineen huoltotason lujuustarkastelu

Liite 21 Säiliötelineen lattiakiinnitys

Liite 22 Säiliötelineen lattiakiinnityksen lujuustarkastelu

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Janne Soutukorva

Tilaaaja Auto Åström Oy

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot

Jyrki Vuorenmaa

0400309532, jyrki.vuorenmaa@autoastrom.fi

Työn nimi Autokorjaamon toiminnan kehittäminen

Työn kuvaus Korjaamon layoutin uudelleen suunnittelu toimivuuden, tehokkuuden, viihtyisyyden ja työturvallisuuden parantamiseksi. Korjaamon toiminnan tehostaminen tuottavuuden parantamiseksi.

Työn tavoitteet

Saada luotua korjaamolle enemmän säilytystilaa yhtenäistää tuotteiden varastointi ja parantaa liikkumista korjaamolla tehokkuuden ja työturvallisuuden parantamiseksi. Lisäksi selvitys tuotannon tehokkuudesta ja tehostamismahdollisuuksista.

Tavoiteaikataulu

6.11.2012. Opinnäytetyön aloituspalaveri ja projektisuunnitelman laadinta.

26.11.2012. Vaihtoehtoiset layout suunnitelmat on laadittu ja työn teoriaosuus on valmis.

28.12.2012. Työntilaaajan tarvitsema materiaali työn osalta on tilaaajan hallussa.

Tarvittaessa materiaalin lisäys opinnäytetyön vaatimalle tasolle.

30.1.2013

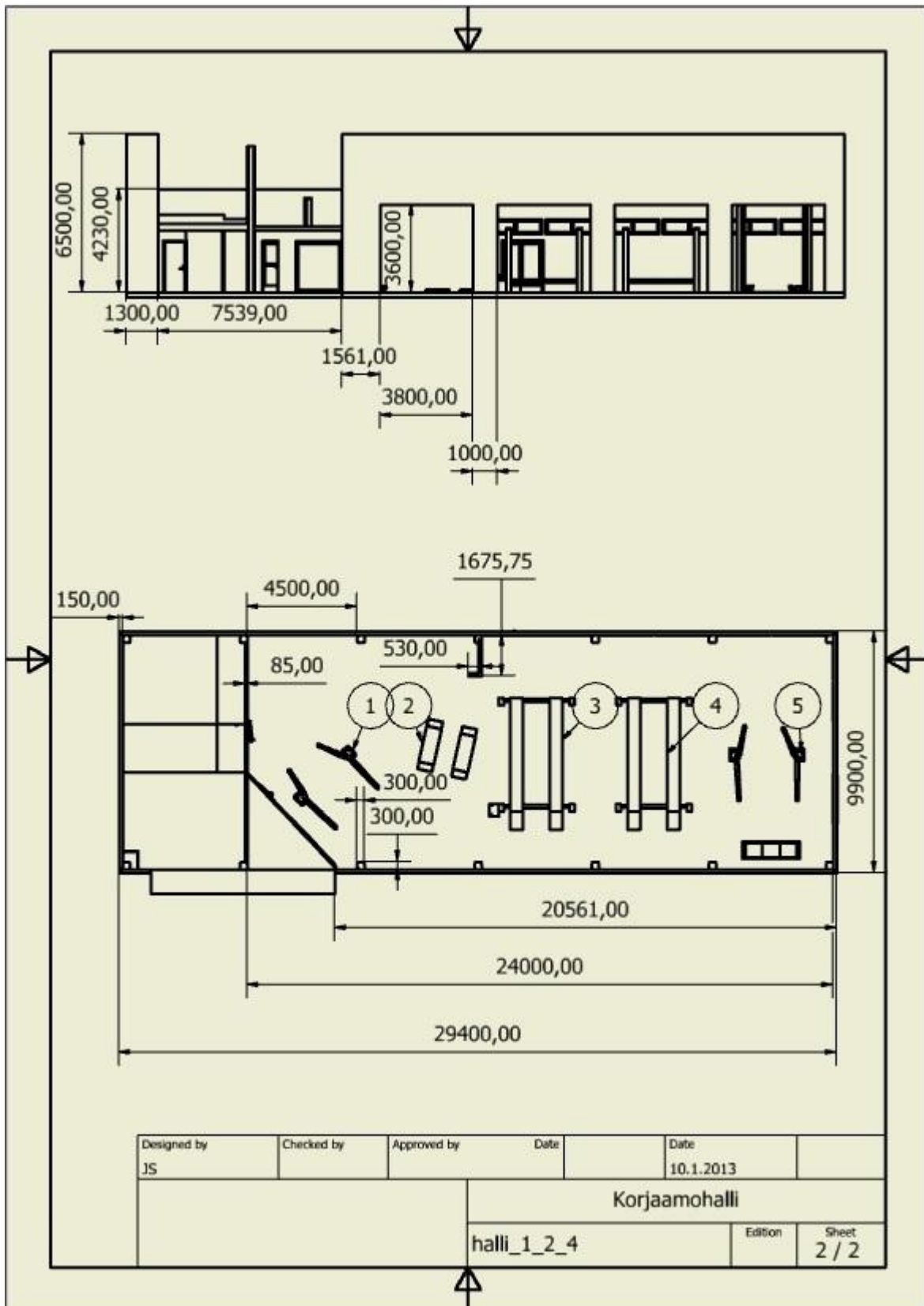
Työ on täysin valmis helmikuu 2013.

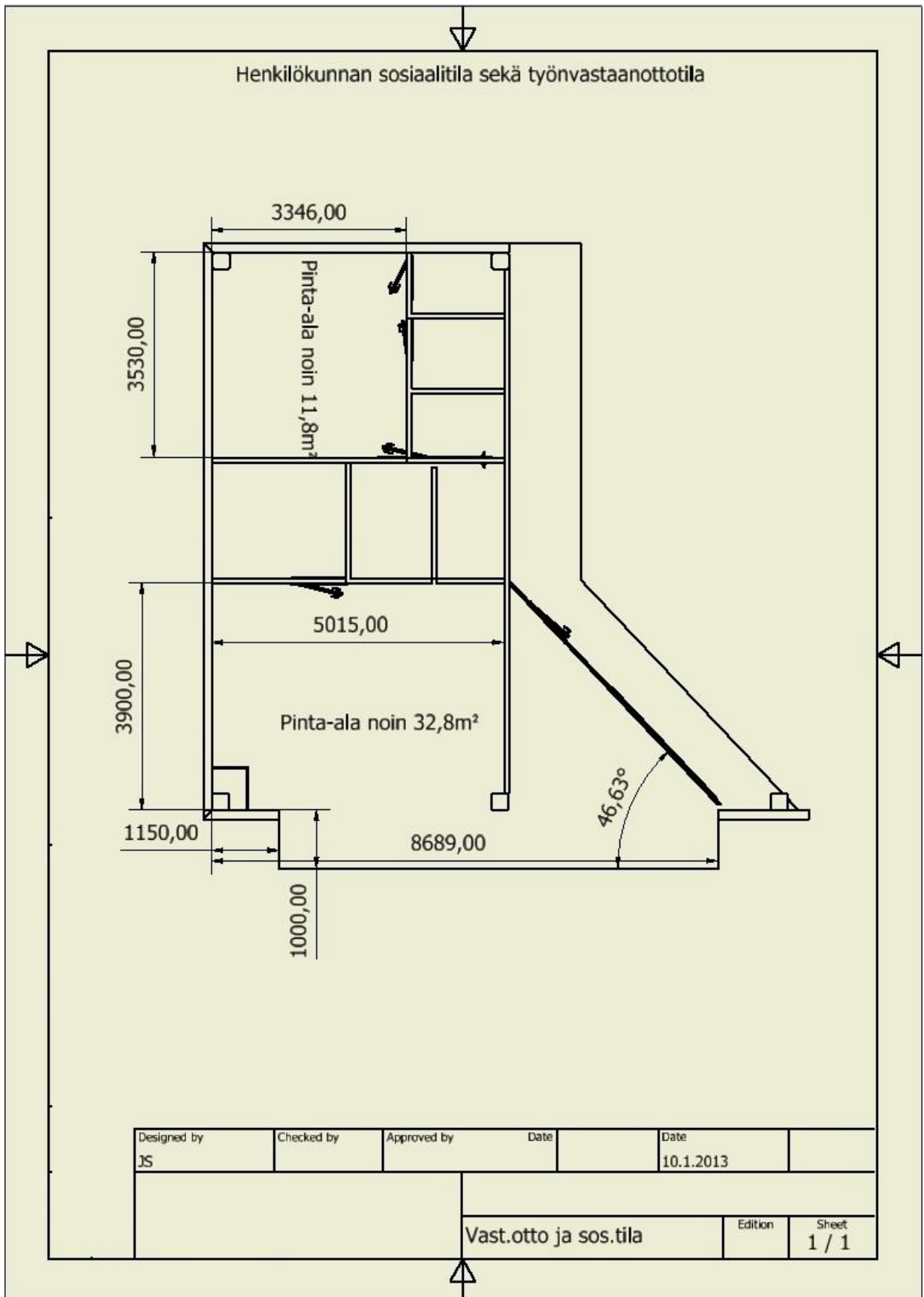
Päiväys ja allekirjoitukset

5.10.2012

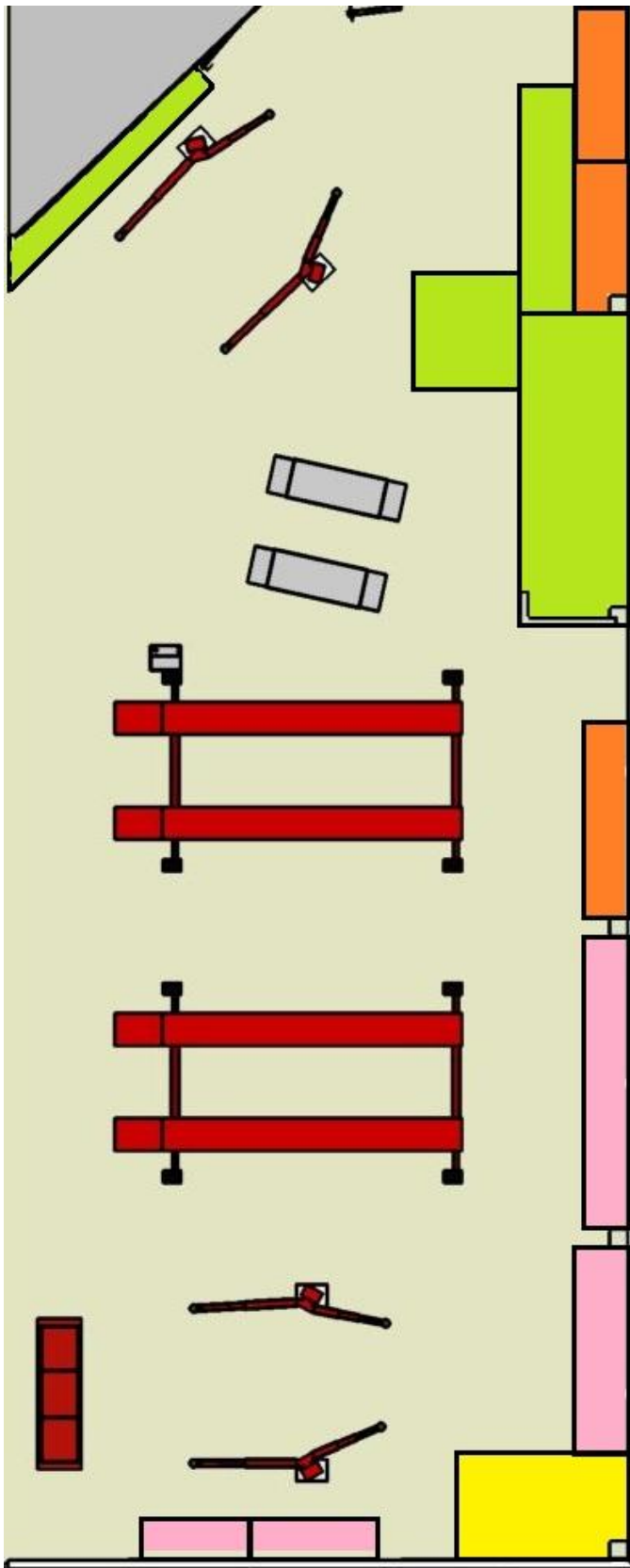
Janne Soutukorva

Jyrki Vuorenmaa

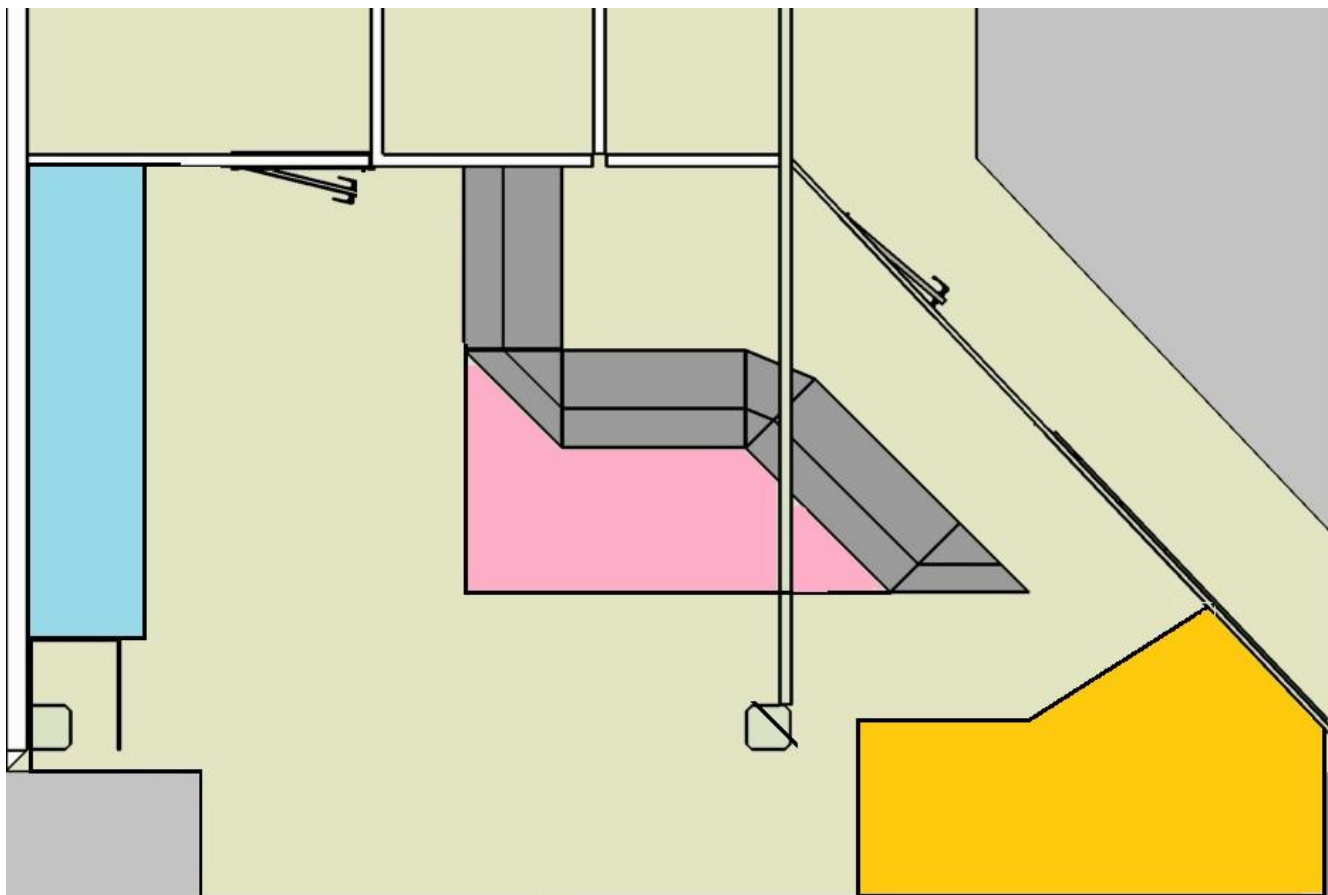







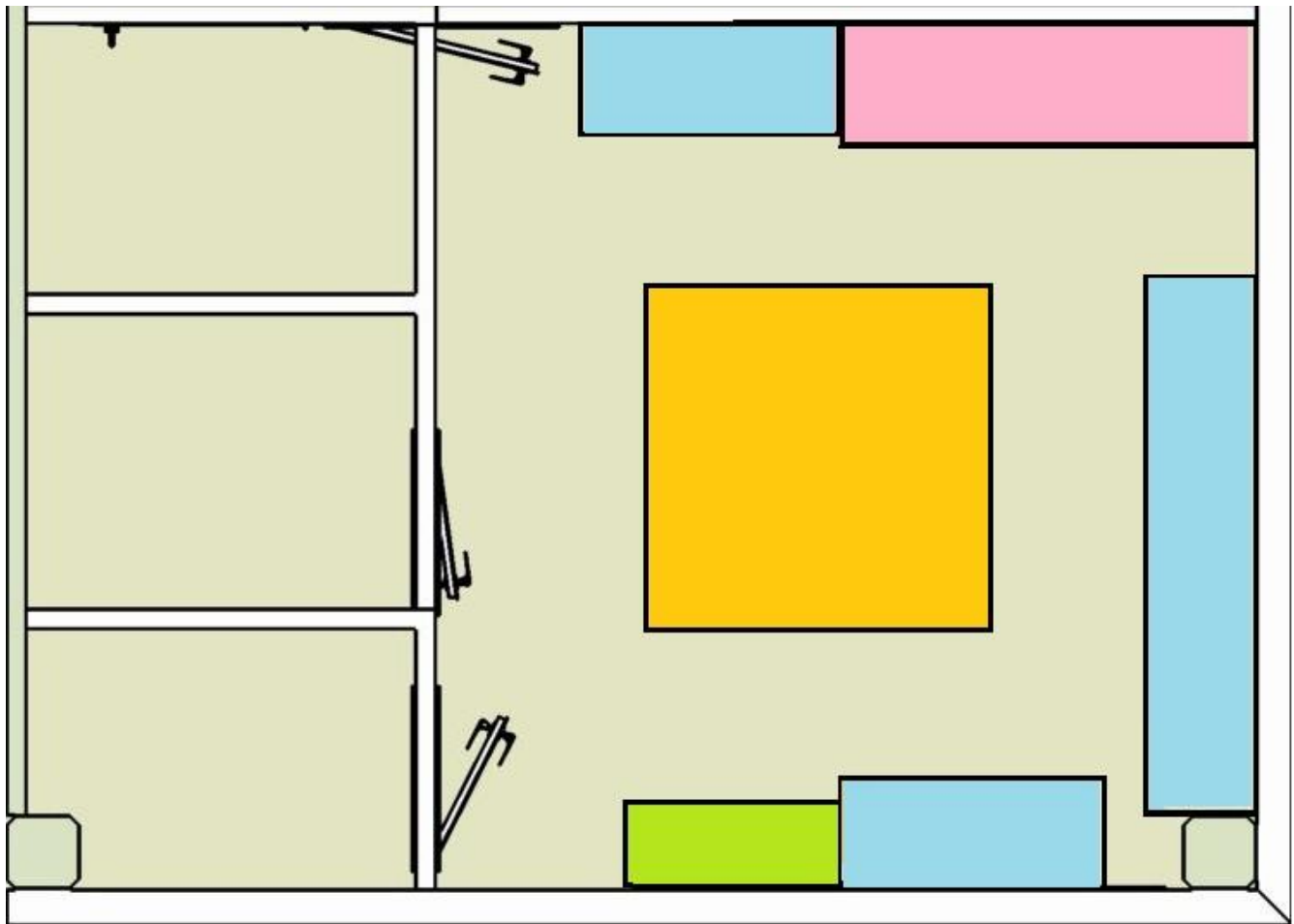








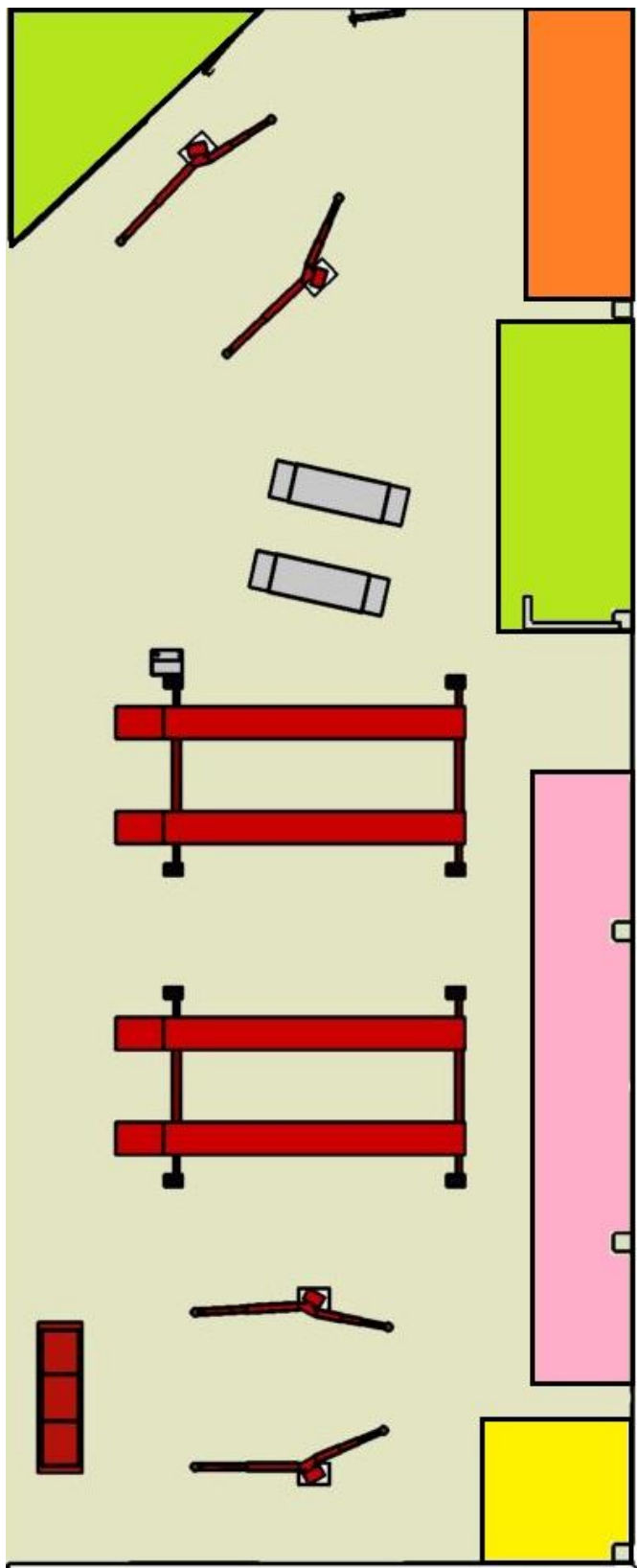
-  Voiteluaineiden säilytys
-  Varaosien säilytys
-  Työkalujen säilytys ja työpisteet
-  Rengaskoneet



-  Asiakkaiden palvelualue
-  Myytävät autotarvikkeet
-  Asiakkaiden odotustila

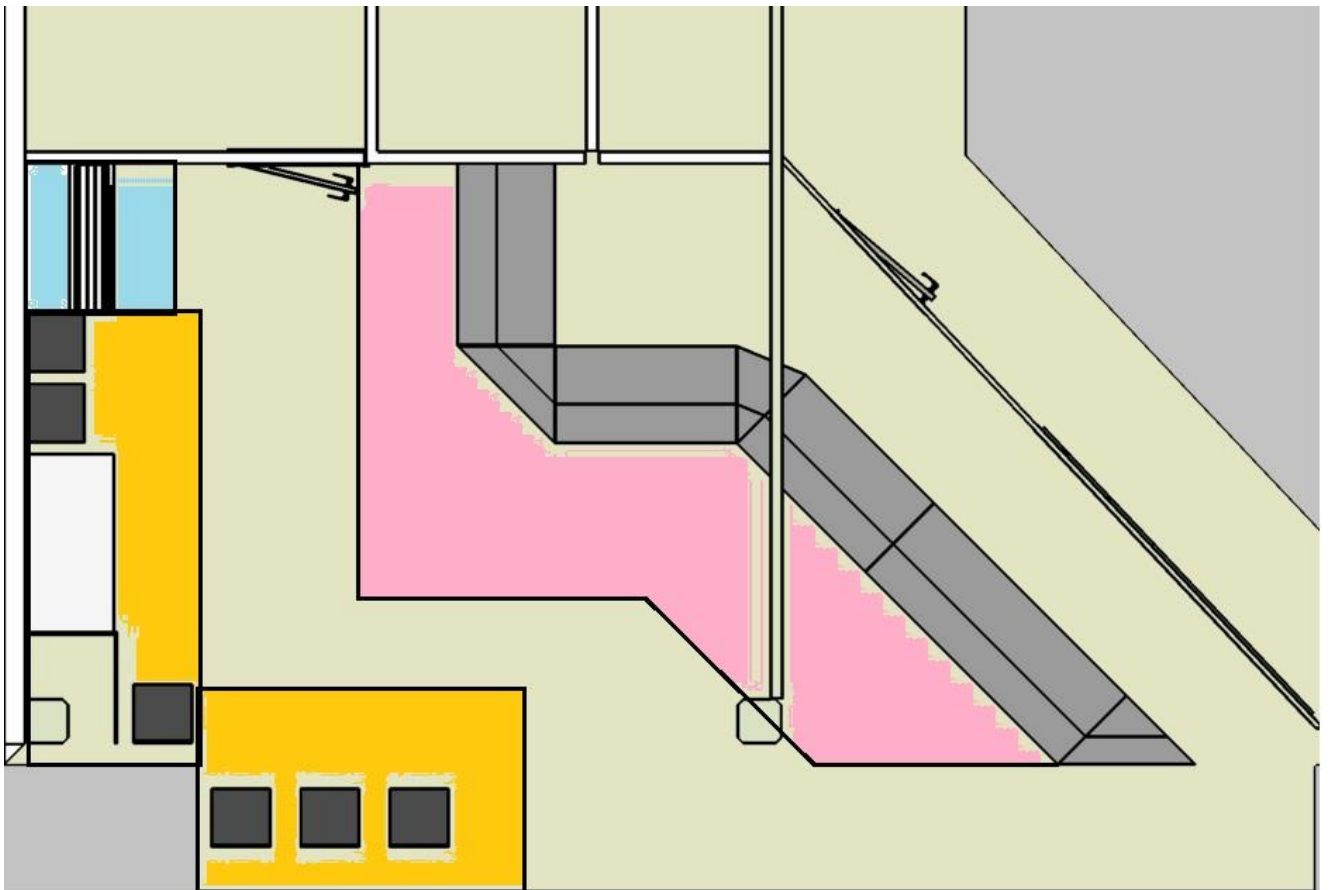


-  Keittiö
-  Pukukaapit
-  Ruokailutila
-  Tietokone ja säilytystilaa kansioille



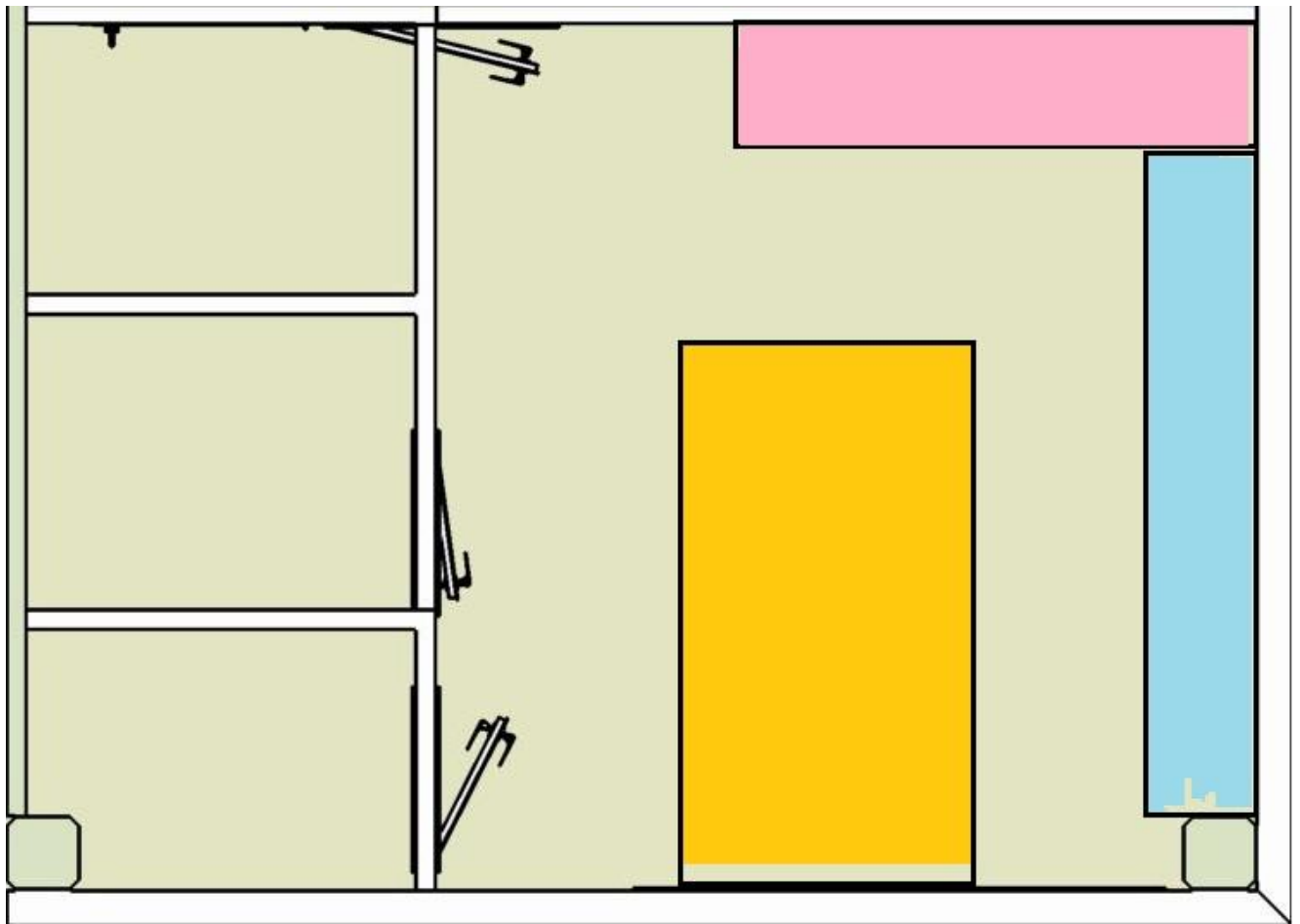
- Voiteluaineiden säilytys
- Varaosien säilytys
- Työkalujen säilytys ja työpisteet
- Rengaskoneet





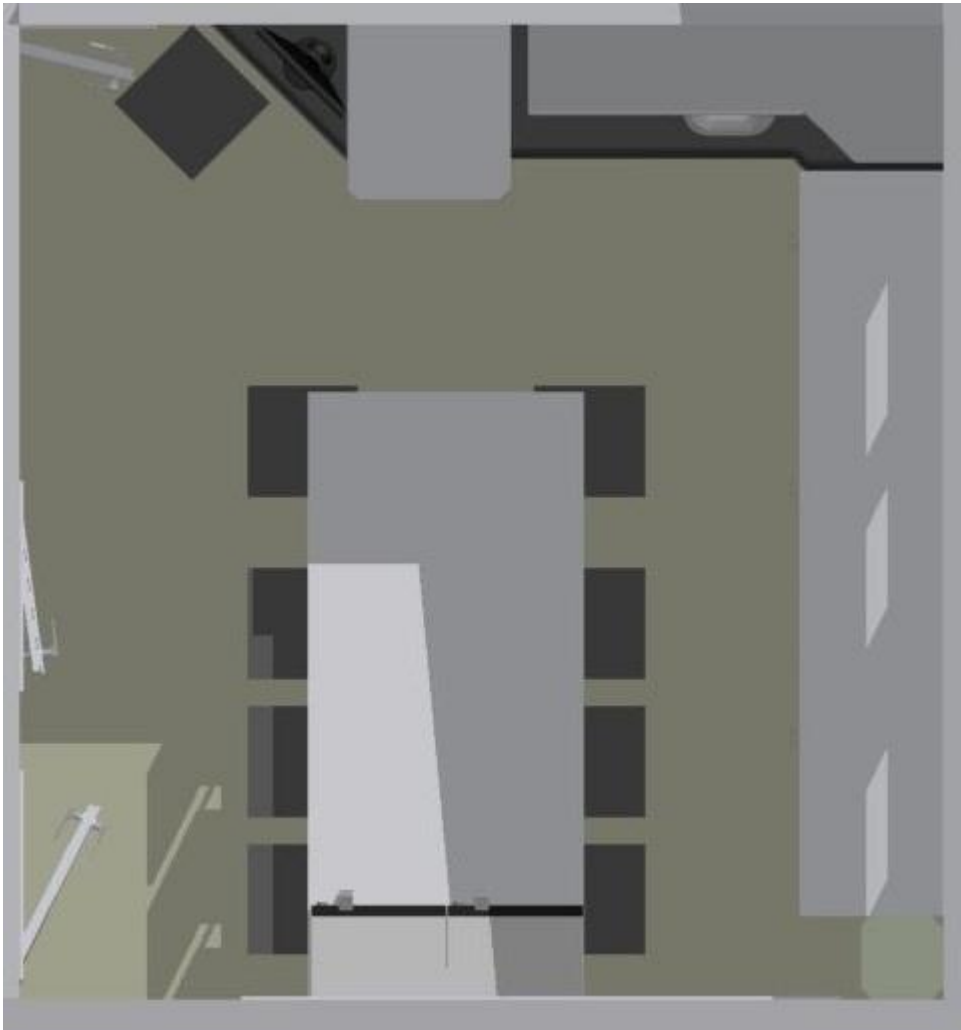
- Asiakkaiden palvelualue
- Myytävät autotarvikkeet
- Asiakkaiden odotustila

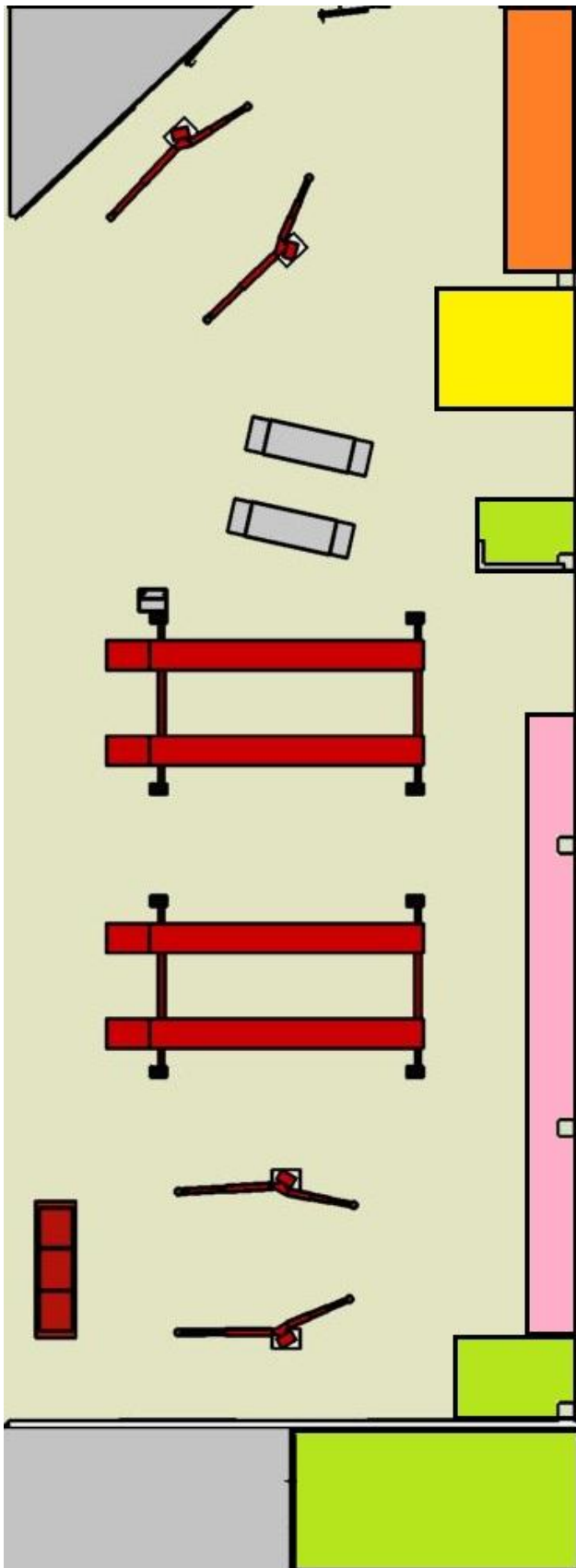




-  Keittiö
-  Pukukaapit
-  Ruokailutila






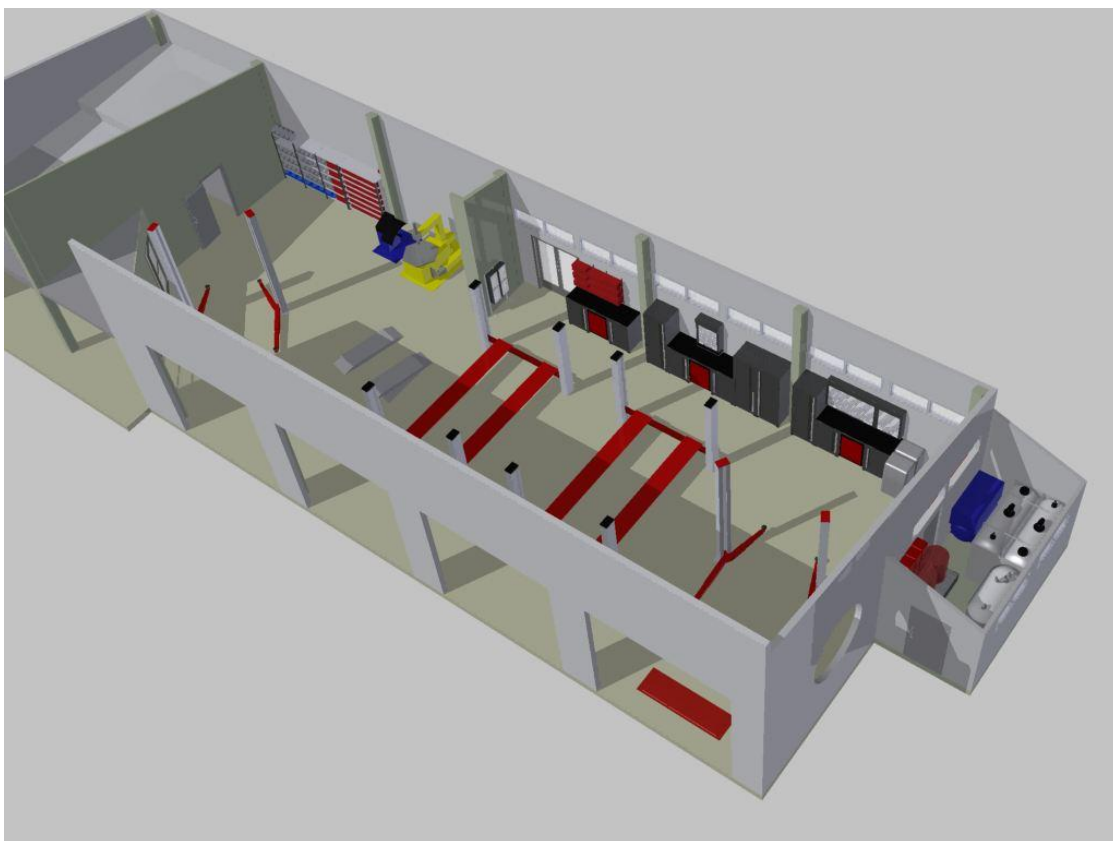
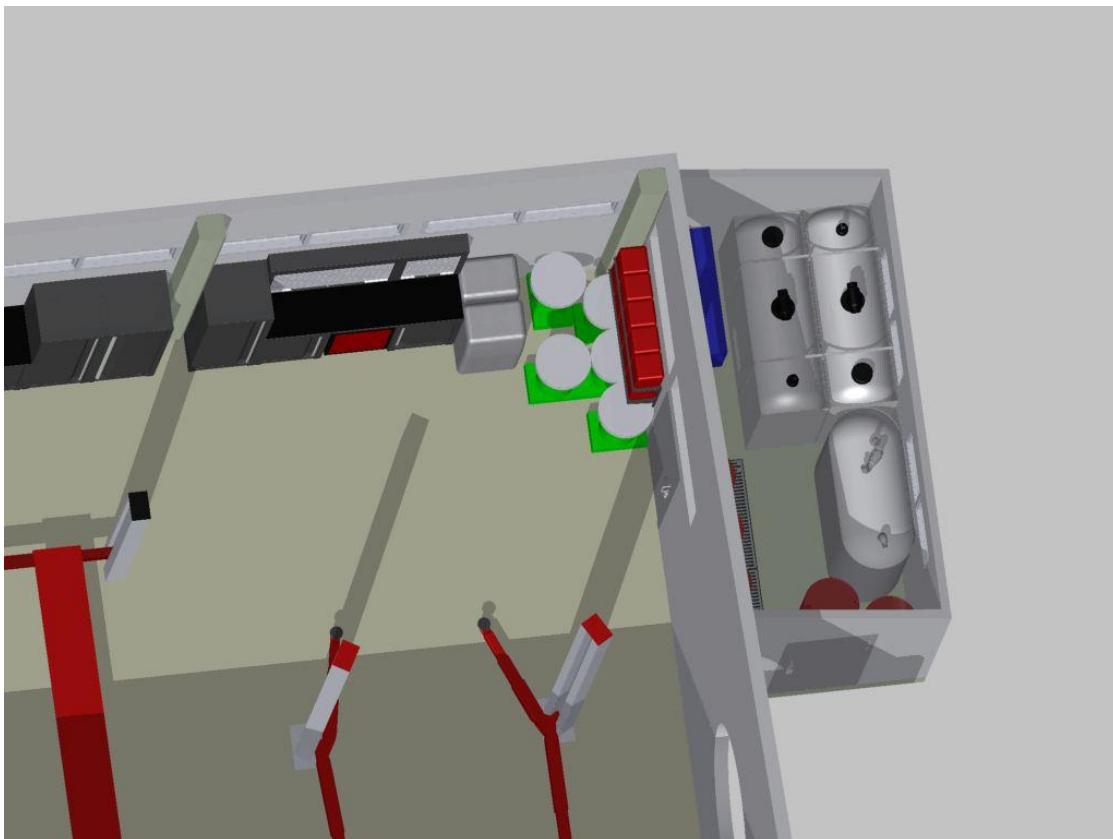


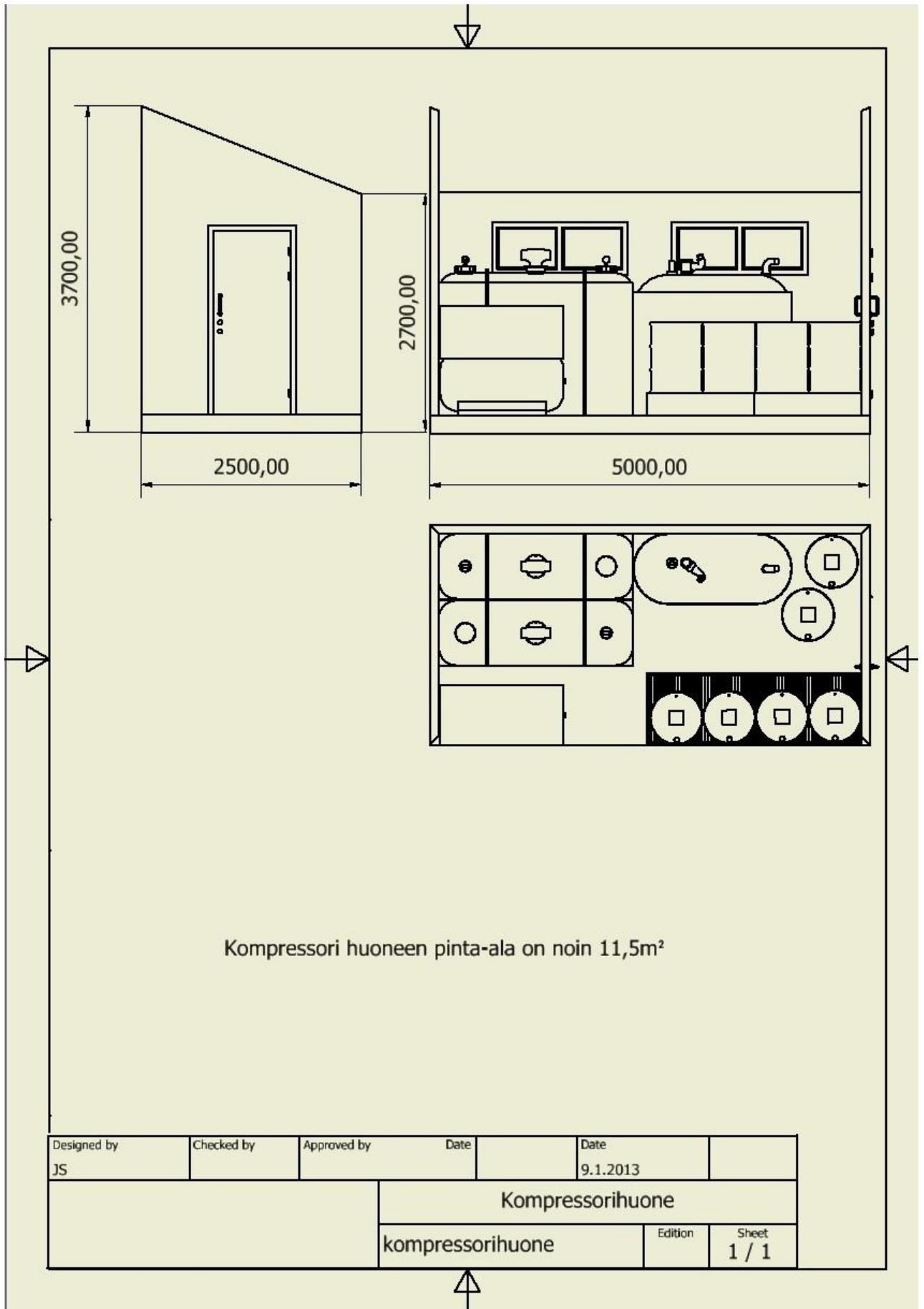
 Voiteluaineiden säilytys

 Varaosien säilytys

 Työkalujen säilytys ja työpisteet

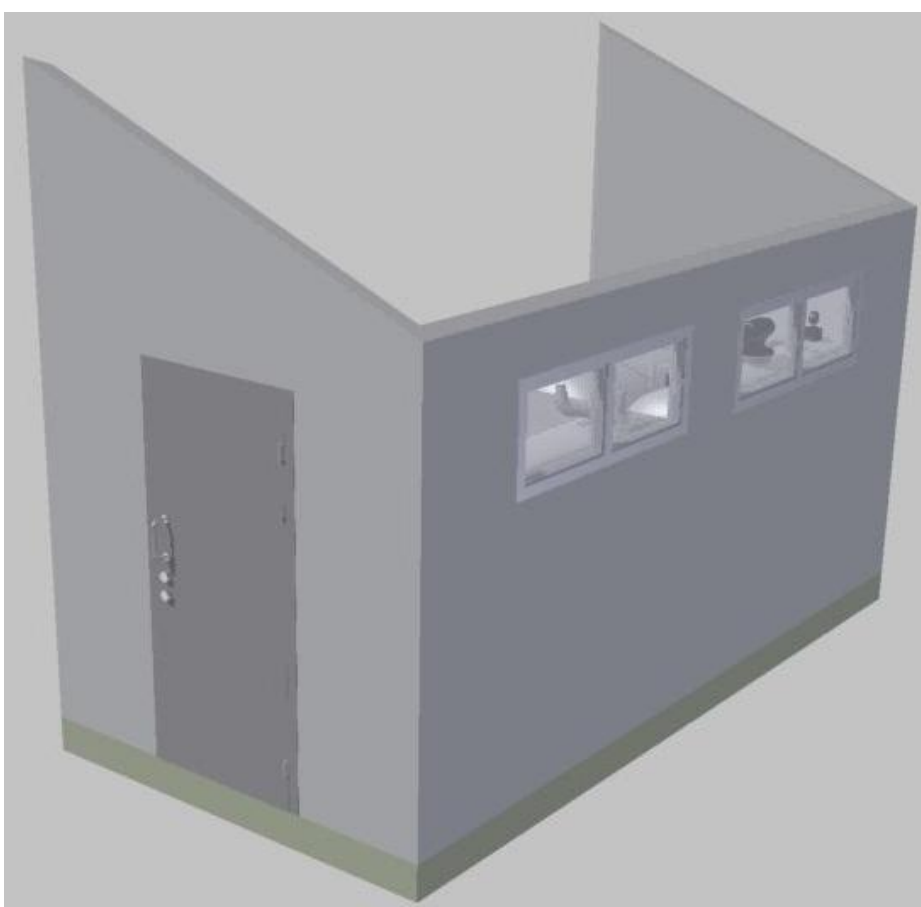
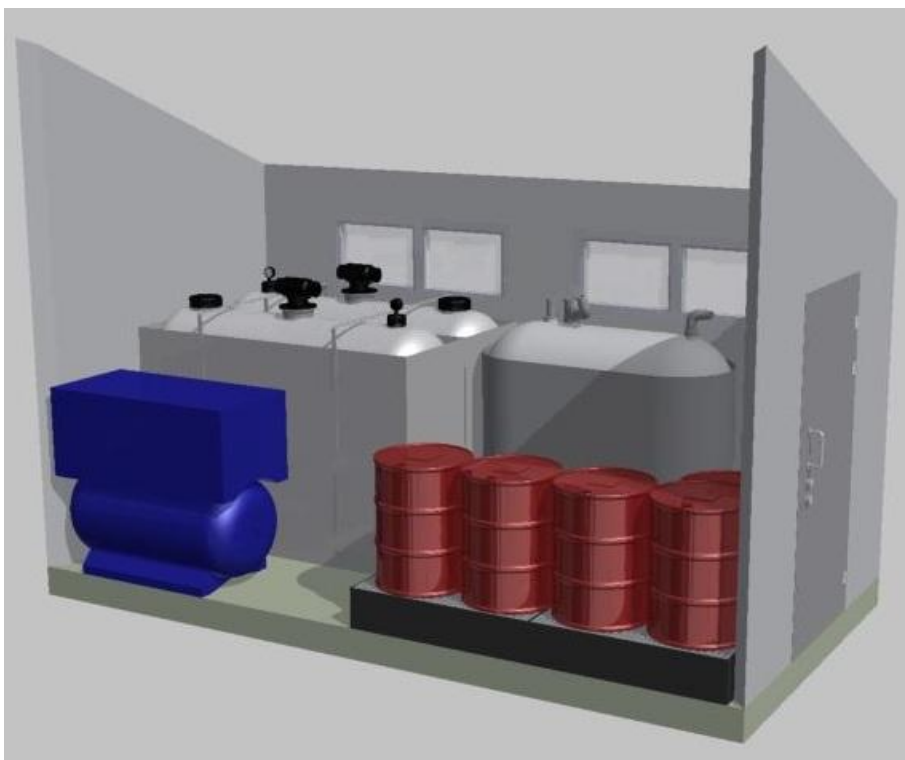
 Rengaskoneet

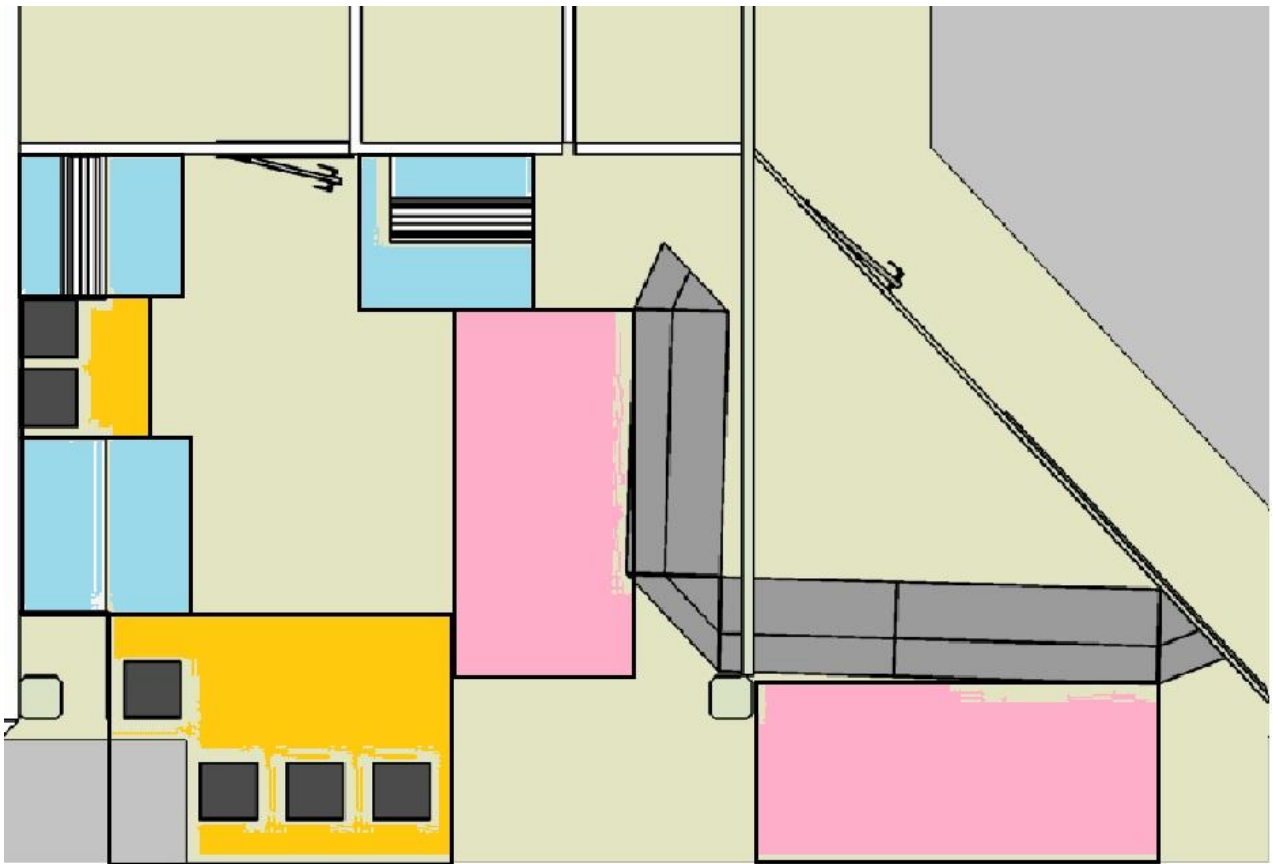




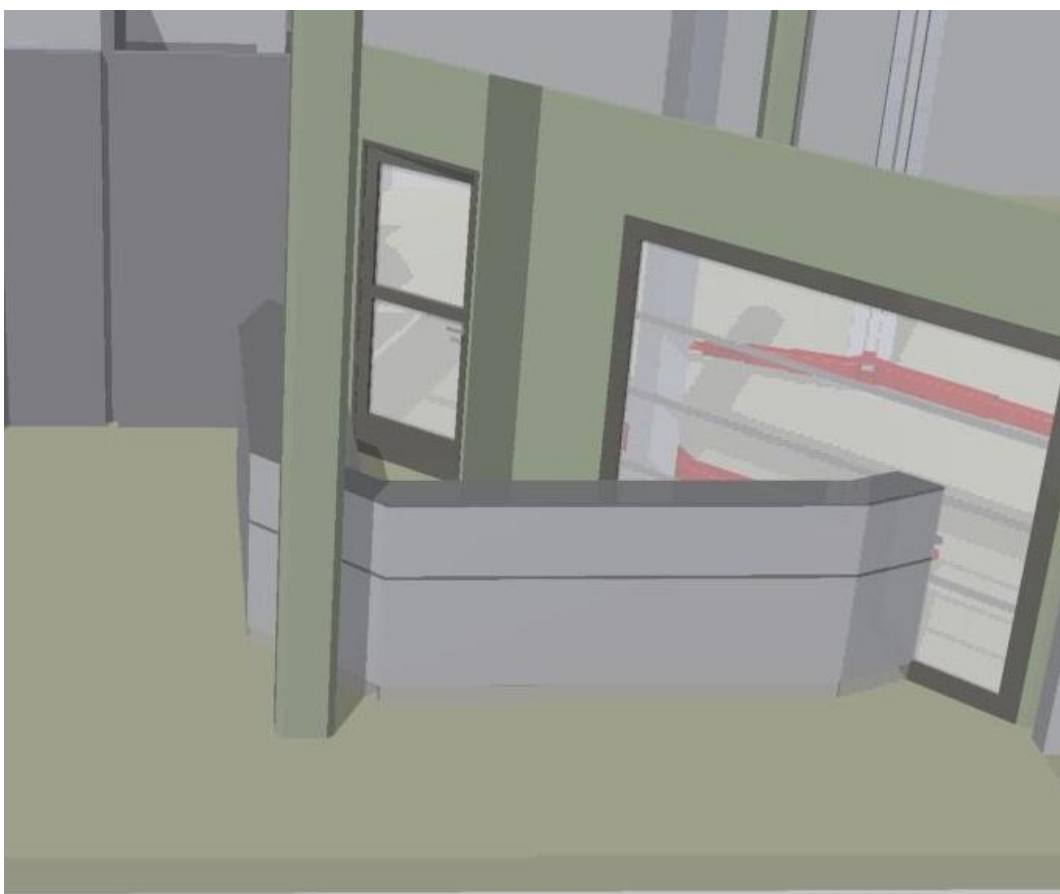
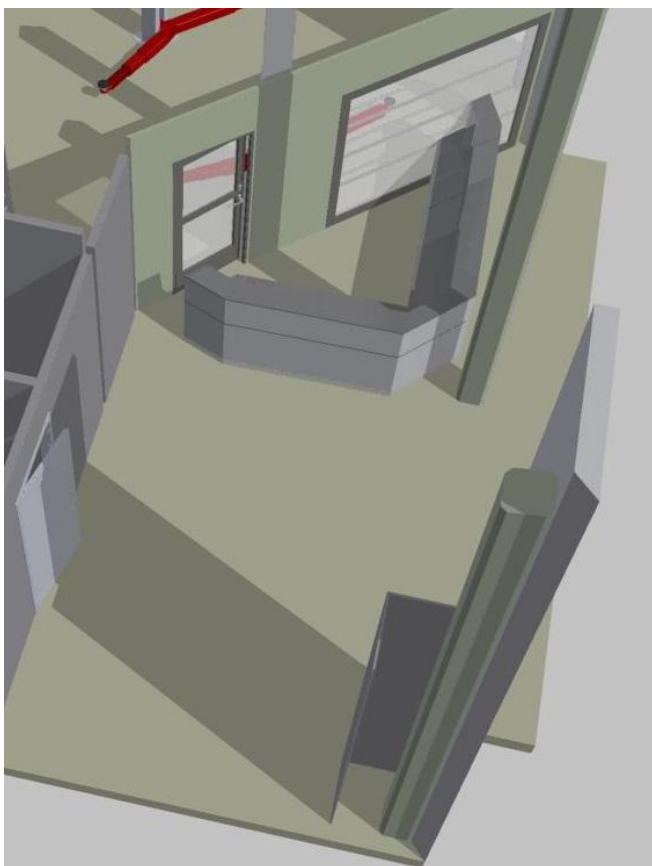
Kompressorihuoneen pinta-ala on noin 11,5m<sup>2</sup>

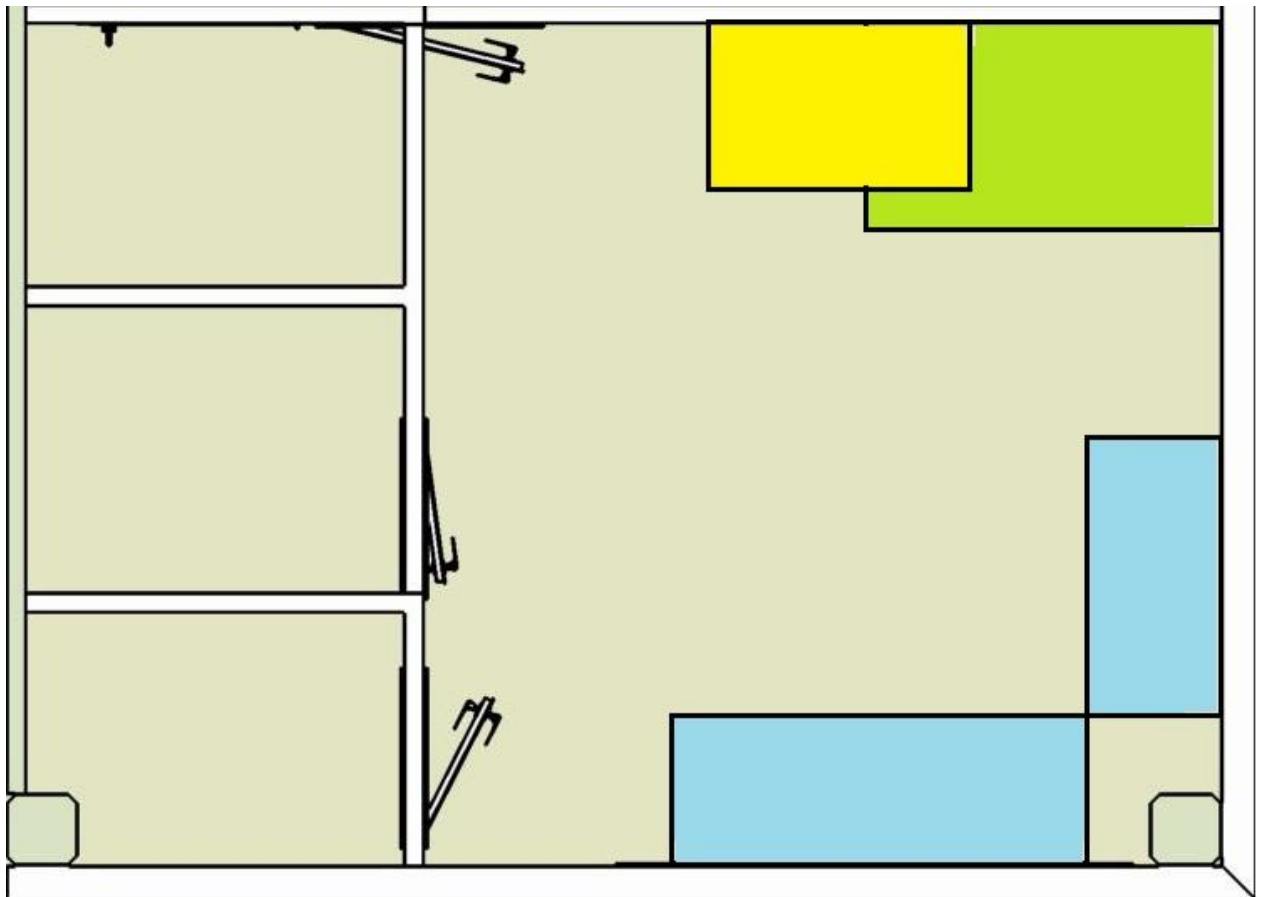
Designed by JS	Checked by	Approved by	Date	Date 9.1.2013	
			Kompressorihuone		
			kompressorihuone	Edition	Sheet 1 / 1








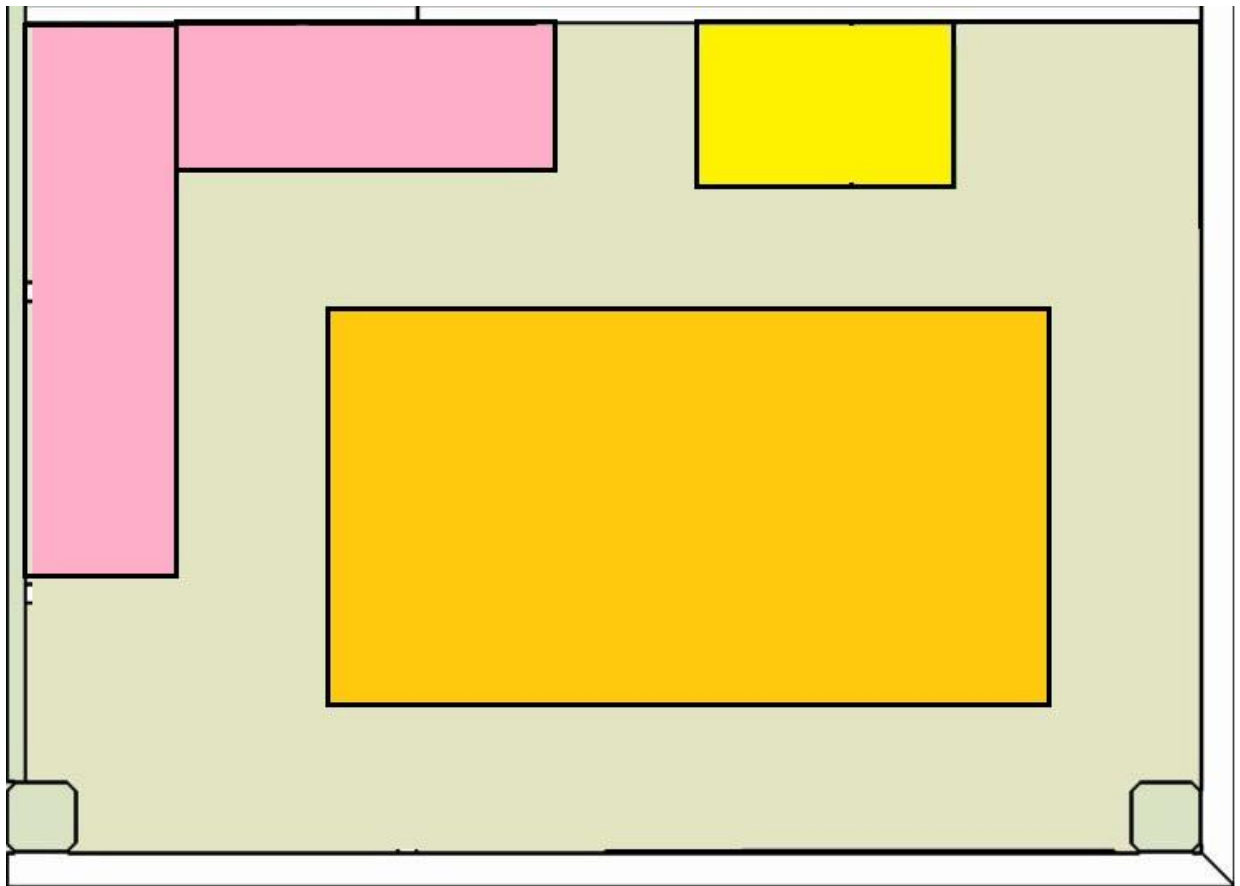
- Asiakkaiden palvelualue
- Myytävät autotarvikkeet
- Asiakkaiden odotustila



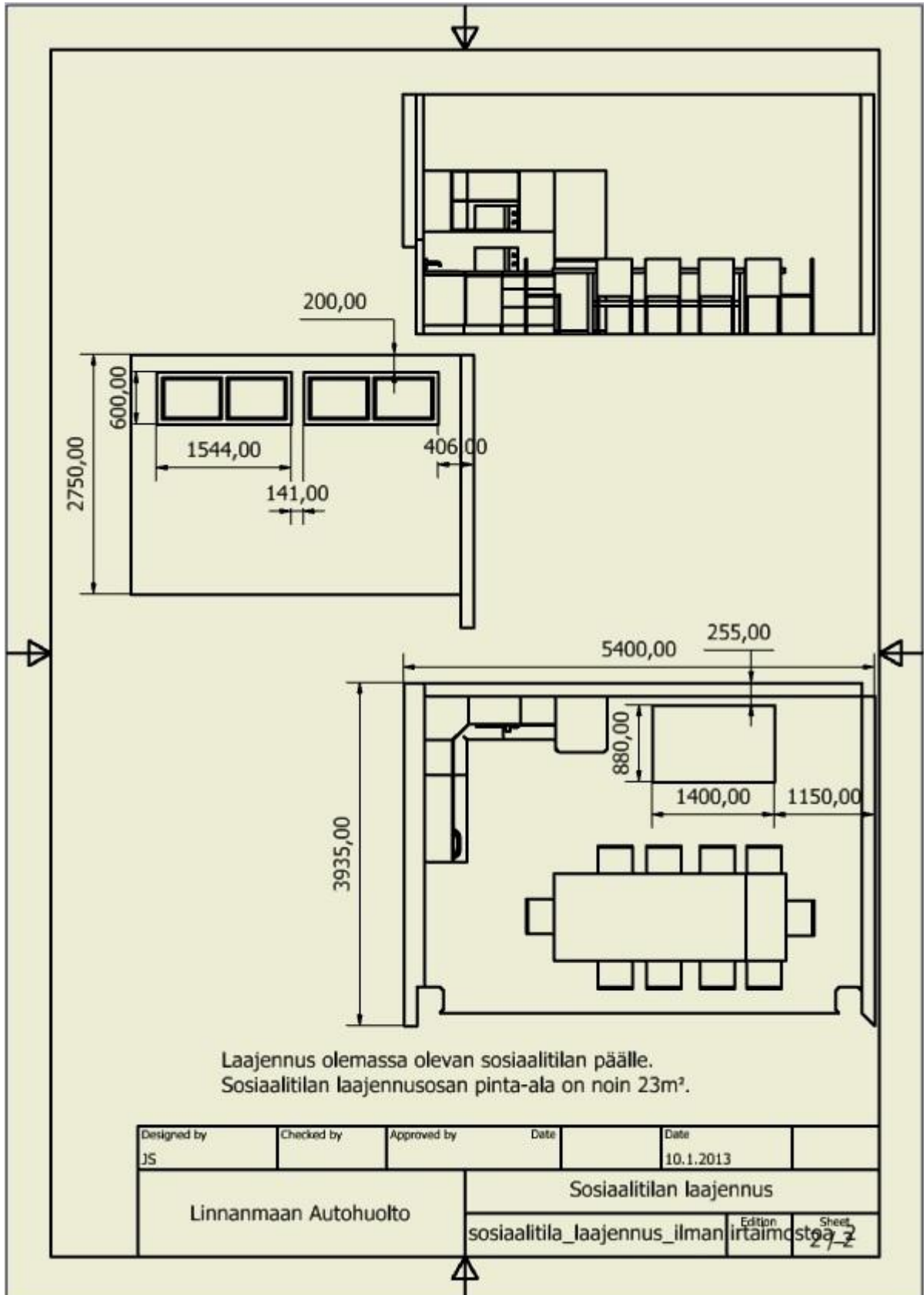


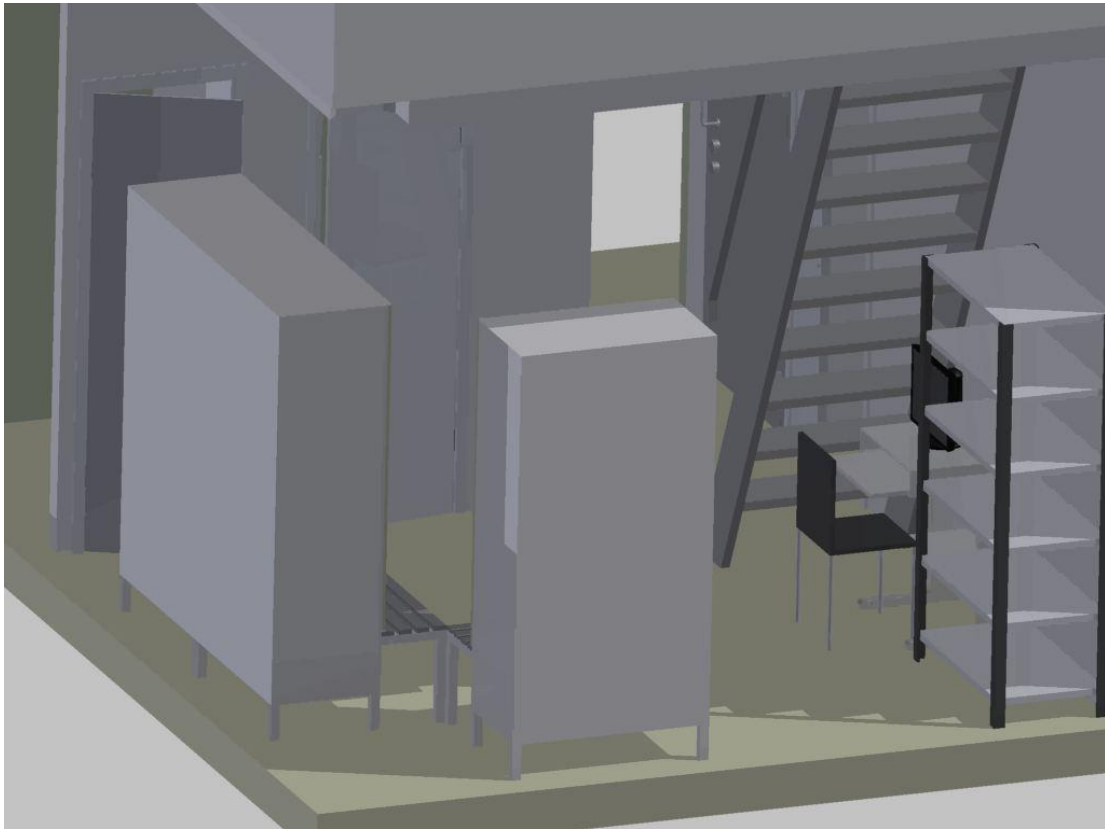
-  Tietokone ja säilytystilaa kansioille
-  Pukukaapit
-  Portaat

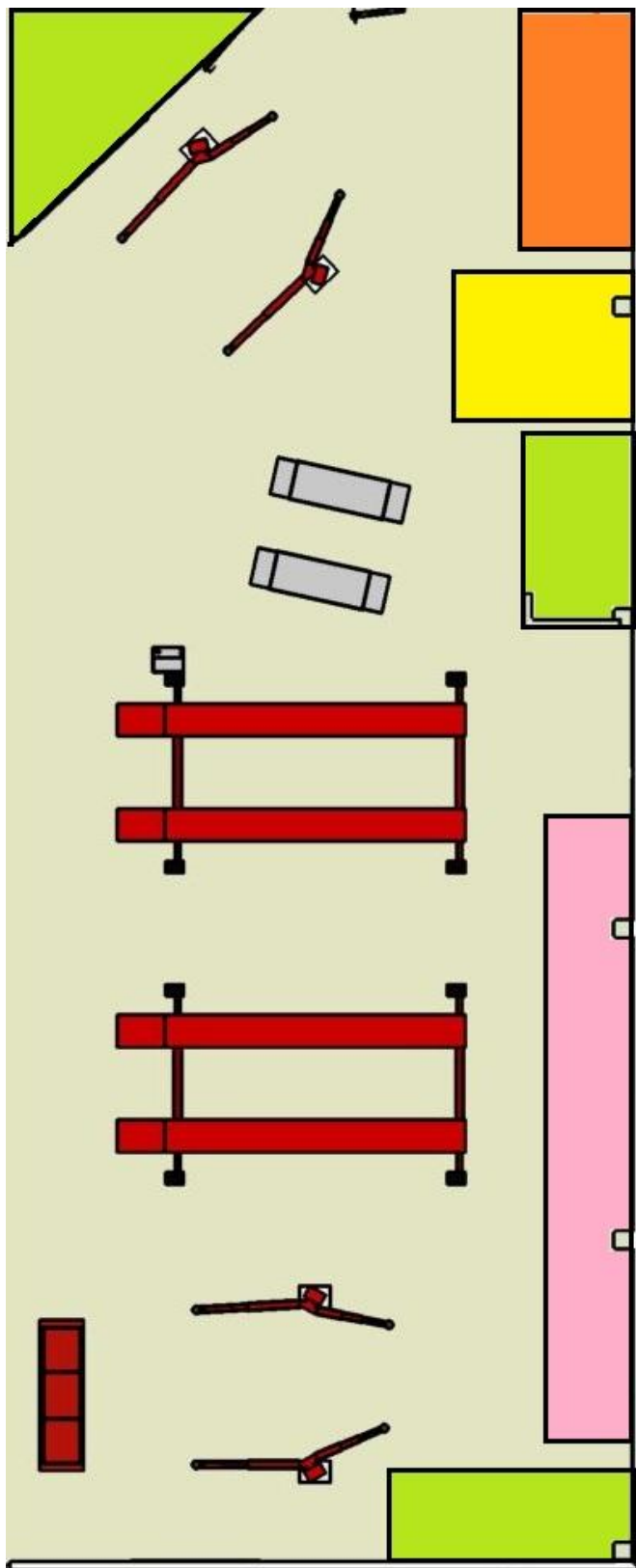




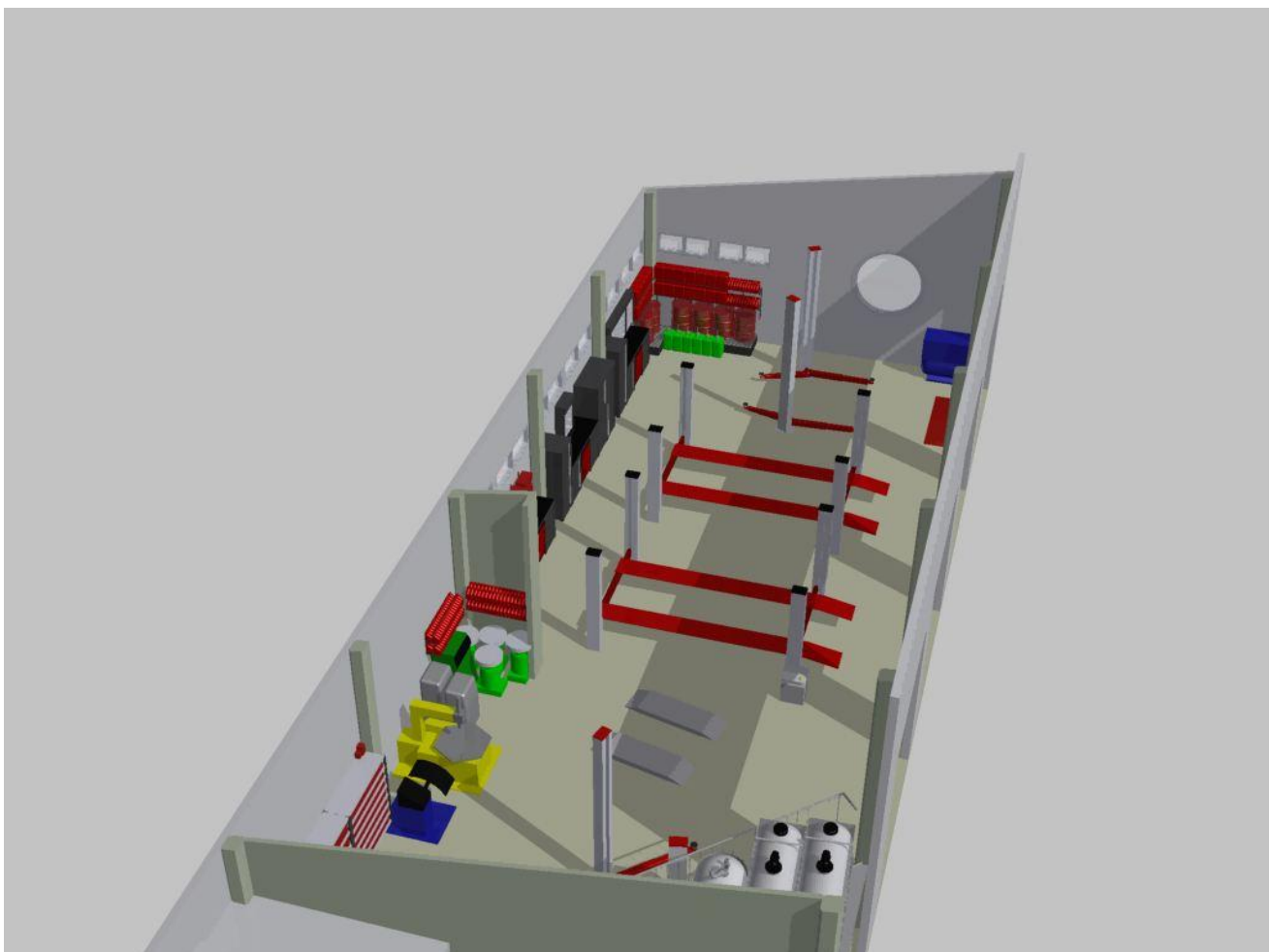
-  Keittiö
-  Ruokailutila
-  Portaat

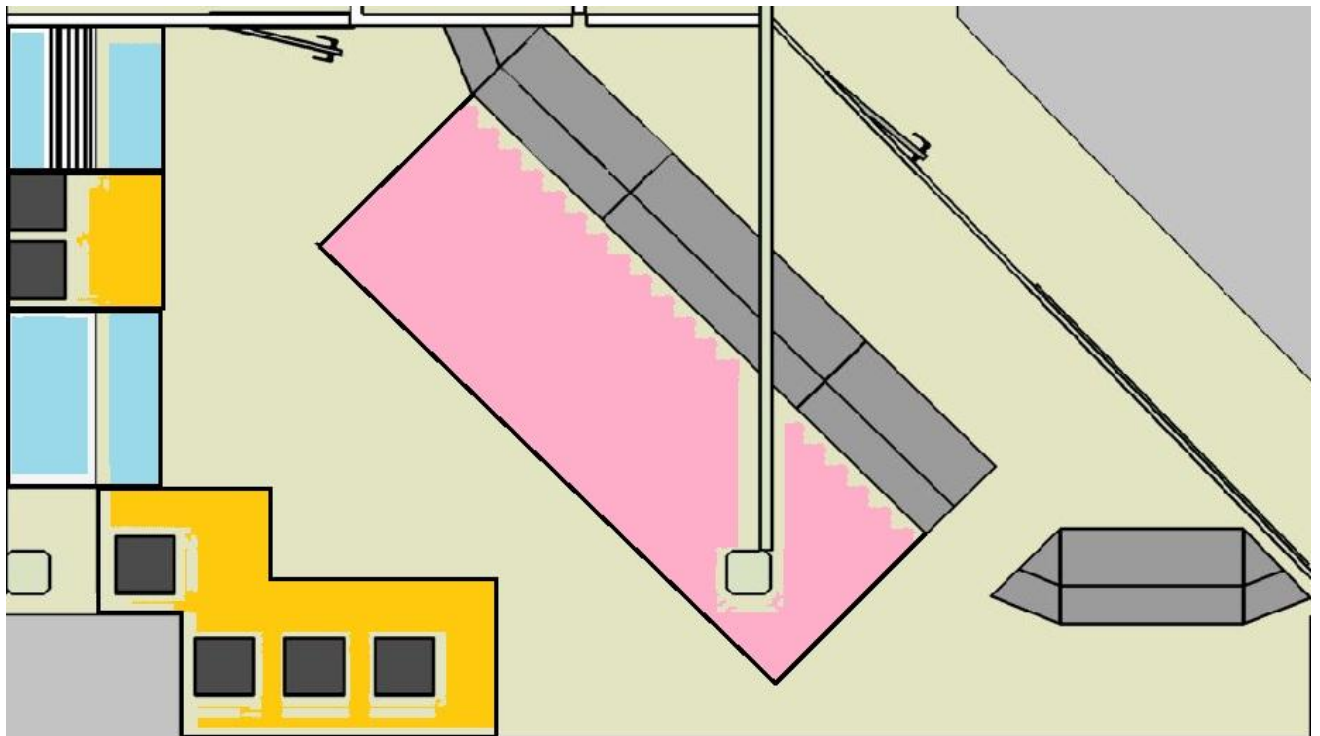




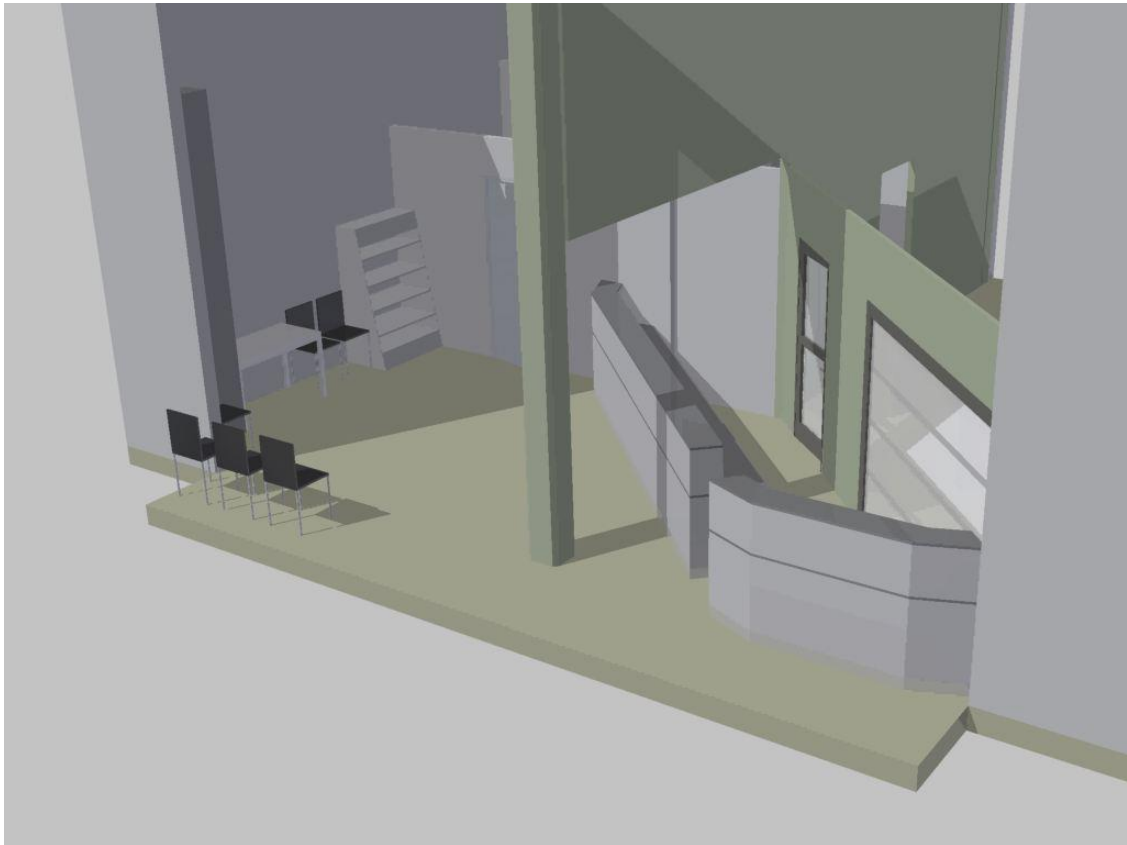


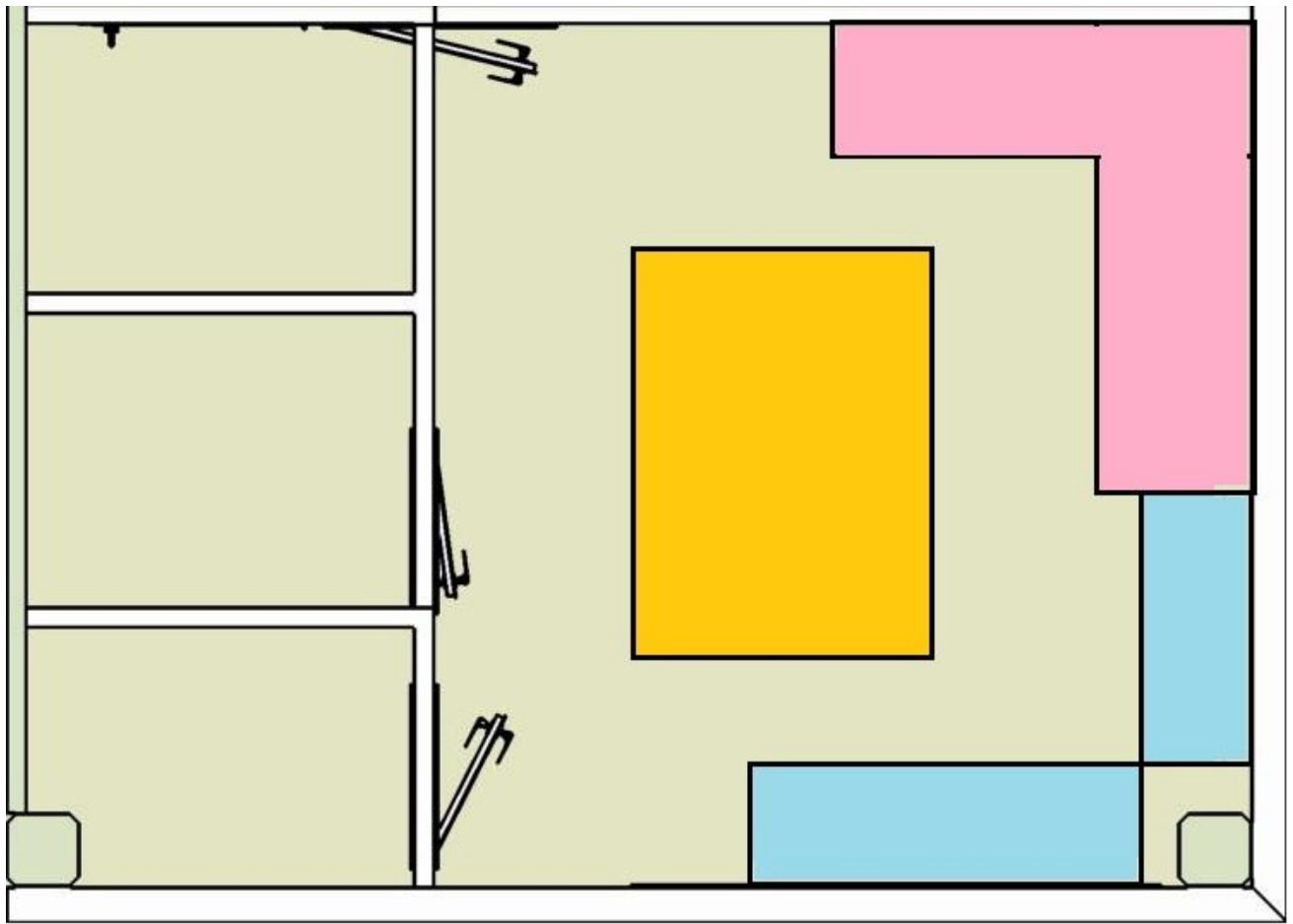
- Voiteluaineiden säilytys
- Varaosien säilytys
- Työkalujen säilytys ja työpisteet
- Rengaskoneet





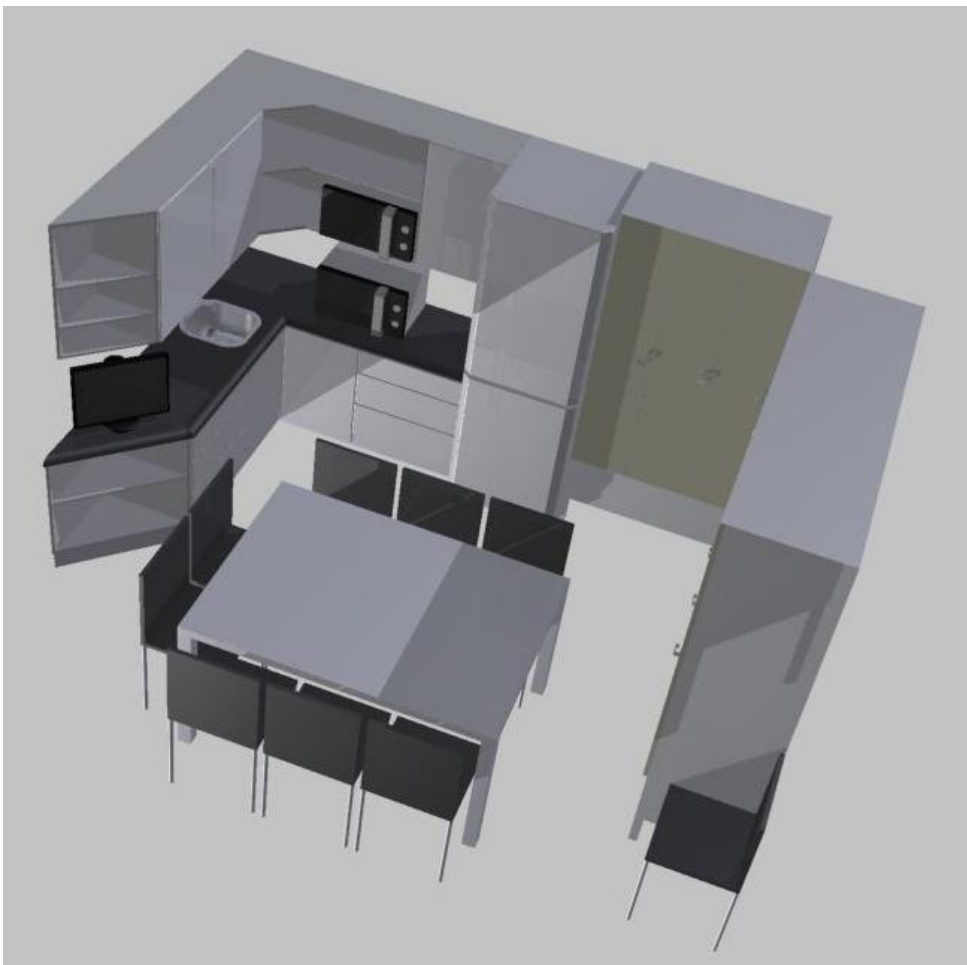
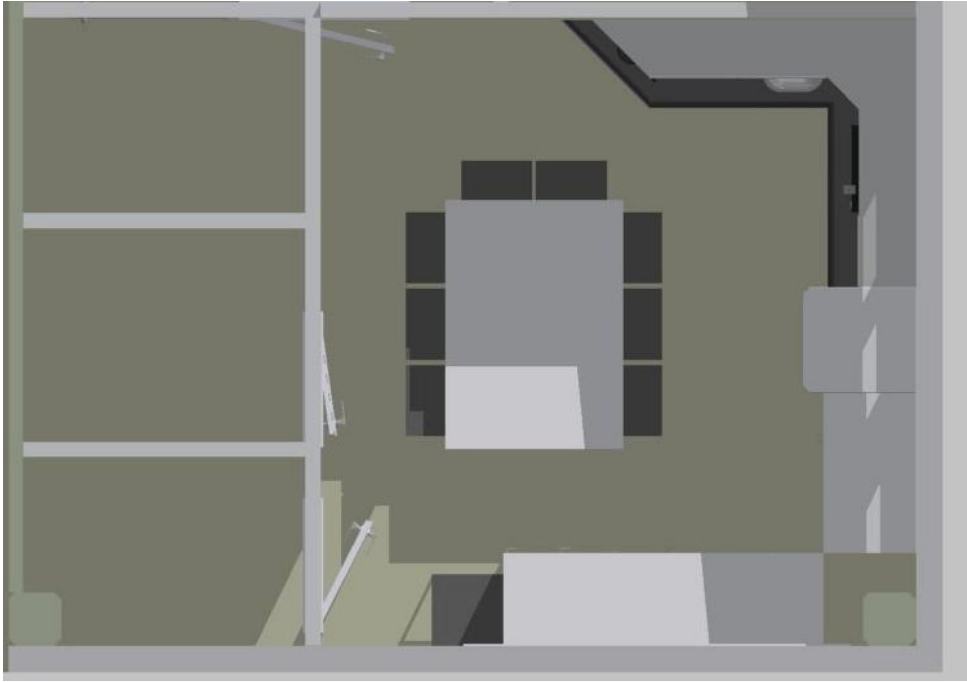
- Asiakkaiden palvelualue
- Myytävät autotarvikkeet
- Asiakkaiden odotustila

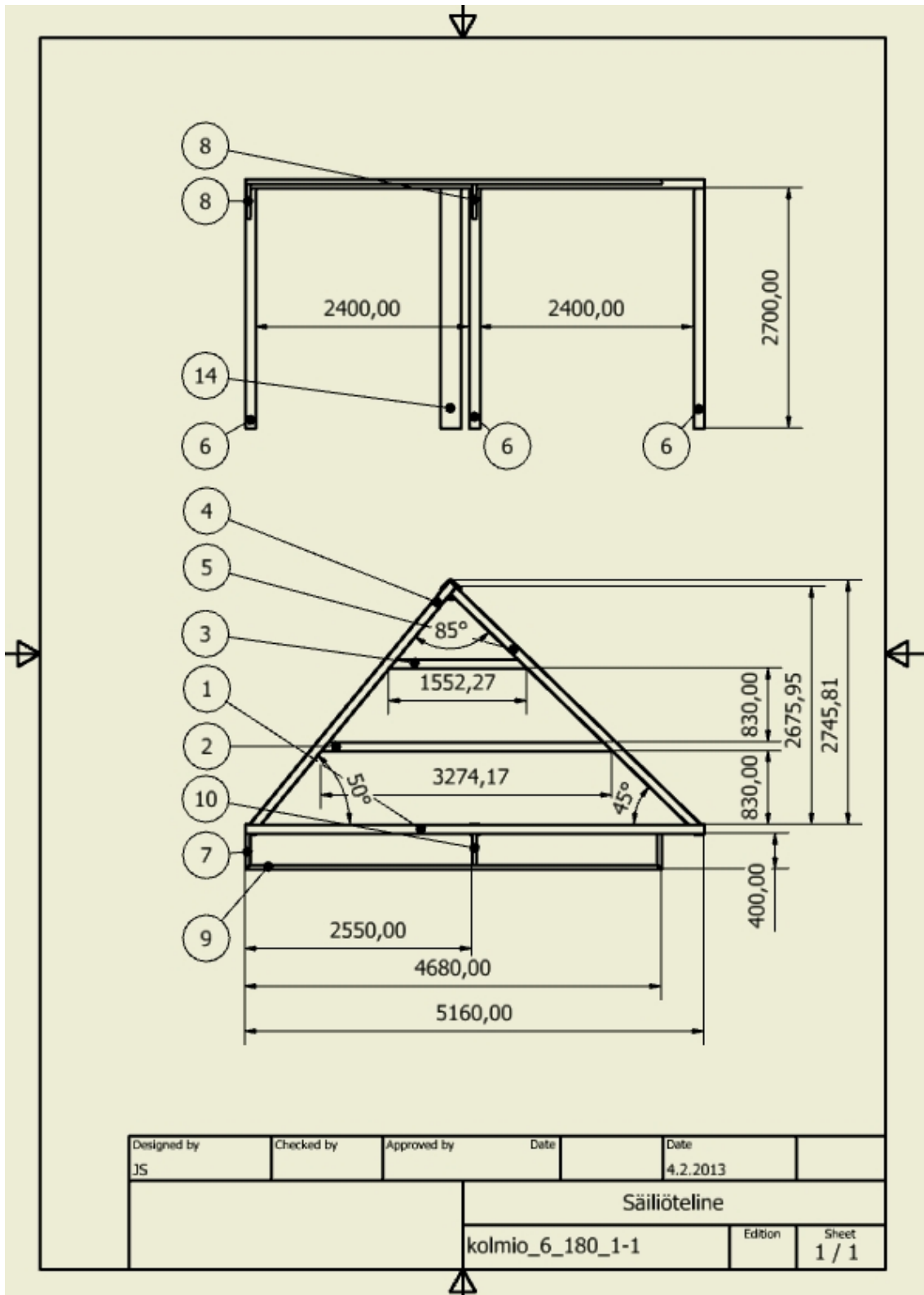




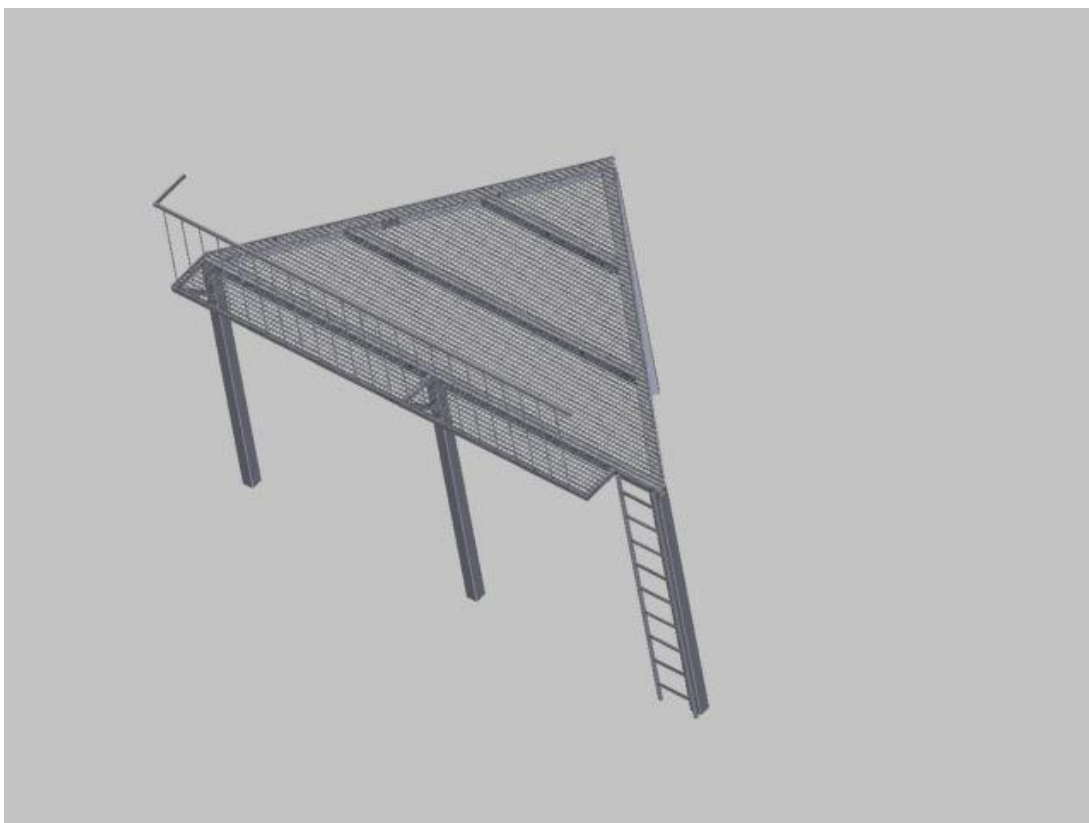
-  Keittiö
-  Pukukaapit
-  Ruokailutila







PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	5160,000 mm	ISO 4019 - 100x100x5 - 5160	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
2	4000,000 mm	ISO 4019 - 100x100x5 - 4000_leikattu_3	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
3	4000,000 mm	ISO 4019 - 100x100x5 - 4000_leikattu_4	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
4	5160,000 mm	ISO 4019 - 100x100x5 - 5160_leikattu1	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
5	5160,000 mm	ISO 4019 - 100x100x5 - 5160_leikattu2	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
6	8100,000 mm	ISO 4019 - 120x120x5 - 2700	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
7	800,000 mm	ISO 4019 - 50x50x5 - 400_leikattu1	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
8	2000,000 mm	ISO 4019 - 50x50x5 - 1000_leikattu	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
9	4680,000 mm	ISO 4019 - 50x50x5 - 4680	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
10	350,000 mm	ISO 4019 - 50x50x5 - 350	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
11	2700,000 mm	ISO 4019 - 140x140x5 - 2700	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
13	2700,000 mm	ISO 4019 - 160x160x5 - 2700	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
14	2700,000 mm	ISO 4019 - 180x180x10 - 2700	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections



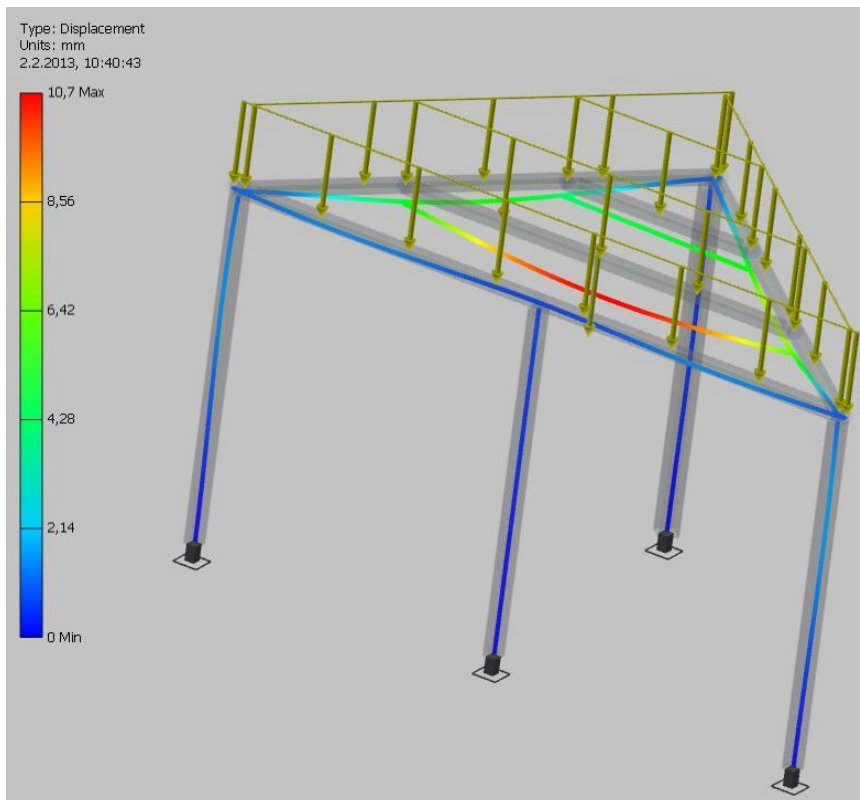
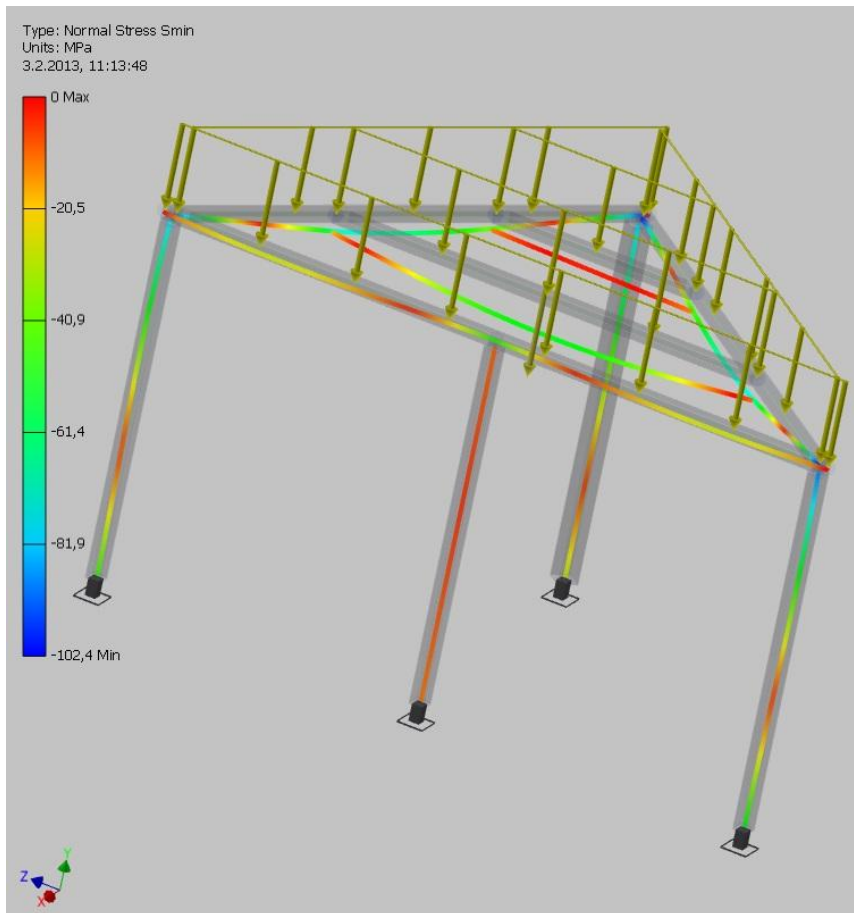
## ☐ Results

### ☐ Reaction Force and Moment on Constraints

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Components (Fx,Fy,Fz)	Magnitude	Components (Mx,My,Mz)
Fixed Constraint:3	11690,643 N	-1889,051 N	2815534,845 N mm	1968863,135 N mm
		11349,546 N		16127,830 N mm
		2071,333 N		2012598,895 N mm
Fixed Constraint:1	11158,802 N	-1789,136 N	2446997,099 N mm	-1469652,014 N mm
		10885,080 N		-23662,333 N mm
		-1683,124 N		1956363,426 N mm
Fixed Constraint:2	9665,517 N	-301,527 N	479896,336 N mm	162170,986 N mm
		9660,307 N		-6260,349 N mm
		98,754 N		451621,382 N mm
Fixed Constraint:5	17906,097 N	3979,713 N	2893268,034 N mm	-310681,156 N mm
		17451,449 N		-5536,126 N mm
		-486,963 N		-2876533,762 N mm

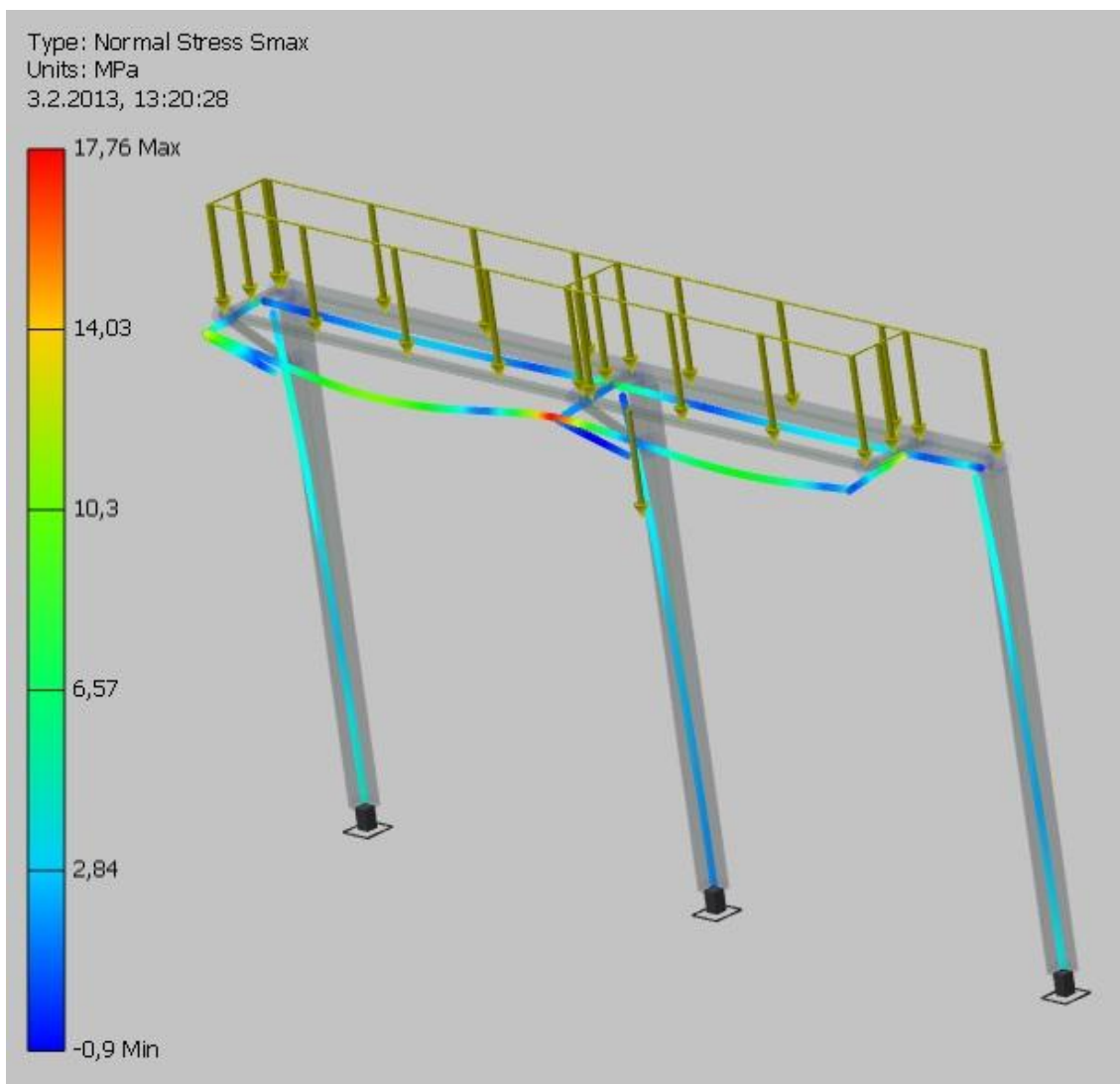
### ☐ Static Result Summary

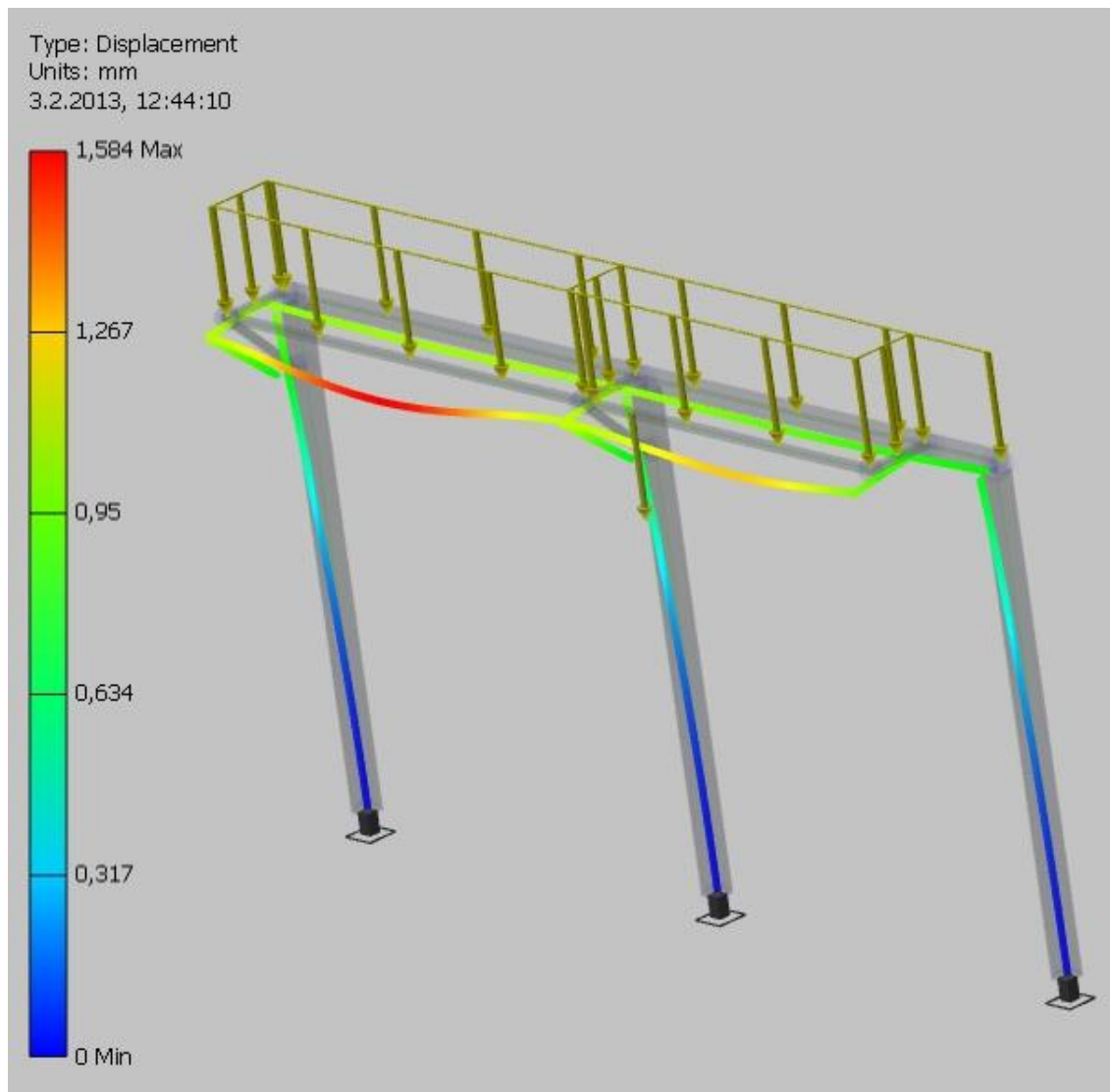
Name		Minimum	Maximum
Displacement		0,000 mm	10,704 mm
Forces	Fx	-155,394 N	3086,666 N
	Fy	-8447,640 N	8435,682 N
	Fz	-252,861 N	17451,449 N
Moments	Mx	-5435351,642 N mm	3933273,445 N mm
	My	-6132979,725 N mm	3087837,561 N mm
	Mz	-828219,135 N mm	562506,426 N mm
Normal Stresses	Smax	-4,925 MPa	99,204 MPa
	Smin	-102,366 MPa	0,000 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	100,245 MPa
	Smin(Mx)	-100,245 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	40,806 MPa
	Smin(My)	-40,806 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-5,749 MPa	0,138 MPa
Shear Stresses	Tx	-2,248 MPa	0,185 MPa
	Ty	-10,049 MPa	10,063 MPa
Torsional Stresses	T	0,000 MPa	0,000 MPa



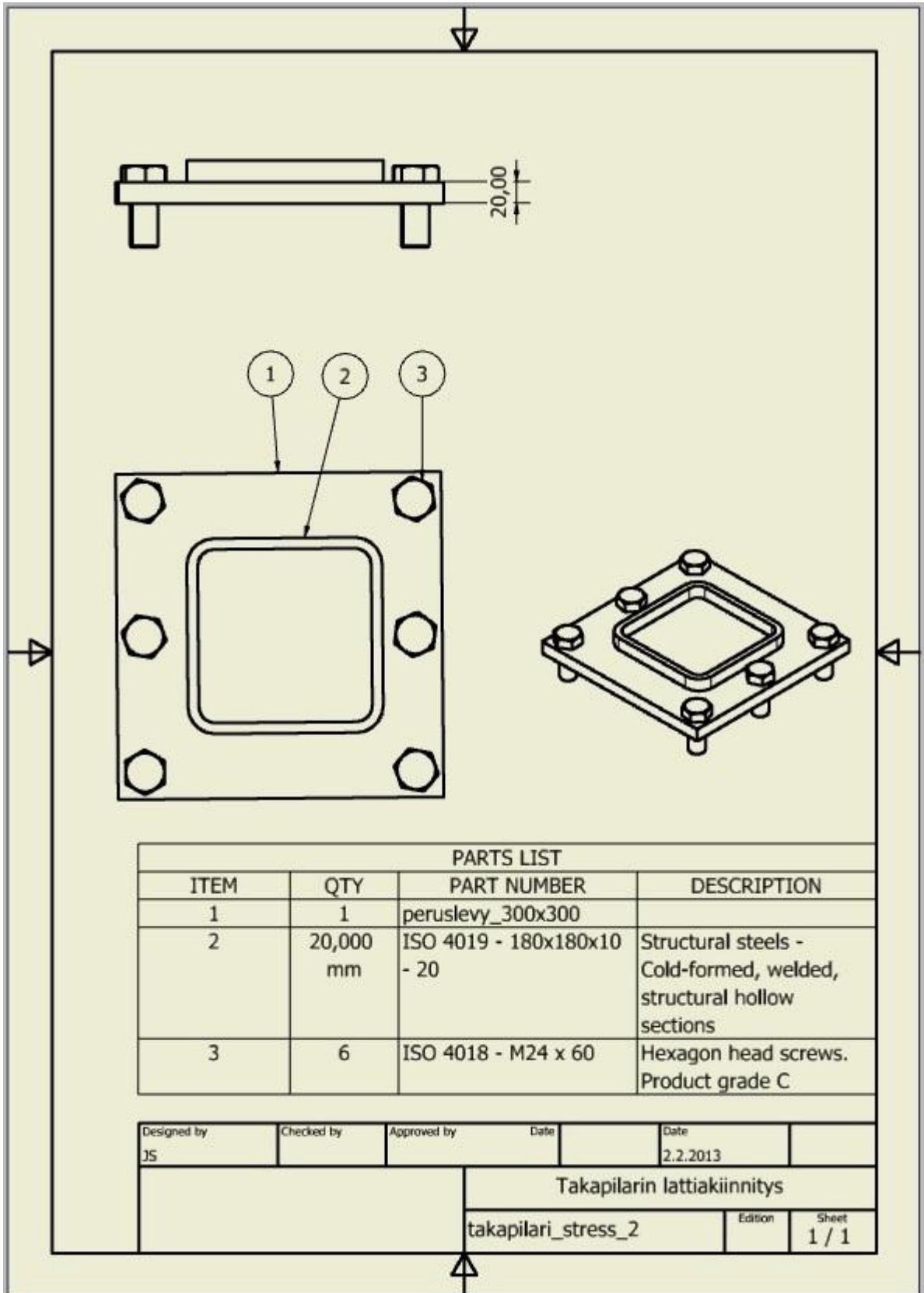
### Static Result Summary

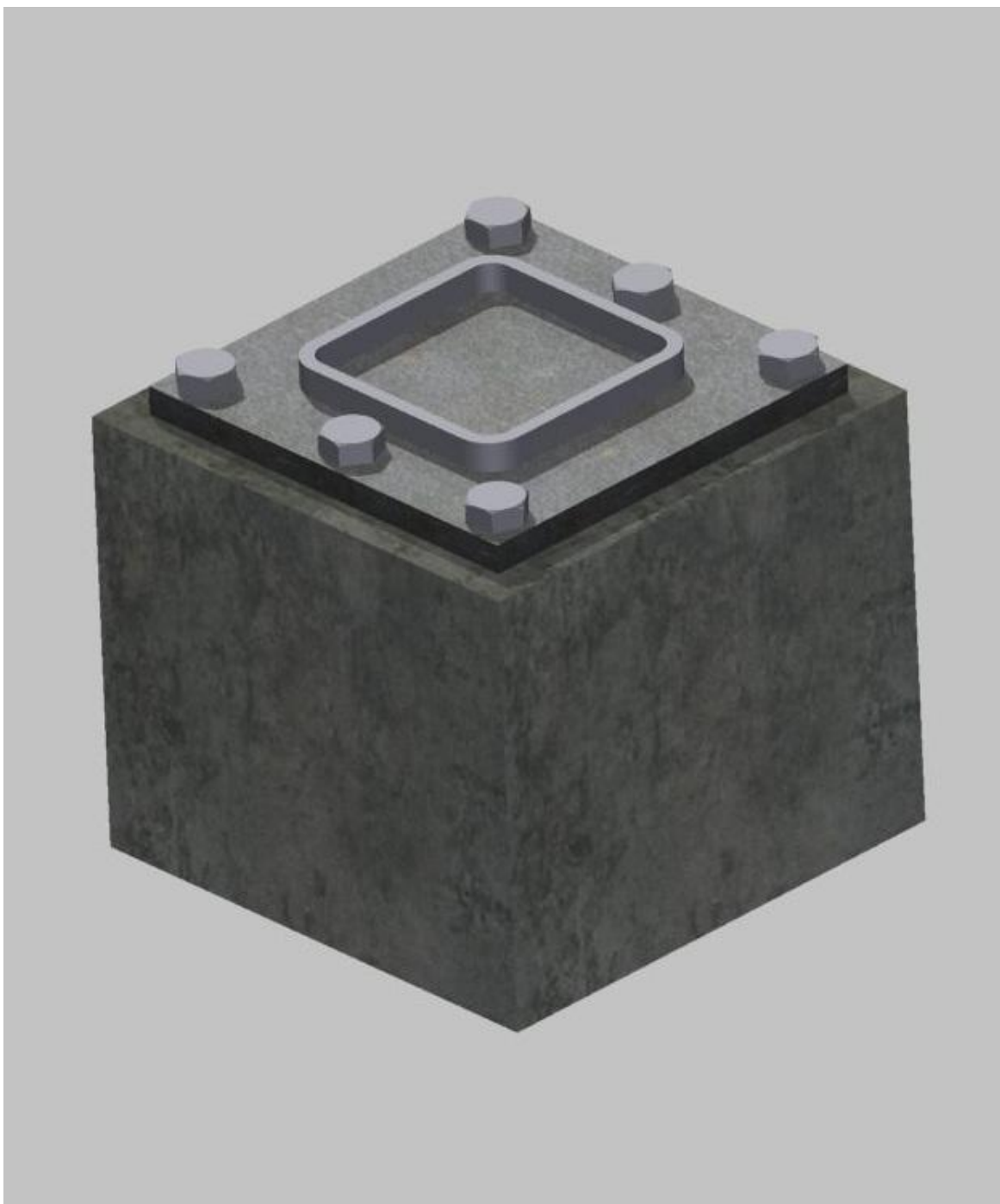
Name		Minimum	Maximum
Displacement		0,000 mm	1,584 mm
Forces	Fx	-79,267 N	837,404 N
	Fy	-671,879 N	829,935 N
	Fz	-897,887 N	2829,357 N
Moments	Mx	-329045,230 N mm	234461,633 N mm
	My	-390786,382 N mm	50732,843 N mm
	Mz	-58256,607 N mm	155520,147 N mm
Normal Stresses	Smax	-0,896 MPa	17,761 MPa
	Smin	-17,675 MPa	0,844 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	17,251 MPa
	Smin(Mx)	-17,251 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	5,424 MPa
	Smin(My)	-5,424 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-1,627 MPa	1,075 MPa
Shear Stresses	Tx	-0,823 MPa	0,201 MPa
	Ty	-1,166 MPa	1,079 MPa
Torsional Stresses	T	0,000 MPa	0,000 MPa

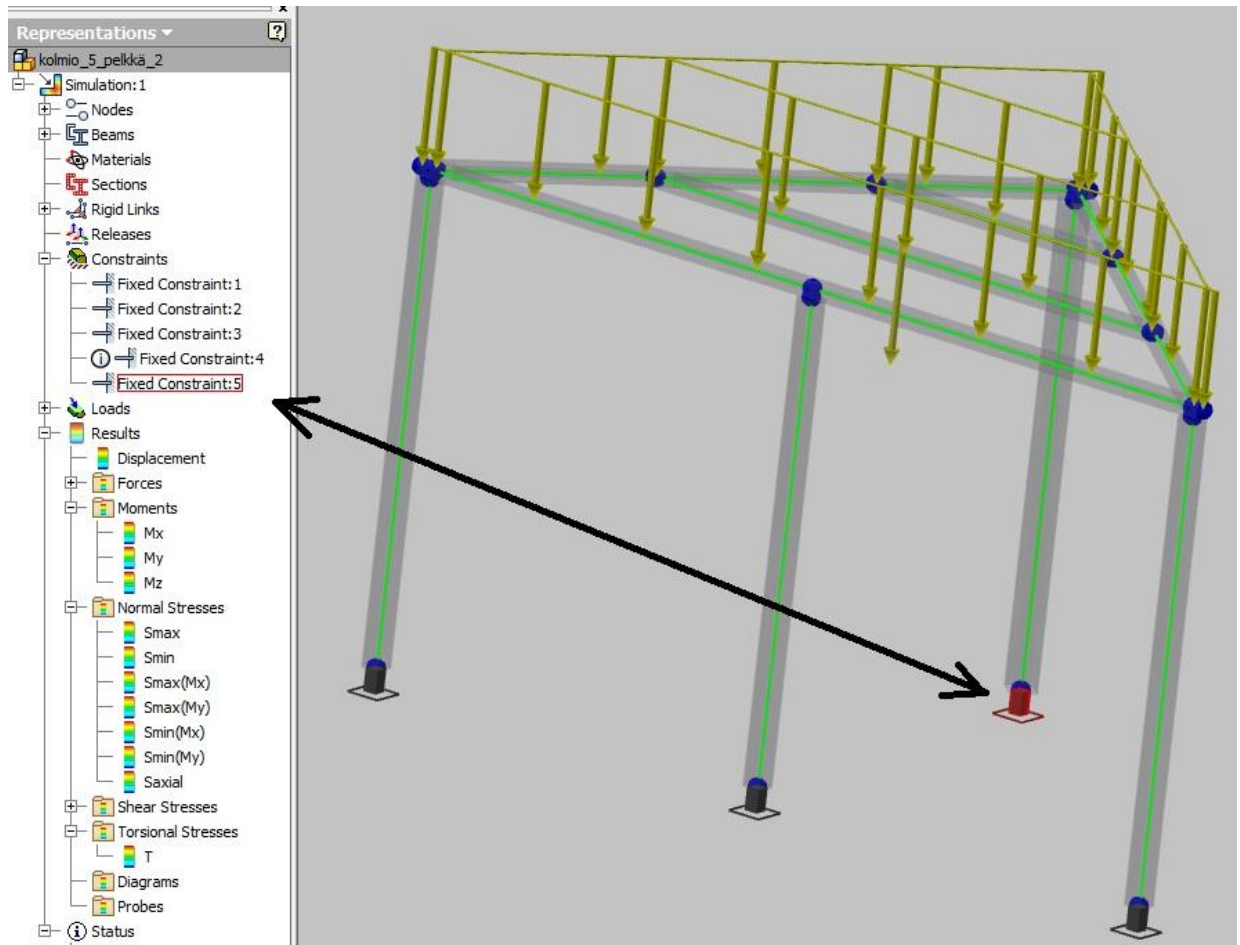












Reactions	
Fixed Constraint:5	
Fx	3086,666 N
Fy	-2558,856 N
Fz	17451,449 N
Mx	1877894,117 N mm
My	2201018,616 N mm
Mz	-5536,126 N mm

