



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jacky Fong

# Korjaamosuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

14.2.2020

Tekijä Otsikko	Jacky Fong Korjaamosuunnittelu
Sivumäärä Aika	63 sivua 14.2.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Pertti Ylhäinen Myyntijohtaja Kimmo Korhonen, Finnkone Oy
<p>Työn tavoitteena oli suunnitella kolme korjaamomallia ja yksi mahdollisesti toteutuva korjaamo Finnkone Oy:lle. Työn valmistuttua yrityksellä on korjaamomallit käytössään. Mahdollisesti toteutuva vauriokorjaamo suunniteltiin Finnkone Oy:n asiakkaalle.</p> <p>Työssä perehdyttiin sekä korjaamolaitteistoihin että tulevaisuuden tuomiin haasteisiin korjaamosuunnittelussa. Yleiskorjaamomallissa paneuduttiin sähkö- ja hybridiajoneuvojen huolto- ja korjauspisteen suunnitteluun. Raskaan kaluston korjaamomallissa huomioitiin raskaan kaluston laitteistoja ja niiden vaatimia tilantarpeita. Vauriokorjaamossa selvitettiin yleistyvien alumiinikorirakenteisten henkilöajoneuvojen luomia haasteita vauriokorjauksessa tulevaisuudessa.</p> <p>Työn alussa esitellään kaksi erilaista suunnitteluohjelmaa, ProgeCAD-ohjelma ja Ecdesign-ohjelma. Suunnittelutyö toteutettiin Ecdesign-ohjelmalla, koska se osoittautui paremmaksi ohjelmaksi korjaamosuunnittelukäyttöön. Suunnitelluista korjaamoista luotiin ohjelmalla 3D-havainnekuvat yritykselle. 3D-kuvien avulla yritys pystyy esittelemään asiakkailleen valmiiksi suunniteltuja korjaamoita ja tuomaan esiin, millaisia laitteita erilaiset korjaamot sisältävät. Rovaniemen Wetterin vauriokorjaamoprojektissa suoritettiin laitesijoittelu ja hahmoteltiin korjaamotilat.</p> <p>Kaikki työn tavoitteet saavutettiin. Työ saatiin päätökseen ja sen tulokset raportoitiin työn tilanneelle yritykselle.</p>	
Avainsanat	Ecdesign-ohjelma, Korjaamo, 3D-kuva, Laitteisto

Author Title	Jacky Fong Garage design
Number of Pages Date	63 pages 14 February 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Design Engineering
Instructors	Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer Kimmo Korhonen, Sales Director, Finnkone Oy
<p>This thesis was carried out for Finnkone Oy. The aim of the thesis was to design three repair shop models for Finnkone Oy and one damage repair shop for Finnkone Oy's customer.</p> <p>In this thesis the focus was on to the workshop equipment and the future challenges of the repair shop design. In the general repair shop model, the focus was on the design of a service and repair point for electric and hybrid vehicles. In the truck workshop model, the focus was on the truck workshop equipment and the space requirements they require. In the damage repair shop model, the focus was on researching the challenges posed by the increasing number of aluminum body structures in the passenger vehicles in the future.</p> <p>At the beginning of the thesis, two different computer aided design software were introduced, ProgeCAD-software and Ecdesign-software. Eventually, the design project was carried out with the Ecdesign software, as it proved to be a more appropriate computer software for the use in the computer aided workshop design.</p> <p>The 3D visual spaces and images for the company were designed and created by using Ecdesign computer software. With the 3D images and spaces, the company is able to present pre-designed workshops and highlight the types of equipment that different workshops contain for its customers. The Rovaniemi Wetteri Damage Repair project included equipment placement and outlining the workshop space.</p> <p>All the goals of the thesis were achieved. The work was completed, and the results were reported to the company that assigned the project.</p>	
Keywords	Design, Software, Workshop, 3D, Modell, Computer

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Finnkone Oy	1
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus	1
2	Korjaamonsuunnittelun merkitys	2
3	Korjaamosuunnittelun lähtökohdat	3
4	Suunnitteluohjelmat	4
4.1	ProgeCAD Professional	4
4.2	Ecdesign	5
5	Korjaamon suunnittelu	5
6	Yleiskorjaamon suunnittelu	7
6.1	Yleiskorjaamo	8
6.2	Työnvastaanotto	13
6.3	Varastointi ja logistiikka	14
6.4	Rengastyö	16
6.5	Huolto	19
6.6	Akseliston mittaus	20
6.7	Sähkö- ja hybridi ajoneuvon huolto	22
7	Raskaan kaluston korjaamon suunnittelu	24
7.1	Raskaan kaluston korjaamo ja laitteet	25
7.2	Raskaan kaluston akseliston mittaus ja ADAS-kalibrointi	27
7.3	Raskaan kaluston huolto	28
7.4	Raskaan kaluston rengastyöpaikka	30
7.5	Raskaan kaluston pesu	31
7.6	Raskaan kaluston jarrujen mittaus	32

8	Vauriokorjaamon ja maalaamon suunnittelu	33
8.1	Vauriokorjaamo ja maalaamo	34
8.2	Alumiinityö	38
8.3	Korikorjaus	43
8.4	Henkilöajoneuvon ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibrointi	46
9	Korjaamosuunnittelu projekti Rovaniemen Wetteri	48
9.1	Vauriokorjaamon suunnittelu	48
9.2	Vauriokorjaamon ja maalaamon tilat	49
10	Yhteenveto	53
	Lähteet	55

## Lyhenteet

CAD	Computer aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
ADAS	Advanced driver-assistance system. Kuljettajan avustusjärjestelmät
LiDAR	Light Detection and Ranging. Optinen tutkajärjestelmä
ACC	Adaptive cruise control. Aktiivinen vakionopeudensäädin
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
ISO	International Organization for Standardization

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on korjaamomallien suunnittelu Finnkone Oy:lle.

## 1.1 Finnkone Oy

Finnkone Oy on suomalainen täyden palvelun korjaamolaitetoimittaja ja maahantuojaja; yrityksen toimipaikka sijaitsee Vantaan Petikossa. Finnkone aloitti toimintansa vuonna 2005 kahden yrityksen, McRolssin ja Suomen Täsmäkorjaus Oy:n, yhdistyttyä yhdeksi kokonaisuudeksi. Yrityksessä työskentelee seitsemän henkilöä, joilla on laaja kokemus sekä laitekaupasta että korjaamotoiminnasta. Yritys myy monipuolisesti erilaisia rengasliike- ja autokorjaamotoimintaan tarvittavia laitteita ja tarvikkeita. Yritys tarjoaa asiakkailleen myös huollon ja laitteiden varaosat yhdestä paikasta.

Yrityksen tarjoamiin palvelukokonaisuuksiin kuuluvat korjaamosuunnittelu, yritysneuvonta ja rahoitukseen liittyvät palvelut. Yritys tarjoaa asiakkailleen suunnittelupalvelua sekä autokorjaamotoimintaan liittyviä laitteita ja niiden tarvikkeita, jotka vastaavat nykyajan korjaamoiden vaatimia laatuluokituksia. Yrityksellä on myös huolto- ja varaosapalvelu. Yrityksen missiona on kehittää asiakkaiden korjaamotoimintaa ja parantaa sen kannattavuutta toteuttamalla turvallisen ja tuottavan korjaamoympäristö asiakkailleen. [1]

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja toteutus

Opinnäytetyössä suunnitellaan erilaisia mallikorjaamoita ja niistä kehitellään toimivia korjaamomalleja yritykselle. Korjaamosuunnittelun avulla yritys pystyy markkinoimaan laitteistojaan ja palveluitaan tehokkaasti asiakkailleensa. Mallikorjaamoiden suunnittelussa ja kehittämisessä hyödynnetään tietokoneavusteisia suunnitteluohjelmistoja. Finnkone Oy käyttää suunnitteluohjelmina sekä ProgeCAD Professional- että Ecdesign-ohjelmia.

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella sekä kolme korjaamomallia että yksi toteutuva korjaamo Finnkone Oy:lle. Opinnäytetyön valmistuttua Finnkone Oy:llä on käytettävissään korjaamomallit. Tärkein tavoite on kehittää yritykselle korjaamomallit. Opinnäytetyössä luodaan mallikuvia erilaisille ajoneuvokorjaamoille ja havainnollistetaan suunnitteluohjelmien avulla erilaisia korjaamomalleja erilaisiin käyttötarkoituksiin. Ecdesign-

suunnitteluohjelman avulla pyritään suunnittelemaan korjaamomalleista mahdollisimman aidon tuntuisia. Suunnitelluista malleista kehitetään yritykselle ajoneuvokorjamoita, joita käytetään hyödyksi laitteiden markkinoinnissa. Opinnäytetyössä suunnitellut mallikorjaamot ovat

- yleiskorjaamo
- raskaankalustonkorjaamo
- vauriokorjaamo ja maalaamo.

Työ rakentuu neljästä isosta kokonaisuudesta, jossa käsitellään sekä mallikorjaamoiden suunnittelua että niihin sijoitettuja laitteistoja. Viimeisessä osiossa kuvataan Finnkone Oy:lle suunniteltu vauriokorjaamomalli, jota esitetään yrityksen asiakkaalle. Työssä tarkastellaan myös tulevaisuuden korjaamonsuunnitteluun tuomia muutoksia ja miten ne pitäisi huomioida, jotta korjaamosta saadaan mahdollisimman turvallinen työympäristö siellä työskenteleville.

## **2 Korjaamonsuunnittelun merkitys**

Korjaamonsuunnittelu mahdollistaa tilojen hahmottamisen heti projektin alkuvaiheessa, minkä avulla voidaan parantaa tilankäyttöä korjaamossa ja optimoida korjaamon tehokkuutta. Korjaamonsuunnittelulla ja koneiden oikeaoppisella sijoittelulla on suuri merkitys tehokkaassa ja laadukkaassa korjaamotoiminnassa. Hyvällä korjaamonsuunnittelulla mahdollistetaan korjaamotilojen ja laiteratkaisujen tehokas käyttö; siten voidaan tehostaa korjaamon toimintaa ja parantaa huoltojen läpivientiaikoja. Korjaamon tarjoaman palvelun laadulla on merkittävä vaikutus korjaamon asiakastyytyväisyyteen ja tuottavuuteen. Laadukas korjaamonsuunnittelu korostuu varsinkin pienissä korjaamoissa, joissa tilaa on hyvin rajallisesti, joten tilankäytön on oltava tehokasta. Korjaamot pyritään suunnittelemaan mahdollisimman tehokkaiksi, turvallisiksi, ergonomiseksi ja viihtyisäksi. Korjaamon viihtyisyyteen vaikuttaa sen pohjaratkaisu. Korjaamon tehokkuuteen, ergonominisuuteen ja turvallisuuteen vaikuttaa korjaamolaitteiden sijoittelu ja suunnittelu. Hyvin suunniteltu ja havainnollistettu korjaamomalli luo tehokkaan työympäristön.



Korjaamosuunnittelun alussa kartoitetaan asiakkaan laitteiden tarve eli selvitetään, millainen korjaamo asiakkaalle rakennetaan ja millaisia laitteita se vaatii toimiakseen. Kartoituksen pohjalta asiakkaalle luodaan kattava korjaamosuunnitelma, johon sisältyy sekä laitelista että suunnitteluohjelmalla luotu mallikorjaamo. Korjaamosuunnitelman tehtävänä on selventää asiakkaalle, miltä hänen valmis korjaamonsa näyttää ja miten laitteet sinne sijoittuvat. Korjaamosuunnittelu helpottaa yrityksen omien tuotteiden ja palveluiden markkinointia asiakkaille, koska yritys pystyy tarjoamaan visuaalisen havainnekuvan, johon yrityksen tuotteet ovat valmiiksi sijoitettuna. Korjaamon suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat korjaamotilat, logistiikka ja laiteinvestoinnit. Rakennusvaiheessa oleville korjaamoille voidaan suunnitella tehokkaat pohjaratkaisut, joissa otetaan huomioon logistiset tekijät, esimerkiksi varaosavaraston sijoittelu varastotilaan. Jo rakennettuun rakennukseen voidaan tehdä muutoksia, jotta saadaan sen tilat sopiviksi korjaamotoiminnalle. Yrityksen tilat ja strategiat vaikuttavat korjaamon laiteinvestointeihin, ja ne on otettava huomioon korjaamosuunnittelussa. Yrityksen strategialla tarkoitetaan yrityksen suunnitelmaa kehittää liiketoimintaa.

### **3 Korjaamosuunnittelun lähtökohdat**

Korjaamomallin suunnittelussa on tärkeää tietää ja ymmärtää, millaisia laitteita erilaisissa korjaamoissa tarvitaan ja miten laitteet vaikuttavat korjaamon toimintaan. Laitetietämys on koko korjaamohallinsuunnittelun perusta. Ilman hyvää laitetietämystä on hyvin vaikeaa ymmärtää, millainen korjaamon tulee olla: kuinka laitteet sijoitetaan korjaamoon, jotta siellä työskentely ja työntekijöiden työergonomia olisivat mahdollisimman hyviä. Korjaamomallien suunnittelulla voidaan ehkäistä työtaturmia ja vaaratilanteita ottamalla huomioon laitteiden vaatimat toiminnalliset alueet ja turvavälit laitteiden välillä.

Korjaamon suunnittelu aloitetaan joko vanhasta tai uudesta rakennuksesta. Suunnittelussa otetaan huomioon rakennuskohteen tarjoamat tilat ja toisaalta tilan rajallisuus. Työssä olevat mallit ovat tehty uudisrakennukseen, koska vanhan rakennuksen muuttaminen korjaamoksi vaatii paljon alkutietoja sen pohjaratkaisusta ja rakenteesta. Suunnittelun tehtävänä on muuttaa olemassa oleva tila korjaamon käyttöön sopivaksi. Aluksi korjaamon tilat hahmotellaan ja sen jälkeen hahmoteltu korjaamo muutetaan tietokoneohjelmistojen avulla 3D- ja 2D-piirroksiksi. ProgeCAD-ohjelmistoa hyödynnetään 2D-piirroksien tekemisessä. Tämä ohjelmisto on arkkitehtien käyttämän AutoCAD-ohjelmis-

ton kanssa yhteensopiva. 3D-visualisoinnissa käytetään Ecdesign-ohjelmistoa sen yksinkertaisuuden takia. Ohjelman avulla voidaan suunnitella korjaamon sisätiloja tehokkaasti ja nopeasti. Ohjelmalla tehtyjä muutoksia ja kokonaiskuvaa voidaan tarkastella reaaliaikaisesti 3D-teknologialla, mikä luo 3D-kuvan korjaamon sisätilasta. 3D-ympäristössä on mahdollisuus liikkua ja tarkastella haluamia kohtia.

## 4 Suunnitteluohjelmat

Finnkone Oy:ssä käytetään kahta erilaista tietokoneavusteista suunnitteluohjelmaa, ProgeCAD Professional ja Ecdesign. Suunnittelussa käytetään raskasta ja kevyttä ohjelmaa riippuen tilanteesta ja ohjelmat valitaan tapauskohtaisesti projektin laajuuden mukaan. Valittu ohjelma vaikuttaa projektiin käytettävän ajan määrään. ProgeCAD Professional -ohjelma on paljon raskaampi ja hitaampi käyttää kuin Ecdesign-ohjelmaa. ProgeCAD Professional -ohjelmalla tehdään yleensä raskaita talo- ja tilasuunnitteluprojekteja, jotka vaativat paljon aikaa. Ecdesign-ohjelmalla puolestaan tehdään yleensä kevyitä mallinnuksia nopeasti ja sen avulla voidaan tarjousvaiheessa hahmotella asiakkaalle, millaiselta valmis korjaamo näyttäisi ja miten asiakkaan tilaamat laitteet sijoittuisivat korjaamoon.

### 4.1 ProgeCAD Professional

ProgeCAD Professional on lisenssiin perustuva yleiskäyttöinen tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma, jota käytetään vaativissa suunnittelutehtävissä. ProgeCAD Professional on Progesoft-yrityksen kehittämä edullinen ja laadukas suunnitteluohjelma teollisuuden käyttöön. Progesoftin tarjoaa DWG-tiedostomuodon kanssa yhteensopivat CAD-ohjelmat sekä macOS- että Windows-käyttöjärjestelmille. Finnkone Oy käyttää ProgeCAD Professional -ohjelmaa vaativissa suunnitteluprojekteissa, koska ohjelma on edullinen ja tehokas ja täyttää yrityksen vaatimukset. ProgeCAD Professional on yhteensopiva laajasti käytetyn AutoCAD-ohjelman tiedostomuotojen kanssa, ja ohjelman suurimmat vahvuudet ovat iCare ylläpito- ja tukiohjelmat. ProgeCAD Professional on muokattavissa muistuttamaan AutoCAD-suunnitteluohjelmaa, mikä helpottaa suunnittelijoita siirtymään AutoCAD-ohjelmasta ProgeCAD Professional -ohjelmaan tai toisin päin.

## 4.2 Ecdesign

Ecdesign on ruotsalaisen ECDESIGN Sweden AB yrityksen kehittämä kevyt suunnitteluohjelma. Yritys on perustettu vuonna 2004, ja sen visiona on kehittää suunnitteluohjelma, joka on helppo ja nopea käyttää suunniteltaessa ja visualisoitaessa 3D-malleja erilaisista rakennuksista ja niiden sisätiloista [2]. Ecdesign on laajasti käytetty kevyt suunnitteluohjelma ajoneuvokorjaamosuunnittelussa, koska ohjelmalla pystytään suunnittelemaan ja mallintamaan korjaamoita ilman, että käytettäisiin monimutkaisia ja hitaita CAD-ohjelmia. Ecdesign-suunnitteluohjelmaa käyttää yli 2500 autoalan yritystä, esimerkiksi Hunter Engineering Company, Volvo ja Toyota [3].

Ecdesign-ohjelma on tehty nopeita suunnitteluprojekteja varten. Asiakkaalle pystytään esittämään vaivattomasti, millainen tila on suunnitteilla ja miltä tila näyttää, kun se on valmis. Ohjelman avulla pystytään rakentamaan haluttu tila erilaisilla palikoilla. Palikalla tarkoitetaan suunnittelussa erilaisia laitteita ja työkaluja. Ohjelman vahvuutena on mahdollisuus luoda 3D-näkymä 2D-pohjapiirroksesta vaivattomasti ja nopeasti. Ecdesign hyödyntää 3D-teknologiaa, mikä mahdollistaa 3D-tilan tarkastelun reaaliajassa. Ohjelma on yhteensopiva SketchUp (.skp) -tiedostomuotojen kanssa, mikä mahdollistaa laitevalmistajan SketchUp-tiedostopohjaisten korjaamolaitemallien hyödyntämisen suunnittelussa [4]. SketchUp-tiedostojen ominaisuuksia, kuten väritystä, voidaan jälkikäteen muuttaa ohjelmalla itselle sopivaksi. Ohjelma on täydellinen työkalu myynnin parantamiseen, koska sen avulla pystytään tarjoamaan asiakkaalle kuvia ja videoita hänen suunnitteilla olevasta korjaamostaan.

Ecdesign-ohjelmaa valittiin käytettäväksi tässä insinööriyössä, koska se soveltui hyvin korjaamomallien suunnitteluun ja niiden hahmottamiseen. Ohjelman suurin etu oli keveys ja mahdollisuus luoda 3D-näkymiä korjaamoiden sisätilasta.

## 5 Korjaamon suunnittelu

Yleiskorjaamossa huolletaan ja korjataan kaiken mallisia ja -merkkisiä henkilöajoneuvoja. Korjaamolla voi olla useamman ajoneuvomerkin merkkiedustus. Merkkiedustuksella tarkoitetaan, että korjaamo täyttää ajoneuvomerkin maahantuojaan asettamat laatuvaatimukset. Tämän ansiosta korjaamolla on parempi mahdollisuus hyödyntää ajoneu-

von merkkikohtaisia sähköisiä korjausohjeita sekä korjauskäsikirjoja. Näin korjaamo pystyy suorittamaan spesifisiä ja haastavia, merkkituntemusta vaativia korjaus- ja huoltotoimenpiteitä henkilöajoneuvoille. Yleiskorjaamot huoltavat ja korjaavat myös ajoneuvomerkkejä, joihin niillä ei ole merkkiedustusta. Jotkut yleiskorjaamot ovatkin keskittyneet tietynlaisiin ajoneuvomerkkeihin ilman virallista maahantuojan hyväksyntää.

Korjaamoon kannattaa valita laitteita järkevästi, ja laitteiden hankinnat on mietittävä toimintastrategian ja liikevaihdon kehittymisen kannalta. Laitteiden järkevällä valinnalla tarkoitetaan sekä laitteiden hankinta- ja huoltokustannusten että niiden käyttöominaisuuksien optimoimista korjaamon asiakasmäärään ja tuottavuuteen nähden. Laitteeseen investoitaessa on tärkeä tietää, kuinka paljon säästöä laitteen avulla saadaan korjaamolle. Laitteita hankittaessa on hyvä ottaa huomioon laitteiden takaisinmaksuaika eli koska laiteinvestointi maksaa itsensä takaisin ja kuinka suuri on jäännösarvo laitteen käytön loputtua. Jäännösarvolla tarkoitetaan investoinnin arvoa investointikauden lopussa. Takaisinmaksuajan avulla voidaan selvittää laiteinvestoinnin kannattavuus. Takaisinmaksuaika laskentamenetelmänä ei ota huomioon rahan arvossa tapahtuvia muutoksia, mutta se on yksinkertainen menetelmä laitehankinnan kannattavuuden varmistamiseksi, etenkin jos laiteinvestoinnilla ei ole käytön loputtua jäännösarvoa. Takaisinmaksuajan jälkeen laite alkaa tuottamaan korjaamolle voittoa. Laitteen tuottama voitto on suhteutettava laitteen käyttöikänsä sekä niiden huoltokustannuksiin että käyttökuluihin.

Korjaamon suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota varaston sijaintiin ja sen kokoon. Varaston sijainti vaikuttaa merkittävästi korjaamontoiminnan sujuvuuteen; jos varasto sijaitsee vaikeassa paikassa se vaikeuttaa varaosien logistiikkaa merkittävästi. Varasto kannattaa sijoittaa kaikissa korjaamomalleissa paikkaan, minne on helppo pääsy joka työpisteeltä. Varasto olisi hyvä sijoittaa mahdollisimman lähelle korjaamon työnvastaanottopistettä, jolloin varaosamyymälät saadaan sijoitettua samaan tilaan kuin huoltoneuvojat. Tällainen sijoittelun avulla vältetään erillisten varaosamyymäläpisteiden suunnittelulta. Varaosien toimittajat ja logistiset tekijät on otettava huomioon, jotta varaston muutokset olisivat ennakoitavissa. Varaston kokoon voidaan vaikuttaa tehokkaalla logistiikalla ja hyvällä varaosien ennakkoinnilla. Varaosien logistisella saannilla tarkoitetaan, kuinka usein korjaamo saa varaosia toimittajilta ja mikä on varaosatoimittajalla toimitusajan pituus. Ilman tehokasta ja sujuvaa logistiikkaa korjaamon varasto ei pysty toimimaan täydellisesti, mikä aiheuttaa tappioita korjaamolle, kun ajoneuvot odottavat huolto- ja korjaustoimenpiteidensä aikana varaosia. Varasto on sijoitettava lähelle huoltopisteitä, jotta huollon tehokkuus olisi mahdollisimman hyvä ja varaosien hakemisessa hukkaan kuluva aika

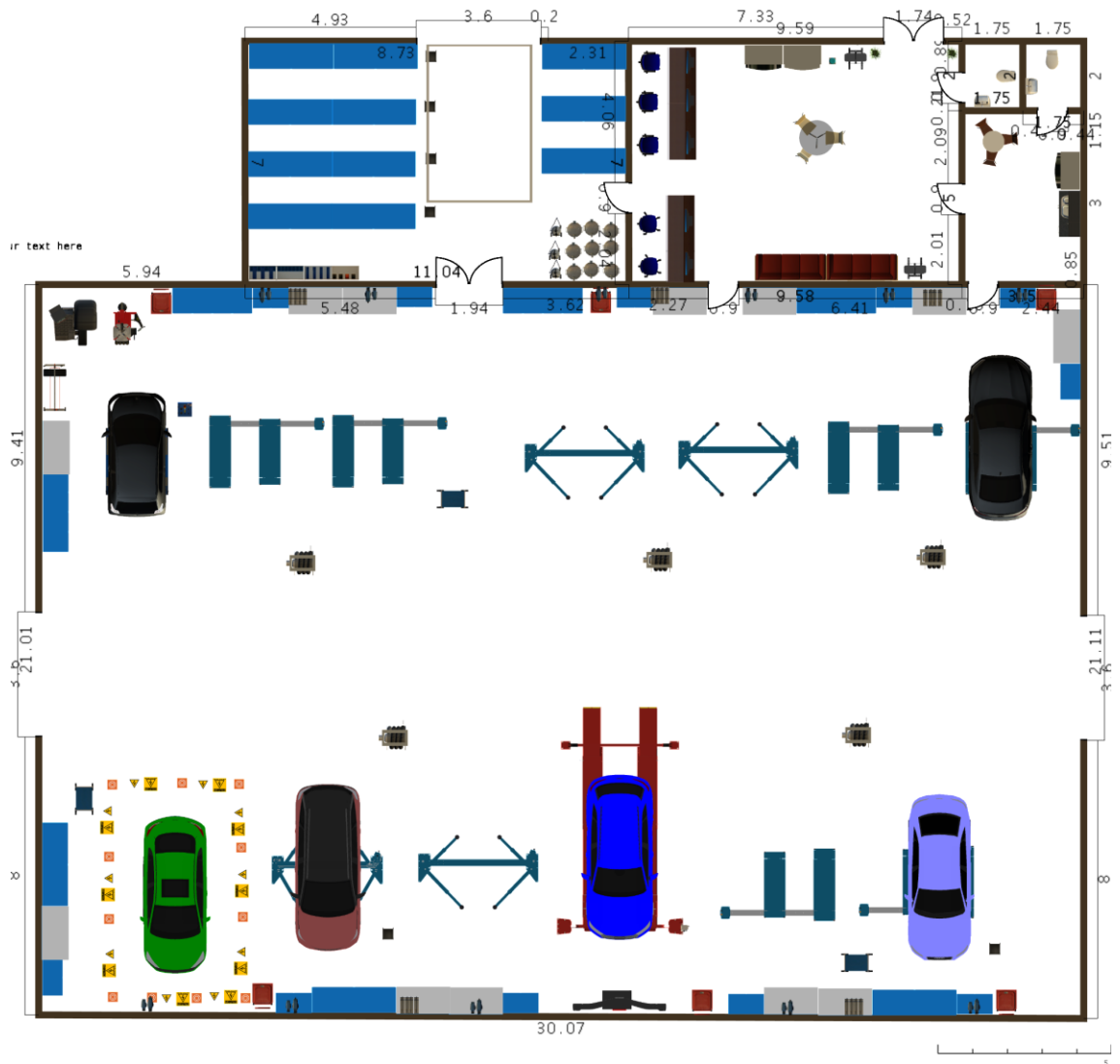
olisi mahdollisimman vähäistä. Varaston koko on myös huomioitava, koska korjaamon on pidettävä kattavaa varaosavarastoa, jotta huollot olisivat sujuvia ja korjaamon käyttö-taso olisi hyvä. Suuren varaston ylläpitäminen aiheuttaa korjaamolle tappioita, minkä ta-kia varaston on kierrettävä nopeasti korjaamon tappioiden pienentämiseksi. Nopealla varastonkierrolla voidaan pienentää varaston vaatimia tiloja. [5]

Yleiskorjaamon suunnittelussa kannattaa huomioida myös rengastyöt, jotka tuovat run-saasti asiakkaita korjaamolle rengassesonkin aikana. Yleiskorjaamoon kannattaa suun-nitella aina kattava rengastyöpiste, jotta rengassesongin aikana korjaamolla on valmiu-det tehdä rengastöitä ja se kykenee vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin. Rengastyöpiste kannattaa suunnitella siten, että se ei häiritse korjaamon muuta toimintaa ja rengas-työssä tarvittavat laitteistot on sijoitettu mahdollisimman lähelle rengastyönosturia.

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen nopea yleistyminen tulevaisuudessa kannattaa ottaa huo-mioon sekä monimerkkikorjaamoita että merkkikorjaamoita suunniteltaessa. Yleiskorjaa-mon suunnittelussa sähkö- ja hybridiajoneuvojen yleistyminen voidaan ottaa huomioon suunnittelemalla niille oma paikka nosturi rivistön päädyssä, joka olisi tarpeen vaatiessa eristettävissä. Nostimen valinnassa kannattaa huomioida sähkö- ja hybridiajoneuvon ak-kupaketti ja valita sellainen nostin, jossa riittää tilaa akun irrotukseen ajoneuvosta huol-toa varten. Alue on eristettävä, jos suoritetaan sähkötyötä tai puretaan korkeajänni-teakkua ajoneuvosta. [6]

## 6 Yleiskorjaamon suunnittelu

Yleiskorjaamon havainnointimallin suunnitteluprosessi aloitettiin suunnittelemalla ja hah-mottelemalla korjaamon työnvastaanottotilat, varastotilat ja huoltotilat. Korjaamotilan korkeus on suunnitellussa mallissa 5 m. Havainnollistetussa yleiskorjaamomallissa on huolto- ja korjaustiloja noin 30 m x 21 m. Korjaamotilojen koot ovat laskettuna neliömet-rinä Ecdesign-ohjelman avulla. Korjaamon ajoneuvojen huoltotilan pinta-ala on noin 630  $m^2$ , ja varastotilaa on korjaamossa noin 78  $m^2$ . Töidenvastaanottotilan pinta-ala on noin 67  $m^2$ . Kuvassa 1 on yleiskorjaamon havainnollistettu malli 2D-kuvana. Tilasuunnitte-lussa on tähdätty korjaamon tehokkaaseen tilankäyttöön.



Kuva 1. Yleiskorjaamon 2D-mallikuva.

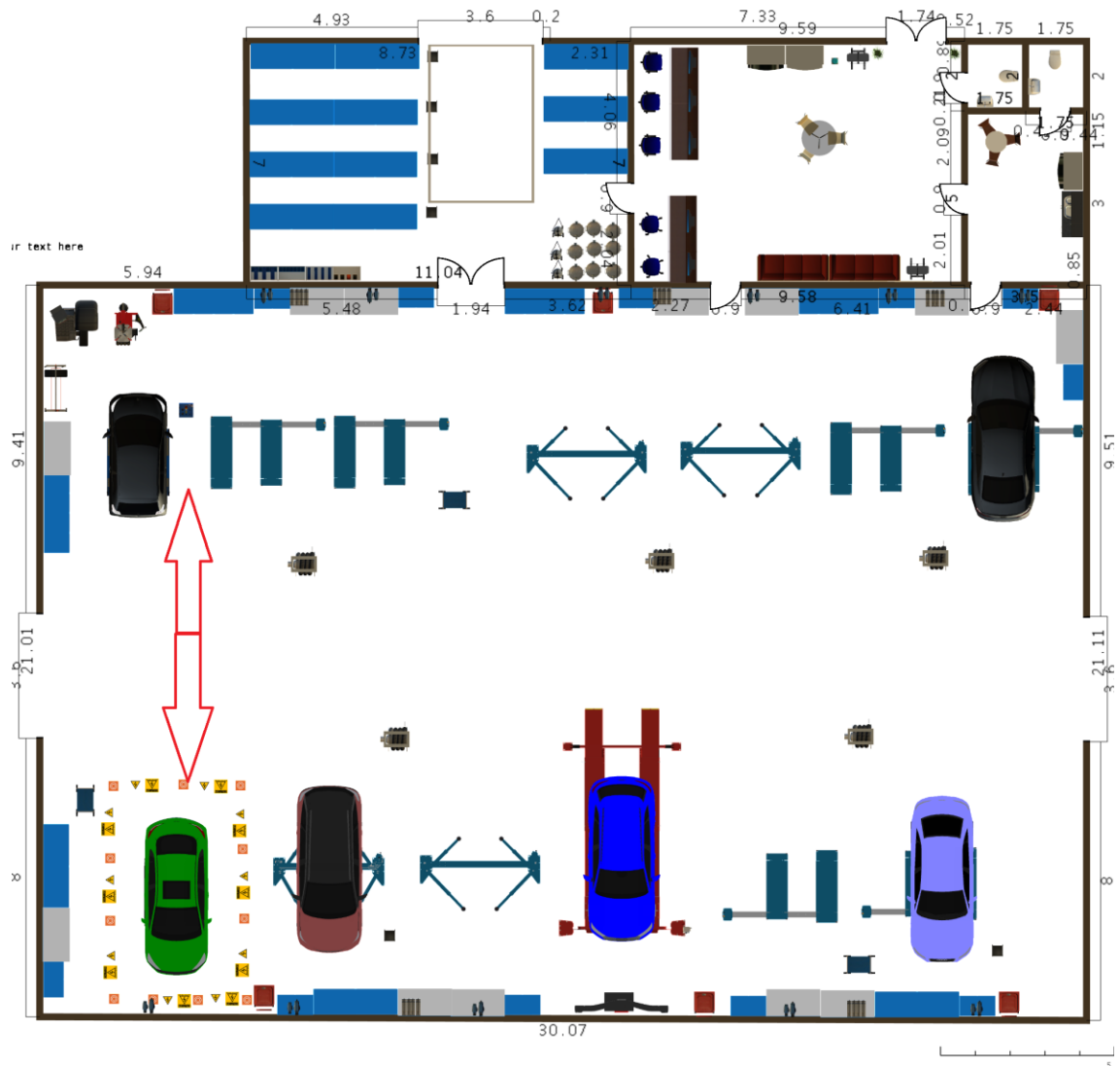
## 6.1 Yleiskorjaamo

Korjaamoon on sijoitettuna 12 kappaletta erilaisia nostimia. Korjaamoon on sijoitettu kuusi kaksoissaksinostinta, neljä kaksipilarinostinta, yksi matalanostin ja yksi nelipilarinostin. Suunnittelussa on otettu huomioon, että kahden kaksipilarinostimen välinen työskentelyetäisyys on metri ja kahden kaksoissaksinostimen välinen työskentelyetäisyys kaksi metriä. Työskentelyetäisyydet perustuvat yleiseen ihmisen ergonomiseen työskentelyn vaatimaan tilantarpeeseen. Huomioimalla työskentelyetäisyydet mekaanikolle jää tilaa kääntyä ja liikkua suoritettavan huoltotyön aikana. Työskentelyetäisyyden huomioi-

misella pystytään parantamaan korjaamon työntekijöiden työergonomiaa ja vähentämään ahtaassa tilassa tapahtuvia työtapaturmia. Kaksoissaksinostimella työskentely vaatii hieman enemmän tilaa kuin kaksipilarinostimella työskenneltäessä nostimen rakenteellisten erojen takia. Laitteiden tilantarve on huomioitava, jotta työnteko korjaamossa olisi mahdollisimman joustavaa ja turvallista.

Korjaamossa on oltava kahden nosturin välillä pitkittäin vähintään yli seitsemän metriä tilaa, jos nostimet ovat sijoitettuna perinteiseen tapaan eli seinää vasten kohtisuorassa. Tilan tarve pienenee viiteen metriin, jos nostimet sijoitetaan seinää vasten 60 asteen kulmassa. Vinoon sijoitetut nostimet helpottavat huomattavasti ajoneuvon nostimeen ajamista korjaamossa. Tässä korjaamomallissa, jossa nostimet ovat sijoitettuna kohtisuoraan seinää vasten eli 90 asteen kulmassa tarvitaan seitsemän metriä tilaa ajoneuvojen siirtelyssä ja nosturiin ajamisessa, koska jos tila olisi pienempi kuin seitsemän metriä, se vaikeuttaisi ajoneuvojen siirtelyä merkittävästi ja johtaisi siirtelyssä tapahtuviin vahinkoihin. Tämä tilantarve asettaa korjaamon leveydelle minimin, joka on noin 21 metriä, jos korjaamon nostimet sijoitetaan kohtisuoraan seinää vasten.

Korjaamon pituus on yli 30 m, ja siihen vaikuttaa nostureiden määrä ja nostureiden ympärillä työskentelyn vaatima tila. Korjaamomallissa on asetettu riviin seitsemän nostinta, ja jokaisen nostimen sijoittelussa on huomioitu työskentelyn vaatima tilantarve. Korjaamon tilantarve pystytään ottamaan tehokkaasti huomioon suunnitteluohjelmien avulla. Kuvassa 2 on havainnollistettuna seitsemän metrin tilantarve.



Kuva 2. Nosturien tilantarve. Kahden nosturin välille on jätettävä vähintään 7 metriä tilaa.

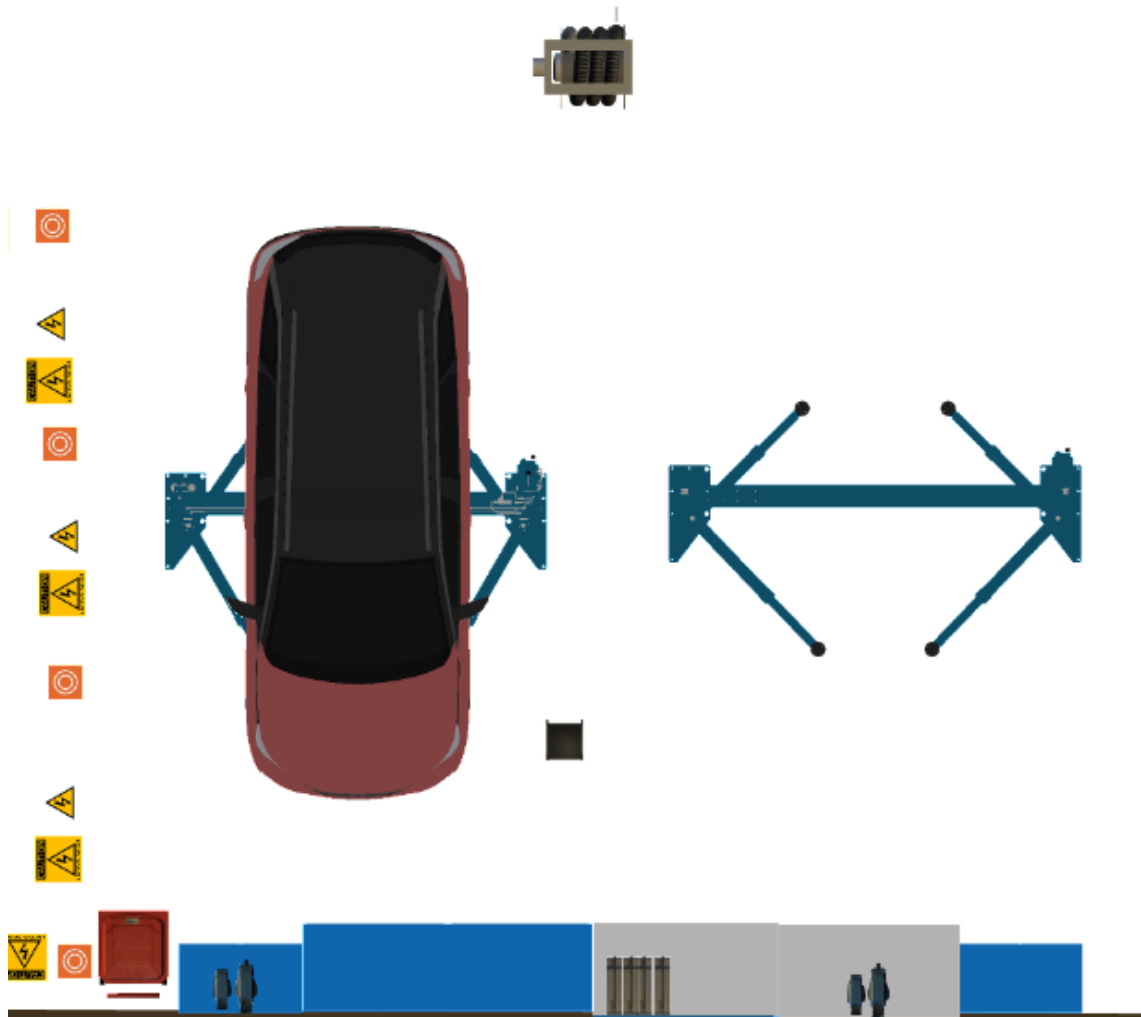
Kuvassa 3 on 3D-kuva korjaamon huoltotilasta. Yhden ajoneuvon huoltopisteeseen on suunnitelmassa sijoitettu kummallekin mekaanikolle oma työtaso, kaappi, työkalukaappi ja ajoneuvonostin. Huoltopiste on mekaanikkojen työpaikka, joten sen suunnittelussa on otettava huomioon henkilöiden työturvallisuus ja työergonomia. Huolellisella huoltopisteen suunnittelulla voidaan vähentää työtaturmia merkittävästi. On tärkeää huomioida koneiden vaatimat turvavälit, jotta voidaan välttyä vakavilta työtaturmilta. Nostimen turvaväliksi on yleisesti määritelty 0,6 m. Tämä turvaväli on määritelty siten, jos ajoneuvo putoaa nostimelta, niin mekaanikko ei jää pudonneen ajoneuvon alle puristuksiin. Työergonomiaa voidaan parantaa sijoittamalla huoltopisteelle ergonomiataukevia työkaluja ja laitteistoja, esimerkiksi siirrettäviä rullajakkaraita.





Kuva 3. 3D-havainnekuva korjaamon sisältä.

Kuvassa 4 on esitettyä huoltopiste, jossa on kaksi kaksipilarinostinta. Huoltopisteessä on yksi pakokaasukela, joka on suunniteltu ylettymään kumpaankin nostimessa olevaan ajoneuvoon, joten se on yhteiskäytössä mekaniikoilla. Pakokaasukela voidaan myös sijoittaa pakokaasurataan, mikä mahdollistaa kelan liikuttamisen korjaamossa. Öljy-, lasinpesuaine-, jäähdytinneste-, paineilma- ja sähkökelat ovat sijoitettuna huoltopisteeseen siten, että ne ovat kiinnitettynä seinässä kahden nostimen välissä mahdollisimman keskellä, jotta niitä voidaan jakaa käytössä. Jokaiselle nostimelle on sijoitettuna oma paineilma- ja sähkökela, koska nämä ovat välttämättömiä työkalujen käyttövoiman takia. Muut nestekelat ovat yhteiskäytössä kahden nostimen välissä. Kuvassa 5 on ajoneuvon huoltopiste, jossa on kaksi kaksipilarinostinta ja yksi työpiste kummallekin mekaniikolle.



Kuva 4. Ajoneuvon huoltopiste.



Kuva 5. Huoltopiste 3D-kuva.

## 6.2 Työnvastaanotto

Työnvastaanottotila on suunniteltu viihtyisäksi ja valoisaksi tilaksi, jossa asiakkaat asioivat päivittäin. Työnvastaanottotilan viihtyisyys on aina otettava huomioon sen suunnittelussa, koska se vaikuttaa merkittävästi asiakastytyvyyteen varsinkin silloin, kun asiakkaat joutuvat ruuhkan takia jonottamaan omaa asiointivuoroaan. Työnvastaanottotiski on suunniteltu siten, että siellä on kolme työnjohtajaa, jotka vastaavat työmääräyksien luomisesta ja niiden hallinnoinnista. Varaosatiski on suunniteltu sijaitsemaan työnvastaanottotiskin vieressä, ja siinä työskentelee kaksi varaosamyymälää, joiden tehtävänä on sekä varaosienmyynti että varaosavaraston ylläpito.

Tiskien välissä sijaitseva ovi johtaa varaosavarastoon, ja varastosta on suora pääsy korjaamontiloihin. Tällainen suunnittelu helpottaa liikkumista ja varastonhoitamista huomattavasti. Nosturien ja mekaanikoiden määrän avulla voidaan suunnitella ja hahmotella korjaamon kokoa sekä optimoida sinne sijoitettavien ja palkattavien työnjohtajien määrä. Nostureiden määrä on suoraan verrannollinen korjaamon kapasiteettiin tehdä ajoneuvojen huolto- ja korjaustoimenpiteitä.

Kuva 6 on havainnollistetusta monimerkkikorjaamon työnvastaanottotilasta. Tässä yleiskorjaamomallissa korjaamo on suunniteltu edustamaan Peugeot-, Audi- ja Citroën-merkkisiä ajoneuvoja. Korjaamolla on myös valmius suorittaa huolto- ja korjaustoimenpiteitä muunmerkkisiin ajoneuvoihin.



Kuva 6. Työnvastaanottotila korjaamossa.

### 6.3 Varastointi ja logistiikka

Varaosavaraston suunnittelussa on huomioitava korjaamon koko ja se, kuinka paljon huoltoja korjaamo tekee päivässä. Pieneen korjaamoon ei kannata sijoittaa kovin suurta varastoa, jos korjaamon päivän aikana tekemien huoltojen määrä on pieni. Varaosavarasto jakaantuu kolmeen eri segmenttiin. Segmentillä tarkoitetaan varaosista muodostuvia tuote ryhmiä. Segmenttijako muodostuu osien menekin ja niiden tarpeen mukaan. A-segmentissä ovat tuotteet, jotka ovat välttämättömiä määräaikaishuollon suorittamisessa. Niitä ovat esimerkiksi öljyt ja suodattimet. B-segmentissä ovat tuotteet, jotka kannattaa pitää varastossa mutta joiden menekki on pieniä. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi ajoneuvojen sytytystulpat ja kytkimen osat. C-segmentin osia ei kannata pitää varastossa, vaan niitä kannattaa tilata tarpeen tullen, osien hyvin pienen menekin takia. Tällaisia osia ovat esimerkiksi ajoneuvojen starttimoottorit ja laturit. Varastossa jokainen hyllyrivistö säilyttää tietyn ajoneuvon merkin A-segmentin osia, ja sivussa olevat hyllyt

säilyttävät ajoneuvojen B-segmentin osia. C-segmentin osat ovat hyvin usein isokokoisia, ja niitä pyritään säilyttämään mahdollisimman lyhyen aikaa korjaamon varastossa. C-segmentin osien kohdalla huollot pyritään järjestämään niin, että osa tilataan saapuvaksi juuri sillä hetkellä, kun huolto aloitetaan korjaamossa, jotta osan varastoimiseen kului mahdollisimman vähän aikaa.

Varaosavarasto on tässä yleiskorjaamomallissa suunniteltu kompaktiksi ja se sisältää vain välttämättömät osat, jotka vaaditaan määräaikaishuollossa ja pienissä korjaustoimenpiteissä. Tällaisia A-segmentin osia ovat esimerkiksi jarruosat, erilaiset nesteet, esimerkiksi öljyt, sekä raitisilmansuodattimet ja moottorin ilmansuodattimet. B-segmentin osia jotka pidetään tässä varastossa, ovat esimerkiksi sytytystulpat. Suunnittelussa on otettu huomioon varaosavaraston myös logistiset tarpeet sijoittamalla halliovi varaston keskikäytävälle, mistä varaosalähetykset puretaan varastoon ja mistä varaosamyjät vievät säilytyshyllyihin. Korjaamoiden varaosavaraston tiloja pyritään pienentämään jatkuvasti, jotta korjaamossa olisi enemmän tuottavia tiloja.

Tehokas varastonkierto mahdollistaa pienen varaosavaraston pitämisen, kun varastossa säilytetään vain välttämättömiä osia, joita käytetään ajoneuvojen määräaikaishuollossa. Korjaamoon voidaan suunnitella paternoster-varastoautomaatti, joka säästää rahaa ja aikaa optimoimalla keräilyprosessia. Paternoster-automaatti toimii ketjuksi muodostetuilla avoimilla osastoilla, jotka voidaan ohjata tietokoneen avulla ja valita haluttu osasto. Tietokoneella optimoidussa keräilyprosessissa tilauskäsittely on paljon täsmällisempää ja nopeampaa. Säästöä syntyy vähentyneistä kävelymatkoista ja keräilyssä syntyneiden odotusaikojen pienemisestä. Varastoautomaatti on suunniteltu viemään paljon vähemmän lattiatilaa kuin perinteiset varastoratkaisut. Valmistajan mukaan varastoautomaatti vie jopa 75 % vähemmän lattiatilaa ja pienentää odotusaikoja jopa 65 prosentilla. Laite on suunniteltu suorittamaan tehokkaasti sekä tilauskäsittelyt että keräilyn ja sen avulla voidaan parantaa tilausten käsittelyn täsmällisyyttä huomattavasti. [7]

Varaosavarastossa varaosamyjät suorittavat varaosien esikeräyksen ensimmäiseen kaappirivistöön, mistä mekaanikot hakevat varaosia ennen huolto- ja korjaustoimenpiteiden aloittamista ja siirtävät niitä työnnettäviin kääryihin. On todella tärkeää, että huollon alkaessa varaosat ovat valmiina. Varaosien esikeräyksellä voidaan huolellisesti varmistaa, että huollettavalle ajoneuvolle on varattu oikea määrä varaosia huoltotoimeenpiteen suorittamiseksi. Esikeräyksen tehtävänä on ennakoida varaosatarpeita, mikä mahdollis-

taa korjaamon tehokkaan toiminnan. Ajoneuvot eivät joudu turhaan odottamaan varaosia, eikä mekaanikoille tule hukka-aikaa varaosia odotellessa. Näillä asioilla voidaan optimoida varaosavaraston kokoa ja ennakoida, millaisia osia sinne kannattaa tilata. Ilman esikeräystä ja ennakointia varastonkierto kärsii ja varasto paisuu, kun sinne jää käyttämättömiä osia. Tietotekniikan kehittyminen ja ajoneuvojen sisäiset diagnostiikkaohjelmat mahdollistavat varastojen pitämisen hyvin pienenä. Suurien varaosavarastojen ylläpitäminen aiheuttaa korjaamolle suuria tappioita, koska se sitoo työvoimaa ja varaosien arvo laskee päivä päivältä. Kuvassa 7 on kompaktiksi suunniteltu varaosavarasto. Nopea varastonkierto mahdollistaa tiiviin varaosavaraston suunnittelemisen.



Kuva 7. Varaosavarasto.

#### 6.4 Rengastyö

Yleiskorjaamomallin huolto- ja korjaustiloihin on suunniteltu rengastyöpiste, jossa on mahdollista suorittaa renkaan vaihtotyöt nopeasti ja sujuvasti rengassesongin aikana. Rengastyöpisteeseen on sijoitettu matalanostin ja kaksi kaksoissaksinostinta. Matalanostimet toimivat sähköhydrauliikan avulla, ja ne soveltuvat käytettäväksi renkaidenvaihtotyössä. Ajoneuvon nostaminen tapahtuu ajoneuvon helmasta. Useimpien matalanostimien nostokyky on 3000 kg:n luokkaa, ja matalanostimen nostokorkeus on alle metrin, joten nostin ei nosta autoa täysikorkeuteen. Yleiskorjaamossa matalanostimia



käytetään usein rengastyönostimena. Sähköhydraulisen matalanostimen etuna on nopea nosto ja lasku. Nostimen nostaminen työskentelykorkeuteen vie vain noin 20 sekuntia.

Kuvassa 8 on rengastyölle suunniteltu työpiste ja sen vieressä on kaksi kaksoissaksinostinta. Nostimien tehtävänä on tukea renkaanvaihtoprosessia korjaamotilanteen niin vaa tiessa. Työpisteellä on myös matalanostin, jossa henkilöajoneuvo on nostettuna renkaanvaihtoa varten.



Kuva 8. Rengastyönostin ja kaksoissaksinostimet.

Henkilöajoneuvojen rengaskone ja renkaan tasapainotuskone ovat sijoitettuna lähelle renkaanvaihtopistettä, jotta työskentely olisi mahdollisimman sujuvaa ja joustavaa. Rengaskoneet toimivat sekä sähkömoottorin että paineilman avulla. Sähkömoottorin tehtävänä on pyörittää rengaskoneen asennuspöytää. Paineilman avulla suoritetaan ajoneuvon renkaan täyttö ja asennusvarren liikuttaminen.

Renkaiden tasapainotuskoneiden tehtävänä on tasapainottaa renkaan sekä poikittain että pitkittäin liikkuvat massat, jotta renkaan toiminta olisi mahdollisimman vakaata. Väärin tai huonosti tasapainotettu rengas haittaa ajamista ja aiheuttaa vaaraa, sillä rengas

”vispaa” ja se voi irrota vanteesta epäkeskoisten voimien vaikutuksesta. Renkaiden tasapainotuskoneet toimivat pienellä sähkömoottorilla, ja riippuen konetyypistä niissä on joko paineilmalla toimiva tai käsin kiinnitettävä renkaanlukitus. Tasapainotuskoneen työntövarren avulla suoritetaan vanteen mittaus, joka mahdollistaa vannepainon oikean sijoittelun vanteeseen.

Tasapainotuskoneiden sijoittamisessa tulisi huomioida turvaetäisyydet ja suojakuvun tilantarve, jos koneessa on suojakupu. Turvaetäisyydet ja suojakuvun tilantarve huomioidaan jättämällä koneiden väliin ja niiden ympärille noin metrin verran tilaa. Kuvassa 9 on esitettynä rengaskone ja renkaiden tasapainotuskone. Koneet sijaitsevat matalanos-timen etupuolella, jolloin niiden käyttö olisi mahdollisimman helppoa ja vaivatonta. Ko-neiden sijoittelussa on otettu huomioon kunkin koneen vaatimat turvavälit ja toiminnalli-set tilat.



Kuva 9. Rengaskone ja tasapainotuskone.

Rengaskoneen ja tasapainotuskoneen lähelle on sijoitettu liikutettava rengasteline, johon mahtuu neljä henkilöajoneuvon rengasta. Rengasteline mahdollistaa renkaiden nopean ja ergonomisen siirtämisen kohdeajoneuvon lähelle tasapainotuksen jälkeen asen-nusta varten.



## 6.5 Huolto

Kaksoissaksinostimet ovat sähköhydraulisia nostimia, ja ne toimivat samalla periaatteella kuin matalanostimet. Kaksoissaksinostimen olennainen ero verrattuna matalanostimeen on nostokyvyssä ja nostokorkeudessa, mikä tekee nostimesta todella kätevän huoltotöissä. Kaksoissaksinostimilla on hieman suurempi nostokyky. Suurempi nostokyky mahdollistaa raskaamman ajoneuvon nostamisen. Kaksoissaksinostimet nostavat ajoneuvon täyskorkeuteen eli niiden nostokorkeudet lähenevät kahta metriä. Täyskorkeudessa työskenneltäessä työergonomia paranee huomattavasti, jolloin mekaanikko mahtuu seisomaan ajoneuvon alla huolto- ja korjaustoimenpiteitä suorittaessa. Kuvassa 10 on huolto- ja korjaustoimenpiteitä varten nostettu ajoneuvo kaksoissaksinostimella.



Kuva 10. Kaksoissaksinostin.

Kaksoissaksinostimien tehtävänä on tukea renkaanvaihtoa tilanteen niin vaatiessa eli nostimet voidaan ottaa käyttöön myös rengasnostimina. Normaalisti nostimet on suunniteltu avustamaan ajoneuvojen korjaus- ja huoltotoimenpiteitä. Suunnitelma mahdollistaa rengassesongin aikana suuren määrän renkaanvaihtotöitä ja rengassesongin ulkopuolisina aikoina korjaamotilojen tehokkaan käytön.

Kaksipilarinostimet ovat mekaanisia tai hydraulisia nostimia, jotka toimivat korjaamossa yleisnostimina. Niiden avulla voidaan suorittaa helposti alustaan liittyvät huoltotyöt,

koska nostin nostaa ajoneuvoa sen helmasta ja jättää sekä alustan että moottoritilan kokonaan vapaaksi huoltotoimenpiteitä varten. Kaksipilarinostimet ovat lattiapintaan asennettavia sähkömekaanisia nostimia, ja ne soveltuvatkin hyvin yleiskorjaamoiden käyttöön. Kaksipilarinostimien tarjoamat edut ovat helppohoitoisuus ja kestävyys käytössä.

Kaksipilarinostimen asennuksen suunnitteluvaiheessa on hyvä ottaa huomioon korjaamon tilantarve ja nostimen asennuskohdat, koska kaksipilarinostin on lattiapintaan kiinteästi asennettava nostin. Nostin ei ole asennuksen jälkeen helposti siirrettävissä. Kuvassa 11 on kaksi kaksipilarinostinta. Oikeanpuoleisessa nostimessa ajoneuvo on nostettuna huolto- ja korjaustoimenpiteitä varten.



Kuva 11. Kaksipilarinostin ja nostettu ajoneuvo.

## 6.6 Akseliston mittaus

Yleiskorjaamomalliin on sijoitettu nelipilarinostin ja akseliston mittauslaite mittaus- ja tarkastustoimenpiteitä varten. Nelipilarinostimet ovat pintaan asennettavia sähköhydraulisia nostimia. Niiden etuina ovat toiminnan vakaus ja hyvä käyttökestävyys. Nelipilarinostimien nostokyky vaihtelee huomattavasti käyttötarkoitusten mukaan. Suurimman

osan nostokyky on 3500 kg:sta 8000 kg:aan. Nelipilarinostin on hyvästä käyttökestävyydestä ja toiminnan vakaudesta johtuen hyvin suosittu ajoneuvonostin katsastuksen ja nelipyöräsuuntauksen käytössä.

Akseliston mittauslaitteen toiminta perustuu joko konenäköön tai laseriin. Akseliston mittauslaitteiden avulla pystytään mittaamaan renkaiden kulmia nelipyöräsuuntausta varten. Ajoneuvon aurauskulmat ja renkaiden haritukset vaikuttavat vahvasti auton ajokäyttäytymiseen, mikä näkyy renkaiden käyttöiässä ja ajoneuvon polttoaineenkulutuksessa. Henkilöajoneuvojen suuntaamattomat tai väärin suunnatut ohjauskulmat näkyvät renkaiden epätasaisena kulumisena ja ajoneuvon outona käyttäytymisenä ajotilanteessa. Vaarana on renkaiden puhkeaminen ajotilanteessa. Henkilöajoneuvojen akseliston mittalaitteet ovat hyvin usein kiinteitä kokonaisuuksia, ja ne vaativat hyvin paljon tilaa toimiakseen, joten korjaamon suunnittelussa on todella tärkeää huomioida kyseisen laitteen sijoittelu jo etukäteen. Akseliston mittauslaite tarvitsee noin 1,8 metriä tilaa ajoneuvon ja kameroiden välille, jotta se kykenee mittaamaan ajoneuvon akselit oikein. Akseliston mittauslaitteet asennetaan yleensä nelipilarinostureiden yhteyteen, koska ne vaativat toimiakseen vakaan pilarinosturin, jossa on liukulevyt asennettuna. Liukulevyt mahdollistavat akseliston mittausvaiheessa tapahtuvan kääntökompensaation suorittamisen.

Kuvassa 12 nelipilarinostin on integroitu akseliston mittalaitteen kanssa ja niiden sijoittelussa on otettu huomioon laitteiden vaatimat toiminnalliset tilantarpeet. Akseliston mittauslaite on sijoitettuna lähelle seinää ja nelipilarinostin kahden metrin etäisyydelle akseliston mittalaitteesta. Akseliston mittalaitteeseen vaatii noin kaksi metriä tilaa, jotta se pystyisi toimimaan oikein ja määrittämään ajoneuvon akseliston kulmat. Nelipilarinostimen asennuksessa on otettava huomioon tilantarve ja nostimen käyttötarkoitus, koska nosturikompleksi vie paljon tilaa korjaamosta.



Kuva 12. Nelipilarinostin ja akseliston mittauslaite.

## 6.7 Sähkö- ja hybridiajoneuvon huolto

Sähköajoneuvojen nopea yleistyminen Suomen ajoneuvokannassa vaikuttaa vahvasti korjaamoiden suunnitteluun. Korjaamosuunnittelussa on otettava huomioon sähköajoneuvojen korjaaminen ja siihen liittyvät riskit ja vaarat. Korjaus- ja huoltopaikka on suunniteltava siten, että se täyttää vaaditut standardin SFS 6002 määrittelemät sähköturvallisuusvaatimukset ja on mahdollisimman turvallinen siellä työskenteleville ihmisille. Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 määrittää sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjaamiseen liittyviä vaatimuksia. Standardi asettaa myös paljon erilaisia turvallisuusvaatimuksia korjaamolle, jossa tehdään sähkö- ja hybridiajoneuvojen huoltotoimenpiteitä. [8]

Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 mukaan sähkö- ja korkeajännitetyö paikkaa on aina eristettävä työn aikana ja sen ympäristölle on sijoitettava varoitusmerkkejä käynnissä olevasta sähkö- ja korkeajännitetyöstä. Standardi määrittelee myös, että työn suorittavalla sähkömekaanikolla pitää olla käytettävissä eristävät suojakengät, käsineet, kasvojen suojaimet ja eristävät työkalut. Sähköturvallisuus on otettava huomioon ja se on otettava vakavasti korjaamoiden suunnittelussa, korkeajännitteen aiheuttaman hengenvaaran takia. [6, s. 28–29.]

Yleiskorjaamon sähkö- ja hybridiajoneuvon huoltopaikan suunnittelussa on otettu huomioon sähköturvallisuusstandardin SFS 6002 vaatimat turvallisuusmääräykset sijoittamalla sähkö- ja korkeajännitetyöpaikkaan sulkukartioita ja ilmoittamalla sähköiskun vaarasta lattianpintaan painetuilla kylteillä. Ajoneuvon ja kylttien väliin on jätetty noin 1,5 m työskentelytilaa sähkömekaanikolle ja nostimen lähelle on sijoitettu erillinen kaappi, jossa säilytetään sähkö- ja hybridiajoneuvon huollon vaatimia työkaluja ja mittareita. Huoltopaikka eristetään täysin ulkopuolisilta henkilöiltä sähkötyön ollessa käynnissä.

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen huolto tai korjaus, joissa tehdään sähköitöitä pitää suorittaa aina aidatussa ja muilta henkilöiltä eristetyssä paikassa. Aitaaminen tai alueen eristäminen on tehtävä selkeästi esimerkiksi huomiota herättävällä eristysnauhalla tai huomiota herättävillä sulkukartioilla. Paikalle on myös pystytettävä varoituskyltti, joka varoittaa vaarallisesta jännitteestä. Varoituskyltti on sijoitettava näkyvään paikkaan, jotta samassa tilassa työskentelevät tietävät käynnistyneestä sähkötyöstä ja ovat tietoisia mahdollisesta vaarasta. Tämäntapaisia varoimenpiteitä suoritetaan esimerkiksi silloin, kun vioittuneen sähköajoneuvon akuston varausta puretaan tyhjäksi, jotta sille olisi mahdollista suorittaa huolto- ja korjaustoimenpiteitä. [8]

Kuvassa 13 on yleiskorjaamoon suunniteltu sähkö- ja hybridiajoneuvon huolto- ja korjauspiste. Kuvassa hybridiajoneuvo Hyundai ioniQ on nostettuna huoltoa varten. Huoltopaikka on eristetty sulkukartioilla ja lattiassa on varoitusmerkit sähköiskusta.



Kuva 13. Hyundai IONIQ -hybridiajoneuvo huollossa ja työskentelyalue eristettynä.

## 7 Raskaan kaluston korjaamon suunnittelu

Raskaan kaluston korjaamomallin suunnittelu aloitettiin hahmottelemalla korjaamon tilat sekä sinne sijoitettavat toiminnot ja laitteet. Korjaamon tilojen suunnittelu aloitettiin määrittämällä pesupaikat, varaosavarastot, huoltotilat ja jarrudynamometri. Havainnollistuksessa raskaan kaluston korjaamossa on huolto- ja korjaustiloja noin 50 m kertaa 24 m.

Raskaan kaluston rengastyönpiste kannattaa suunnitella korjaamon pätyyn ja sinne on tarkoituksenmukaista jättää tilaa noin 25 m x 6 m, jotta samassa paikassa olisi mahdollista suorittaa myös raskaan kaluston ajoneuvon akseliston mittaukset ja säädöt. Rengastyönpiste vaatii paljon tilaa, koska sinne on sijoitettava suurikokoisia työkaluja ja tunkisarjoja. Raskaan kaluston korjaamoon kannattaa suunnitella myös ajoneuvojen pesupiste, jossa ajoneuvot voidaan puhdistaa ennen huoltoa. Raskaan kaluston katsastusta varten korjaamoon on sijoitettava myös jarrudynamometri.

Raskaan kaluston korjaamon varaosavarasto on sijoitettava siten, että sen kaapit ovat kahdessa kerroksessa. Kaksikerroksinen sijoittelu mahdollistaa varaston tehokkaan käytön ja sen koon pitämisen mahdollisimman pienenä. Raskaan kaluston korjaamon toiminta vaatii runsaasti varaosia, ja varaosien koot ovat todella suuria verrattuna henkilöajoneuvossa oleviin varaosiin, mikä kasvattaa varaston kokoa huomattavasti. Raskaan

kaluston korjaamon suunnittelussa on otettava huomioon myös raskaan kaluston ajoneuvojen huollossa vaatimat öljyt ja nesteet. Niiden säilytykselle on suunniteltava huone, mikä täyttää paloturvallisetvaatimukset.

## 7.1 Raskaan kaluston korjaamo ja laitteet

Korjaamoon on sijoitettuna 15 nostinta, joista 14 on pilarinostimia ja yksi on puolisaksinostin. Pilarinostimet ovat sijoitettuna säilytettäväksi korjaamon vasempaan pätyyn, ja niitä voidaan siirtää korjaamon sisällä huoltotoimenpiteen niin vaatiessa. Puolisaksinostin on sijoitettuna lähelle työnvastaanottopistettä. Puolisaksinostinta voidaan käyttää sekä alustan tarkastuksessa että sen säädössä. Puolisaksinostimen sijoittaminen lähelle työnvastaanottopistettä mahdollistaa sen, että jos asiakas haluaa nähdä oman ajoneuvonsa alustan tarkastus vaiheessa, niin se tapahtuu helposti kulkemalla lyhyen matkan työnvastaanottopisteessä olevan oven kautta. Pakokaasu-, neste- ja ilmakelat ovat sijoitettuna korjaamossa oleviin tolppiin ja seiniin. Tämäntapainen sijoittelu maksimoi tilankäytön ja mahdollistaa kelojen käyttämisen jokaisessa kohdassa korjaamoa huoltojen aikana, jolloin pakokaasu-, neste- ja ilmakelojen käyttö ei enää ole paikkasidonnaista ja ne ovat aina saatavilla. Kuvassa 14 on havainnollistettu raskaan kaluston 2D-korjaamon malli.





Kuva 14. Raskaan kaluston korjaamomalli.

Korjaamon ajoneuvojen huoltotilassa on noin  $1195 \text{ m}^2$ , mikä mahdollistaa noin kuuden raskaan kaluston ajoneuvon, perävaunun tai perävaunuyhdistelmän huoltamisen tehokkaasti. Korjaamotilan korkeus on suunnitellussa mallissa 8 m. Varastotilaa on korjaamossa noin  $108 \text{ m}^2$ . Pesutilassa on  $102 \text{ m}^2$ . Pesupaikka on suunniteltu 14 m:n pituisten ajoneuvojen pesuun ja sen kokonaispituus on 17 m. Öljyvaraston pinta-ala on  $36 \text{ m}^2$ , ja sinne on sijoitettuna palovaaralliset nesteet sekä kompressorit. Korjaamoon on rakennettu  $210 \text{ m}^2$ :n kokoinen erillinen tila. Tila on 30 m pitkä, ja sinne on sijoitettu jarrudynaometri, jonka avulla tarkistetaan raskaan kaluston ajoneuvojen jarrujen toimivuus. Kuvassa 15 on korjaamon 3D-havainnekuva, jossa näkyy huollossa oleva raskaan kaluston ajoneuvo.





Kuva 15. Raskaan kaluston korjaamo sisältä.

## 7.2 Raskaan kaluston akseliston mittaus ja ADAS-kalibrointi

Raskaan kaluston ajoneuvojen akseliston mittauslaitteet ovat kevyitä ja helposti siirrettäviä, mikä mahdollistaa mahdollisimman helpon ja nopean työskentelyn kohdeajoneuvon ympärillä. Raskaan kaluston akseliston mittauslaitteet toimivat konenäön avulla. Kamera lukee taulua, ja sen avulla laite pääättelee renkaiden kulmat. Laite vaatii tarkkaa kalibrointia, ja pinnan eriaisteiset kaltevuudet on otettava huomioon, jotta kalibrointi sujuisi oikein ja mittaustulokset olisivat valideja.

Raskaan kaluston ajoneuvoissa on nykyään usein myös ACC-järjestelmä, joka vaatii tarkan kalibroinnin toimiakseen oikein. ACC eli aktiivinen vakionopeudensäädin arvioi ajoneuvon ajonopeuden ja etäisyyden sekä sovittaa ajonopeuden edellä ajavaan ajoneuvoon sopivaksi kuljettajan asettamien asetusten perusteella. Raskaan kaluston ACC- ja ADAS-järjestelmien kalibrointitoimenpiteitä suoritettaessa vaaditaan sekä akseliston mittauslaite että erillinen kalibrointisarja. Kuvassa 16 on havainnollistettuna akseliston säätö- ja tutkajärjestelmien säätötoimenpide raskaan kaluston ajoneuvolle.



Kuva 16. Akseliston mittaus ja ADAS-kalibrointi.

### 7.3 Raskaan kaluston huolto

Raskaan kaluston korjaamoon on sijoitettu puolisaksinostin. Puolisaksinostimet toimivat ajosiltoina eli ajoneuvoja nostetaan ilmaan niiden renkaista. Niiden suurimmat edut ovat nostokorkeus, nostokyky ja helppo huoltoisuus. Sen takia ne ovat hyvin suosittuja raskaan kaluston korjaamoiden käytössä. Puolisaksinostimet on suunniteltu raskaan kaluston käyttöön, ja ne ovat hyvin helppohoitaisia. Helppohuoltoisuus perustuu siihen, että nosturissa on vähän liikkuvia osia, jotka voisivat vioittua raskaan kaluston käytössä.

Puolisaksinostimet mahdollistavat helpon liikkuvuuden: nostimen alla pääsee liikkumaan vapaasti huollon ja korjaustoimenpiteiden aikana. Raskaan kaluston puolisaksinostimen nostokyky on 25 000 kg - 35 000 kg ja nostimen maksiminostokorkeus on noin 2,1 m. Kuvassa 17 on raskaan kaluston huolto- ja korjauspiste, johon on suunniteltu pintaan asennettava puolisaksinostin. Puolisaksinostinta on suunniteltu käytettäväksi raskaan kaluston ajoneuvojen huolto ja korjaustoimenpiteissä sekä niiden akseliston kulmiensäädössä.



Kuva 17. Puolisaksinostin huoltopisteessä.

Pyöristä nostavat nostopilarisarjat ovat siirrettäviä sähkömekaanisia tai sähköhydraulisia pilarinostimia. Nostopilarisarjan etuina ovat sen helppo siirrettävyys ja suuri nostokyky. Sarjat ovat erittäin kestäviä ja luotettavia. Nostopilarisarjat on suunniteltu raskaan kaluston käyttöön ja yhdistelemällä nostopilareita voidaan nostaa kerralla jopa kokonainen puoliperävaunuyhdistelmä ilmaan.

Korjaamon suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon nostopilarisarjojen säilytystila ja varata paikka mahdolliselle säilytykselle, jos nostopilarit eivät ole käytössä. Kuvassa 18 on puoliperävaunuyhdistelmä nostettuna ilmaan kymmenellä nostopilarilla. Nostopilarisarjat ovat tehokkaita nostimia ja sopivat erinomaisesti raskaan kaluston käyttöön hyvän siirrettävyyden takia. Tiloja voidaan hyödyntää tehokkaasti ja pintaan asennettävien nostureiden määrä pitää hyvin pienenä.



Kuva 18. Pilarinostimet ja puoliperävaunuyhdistelmä.

#### 7.4 Raskaan kaluston rengastyöpaikka

Raskaan kaluston rengastyöpisteeseen on sijoitettuna raskaan kaluston rengaskone renkaiden irrotusta ja asennusta varten, raskaan kaluston rengaskone renkaiden tasapainottamista varten ja turvahäkki renkaiden täyttämistä varten.

Raskaan kaluston rengaskoneet on tarkoitettu kuorma-autojen, traktoreiden ja työkoneiden renkaiden irrotukseen ja asentamiseen. Raskaan kaluston rengaskoneet toimivat sähköhydrauliikan avulla, mikä mahdollistaa niille suuret käyttövoimat. Suuri käyttövoiman tarve johtuu raskaan kaluston ajoneuvojen raskaista renkaista.

Kuorma-autojen tasapainotuskoneet on tehty tasapainottamaan raskaiden ajoneuvojen isokokoisia renkaita. Monessa kuorma-autojen tasapainotuskoneessa renkaan pyörimisnopeus on paljon hitaampi kuin henkilöautojen tasapainotuskoneessa, jolloin suojakupu voidaan jättää pois ja näin saadaan säästettyä tilaa korjaamosta. Kuorma-autojen tasapainotuskoneissa renkaan lukitus toimii joko paineilman avulla tai käsin kiinnitettävällä renkaanlukituksella.

Turvahäkkiä käytetään renkaiden täytön yhteydessä ja sen tehtävänä on suojata mekaanikkoa renkaan räjähdykseltä. Raskaan kaluston renkaaseen täytetään yli 10 baarin yli-painetta, joka räjähtäessään aiheuttaa mekaanikolle vakavan terveydellisen vaaran tai voi jopa tappaa, kun vanne sinkoutuu voimalla renkaasta irrotessa mekaanikkoa kohti. Kuvassa 19 on raskaan kaluston rengastyöpiste, joka on sijoitettuna korjaamon perälle akseliston mittauspisteen yhteyteen. Tällä sijoittelulla voidaan maksimoida renkaanvaihdon nopeus ja tehdä siitä mahdollisimman yksinkertaista, kun ajoneuvoa ei tarvitse siirtää jatkuvasti paikasta toiseen.



Kuva 19. Raskaan kaluston rengastyöpiste.

### 7.5 Raskaan kaluston pesu

Raskaan kaluston korjaamon yhteyteen on suunniteltu korjaamomallissa pesuhalli, jossa voidaan pestä raskaan kaluston ajoneuvoja. Pesuhalli on erotettu seinällä huolto- ja korjaustilasta, jolloin kosteus pysyy hallissa eikä pääse vapautumaan huolto- ja korjaustiloihin. Pesutilan lattia on rakennettu teräsritilöistä, mikä mahdollistaa tehokkaan viemäroinnin, kun vesi pääsee valumaan suoraan viemäriin eikä jää lattian pinnalle isoina vesilammikoina.

Pesuhallin tärkeys korostuu varsinkin syksyllä, talvella ja keväällä, kun huollettavat ajoneuvot ovat hyvin likaisia ja ne on puhdistettava ennen huolto- ja korjaustoimenpiteitä.



Puhdistusta tarvitaan varsinkin raskaan kaluston ajoneuvon alustan osia huollettaessa. Kuraisen ajoneuvon huoltaminen on hyvin hankalaa, ja liika voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa jonkun toimilaitteen vioittumisen heti huolto- ja korjaustoimenpiteiden jälkeen. Jos lika joutuu kriittiseen laitteeseen, niin se voi aiheuttaa jopa ajoneuvon rikkoutumisen. Kuvassa 20 on esitettyä pesuhalli ja siellä olevat laitteistot.



Kuva 20. Pesuhalli.

## 7.6 Raskaan kaluston jarrujen mittaus

Korjaamomallissa raskaan kaluston korjaamon kylkeen on suunniteltu läpi ajettava halli, jossa on jarrudynamometri jarrujen mittausta varten. Jarrudynamometriä tarvitaan raskaan kaluston katsastuksessa ja jarrujen toiminnan testaamisessa. Sen avulla voidaan tarkastaa raskaan ajoneuvon jarrujen oikea toimivuus. Jarrudynamometri tarkistaa raskaan kaluston ajoneuvon jokaisen akselin jarrut vuorotellen, jolloin toimenpiteen suorittamiseen menee aikaa.

Jarrudynamometri kannattaa sijoittaa korjaamon ulkopuolelle rakennettuun hallin osioon, mikä mahdollistaa ajoneuvon läpiajamisen helposti ja vaivatta. Halliin kannattaa asettaa lämmitykset, jolloin toimintaympäristöstä tulee talvella inhimillisemmäksi mekaniikoille, varsinkin kovien pakkasien aikana. Hallin pituudeksi on suunniteltu 30 m, mikä mahdol-

listaa sekä täysperävaunuyhdistelmän että puoliperävaunuyhdistelmän jarrujen testaaminen sisätilassa yhdellä kerralla. Täysperävaunuyhdistelmän suurin sallittu pituus on 22,00 m ja puoliperävaunuyhdistelmän on 16,50 m. Hallissa olisi myös mahdollista suorittaa jarrujen testaaminen moduulirakenteisille täysperävaunuyhdistelmille, joiden suurin sallittu pituus on 25,25 m. [9] Tällainen suunnittelu helpottaa mekaanikkojen työskentelyä merkittävästi. Kuvassa 21 on esitettyä halli, jossa suoritetaan jarrudynamometrin avulla jarrujen mittauksia.



Kuva 21. Jarrudynamometri.

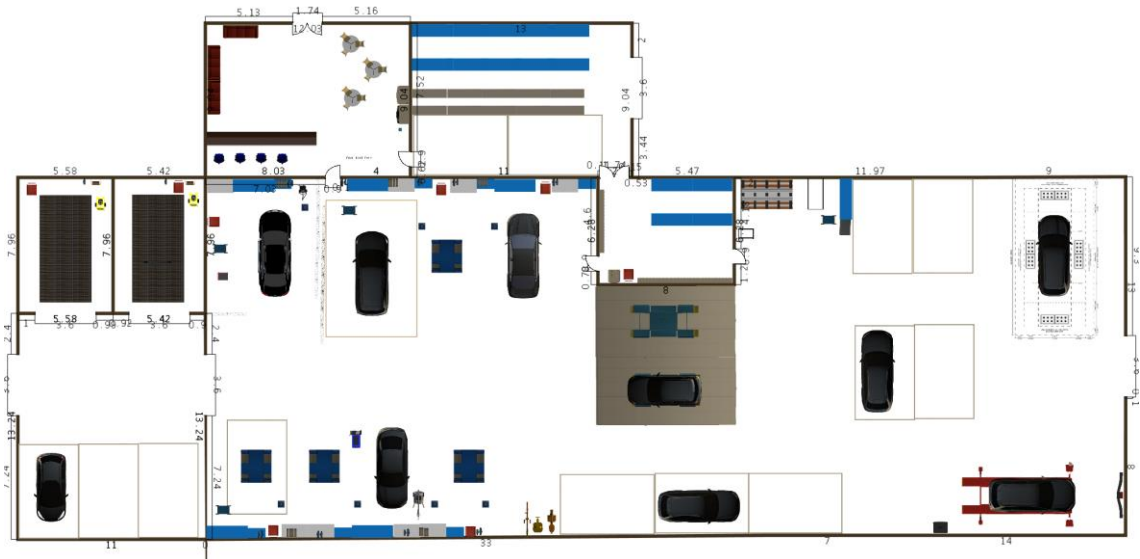
## 8 Vauriokorjaamon ja maalaamon suunnittelu

Vauriokorjaamossa suoritetaan ajoneuvojen vauriokorjaustoimenpiteitä. Vauriokorjaamon suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon vauriokorjauksessa tarvittavat laitteistot ja niiden vaatimat toiminnalliset tilat. Vauriokorjaustoimenpiteet ja laitteistot vaativat paljon enemmän tilaa kuin ajoneuvojen huolto- ja korjaustoimenpiteissä, koska vauriokorjauksessa joudutaan usein sekä hitsaamaan että leikkaamaan ajoneuvojen korirakenteita. Se aiheuttaa suurempien turvavälien tarpeen työskentelyssä.

## 8.1 Vauriokorjaamo ja maalaamo

Vauriokorjaamon tiloihin kannattaa suunnitella alue, jossa vaurionkorjaamon työnjohtajat suorittavat ajoneuvojen vauriotarkastuksia. Samaan tilaan kannattaa sijoittaa myös ajoneuvojen pesupaikat, joissa voidaan suorittaa ajoneuvojen pesu ja puhdistus ennen ajoneuvojen vauriokorjausta. Vauriotarkastuksien suorittaminen sisätilassa, jossa on tehokas valaistus, mahdollistaa vauriotarkastajan tehokkaan ja tarkan työskentelyn. Ulkotilassa ja huonossa valaistuksessa suoritettussa vauriotarkastuksessa saattaa olla merkittäviä puutteita, jotka vaikuttavat tarkastuksen laatuun ja voivat vaikeuttaa asiointia vakuutustarkastajan kanssa. Ennen ajoneuvon vauriokorjauksen aloittamista ajoneuvo on aina pestävä. Huolellisen pesun avulla pienennetään lian joutumisen riskiä ajoneuvon vauriokorjattavaan ja maalattavaan pintaan. Pestystä ajoneuvosta huomataan vauriot paljon paremmin ja voidaan varmistaa, ettei ajoneuvossa ole lisävaurioita, jotka jäävät vauriotarkastajalta huomaamatta vauriotarkastuksen aikana.

Kuvassa 22 on vauriokorjaamon ja maalaamon havainnollistettu malli 2D- kuvana. Suunnitelmassa tilan käyttö on optimoitu tehokkaalla tilankäytöllä huomioimalla esimerkiksi lasinvaihtopisteen asemointi.



Kuva 22. Vauriokorjaamon 2D-mallikuva.

Vauriokorjaamo on suunniteltu maalaamo erilliseen tilaan, jossa sijaitsee esikäsittelytila, maalinsekoitustila, maalauskammiot, lasinvaihtopiste, ADAS- ja LiDAR-järjestelmän ka-



librintipiste sekä akseliston mittauspiste. Maalaamon esikäsittelytilassa suoritetaan ajoneuvojen esivalmistelut maalausta varten ja maalinsekoitustilassa sekoitetaan juuri oikeat värikomponentit ajoneuvon maalauksessa käytettävää maalia varten, maalin sävytykseen ja sekoitukseen tarkoitettulla laitteistolla. Kuvassa 23 on hahmotettu maalaamo, johon on sijoitettu kaksi maalausammiota.



Kuva 23. Maalaamo ja maalausammiot.

Ajoneuvon maalaus tapahtuu tilassa, joka on ilmatiivis ja lämmitettävä kammio. Kahden maalausammion sisälle on sijoitettuna paineilmalla toimivat pneumaattiset maalaamonostimet, joiden avulla ajoneuvoa voidaan nostaa ergonomiseen työskentelykorkeuteen maalattavaksi, mikä parantaa työnlaatua ja tehoa. Maalausammioon ei saa sijoittaa muita kuin täyspneumaattisia maalaamonostureita siellä oleva maalin höyrystymisen aiheuttaman räjähdysvaaran takia. Sähköhydrauliset nostimet aiheuttavat räjähdysvaaran, kun niitä käytetään maalausammiossa. Ajoneuvon maalauksen jälkeen kammio lämmitetään noin 65 celsiusasteeseen, jolloin maalin kuivuminen tehostuu ja maalin kovettuminen nopeutuu. Kuvassa 24 on esitettyä täyspneumaattinen nostin, joka on sijoitettu maalausammioon. Nostin parantaa maalarin työergonomiaa merkittävästi.



Kuva 24. Maalausammio ja täyspneumaattinen nostin.

Tuulilasin- ja lasinvaihtopisteellä suoritetaan lasinvaihtotyöt vaurikorjauksen jälkeen, jos vaurikorjattavan ajoneuvon lasi on rikkoutunut. Lasinvaihtopisteelle kannattaa varata aina tila joko vaurikorjaamossa tai maalaamossa, koska hyvin usein pahasti kolaroiduissa ajoneuvoissa tuulilasi on rikkoutunut. Tässä suunnitelmassa lasinvaihtopiste on sijoitettu maalaamon kulmaukseen. Näin maalaamon tilat on saatu hyödynnettyä tehokkaasti. Lasinvaihtopisteellä suoritetaan sekä ajoneuvon tuulilasinvaihto että sen korjaus. Uusissa ajoneuvoissa ajoneuvon tuulilasi on osa korin kantavaa rakennetta. Tästä johtuen viallinen tuulilasi on aina vaihdettava uuteen, vaurikorjauksen yhteydessä, mikäli siinä on ilmennyt pieniäkin vaurioita.

Sekä vaurikorjauksen että tuulilasinvaihdon jälkeen ajoneuvon ADAS- ja LiDAR-järjestelmät on tarkastettava ja uudelleen ohjelmoitava, jotta ne toimisivat oikein. Tämän takia ADAS- ja LiDAR-järjestelmän kalibrointipiste kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle tuulilasinvaihtopistettä. Tässä suunnitelmassa se on suunniteltu maalaamon perälle, jonne vaurikorjatut ja maalatut ajoneuvot jätetään odottamaan luovutusta.

Vaurikorjaamon suunnittelussa varaosavaraston koko on otettava huomioon ja sinne on jätettävä tarpeeksi tilaa isoille ajoneuvojen korirakenteen osille. Vaurikorjaamon va-

raosavaraston suunnittelussa on hyvä varata alue, johon mahtuu purkamaan suurikokoiset ajoneuvojen korirakenteet. Varasto on järjestettävä siten, että peltisepät löytävät ajoneuvojen osat ja rakenteet nopeasti sekä vaivatta. Tässä vauriokorjaamon suunnitelmassa varaosavarastosta pääsee suoraan maalaamossa sijaitsevaan maalien sekoitus- ja varastointi tilaan. Tällainen suunnittelu helpottaa huomattavasti kuorman purkua korjaamossa ja sen siirtämistä varastoon, kun tavarat voidaan purkaa yhdestä paikasta ja siirtää sen jälkeen helposti muihin varastotiloihin.

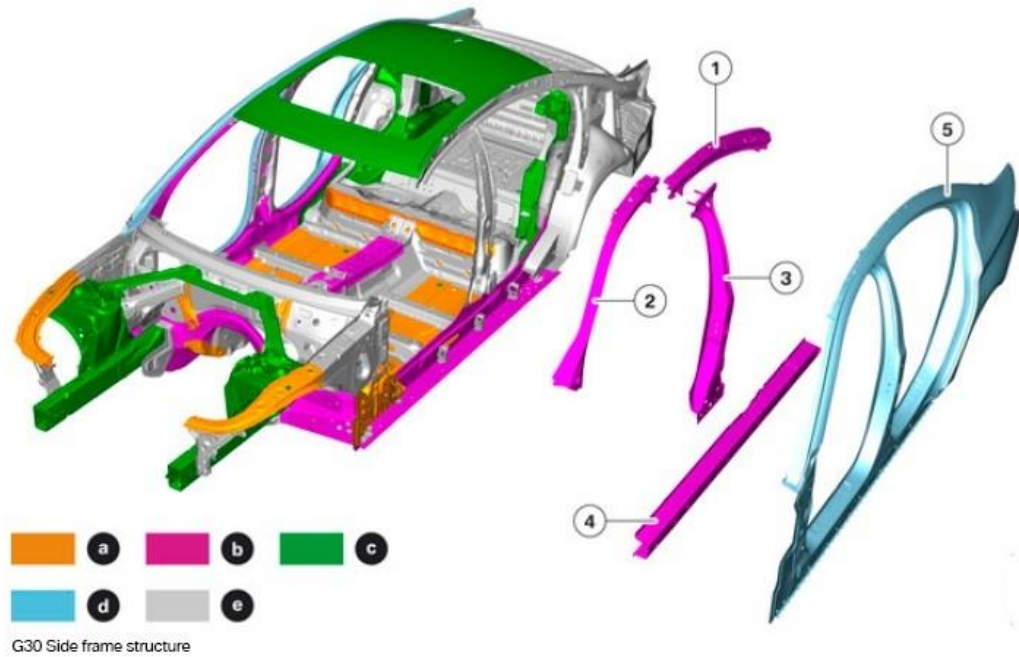
Vauriokorjaamon havainnointimallin suunnitteluprosessi aloitettiin suunnittelemalla ja hahmottelemalla korjaamon vauriotarkastustilat, vaurionkorjaustilat, pesutilat, maalaamontilat, varastotilat, lasinvaihtotilat sekä ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibrintitilat. Havainnollistetussa vauriokorjaamo ja maalaamomallissa on vauriokorjaus- ja maalaus-tiloja noin 54 m x 21 m. Korjaamotilan korkeus on suunnitelmassa mallissa 5 m. Korjaamon ja maalaamon tiloissa on Ecdesign-ohjelmalla laskettuna pinta-alaa yhteensä 1477  $m^2$ , pesutilaa on noin 88  $m^2$ , vauriotarkastustilan pinta-ala on noin 146  $m^2$  ja varastotilan 118  $m^2$ . Neliömetrien suuri määrä johtuu tilantarpeesta, mikä aiheutuu ajoneuvojen siirtelystä korjaamon sisällä ja maalausvalmisteluiden vaatimasta tilantarpeesta. Lasinvaihtotila, ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibrintitila sijaitsevat maalaamossa. Vauriokorjaamoon on suunniteltuna seitsemän matalanostinta korinkorjausta varten ja yksi veto-  
penkki korinoikaisua varten. Maalaamoon on suunniteltuna yksi nelipilarinostin akseliston säätöä ja mittausta varten. Kumpaankin maalauskammioon on sijoitettu yksi pneumaattinen maalaamonostin parantamaan maalaustoimeenpiteen ergonomiaa. Kuvassa 25 on esitettyinä vauriokorjaamo. Verhottu alue esittää alumiinikoristen ajoneuvojen vauriokorjauspaikkaa.



Kuva 25. Vauriokorjaamo.

## 8.2 Alumiinityö

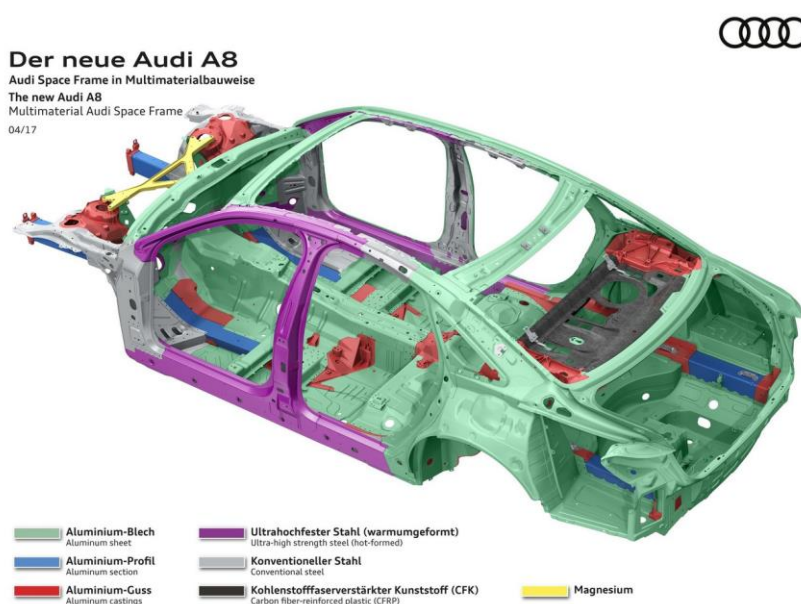
Alumiinisten koriosien ja hybridikorirakenteiden yleistyessä henkilöajoneuvoissa vauriokorjaus vaikeutuu ja monimutkaistuu huomattavasti alumiinin metallisten ja kemiallisten ominaisuuksien takia. Nykyajan kehittynyt teknologia mahdollistaa alumiinikorirakenteiden korjauksen niiden vaihtamisen sijaan. Kuvassa 26 on BMW G30 -ajoneuvon hybridikorirakenne. Korin rakenteesta huomataan, että kyseisen ajoneuvon korirakenteessa sekä moottorin kannatin että ajoneuvon katto on alumiinia. Kuvassa vihreä väri kuvaa alumiinia.



Index	Explanation
a	Multiphase steel (> 300 N/mm <sup>2</sup> )
b	Ultra-high-strength steel (> 900 N/mm <sup>2</sup> )
c	Aluminum
d	Deep-drawing steel (< 300 N/mm <sup>2</sup> )
e	Other steel grades
1	Inner roof frame
2	Roof frame reinforcement
3	B-pillar reinforcement
4	Side sill reinforcement plate
5	Outer side frame (deep-drawing steel)

Kuva 26. BMW G30:n hybridikorirakenteet [10].

Alumiinisia osia käytetään usein esimerkiksi premium-luokan ajoneuvojen konepelleissä, lokasuojissa, ovissa ja takaluukussa painon säästön sekä jakauman optimoinnin takia. Alumiini on kevyt ja luja metalli, joka kestää todella hyvin korroosiota sen pintaan muodostuvan korroosiota estävän oksidikalvon takia. Alumiiniosien käyttö on lisääntynyt huomattavasti etenkin edullisemmissä ajoneuvomalleissa johtuen uusista päästönormeista. Autovalmistajat pyrkivät hakemaan painon keventämisen avulla polttoainesäästöjä ja siten pienempiä päästöjä. Premium-ajoneuvoissa ovat yleistyneet myös kokonaan alumiiniset korirakenteet, esimerkiksi Audi A8 -mallissa. Kuvassa 27 on Audi A8 -mallisen ajoneuvon korirakenne. Rakenteesta ilmenee, että koko ajoneuvon runko on valmistettu erilaisista alumiinityypeistä, a- ja b-pilareita lukuun ottamatta.



Kuva 27. Audi A8:n kokonaan alumiininen runko [11].

Alumiinisten korirakenteiden vauriokorjauspiste on eristettävä muista teräskorirakenteiden vauriokorjauspisteestä mahdollisten vaarallisten kemiallisten reaktioiden takia. Alumiinipöly on helposti syttyvää ja vahvasti korrodoivaa. Alumiinipöly yhdistettynä hapettuneeseen teräspölyyn ja korkeaan lämpötilaan mahdollistaa aina termiittireaktion synnyn [12]. Termiittireaktio on erittäin eksotermisen reaktio ja vaarallinen johtuen sen tuottamasta korkeasta lämpötilasta, mikä synnyttää metallipalovaaran, ja reaktiossa sulava metalli aiheuttaa palavia roiskeita ympäristöön [13]. Reaktio synnyttää erittäin korkeita lämpötiloja, jotka voivat aiheutua esimerkiksi hitsatessa paikassa, jossa on tehty sekä alumiinisten korirakenteiden että teräskorirakenteiden vauriokorjausta ja hiontapölyt ovat päässeet hapettumaan ja sekoittumaan yhteen. Tämän takia alumiinisten korirakenteiden ja teräskorirakenteiden vauriokorjaus on suoritettava erillistilassa ja eri työkaluilla vaaran välttämiseksi. Kuvassa 28 on esimerkki alumiini- ja rautapölyn aiheuttamasta termiittireaktiosta.





Kuva 28. Alumiini- ja rautapölyn aiheuttama termiittireaktio [14].

Alumiini on ihmiselle myrkyllinen alkuaine, joka aiheuttaa suurina pitoisuuksina erilaisia neurologisia oireita. Jatkuvat työnperäiset alumiinialtistumiset johtavat työntekijöiden kehon alumiinikuorman nopeaan kasvamiseen, mikä taas vaikuttaa heidän terveyteensä. Ajoneuvojen vauriokorjaamossa alumiinialtistus tapahtuu pääasiassa keuhkojen kautta alumiinia hiottaessa tai hitsatessa. Alumiinisten korirakenteiden hionnassa syntyvä hiontapöly ovat noin 10  $\mu\text{m}$ :n kokoisia partikkeleita. Verrattain suuren hiukkaskoon vuoksi hiukkaset eivät kulkeudu keuhkoihin, vaan jäävät ylähengitysteihin aiheuttaen erilaisia tulehdus tai ärsytysoireita. Alumiinisten korirakenteiden hitsauksessa syntyvän alumiinioksidin hiukkaskoko on hyvin pieni, alle 1  $\mu\text{m}$ :n kokoisia hiukkasia. Pieni hiukkaskoko mahdollistaa hiukkasten pääsyn keuhkoihin, josta ne siirtyvät elimistön verenkiertoon. Korjaamossa, missä hiotaan ja hitsataan alumiinisia ajoneuvonrakenteita, ilmassa olevat alumiinipitoisuudet voivat nousta hyvinkin korkealle usein yli 5 milligrammaan kuutiometrissä ilmaa, mikäli tilassa ei ole suunniteltuna tehokasta kohdepoistoa. Alumiinin kertyminen kehoon suurina määrinä on hyvin vaarallista sen myrkyllisyyden takia. [15]

Alumiinisten korirakenteiden nopea yleistyminen henkilöajoneuvoissa vaikuttaa olennaisena osana vauriokorjaamoiden suunnitteluun ja niiden toimintaan. Alumiinityöt ovat

otettava huomioon, koska niillä on todella suuri vaikutus vauriokorjaamon työturvallisuuteen ja työntekijöiden terveyteen. Alumiinikorirakenteiden korjauspiste on suunniteltava siten että se olisi erillään teräskorirakenteiden korjauspisteistä. Alumiini korirakenteiden vauriokorjauspiste on eristettävä esimerkiksi kokopitkällä, palosuojatulla erikoisverholla ja sinne on suunniteltava erillinen ja tehokas ilmanvaihto. Tässä vauriokorjaamomallissa on mitoitettuna 8 m x 8 m alue alumiinityölle.

Vauriokorjaamon suunnittelussa on otettava huomioon alumiinikorirakenteisten henkilöajoneuvojen vauriokorjausvolyymi suunnittelemalla kokonaan eristetty alumiinityötila. Eristetty tila voidaan suunnitella vauriokorjaamoon, jossa suoritetaan vain ja ainoastaan alumiinisten korirakenteiden korjaustöitä. Eristetty osasto takaa työn suorittamisen mahdollisimman turvallisesti ja työnlaadun pysymisen mahdollisimman hyvänä, jottei tulisi laatuvirheitä. Kuvassa 29 on Audi A8 korikorjauksessa alumiinityöpisteessä. Työpiste on eristetty mustilla palosuojuilla erikoisverhoilla, mikä estää alumiinipölyn leviämisen vieraiseen ajoneuvoon ja muualle korjaamotilaan.

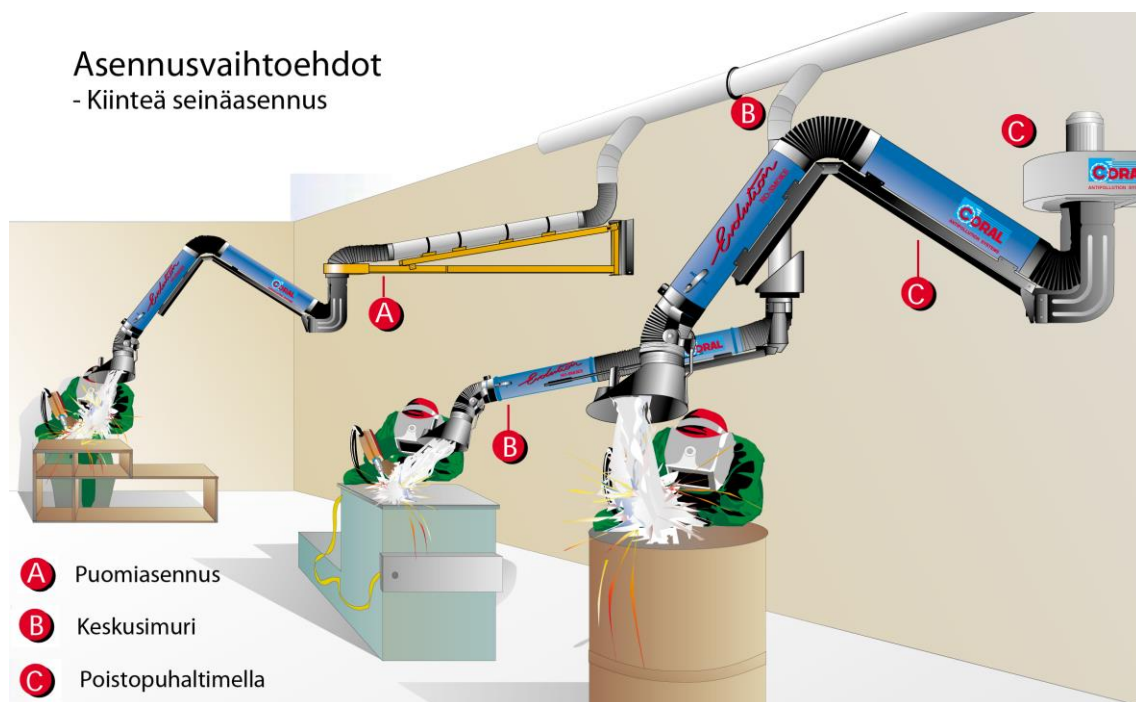


Kuva 29. Alumiinityöpiste ja Audi A8.

Korirakenteiden hiontatyöt on tehtävä eristetyssä tilassa, eikä samassa tilassa suositella hitsaustöiden tekemistä alumiinipölyn helposti syttyvyyden takia. Hiontatyökalussa tulee



olla tehokas imuri alumiinipölyn talteenottoa varten. Alumiinikoritöiden hitsaustilassa on oltava tehokas kohdepoisto, hitsauksesta syntyvien alumiinioksidien takia. Tehokkaan kohdepoiston avulla voidaan minimoida alumiinioksidien joutumista elimistöön. [16] Kuvassa 30 on esitettyinä kohdepoistoimuri ja sen asennusvaihtoehdot. Puomiasennus mahdollistaa kohdepoistoimurin tehokkaan käytön hitsattavan ajoneuvon ympärillä.



Kuva 30. Kohdepoistoimuri ja asennusvaihtoehdot [17].

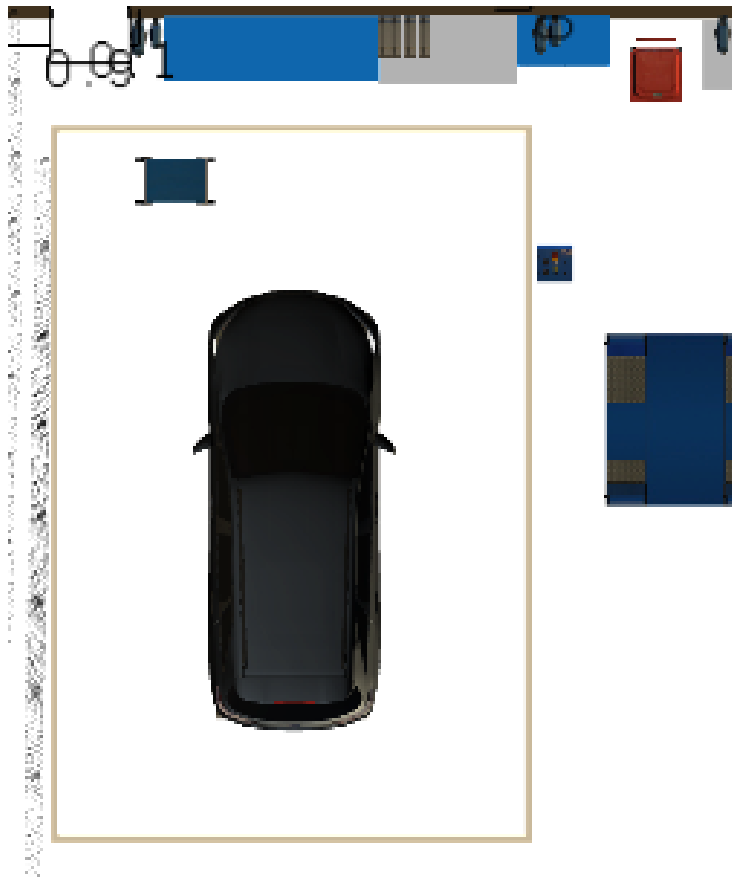
### 8.3 Korikorjaus

Ajoneuvon korikorjaus suoritetaan korikorjauspisteellä. Korikorjauspisteelle on sijoitettu matalanostin. Matalanostin ei nosta ajoneuvoa täysikorkeuteen vaan noin metrin korkeuteen, mikä mahdollistaa peltisepälle hyvän ja ergonomisen työskentelyasennon koriosia asennettaessa. Kuvassa 31 ajoneuvo on korikorjauksessa, ja se on nostettu työskentelykorkeuteen matalanostimella.



Kuva 31. Ajoneuvo korikorjauksessa.

Vauriokorjaamo on myös hyväksytty tulityöpaikka, joten siellä saa suorittaa erilaisia lämpöä tuottavia hitsaus ja leikkuu toimenpiteitä. Korikorjaamossa on myös korityönostin, joka voidaan ottaa käyttöön myös vetopenkinä. Sen avulla voidaan suorittaa ajoneuvojen korioikaisuja. Korityönostimen sijainti vaikuttaa merkittävästi vauriokorjaamon suunnitteluun ja laitesijoitteluun, koska korityönostin vaatii todella paljon toiminnallista tilaa ympärilleen. Suurimmat korityönostimet voivat vaatia jopa yhdeksän metriä tilaa toimiakseen. Kuvassa 32 on korityönostimen ympärille piirretty valkoisella viivalla vaaravyöhyke. Sen koko on noin kaksi metriä ajoneuvon ympärillä. Vaaravyöhyke on korityönostimen valmistajan määrittämä alue, jonka sisällä suoritetaan pellin oikaisu. Vaaravyöhykkeessä ei saa olla kukaan muu kuin tehtävää suorittava peltiseppä pellin oikaisun aikana. Tällaisella varotoimilla voidaan välttää vakavien työtaturmien syntyminen.



Kuva 32. Korityönostimen vaaravyöhyke.

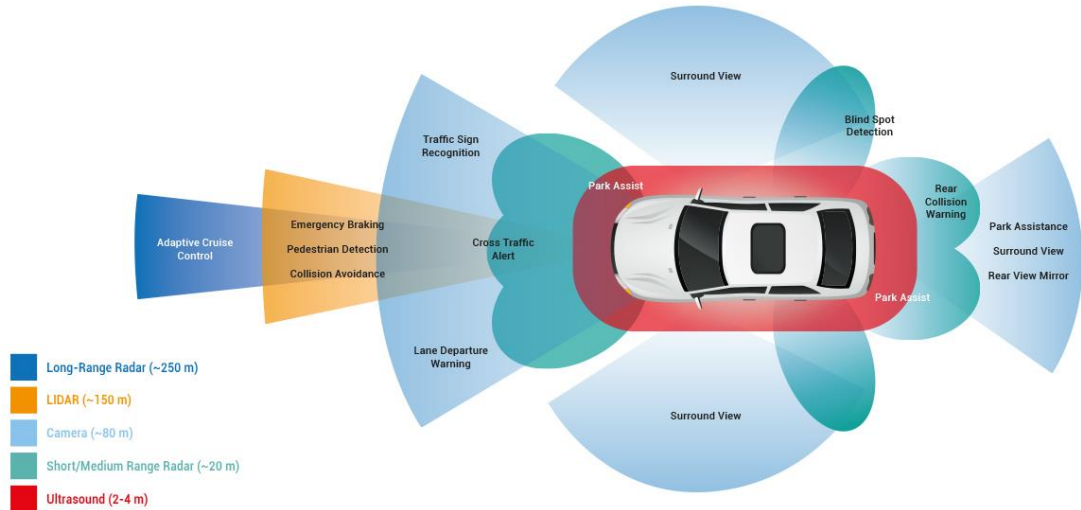
Korityönostin vaatii huomattavasti enemmän työskentelytilaa kuin muut nostimet, koska pellin oikaisussa ja sen vetämisessä käytetään hyvin suuria voimia ja siksi aina on mahdollisuus pellin repeämiselle ja osien sinkoutumiselle ympäriinsä. Osien sinkoutuminen aiheuttaa vakavia vaaratilanteita ja voi pahimmassa tapauksessa vammauttaa työntekijöitä. Korikorjauspisteellä peltisevät suorittavat oikaisu- ja hitsaustoimenpiteitä ajoneuvojen korille, ja sen jälkeen ajoneuvo siirretään maalaamon puolelle esikäsittelytilaan. Kuvassa 33 on korityönostin, jossa on ajoneuvo nostettuna.



Kuva 33. Henkilöajoneuvo korityönostimessa.

#### 8.4 Henkilöajoneuvon ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibrointi

Uusissa henkilöajoneuvoissa on paljon erilaisia ajoavustinjärjestelmiä, jotka tukevat kuljettajan ajosuoritusta ja ympäristön havainnointia. Tekniikan kehittyessä tulevaisuudessa niiden määrä tulee lisääntymään huomattavasti. ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibrointia varten kannattaa suunnitella tasainen ja tilava tila, jossa prosessi olisi mahdollista suorittaa tulevaisuudessa tutkatekniikan yleistyessä jokaiseen ajoneuvoon. Henkilöajoneuvon ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibroinnissa tarvitaan noin 2 metriä tilaa ajoneuvon ympäriltä, jotta sitä voidaan tehdä. Pienet kaadot kalibrointi tilassa ei aiheuta ongelmia, koska kalibrointijärjestelmän laserin avulla voidaan kompensoida pienet epätasaisuudet. Kuvassa 34 on esitettyä henkilöajoneuvossa toimivat ADAS- ja LiDAR-järjestelmät sekä niiden toimintasäteet ajoneuvon ympäriltä että niiden toimintakantamat.



Kuva 34. ADAS- ja LiDAR-järjestelmät sekä niiden ominaisuudet ja kantamat [18].

Ajoneuvon vauriokorjauksen jälkeen on tärkeää tarkastaa, että tutkat ja kamerat ovat sekä asennettu ja että ne toimivat oikein. Tuulilasin vaihdon jälkeen ajoneuvon tuulilasi-kamera ja sadetunnistin on aina kalibroitava. Tämän takia ADAS- ja LiDAR-kalibrointipiste on hyvä sijoittaa lähelle tuulilasinvaihtopistettä, joka tässä suunnitelmassa sijaitsee maalaamon puolella. Kalibrointiprosessi vaatii paljon tilaa, koska ajoneuvon tutkat ja kamerat sijaitsevat auton ympärillä. Kuvassa 35 on hahmotettuna ajoneuvon ADAS- ja LiDAR-järjestelmien kalibroinnissa vaadittava tila.



Kuva 35. Ajoneuvo ja kalibrointi toimenpiteiden suorittamiseen vaatima tila [19].

Jokaiselle tutkalle ja kameralle on oma kalibrointitaulu. Ajoneuvojen ajoavustinjärjestelmät vaativat asianmukaisen ja oikein suoritettun kalibroinnin toimiakseen oikein ja turval-

lisesti. Kalibroimaton ajoneuvon ajoavustinjärjestelmä aiheuttaa liikenteessä suuria turvallisuusriskejä, koska monessa uudessa ajoneuvossa ajoneuvolla on kyky sekä ohjata että jarruttaa kuljettajasta riippumattomasti. Kuvassa 36 on vauriokorjaamoon suunniteltu ADAS- ja LiDAR-kalibrointipiste.



Kuva 36. Ajoneuvo ADAS- ja LiDAR-järjestelmän kalibroinnissa.

## 9 Korjaamosuunnittelu projekti Rovaniemen Wetteri

Projektissa suunnitellaan ja havainnollistetaan Finnkone Oy:lle vauriokorjaamomalli. Finnkone Oy esittää suunnitellun korjaamomallin asiakkaalleen, Rovaniemen Wetterille. Korjaamomallin tehtävänä on havainnollistaa rakenteillaan olevan vauriokorjaamon mahdollinen lopputulos, jossa laitteet on sijoitettuna korjaamon tiloihin. Vauriokorjaamo on vielä suunnitteluvaiheessa, joten korjaamon tilat, ja laitteiden sijainnit saattavat vielä tulevaisuudessa muuttua.

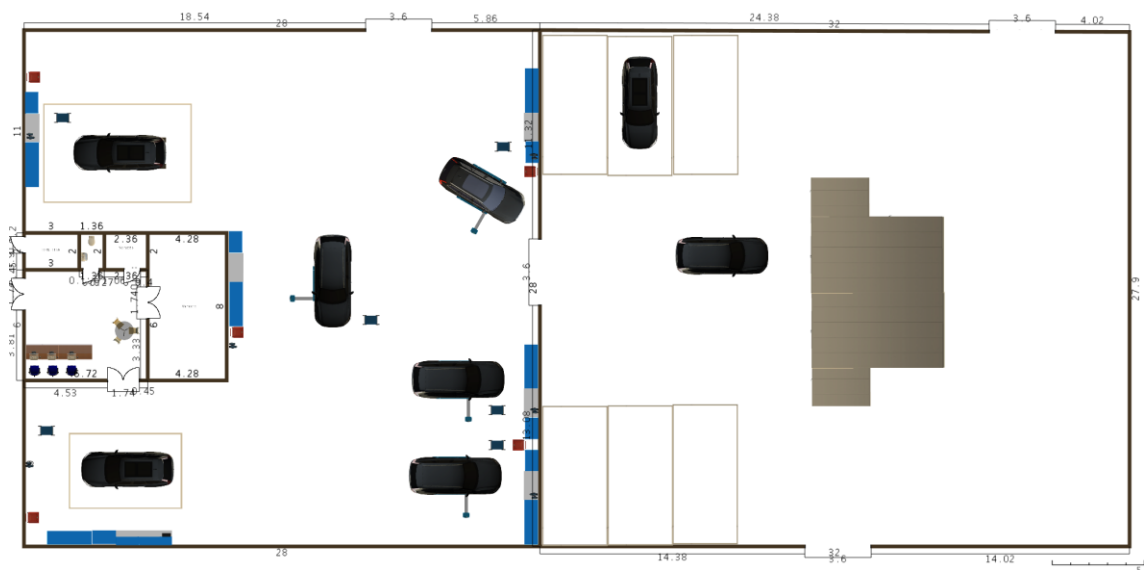
### 9.1 Vauriokorjaamon suunnittelu

Korjaamo suunnitellaan jo valmiiksi rakennettuun rakennukseen, joka on aikaisemmin toiminut rahtiterminaalina. Rakennuksen muuttaminen vauriokorjaamon toimintaan soveltuvaksi vaatii suuria rakennemuutoksia. Terminaalien rahtisillat poistetaan ja lattian



pintaa madalletaan 1,2 m, jotta se olisi maan tasalla. Tämä helpottaa korjaamon toimintaa huomattavasti ja välttää kalliiden ajoramppien rakentamiselta. Kohteen sijainti on Teollisuustie 29 A, Rovaniemi.

Korjaamon suunnitteluprojekti aloitetaan jo valmiiksi piirretystä 2D-mallista, johon on jo tehty laitesijoittelu. Ecdesign-ohjelmalla luotiin sekä virtuaalinen korjaamotila että havainnointimalli korjaamosta ja suoritettiin ohjelman avulla laitesijoittelu korjaamon tiloihin. Kuvassa 37 on Ecdesign-ohjelman avulla luotu korjaamotila piirroksen pohjalta. Korjaamotilaan on sijoitettu sekä laitteet että ajoneuvot, jotta tila saadaan tuntumaan mahdollisimman aidolta.



Kuva 37. Ecdesign-ohjelman avulla tehty 2D-kuva.

## 9.2 Vauriokorjaamon ja maalaamon tilat

Vauriokorjaamo Wetterin projektin suunnitteluprosessi aloitettiin suunnittelemalla ja hahmottelemalla korjaamontilat. Projektissa suunniteltiin vain vauriokorjaamon tiloja, koska maalaamontilat on jo valmiiksi suunniteltu ja ovat rakenteilla. Loin kuitenkin Ecdesign-ohjelmalla myös maalaamon vauriokorjaamon kylkeen, jotta korjaamokokonaisuudesta ja projektista saadaan mahdollisimman kattava kuva.

Työnvastaanotto- ja varastotilat on jo suunniteltu ja määritetty. Korjaamotilan korkeus on suunnitellussa mallissa 5 m. Vauriokorjaamossa ja maalaamossa on pohjapiirroksen mukaan tilaa yhteensä noin 60 m x 28 m eli 1680 m<sup>2</sup>. Vauriokorjaamossa on tilaa noin 700 m<sup>2</sup> ja maalaamossa noin 885 m<sup>2</sup>. Työvastaanotto ja varastot vievät tilaa noin 95 m<sup>2</sup>. Kuvassa 38 vauriokorjaamon tilat on havainnollistettu 3D-kuvaksi.



Kuva 38. Wetterin vauriokorjaamo.

Vauriokorjaamoon on sijoitettu kuusi erilaista nostinta. Korjaamoon on sijoitettuna neljä kaksoissaksinostinta, yksi korityönostin ja yksi vetopenkki. Yksi kaksoissaksinostin neljästä nostimesta on sijoitettuna 60 asteen kulmaan seinää vasten, jotta korjaamon tilankäyttö olisi mahdollisimman tehokasta.

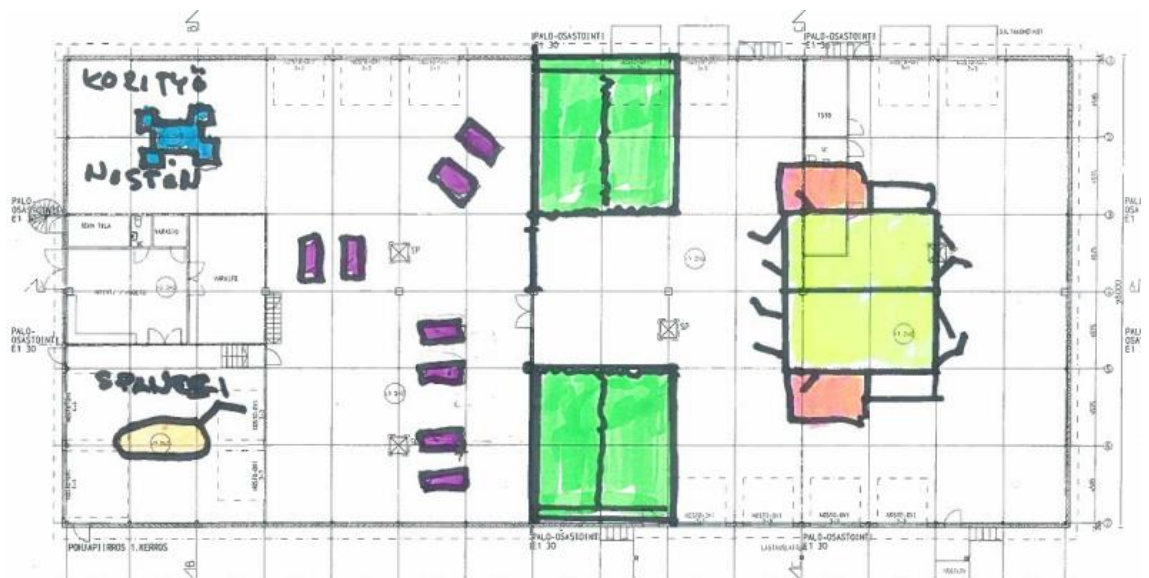
Maalaamoon on sijoitettu kaksi maalauskammiota, ja kaksi sekoitushuonetta maalin sekoittamista varten. Maalaamoon on myös varattu iso tyhjä tila ajoneuvojen esikäsittelyä varten. Maalauskammioiden takana on varattuna paljon vapaata tilaa maalattujen ajoneuvojen kuivumiseen ja jäähtymiseen. Kuvassa 39 on maalaamon tilat havainnollistettu aiempien suunnitelmien pohjalta.





Kuva 39. Wetterin maalaamo.

Kuvassa 40 on esitettyä vauriokorjaamosta pohjapiirros, josta korjaamonsuunnittelua lähdettiin toteuttamaan. Kuvassa on hahmoteltuna tila, ja siihen on tehty laitesijoittelu. Liilat nostimet kuvastavat kaksoissaksinostimia, vihreä alue kuvaa ajoneuvojen esikäsitelytilaa, limen keltainen alue kuvaa maalauskammiota, ja oranssi alue kuvaa sekoitus-huoneita. Sininen nostin syvennyksessä on korityönostin ja keltainen nostin syvennyksessä on vetopenkki.



Kuva 40. Pohjapiirros vauriokorjaamosta.

Koristyönostin ja vetopenkki ovat syvennyksessä, jotta työskentely olisi mahdollisimman turvallista. Korityönostin on nostin, jolla on mahdollista suorittaa samat toimenpiteet kuin vetopenkillä, mutta korjaamon ruuhkautuessa se voidaan ottaa käyttöön normaalina ajoneuvonostimena. Kuvassa 41 on korityönostin, joka on sijoitettuna syvennykseen.



Kuva 41. Korityönostin syvennyksessä.

Tällainen sijoittelu parantaa työturvallisuutta huomattavasti, koska peltienoikaisussa tarvitaan suuri turva-alue ja toimenpiteen aikana on aina tapaturmavaara. Vetopenkki on sijoitettu korjaamossa olevaan toiseen syvennykseen. Vetopenkkiä ei voida käyttää muussa tehtävässä kuin ajoneuvojen peltien oikaisussa. Vauriokorjauksessa peltien oikomismäärät ovat vähentyneet merkittävästi nykypäivänä, mikä tarkoittaa, että vetopenkin käyttötarve vähenee jatkuvasti. Oikomismäärän vähenemiseen vaikuttaa erilaisten suurlujuusteräslaatujen lisääntyminen ajoneuvoissa. Kuvassa 42 on vetopenkki sijoitettuna toiseen syvennykseen.



Kuva 42. Vetopenkki syvennyksessä.

## 10 Yhteenveto

Opinnäytetyössä suunniteltiin kolme korjaamomallia ja yksi mahdollisesti toteutuva korjaamo Finnkone Oy:lle. Korjaamomallit, jotka suunniteltiin, olivat yleiskorjaamo, raskaan kaluston korjaamo sekä vauriokorjaamo ja maalaamo. Vauriokorjaamo ja maalaamo kuuluvat samaan kokonaisuuteen. Korjaamomallit ovat vain malleja, eli niitä ei voida toteuttaa suoraan käytännössä mallista ilman merkittäviä muutoksia. Korjaamomallien tehtävänä on havainnollistaa korjaamomalleja ja kuvata, mitä laitteita mallit sisältävät. Työssä tuotiin lyhyesti esille erilaisia korjaamolaitteita ja niiden ominaisuuksia, koska lukijan on hyvä tietää hieman korjaamolaitteista ja ymmärtää syy niiden sijoittamiseen tiettyyn korjaamomalliin.

Työn alussa esiteltiin kaksi suunnitteluohjelmaa, raskas ProgeCAD-ohjelma ja kevyt Ecdesign-ohjelma. Lopulta Ecdesign-ohjelma valikoitui käytettäväksi tässä opinnäytetyössä, koska sillä oli mahdollista luoda 3D-ulottuvuuksia ja suunniteltuun korjaamoon päästiin sisälle tarkastelemaan tilaan sijoitettuja laitteita. Ecdesign-ohjelma oli paljon käyttäjäystävällisempi, ja mittayksiköt ilmoitettiin ohjelmassa metreinä. ProgeCAD-ohjelmassa mitat ilmoitettiin millimetreinä, mikä teki ohjelmasta todella hankalan käyttää, suuria kokonaisuuksia suunniteltaessa.

Työssä käsitellään myös tulevaisuuden tuomia haasteita korjaamosuunnitteluun. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen yleistyessä niiden huolto- ja korjauspaikat on otettava huomioon korjaamon suunnittelussa. Sähkö- ja hybridiajoneuvot asettavat paljon lisävaatimuksia korjaamolle ja sen laitteistolle, jotta niitä voidaan huoltaa ja korjata. Yleiskorjaamomallissa on huomioitu sähkö- ja hybridiajoneuvojen huolto ja korjaus suunnittelemalla sinne SFS 6002 -sähkötyöturvallisuusstandardin vaatimukset täyttävä työpiste.

Alumiinikorirakenteiden nopea yleistyminen henkilöajoneuvoissa on otettava huomioon vauriokorjaamoiden suunnittelussa. Alumiinin aiheuttamat terveyteen vaikuttavat tekijät pystytään huomioimaan tehokkaasti korjaamon suunnitteluvaiheessa. Vauriokorjaamomallissa huomioitiin alumiinitöiden paikka sijoittamalla sinne erikoisverhot ja tehostettu ilmastointi, jotka estävät alumiinipölyn kulkeutumisen viereisiin työtiloihin ja ajoneuvoihin.

Opinnäytetyön lopussa suunniteltiin mahdollisesti toteutuva vauriokorjaamo Finnkone Oy:n asiakkaalle. Korjaamo suunnitellaan jo valmiiksi rakennettuun rakennukseen, joka on toiminut aikaisemmin terminaalina. Rakennuksen rakennetta muutetaan korjaamotoiminnalle sopivaksi ja sinne valitaan sekä sijoitetaan laitteita Finnkoneen Oy:n asiakkaan toiveen mukaan. Wetteri-vauriokorjaamosuunnitelma saattaa muuttua tulevaisuudessa, ja tämän vauriokorjaamo projektin tulokset nähdäänkin vasta tulevaisuudessa.

## Lähteet

- 1 Finnkone Oy – Mukava ja luotettava. Verkkoaineisto. Finnkone Oy. <<https://www.finnkone.fi/yritys/>>. Luettu 11.2.2020
- 2 Ecdesign- The leading 3D software palnner used all over the world. Verkkoaineisto. Ecdesign. <<https://www.ecdesign.se/>>. Luettu 19.12.2019.
- 3 The choice of +2500 leading organizations. Verkkoaineisto. Ecdesign. <<https://www.ecdesign.se/repair-shop-planner.html>>. Luettu 19.12.2019.
- 4 Ecdesign features. Verkkoaineisto. Ecdesign. <<https://www.ecdesign.se/features.html>>. Luettu 19.12.2019.
- 5 Ala-Luoma, Anssi. 2014. Varaston analysointi ja kehittäminen. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 6 Rousku, Henrik & Mäkinen, Pertti A (2018). SFS 6002 käytännössä. Helsinki: Sähköinfo Oy.
- 7 Paternoster-varastoautomaatti. Verkkoaineisto. Kasten. <<https://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit/Paternoster-Varastoautomaatti/>>. Luettu 20.1.2020.
- 8 Sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjaamiseen liittyvät tärkeimmät muutokset. Verkkoaineisto. Autoalan keskusliitto. <[http://www.akl.fi/akl-sertifiointi\\_oy/sahkotyoturvallisuus\\_sfs6002\\_ja\\_tyosuorituksesta\\_vastaava\\_henkilo/sahko\\_ ja\\_hybridiajoneuvojen\\_korjaamiseen\\_liittyvat\\_muutokset](http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_sfs6002_ja_tyosuorituksesta_vastaava_henkilo/sahko_ ja_hybridiajoneuvojen_korjaamiseen_liittyvat_muutokset)>. Luettu 3.1.2020.
- 9 Mitat ja Painot. Verkkoaineisto. LOGISTIIKAN MAAILMA. <<http://www.logistikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/mitat-ja-painot/>>. Luettu 9.2.2020
- 10 Metal used the the G30 Body. Verkkoaineisto. Bimmersport. <<https://g30.bimmerpost.com/forums/showthread.php?t=1337272>>Luettu 3.1.2020.
- 11 2018 Audi A8 and A8L body. Verkkoaineisto. Motor1. <<https://uk.motor1.com/photos/525401/2018-audi-a8-and-a8l-body/>>. Luettu 3.1.2020.
- 12 Aluminium dust explosion – TEST. Verkkoaineisto. Youtube. <<https://www.youtube.com/watch?v=tlJUJzkzMvg>>. Luettu 4.1.2020.
- 13 What Is a Thermite Reaction in Chemistry?. Verkkoaineisto. ThoughtCo. <<https://www.thoughtco.com/thermite-reaction-instructions-and-chemistry-604261>>. Luettu 4.1.2020.

- 14 File:Thermite skillet.jpg. Verkkoaineisto. Wikimedia Commons. <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermite\\_skillet.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermite_skillet.jpg)>. Luettu 4.1.2020
- 15 Majaneva-Keijälä Tuija, Linnainmaa Markku & Seuri Markku. 2003. Alumiinin terveysvaikutukset. <[https://www.ebm-guidelines.com/dtk/shk/avaa?p\\_artikkeli=ttl00016#R4](https://www.ebm-guidelines.com/dtk/shk/avaa?p_artikkeli=ttl00016#R4)>. Luettu 4.1.2020.
- 16 Virsiheimo, Mikko. 2013. Uuden koritekniikan vaikutus korikorjauksiin. Opinnäyte-työ. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 17 Kohdepoistoimurit hitsaushuuruille. Verkkoaineisto. Finnkone Oy. <<https://www.finnkone.fi/tuote/kohdepoistoimurit-hitsaushuuruille/>>. Luettu 4.1.2020.
- 18 ADAS TEXA radar and camera calibration solutions. Verkkiaineisto. TEXA. <<https://www.texa.com/products/radar-camera-calibration-kit>>. Luettu 4.2.2020.
- 19 ADAS TEXA radar and camera calibration solutions. Verkkiaineisto. TEXA. <<https://www.texa.com/products/radar-camera-calibration-kit>>. Luettu 4.2.2020.

