

Konsta Kämäri

Automaattitrukkien huoltotyön ja -paikan kehittäminen osana työturvallisuuden parantamista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

11.4.2016

Alkulause

Tämä insinööri työ tehtiin SSAB:n Hämeenlinnan tehtaalle. Haluan erityisesti kiittää työn ohjaajaa SSAB:n kunnossapitoinsinööri Timo Salmista erinomaisesta ohjauksesta ja aiheen antamisesta. Kiitän myös lehtori Markku Saarniota erinomaisesta työn ohjauksesta.

Lisäksi haluan kiittää kunnossapidon työnjohtajia Jesse Hämäläistä sekä Jali Maunusta. Kiitän myös mekaanisen ja sähköisen kunnossapidon asentajia. Yhteisesti haluan kiittää kaikkia työhön osallistuneita.

Hämeenlinnassa 11.4.2016

Konsta Kämäri

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Konsta Kämäri Automaattitruckien huoltotyön ja -paikan kehittäminen osana työturvallisuuden parantamista 44 sivua + 2 liitettä 11.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Kunnossapitoinsinööri Timo Salminen Lehtori Markku Saarnio
<p>Tämä insinööri työ tehtiin SSAB Europe Oy:n Hämeenlinnan tehtaalle. Työn tavoitteena on automaattitruckien kunnossapitotöiden turvallisuuden parantaminen. Työssä selvitetään kyseisten töiden turvalliseen suorittamiseen tarvittavat laitteisto- ja layout-muutokset sekä niihin liittyvät budjettilaskelmat.</p> <p>Työ käsittelee kolmen automaattitruckin sähköistä ja mekaanista kunnossapitoa. Nykyisellään käytettävät menetelmät aiheuttavat työturvallisuusriskejä, jotka saattavat aiheuttaa työtapaturmia.</p> <p>Aluksi selvitettiin kunnossapidon nykytila. Selvitys tehtiin seuraamalla vaunuille tehtävää määräaikaishuoltoa ja haastatteleamalla asentajia. Tämän pohjalta laadittiin ongelmien ratkaisemiseksi vaihtoehtoja, joita käsiteltiin yhdessä kunnossapitohenkilöstön kanssa. Uudelleensuunnittelun apuna käytettiin automaattitruckien teknisiä piirustuksia ja huolto-ohjeita, pohjapiirustuksia, mittauksia, henkilöstön haastatteluja sekä ulkopuolisten yritysten edustajien lausuntoja. Automaattitruckien kunnossapitotöistä laadittiin lisäksi turvallisuustarkastelu, jotta kaikki mahdolliset työturvallisuusriskit otettaisiin huomioon. Riskit pyritään minimoimaan kunnossapitotöihin käytettävän laitteiston ja ympäristön uudelleen suunnittelulla.</p> <p>Työn tuloksien pohjalta saadaan käsitys tarvittavista muutostöistä ja niiden kustannuksista. Ennen muutostöitä tulee kuitenkin tarkentaa budjettilaskelmat ja saadut tarjoukset. Tämän jälkeen voidaan tehdä lopullinen versio tehtävistä hankinnoista ja muutoksista.</p>	
Avainsanat	Kunnossapito, automaattitrucki, vihivaunu, työturvallisuus, layout

Author Title	Konsta Kämäri Development of Maintenance for Automatic Guided Vehicles as Part of Improving Safety
Number of Pages Date	44 pages + 2 appendices 11 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Production Engineering
Instructors	Timo Salminen, Maintenance Engineer Markku Saarnio, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by SSAB. The purpose of this thesis was to develop the safety of the maintenance tasks of AGVs (automatic guided vehicle). The main objective was to examine all the necessary appliance and layout amendments to improve the safety of the maintenance work environment. The thesis also includes budget calculations for the proposed changes.</p> <p>The maintenance tasks of AGVs contain electrical and mechanical maintenance. It was discovered that the currently used methods are causing safety risks and may cause accidents at work.</p> <p>Firstly, the current state of maintenance was analyzed. The study was carried out by following up a scheduled maintenance task and interviewing mechanics. On this basis, alternatives for improvements were discovered and solutions were suggested. Various improvements were reviewed with the maintenance personnel. Furthermore, the redesign process was conducted by using AGVs technical drawings and maintenance manuals, layout drawings, measurements, personnel interviews and statements from external companies. In addition, a risk assessment for maintenance tasks was also made so that every possible risk would be considered. By redesigning the currently used facilities and environment those risks will be minimized.</p> <p>On the basis of the results, the necessary amendments and budget calculations can be performed. Before the actual amendments are made, however, budget calculations and received tenders must be redefined. The final version of the required acquisitions can be made after that.</p>	
Keywords	Maintenance, automatic guided vehicle, safety, layout

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	SSAB	1
2.1	Yrityksen historia ja toiminta	1
2.2	SSAB Europe Oy	3
2.3	Hämeenlinnan tehdas	4
2.3.1	Hämeenlinnan tehtaan historia ja toiminta	4
2.3.2	Hämeenlinnan tehtaan tuotantoketju	5
3	Materiaalinkäsittely	8
3.1	Hämeenlinnan tehtaan sisäiset siirrot	8
3.2	Automaattitruckijärjestelmä	10
3.2.1	Automaattitruckijärjestelmän ominaispiirteet	10
3.2.2	Hämeenlinnan tehtaan automaattitruckijärjestelmä	10
4	Automaattitruckien kunnossapidon nykytilanne	15
4.1	Työturvallisuus	15
4.2	Automaattitruckien turvallisuustarkastukset ja määräaikaishuollot	16
5	Vaaratekijöiden tunnistaminen ja riskien arviointi	21
5.1	Riskiarvioinnin vaiheet	21
5.2	Automaattitruckien kunnossapitotöihin liittyvä turvallisuustarkastelu	23
6	Automaattitruckien huoltotyön ja -paikan kehittäminen	24
6.1	Vaunun nosto	25
6.2	Layout	28
6.3	Huoltopaikalle-komento	30
6.4	Työskentely automaattitrukin päällä	32
6.5	Pölynpoisto	35
6.6	Valaistus	36
6.7	Työkalut ja vaunuihin tehtävät muutostyöt	37
6.8	Kustannusarvio ja 3D-malli suunnitellusta huoltopaikasta	38

7	Tulokset ja ratkaisut kehityskohteisiin	40
7.1	Laitehankinnat	40
7.2	Muutostyöt	40
8	Yhteenveto	41
8.1	Kuvaus työstä ja jatkotoimenpiteet	41
8.2	Työn onnistuminen	42
	Lähteet	43
	Liitteet	
	Liite 1. Automaattitruckien huoltotöiden turvallisuustarkastelu	
	Liite 2. Hahmotelma työtasosta (vain työn tilaajan käyttöön)	

Lyhenteet

AGV	Automatic Guided Vehicle. Automaattitrucki. Vihivaunu.
CWAY	Automaattitruckien graafinen käyttäjäliityntä.
KELI	Kelauslinja
MAL1	Maalipinnoituslinja.
RAVA	Valssaamorakennus.
SARA	Safety Risk Analysis. Riskien analysointiohjelma.
SIN3	Sinkityslinja 3.
VAHO	Varastojen hallinta- ja ohjausjärjestelmä.
3D	Kolmiulotteinen.

1 Johdanto

Tämä insinööriyö tehtiin SSAB European Hämeenlinnan tehtaalle ja on osa mekaanisen kunnossapito-osaston työsuojelusuunnitelmaa. Työn tavoitteena on tunnistaa automaattitrukkien kunnossapitotöihin liittyvät riskit ja kehittää töissä käytettäviä menetelmiä ja laitteistoa, jotta työt voidaan suorittaa työntekijän kannalta mahdollisimman turvallisesti.

Insinööriyö suoritettiin yhteistyössä automaattitrukkien sähköisestä ja mekaanisesta kunnossapidosta vastaavan henkilöstön kanssa, jotta työ palvelisi ennen kaikkea heitä, mutta myös vihivaunuja käyttävää tuotantohenkilöstöä. Automaattitrukit ovat tärkeä osa Hämeenlinnan tehtaan toimintaa, ne kuljettavat vuosittain satoja tuhansia tonneja terästä.

Työn tarkoituksena on kehittää ja uudelleen suunnitella automaattitrukkien kunnossapitoon käytettävää huoltopaikkaa ja laitteistoa, jotta kunnossapitotöiden suorittaminen olisi turvallista ja sujuvaa.

2 SSAB

2.1 Yrityksen historia ja toiminta

SSAB (kuva 1) on ruotsalaislähtöinen teräsyhtiö, jonka toiminta on nykypäivänä maailmanlaajuista. SSAB (entiseltä nimeltään Svensk Stål AB) sai alkunsa vuonna 1878, kun kolme pientä ruotsalaista terästehdasta yhdistyivät. [1.]

Tällä hetkellä SSAB on pohjoismaiden suurin raakateräksen tuottaja ja sen toiminta on laajentunut 50:een maahan ympäri maailman. Vuotuinen teräksen tuotantokapasiteetti on noin 8,8 miljoonaa tonnia. Työntekijöitä SSAB:lla on noin 16 000. Yrityksen tuotekantaan kuuluvat pitkälle kehitetyt lujat teräkset, nuorrutusteräkset, nauha-, levy- ja putkituotteet sekä rakentamisen ratkaisut. [2.]



Kuva 1. SSAB:n logo.

SSAB:n liikevaihto vuonna 2015 oli 57 miljardia Ruotsin kruunua. Yrityksen toimitusjohtajana toimii Erik Martin Lindqvist. Pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. Yrityksen suurimmat tuotantolaitokset sijaitsevat Ruotsissa ja Suomessa. Suurimpia näistä ovat: Raabe (2 700 työntekijää), Oxelösund (2 300 työntekijää), Borlänge (2 000 työntekijää), Luulaja (1 200 työntekijää) sekä Hämeenlinna (900 työntekijää). Näiden lisäksi pienempiä tuotantolaitoksia sijaitsee Yhdysvalloissa, Euroopassa sekä Aasiassa. [2; 3.]

Raahen ja Hämeenlinnan tehtaista tuli osa SSAB:n teräksen tuotantoketjua, kun Raataruukki ja SSAB fuusioituivat vuonna 2014. Tämän myötä yrityksen rakenne muuttui huomattavasti ja koostuu nykyisellään viidestä divisioonasta (kuva 2):

- SSAB Special Steels (lujat teräkset sekä nuorrutusteräkset)
- SSAB Europe (nauha-, kvarttolevy- ja putkituotteet)
- SSAB Americas (kvarttolevy tuotteet)
- Tibnor (teräksenjakelukumppani)
- Ruukki Construction (energiätehokkaat rakentamisen ratkaisut). [2.]



Kuva 2. SSAB:n divisioonat. [5.]

2.2 SSAB Europe Oy

Rautaruukin ja SSAB:n fuusioitumisen myötä lähes kaikista Rautaruukin Suomessa toimivista toimipisteistä tuli osa SSAB Europe -divisioonaa. Se on johtava pohjoismainen nauha-, kvarttolevy- ja putkituotteiden valmistaja. Divisioonanjohtajana toimii Olavi Huhtala. [4.]

SSAB European vahvuutena pohjoismaisilla markkinoilla toimii kattava palveluverkosto sekä nopeat ja täsmälliset toimitukset tuotteille, jotka esikäsittellään asiakkaan haluamalla tavalla. SSAB European henkilöstömäärä on noin 4 500 työntekijää ja sen liikevaihto oli 25 517 miljoonaa Ruotsin kruunua vuonna 2015. Tämä tarkoittaa yli puolta koko konsernin liikevaihdosta. Europe on siis ylivoimaisesti suurin SSAB:n viidestä divisioonasta. European vuotuinen tuotantokapasiteetti on noin 4,9 miljoonaa tonnia terästä. [4.]

2.3 Hämeenlinnan tehdas

2.3.1 Hämeenlinnan tehtaan historia ja toiminta

Tärkeänä osana SSAB Europen teräsliiketoimintaa operoi metalli- ja maalipinnoitettuihin teräksiin erikoistunut Hämeenlinnan tehdas (kuva 3). Tehdas sai alkunsa vuonna 1972 kylmävalssatun ja sinkityn teräksen tuotannon alettua. Seuraavassa lyhyesti Hämeenlinnan tehtaan historiasta [5]:

- 1972: Tehdas perustetaan ja tuotanto aloitetaan
- 1973: Putkitehtaan tuotanto aloitetaan
- 1977: Maalipinnoitettujen tuotteiden valmistus aloitetaan
- 1985: Sinkityslinja 2 otetaan käyttöön
- 2000: Sinkityslinja 3 otetaan käyttöön ja maalauslinja modernisoidaan
- 2014: Maalauslinja siirtyy täysin kromivapaaseen tuotantoon
- 2014: Fuusioituminen SSAB:n kanssa.

Yli 80 % Hämeenlinnan tehtaalta valmistuvista tuotteista on metallipinnoitettuja. Näistä lähes puolet ovat myös maalipinnoitettuja. Koko tehtaan tuotanto alusta alkaen perustuu asiakastilauksiin. [5.]

Hämeenlinnan tehdas pitää sisällään 15 erillistä tuotantolinjaa; 4 leikkauslinjaa, 3 sinkityslinjaa, peittäuslinjan, kylmävalssaimen, temper- eli viimeistelyvalssaimen sekä 4 putkituotantolinjaa. Putkituotantolinjat sijaitsevat erillisessä tehdasrakennuksessa, josta käytetään nimeä putkitehdas. Tuotannolliset tehtävät työllistävät tällä hetkellä noin 720 henkilöä ja muut tehtävät noin 200 henkilöä. [5.]

Tehdasalueen kokonaispinta-ala on noin 54,6 ha, josta rakennuspinta-alaa noin 13,9 ha. Maanteitä tehdasalueella on yhteensä noin 2,5 km ja rautateitä noin 7,8 km. [5.]



Kuva 3. SSAB:n Hämeenlinnan tehdas.[5.]

2.3.2 Hämeenlinnan tehtaan tuotantoketju

Tuotantoketju (kuva 4) saa alkunsa, kun Raahesta junalla saapuvat raaka-ainekelat otetaan vastaan. Kuumavalssattuja keloja toimitetaan Raahesta Hämeenlinnaan kahdesti päivässä, yhteensä noin 900 000 tonnia vuodessa. [5.]

Aluksi tehtaalle saapuvat kelat, ainepaksuudeltaan 2 - 6 mm, käsitellään jatkuvatoimisella peittauslinjalla. Siellä teräsnauhan pinnasta poistetaan suolahapon avulla lika ja

oksidikerros. Lisäksi nauha vielä puhdistetaan huuhtelualtaassa, minkä jälkeen nauha kuivataan ennen siirtymistä valssaukseen. [5.]

Peittauksen jälkeen käsiteltävät kelat siirretään valssauslinjalle, jolla nauha ohennetaan haluttuun paksuuteen neljän valssituolin avulla. Valssituolit puristavat teräsnauhaa noin 1000 MPa:n voimalla, joka saa aikaan teräsnauhan ohentumisen. Linjasta ulos tuleva nauha on tässä vaiheessa paksuudeltaan 0,4 - 3 mm. Valssauksen aikana teräsnauhaa ei lämmitetä, mistä syntyy termi kylmävalssaus. [5.]

Valssauksen jälkeen kelat voidaan siirtää joko hehkutukseen tai sinkityslinjoille. Hehkutettavat kelat nostetaan siltanosturin avulla kellouuneihin, joissa teräs kuumennetaan noin 700:n °C:n lämpötilaan. Menetelmän avulla palautetaan kylmävalssauksessa muokkauslujittuneen teräksen alkuperäiset ominaisuudet. Hehkutuksen jälkeen kelat käsitellään temper- eli viimeistelyvalssaimella. Tällä aikaansaadaan haluttu ainepaksuus, pinnankarheus sekä tasomaisuus. [5.]

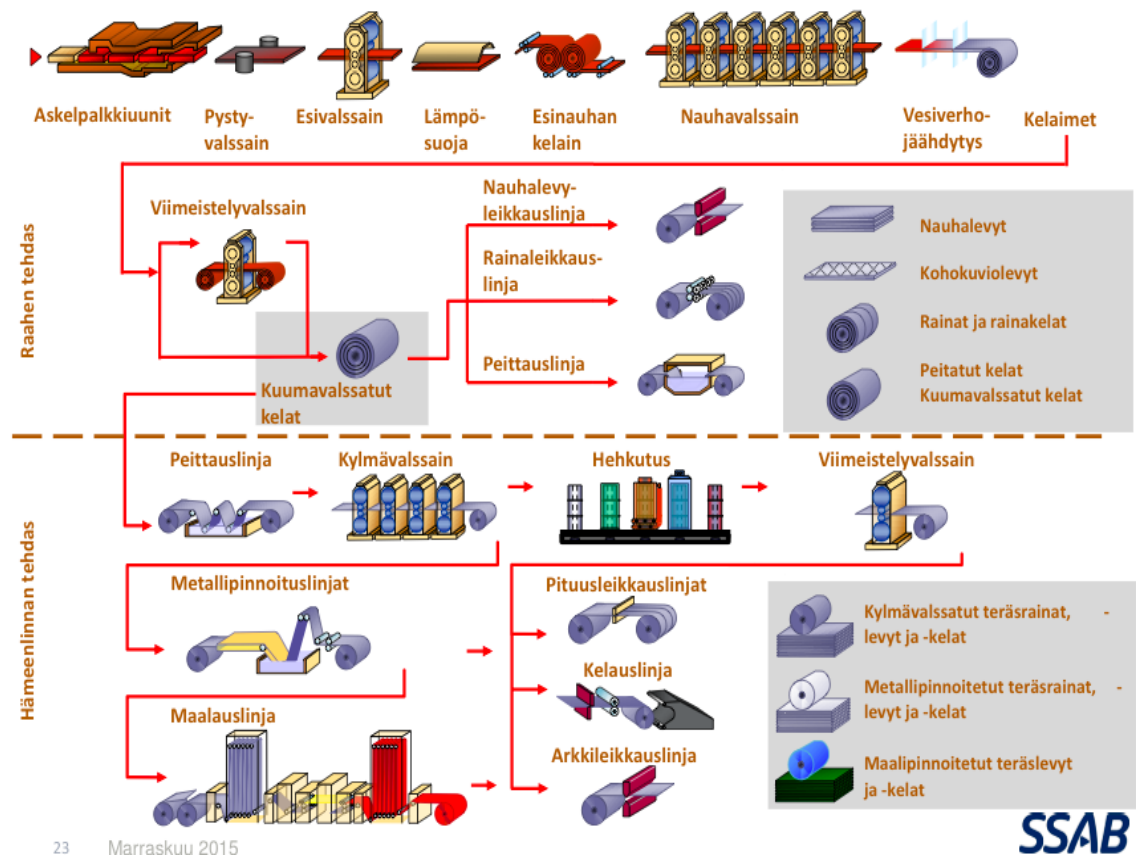
Hehkutuksen rinnalla toisena ja yleisempänä vaihtoehtona on nauhan sinkitys. Hämeenlinnan tehtaalla toimii yhteensä kolme sinkityslinjaa, joiden läpi kulkee 700 000 tonnia terästä vuodessa, eli lähes 80 prosenttia tehtaalle saapuvista raaka-ainekeloista. Linjoilla kelat ajetaan sulaa sinkkiä täynnä olevien patojen läpi ja ne saavat tämän avulla pintaansa 6 - 25 µm paksun sinkkikerroksen. Sinkkipinnoitteen tarkoituksena on suojata terästä korroosiolta. Sinkkiä kuluu Hämeenlinnan tehtaalla vuodessa keskimäärin 35 000 tonnia. [5.]

Sinkityksen jälkeen noin puolet tuotettavasta teräksestä toimitetaan maalauslinjalle, jolla sinkitetty teräs saa joko maali- tai laminaattipinnoitteen. Vain noin 2 % maalauslinjan tuotannosta on kylmävalssattua sinkitöntä terästä. Maalipinnoituslinjalla käytetään vuosittain noin kuusi miljoonaa litraa erilaisia maaleja. [5.]

Viimeistelyvalssauksen, sinkityksen tai maalipinnoituksen jälkeen kelat ovat valmiita toimitettavaksi. Tämän lisäksi ne voidaan myös vielä käsitellä jollain neljästä leikkauslinjasta. Kelauslinjalla kelat voidaan jakaa pienempiin osakeloihin eli ns. asiakaskeloihin. Arkkileikkauslinjalla teräsnauha oikaistaan ja leikataan arkeiksi asiakkaan haluamien mittojen mukaisesti. Arkin pituus voi olla 750 - 6 000 millimetriä ja leveys 600 - 1 750 mm. Pituusleikkauslinjoilla teräskelat leikataan pituussuunnassa asiakkaan vaatimiin mittoihin erilaisiksi keloiksi tai rainoiksi. Yhteistä kaikilla leikkauslinjoilla on se, että

teräsnauhalle tehdään vielä viimeinen tarkastus ja mahdolliset aiemmin raportoidut huonot osat poistetaan. Tämän jälkeen tuotteet ovat valmiita pakattaviksi ja toimitettaviksi asiakkaalle. [5.]

Valmiit tuotteet toimitetaan asiakkaalle autoilla (75 %) tai laivoilla (25 %). Laivoilla toimitettavat kelat kuljetetaan junilla satamiin. Yli 70 % Hämeenlinnassa valmistettavista terästuotteista viedään muihin Pohjoismaihin ja Eurooppaan. [5.]



Kuva 4. Raahen ja Hämeenlinnan tehtaiden tuotantoketju. [5.]

3 Materiaalinkäsittely

Materiaalinkäsittely osana tuotantolaitoksen toimintaa pitää sisällään kaikki ne toimenpiteet, joilla vaikutetaan materiaalin fyysisiin ominaisuuksiin. Toimenpiteet voidaan jakaa kahteen kategoriaan, muokkaukseen ja siirtoihin. [10.]

Sisäiset siirrot ovat osa yrityksen tuotantoa ja ne tehdään yrityksen omalla kalustolla. Siirrot tarkoittavat eri tuotantopisteiden välisiä siirtymiä tuotanto- ja varastotilojen välillä, ja ne voivat tapahtua myös ulkotiloissa, vaikka nimi viittaakin sisällä tapahtuvaan toimintaan. [10.]

Materiaalivirtoja käsitellään optimoituja ja olosuhteisiin sopivia kuljetusreittejä käyttäen. Näissä tapauksissa yrityksellä on käytössä työhön sopiva kuljetusväline. Tuotantolaitoksen sisäiset siirrot voidaan jakaa neljään ryhmään:

- saapuvan tavaran siirto purkupaikalta varastoon
- tuotantovarastojen ja tuotantopisteiden väliset siirrot
- lähtevän tavaran siirto varastosta lähtöalueelle
- ajoneuvojen kuormaus- ja purkutoiminnot.

3.1 Hämeenlinnan tehtaan sisäiset siirrot

Sisäiset siirrot ovat tärkeä osa SSAB:n Hämeenlinnan tehtaan tuotantoketjua. Valmistettavat terästuotteet ovat keloja, rainoja tai arkkeja. Materiaalivirtoja käsitellään sadoilla erilaisilla mekaanisilla tai automatisoiduilla laitteilla.

Tuotantoketjun alussa raaka-ainekelat saapuvat tehtaalle Raahen ja Hämeenlinnan väliä kulkevien junien kyydissä. Tehdasrakennuksen sisään ajavan junan kyydistä kelat nostetaan välivarastoon. Siirrot suoritetaan siltanosturilla. Siltanosturit työskentelevät ympäri tehdasta, osa automaattisesti, mutta suurin osa manuaalisesti. Kullekin nosturille on valittu sen operointialueella tarvittava nostovälineistö. Nostovälineinä käytetään esimerkiksi vaaka- ja pystykelapihtejä, levynipputarraimia sekä perinteisiä nostokouk-

kuja. Hämeenlinnan tehtaan kylmävalssaamorakennuksessa on käytössä yhteensä 54 erilaista silta- tai puolipukkinosturia. Näiden nostureiden merkitys tuotantoketjussa on tärkeä, sillä ne käsittelevät raaka-aineita, puolivalmisteita sekä valmiita tuotteita. Materiaalivirran käsittelyn lisäksi nostureita käytetään apuna myös kunnossapitotöissä. Kääntönostureita ja muita pienempiä nostimia on käytössä noin 110 kappaletta.

Tyypillisesti tuotannossa olevat teräskelat nostetaan siltanosturien avulla tuotantolinjojen alku- ja loppupäissä käytettävien kelavaunujen kyytiin. Kelavaunut ovat kiskoja pitkin liikkuvia hydraulikkatoimisia vaunuja, joiden avulla käsiteltävät teräskelat saadaan linjaan tai pois linjasta. Lisäksi vaunuja käytetään tehdashallien välisiin siirtoihin. Kelavaunujen lisäksi joidenkin linjojen yhteydessä toimii kääntöristi, jonka avulla kelat siirretään kelavaunuilta trukin tai automaattitrukin kyytiin. Kääntöristejä käytetään hyödyksi myös kelojen pakkaamisessa. Kääntöristit ovat nelisakaraisia ja pyörivät pystysuuntaisen akselinsa ympäri hydraulikkamoottorin avulla. (Kuva 5.)



Kuva 5. Sinkityslinja 3:n loppupään kelavaunu siirtämässä kelaa kääntöristille.

Perinteistä logistiikkaa Hämeenlinnan tehtaalla edustavat erilaiset trukit sekä kela-autot. Trukkeja käytetään esimerkiksi kelojen, tarveaineiden ja varaosien kuljettamiseen. Trukkeja tehtaalla on käytössä yhteensä 41 kappaletta, aina pienistä sähkötrukkeista suuriin vastapainotrukkeihin. Sinkityslinja 3:n perustamisen myötä vuonna 2000 otettiin käyttöön myös automaattitrukkijärjestelmä. Järjestelmään kuuluvat neljä tuurna-vaunua siirtävät keloja käyttäjän määrittelemille paikoille täysin automaattisesti.

3.2 Automaattitruckijärjestelmä

3.2.1 Automaattitruckijärjestelmän ominaispiirteet

Automaattitrucki eli AGV (engl. Automatic Guided Vehicle) tunnetaan yleisemmin nimellä vihivaunu. Se on automatisoitu laite, joka suorittaa yksinkertaisia materiaalin siirto- ja kuljetustehtäviä ennalta määrättyjä reittejä pitkin. Vaunu liikkuu oman ajomoottorinsa voimin ilman kuljettajaa, jolloin ihmisen työpanos saadaan hyödynnettyä vaativammassa työssä. Vihivaunu koostuu rungosta, koneistosta sekä kuormankäsittelylaitteistosta. Automaattitruckijärjestelmä toimii usein osana isompaa logistiikkakokonaisuutta. [6.]

Vihivaunu lähtee liikkeelle tehtävän saatuaan. Tehtävän antaa vihivaunujen ohjausjärjestelmä, joka toimii osana isompaa tuotannonohjausjärjestelmää. Tehtävä, joka pitää sisällään haku- ja jätöosoitteen, välitetään vaunulle yleensä radiosignaalilla. Osoitteiden välin se kulkee sille aikaisemmin opetettua reittiä pitkin. Kehittyneemmissä järjestelmissä vaunu tunnistaa paikkansa erilaisten radiolähettimien tai heijastimien avulla. Heti tehtävän päättymisen jälkeen vihivaunulle voidaan antaa uusi tehtävä ilman, että vaunun täytyy käydä alkupaikassaan, joka useimmiten on latausasema. Vihivaunun akkujen jännitteen laskiessa liian alhaiseksi vaunu automaattisesti hakeutuu latausasemaansa. [6.]

Suomen teollisuudessa vihivaunuja on käytetty vuodesta 1983 alkaen. Ensimmäinen otettiin käyttöön Kone Oy:n tehtaalla Hämeenlinnassa. Tämän jälkeen vihivaunut alkoivat yleistyä teollisuudessa ympäri maan. [7.]

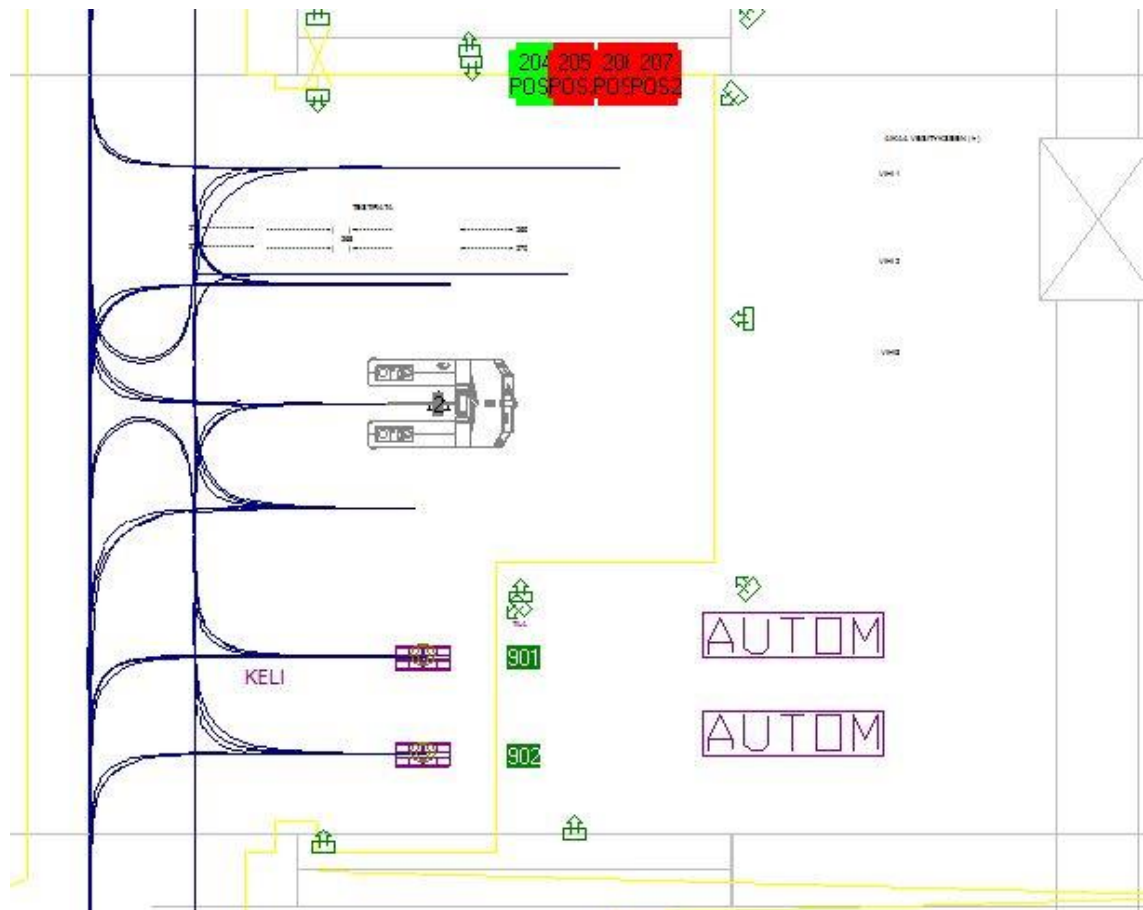
3.2.2 Hämeenlinnan tehtaan automaattitruckijärjestelmä

Hämeenlinnan tehtaan automaattitruckijärjestelmä koostuu maalipinnoituksen (MAL1) ja valssaamorakennuksen (RAVA) vihivaunujärjestelmistä. Molemmille järjestelmille yhteinen ohjaustietokone sijaitsee RAVAn automaattitiloissa. Ohjaustietokoneessa käytettyä ohjelmistoa kutsutaan nimellä NT8000. Jotta järjestelmä pystyy käsittelemään

erilaisia tulo- ja lähtötietoja, on järjestelmään liitetty tulo- ja lähtöyksiköitä 15 kappaletta. Nämä BIV-yksiköt sijaitsevat hajautettuna RAVAssa. Tuloihin on liitetty käskynantopaneelit, ramppien tilatiedot sekä erilaiset lukitustiedot. [8.]

Valssaamorakennuksen vihivaunujärjestelmä koostuu kolmesta laserohjatusta vihivaunusta, akkumoduuleista, vaihtoakuista, kolmesta akkuvaraajasta, I/O -yksiköistä, lastinkäsittelypaikkojen antureista, heijastimista, kahdesta antennista sekä yhdestätoista graafisesta käyttäjäliitynnästä. Graafinen käyttäjäliitymä on nimeltään CWAY, ja sen avulla käyttäjä pystyy tarkkailemaan esimerkiksi reittipiirroksia, vaunujen paikkatietoja, vaunustatusta sekä vaunuvirheitä. [8.]

Järjestelmän vihivaunut ovat laserohjattuja eli vaunu navigoi käyttämällä siihen kiinnitettyä laserskanneria. Skanneri havaitsee heijastukset kiinteistöön kiinnitetyistä heijastimista. Heijastusten perusteella lasketaan vaunun sijainti. Vaunujen ajoreitit on graafisesti esitetty CWAY-järjestelmässä (kuva 6) ja ovat nähtävissä materiaalin siirroista vastaavien työpääteiltä. Järjestelmässä on yhteensä 25 lastinkäsittelypaikkaa sekä akunvaihto-, lataus- ja kotiasemat. Aktiivisen ajoreitin pituus on noin 1 100 metriä. Normaalisti vaunut työskentelevät automaatiotasolla, jolloin vihivaunujärjestelmällä on aktiivinen yhteys varastojen hallinta- ja ohjausjärjestelmään (VAHO). VAHO aktivoi kuljetustehtävät antamalla haku- ja jätösoitteet. Automaatiotilan lisäksi vaunuja pystytään ajamaan myös manuaalisesti käsiohjaimella, joka löytyy jokaisesta vaunusta. Manuaalitasoa (Local Mode) käytetään yleensä vain vaunun tai lastinkäsittelypaikan testaamiseen sekä erilaisten ongelmatilanteiden purkamiseen. [8.]



Kuva 6. CWAY-järjestelmä esittää vaunujen ajoreitit ja sijainnit graafisesti.

Automaattisesti operoivien trukkien suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota siihen, etteivät vaunut törmää ihmisiin tai muihin reitille ilmestyviin esteisiin. Vihivaunut liikkuvat perinteisiä trukkeja huomattavasti pienemmällä nopeudella, jotta ne kykenevät pysähtymään standardin määrittelemällä matkalla esteen havaittuaan. Valssaamorakennuksessa toimivien vaunujen maksiminopeus on 1 m/s. Esteitä vaunu voi havaita turvapuskuilla, turvaskannereilla ja henkilötutkillä. Turvaskannerit tunnistavat vaunun edessä olevat esteet ja pysäyttävät vaunun ennen törmäystä. Vaunun takapäissä sijaitsevat turvapuskurit taas vaativat kontaktin pysäyttääkseen vaunun liikkumisen. Turvapuskurit toimivat siten, että kaarelle jännitetyt muovipuskurit pitävät niihin kiinnitettyjä vaijereita kireällä. Puskurin törmätessä esteeseen vaijerit löystyvät ja niihin kiinnittyvä anturi pysäyttää vaunun. Jokaisessa vaunussa on edellisten turvalaitteiden lisäksi kuusi kappaletta hätä-seis-painikkeita, henkilötutkat vaunun takapäissä sekä valokennot

vaunun sivuilla. Lisäksi vaunut antavat liikkeessaan ja liikkeelle lähtiessään äänimerkkejä, joita tehostetaan vaunun yläosassa sijaitsevien varoitusvalojen avulla. [8.]

Valssaamorakennuksen kolme vihivaunua ovat Rocla Oy:n valmistamia tuurnavihivaunuja, mallityypiltään VIHI-LRHQ-300163 (kuva 7). Vaunuja käytetään teräskelojen kuljettamiseen ja niiden toiminta-alueeseen kuuluvat sinkityslinjat sekä leikkaus- ja lähetyslinjat. Vaunut ovat korkeudeltaan 3,65 m, leveydeltään 2,45 m ja pituudeltaan 4,30 m. Vaunun kokonaispaino on noin 10 800 kg ja maksimaalinen kantokyky on 30 000 kg. [8.]



Kuva 7. VIHI-LRHQ-300163 suorittamassa teräskelan siirtoa.

Tuurnavihivaunu toimii siten, että vaunun nostomastoon kiinnitetty 1 900 mm pituinen tuurna ajetaan teräskelan keskireikään ja nostetaan ylöspäin. Tämä saa aikaan kelan nousemisen pukilta tai kääntörivistä. Jotta kela voidaan kuljettaa vihivaunulla, tulee kelan mittojen olla seuraavien rajojen sisällä:

- halkaisija 700 – 2 200 mm
- leveys 30 – 1 750 mm
- keskireikä 510 – 610 mm.

Tuurnan nostoliike suoritetaan hydraulisesti kahdella sylinterillä. Voimakoneistona näille toimii hydraulinen pumppumoottori, jonka teho on 8,1 kW. Vaunussa on yhteensä neljä pyörästä, jokainen pyörästä eli teli sisältää 3 pyörää (ajopyörä + 2 lenkkipyörää). Pyörät ovat halkaisijaltaan 400 mm ja käsitelty 50 mm paksulla polyuretaanipinnoitteella. Pyörien käännön suorittavat ohjausmoottorit ovat teholtaan 0,5 kW, kun taas pyörien vetämisen aikaansaavien ajomoottorien teho on 2,1 kW. Vaunun sähköjärjestelmä on 48-voltin tasavirtajärjestelmä. Virtalähteenä toimii kaksi kappaletta 200 Ah nikkelikadmiumakkuja. [8; 9.]

Vihivaunujärjestelmä otettiin käyttöön valssaamorakennuksessa vuonna 2000 ja järjestelmä on päivitetty kertaalleen vuonna 2011. Päivityksiin kuului esimerkiksi ohjausjärjestelmä System 7S:n päivitys uudeksi System 8S:ksi. [8.]

4 Automaattitruckien kunnossapidon nykytilanne

4.1 Työturvallisuus

Vihivaunujen kunnossapidosta vastaa yhteistyössä mekaaninen kunnossapito sekä sähkökunnossapito. Kunnossapitotöitä suoritetaan niille tarkoitettulla huoltopaikalla sekä ajoreitin varrella.

Kunnossapitotehtäviä suorittavan henkilön suojarustus vaihtelee työtehtävän mukaan. Yleinen suojarustus kunnossapitotöihin sisältää seuraavat henkilökohtaiset CE-merkityt suojarusteet:

- suojakypärä
- suojavaatteet
- kuulonsuojaimet
- suojakäsineet
- turvakengät.

Edellä mainittu suojarustus vaaditaan myös vihivaunujen kunnossapitotehtäviä suoritettaessa. Lisäksi suositellaan käytettävän suojalaseja. Suojarusteiden ohjeiden mukaisesta käytöstä vastaa työntekijä itse.

SSAB edellyttää työntekijöiltään voimassa olevaa työturvallisuuskorttia. Työturvallisuuskorttikoulutuksen avulla työntekijä saa perustiedot työympäristön vaaroista ja työsuojelusta. Työturvallisuuskortin lisäksi kunnossapitohenkilöstön turvallisuuskoulutus aloitetaan perehdyttämisyksiköllä työsuhteen alussa. Uudelle työntekijälle määrätään työhönopastaja, joka vastaa työntekijän työhönopastuksesta. Perehdyttämisyksikön pituus vaihtelee tapauskohtaisesti. Yksikön päättyessä työntekijä allekirjoittaa työhönopastuslomakkeen, jossa hän osoittaa kykenevänsä toimimaan kunnossapitotehtävissä turvallisesti. Kunnossapitotehtävissä toimivalta työntekijältä voidaan vaatia myös voimassa olevaa tulityö-, nosturi- sekä trukkiporttia. Mikäli työntekijällä ei ole haluttuja kortteja, SSAB järjestää työntekijälle tarvittavan koulutuksen.

ARTTU on kunnossapidon ja tuotannon yhteinen toiminnanohjausjärjestelmä, jolla hallitaan tuotantolinjojen, laitteiden, ajoneuvojen ja kiinteistöjen kunnossapitoa. ARTTU-järjestelmän kautta kontrolloidaan seuraavia toimintoja:

- kustannusseuranta
- materiaalinhallinta (ostot ja tilaukset)
- henkilöstön hallinta (työajankirjaus)
- dokumenttien hallinta (koneiden ja kiinteistöjen piirustukset)
- raportointi (päiväkirja)
- varasto.

Mahdolliset tapaturmat, 0-tapaturmat sekä vaaratilanteet käsitellään ja raportoidaan aina. Työtapaturmia pyritään ehkäisemään erilaisten säännöllisesti pidettävien työturvallisuutta koskevien tilaisuuksien avulla. Lisäksi kunnossapitohenkilöstön käytössä olevalla SARA-ohjelmalla pystytään havaitsemaan ja analysoimaan mahdollisia riskejä työympäristössä ja -tehtävissä.

4.2 Automaattitrukkien turvallisuustarkastukset ja määräaikaishuollot

Rocla Oy:n valmistamien VIHI-LRHQ-300163 vihivaunujen huolto-ohjelma pitää sisällään tietyin aikavälein suoritettavia turvallisuustarkastuksia sekä määräaikaishuoltoja. Tarkastukset pystytään suorittamaan vaunun ollessa ajoreitillä, mutta isommat huollot tehdään pääosin vihivaunujen huoltopaikalla.

Seuraavat turvallisuustarkastukset tehdään päivittäin, tai jos järjestelmä otetaan seiso-kin jälkeen käyttöön [11]:

- turvapuskuroiden kunnan ja toiminnan tarkastus
- henkilötutkien toiminnan tarkastus
- sivuvalokennojen toiminnan tarkastus
- Sick PLS -laserskannerin toiminnan tarkastus

- varoitusvilkkujen kunnon ja toiminnan tarkastus
- merkkivalojen kunnon ja toiminnan tarkastus.

Edellä mainittujen päivittäin suoritettavien turvallisuustarkastusten lisäksi viikoittain tarkistetaan [11]

- hätä-seis-painikkeiden kunto ja toiminta
- turvapuskuroiden vaijerien, vaijerilukkojen ja rajakytkimien kunto ja toiminta
- sivuvalokennojen toiminta
- tuurnan kärjessä olevan törmäyssuojan kunto ja toiminta.

Turvallisuustarkastukset suoritetaan pääosin tuotannon materiaalinsiirroista vastaavan henkilöstön toimesta.

Määräaikaishuoltojen suorittamisesta vastaa mekaaninen kunnossapito sekä sähkökunnossapito. Tiheimmin suoritettava määräaikaishuolto on viikkohuolto. Viikkohuollon toimenpiteet suoritetaan siis viikoittain ja ne voidaan tehdä ilman, että vaunu ajetaan huoltopaikalle, esimerkiksi vaunun kotiasemassa. Huolto pitää sisällään seuraavat toimenpiteet [11]:

- vaunun mekaniikan yleistarkastus
- valokennojen, antureiden ja Sick PLS -laserskannerin puhdistus
- tuurnan päällysosien tarkastus
- akkustopparin toiminnan tarkastus.

Viikkohuollon lisäksi suoritetaan 12 viikon aikavälein laajempi huolto. Huollon suorittamisen ajankohdasta sovitaan kyseisen alueen tuotannon vuorotyönjohtajan kanssa, jottei huolto häiritse tuotannon toimintoja. Huoltotyö aloitetaan ottamalla yhteys nosturi 35:n kuljettajaan ja ilmoittamalla, että nosturi 11 ajetaan käsiajolla huoltopaikalle. Siltanosturi 11:n avulla huollettava vihivaunu nostetaan huoltopukkien päälle käyttäen nostoliinoja ja kiinnityssakkeleita (kuva 8).



Kuva 8. Vihivaunu 3 nostettavana huoltopukkien päälle.

Saatuaan vaunun pukkien päälle, mekaanisen kunnossapidon asentajat suorittavat seuraavat toimenpiteet [11]:

- maston johteiden ja johdepyörien puhdistus ja voitelu
- nostokelkan sivuohjausrullien kunnan ja kireyden tarkastus, tarvittaessa säätö ja voitelu
- hydraulikkaletkujen kunnan tarkastus
- hydrauliiikan tiiveyden tarkastus

- hydraulikkaöljyn ja -suodattimen vaihto
- ohjaukoneiston hammasratiaan tarkastus ja voitelu
- pyörien tarkastus ja puhdistus
- lenkkipyörien kääntölaakereiden ja lineaarilaakereiden voitelu
- pyörien halkaisijoiden mittaaminen, vaihto tarvittaessa
- ohjauksen kääntöencoderin joustokytkimien tarkastus
- ajokoneiston vaihteiston voiteluaineen vaihto (vaihtoväli noin 5 000 käyttötuntia)
- jarrulevyjen välyksen ja kunnan tarkastus
- kärkipalan johdepinnan voitelu
- poikkitelin ja telien voitelu
- teliakselin muttereiden lukituslevyjen tarkastus
- akunvaihtorullaradan vetoketjun kireyden tarkastus, tarvittaessa kiristys ja voitelu.

Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi sähkökunnossapito suorittaa seuraavat työt [11]:

- akun puhdistus hapettumista oikosulkujen ehkäisemiseksi
- maadoituslaahaimen tarkastus
- valokennojen ja hätä-seis-kennojen puhdistus
- vaunun puhdistus sisältä paineilmaa käyttäen
- palaneiden hehkulamppujen vaihto
- johdotuksien tarkastus hiertymien varalta
- ajomoottorien, kääntömoottorien ja pumppumoottorin hiilien tarkastus.

Hyvästä huolto-ohjelmasta huolimatta vihivaunut toisinaan vaurioituvat yllättäen kesken normaalin käytön. Korjaustoimenpiteet saadaan toisinaan suoritettua reitillä, mutta joskus vaunu on siirrettävä huolto paikalle, riippuen vaurion laajuudesta. Tyypillisiä vikati-

lanteita vihivaunuja koskien ovat selittämättömät pysähdykset ja liikkumattomuus, törmäykset, esteet vihivaunun reitillä, turvalaittehäiriöt ja mekaaniset viat.

Kuvassa 9 esitetään vihivaunujen huoltopaikka ennen kehitystyön aloittamista.



Kuva 9. Vihivaunujen huoltopaikka.

5 Vaaratekijöiden tunnistaminen ja riskien arviointi

5.1 Riskiarvioinnin vaiheet

Työn ja työympäristön riskien arvioinnilla tarkoitetaan

- työssä esiintyvien vaaratekijöiden tunnistamista
- vaaratekijöiden aiheuttamien riskien suuruuden ja merkittävyyden määrittämistä
- toimenpiteitä, joilla riskit poistetaan tai pienennetään siedettävälle tasolle.

Riskien arvioinnin tarkoituksena on etsiä ja löytää ne toimenpiteet, joilla työn turvallisuutta parannetaan, vahinkoja ennaltaehkäistään ja vahinkokustannukset minimoidaan. Riskien arvioinnin toteuttamisesta vastaa työnantaja. Työnantajan vastuulla on varata tarvittavat resurssit arvioinnin toteuttamiseen, määritellä arviointiin liittyvät tehtävät sekä nimetä henkilöt näihin tehtäviin. [12.]

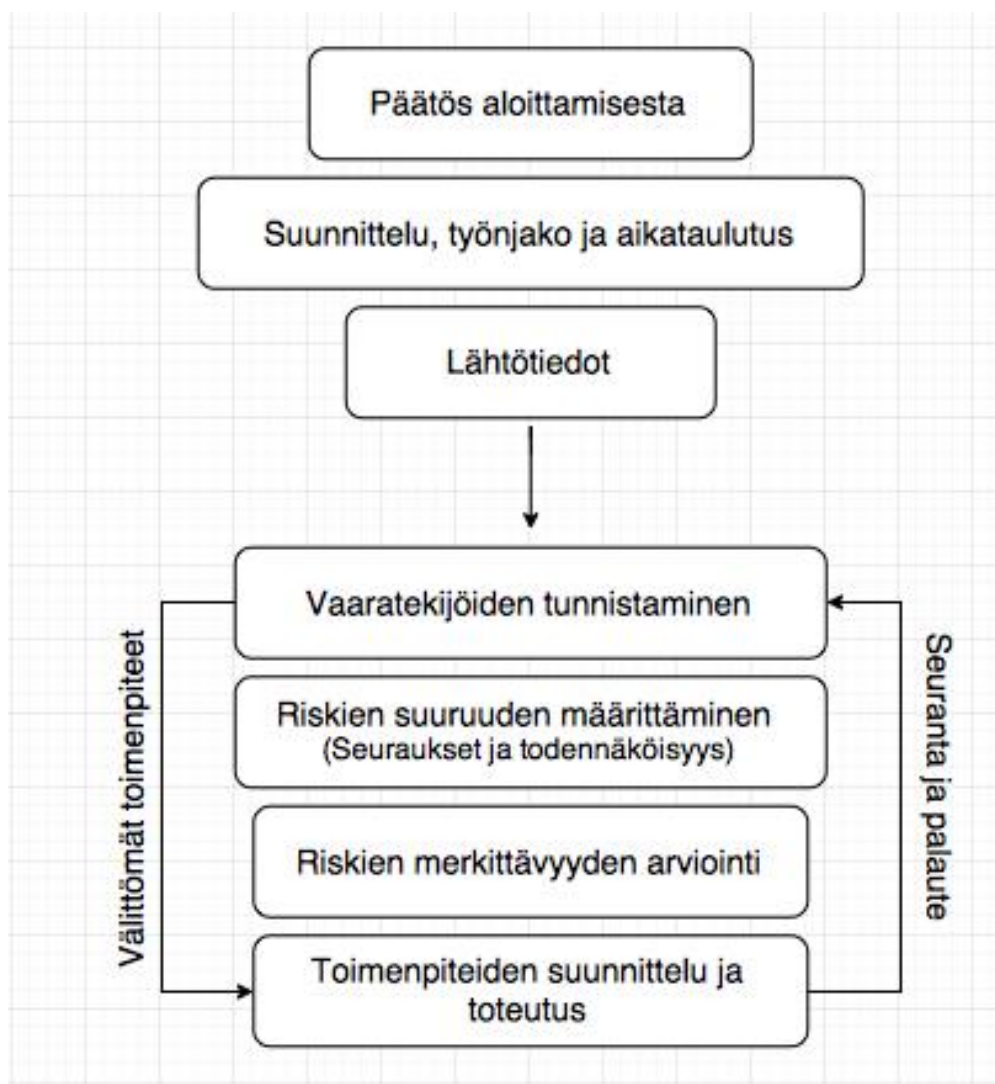
Vaaratekijät ovat työssä esiintyviä tekijöitä, jotka saattavat aiheuttaa vaaraa tai haittaa työntekijän terveydelle ja turvallisuudelle. Riski on vaaran tai haitan aiheuttama haitallinen tapahtuma. Esimerkkejä vaaratekijöistä voivat olla esimerkiksi: melu, kuumuus, liukas lattia ja pimeys. Riskejä voivat taas olla esimerkiksi: kuulovaurio, sokeutuminen, lihasvamma tai halvaantuminen. [12.]

Riskien arviointi aloitetaan tutustumalla työpaikan nykyiseen tilanteeseen. Tällä tarkoitetaan perehtymistä työntekijöihin, työympäristöön, välineisiin, menetelmiin sekä työtehtäviin. Arvioitavan kohteen tulee olla selkeästi rajattu, riittävän kokoinen ja helposti hallittavissa oleva toiminnan osa. [12.]

Nykytilan arvioinnin jälkeen on tunnistettava mahdolliset vaaraa aiheuttavat työvaiheen, koneen tai prosessin ominaisuudet. Vaarat tunnistetaan usein havainnoimalla työn tekemistä tai haastattelemalla työntekijöitä. Lisäksi voidaan analysoida aiemmin tehtyjä tapaturma- ja vaaratilanneilmoituksia, työohjeita sekä käytettävien koneiden käyttöohjeita. Vaaratekijöiden tunnistamisessa tulee ottaa huomioon myös normaalista toiminnasta poikkeavat tilanteet. [12.]

Vaarojen tunnistamisen jälkeen määritetään riskien suuruus. Riskien suuruudella tarkoitetaan haitallisen tapahtuman todennäköisyyttä ja siitä aiheutuneiden seurausten vakavuutta. Riskien suuruuden lisäksi arvioidaan myös riskien merkittävyys. Tällä tarkoitetaan sitä, päätetäänkö riskiä pienentää vai ei. [12.]

Tämän jälkeen, mikäli pienennettäviä riskejä on löydetty, päätetyt korjaustoimenpiteet asetetaan tärkeysjärjestykseen ja jokaiselle toimenpiteelle nimetään vastuuhenkilö, joka vastaa toimenpiteen toteutumisesta ja aikataulusta. Viimeisenä riskien arvioinnin tuloksista ja toteutuneista toimenpiteistä annetaan palaute ja raportoidaan asianomaisille. [12.]



Kuva 10. Riskikartoituksen vaiheet.

5.2 Automaattitruckien kunnossapitotöihin liittyvä turvallisuustarkastelu

Automaattitruckien kunnossapitotöihin liittyvä riskikartoitus (liite 1) tehtiin yhteistyössä mekaanisen kunnossapidon henkilöstön kanssa. Kartoitus suoritettiin keskustelemalla työvaiheissa esiintyvistä vaaroista ja riskeistä sekä niiden todennäköisyyksistä. Lisäksi keskusteltiin aiemmin tapahtuneista työtapaturmista ja vaaratilanteista. Keskustelussa esiintyneet potentiaaliset riskit kirjattiin ylös.

Tämän jälkeen riskikartoitus kirjattiin SSAB:n käytössä olevaan SARA-ohjelmaa. Ohjelmaan kirjataan ensimmäisenä mahdollinen vaaratekijä tai -tilanne. Tämän jälkeen määritellään riskin taso, eli riskin suuruus numeerisesti. Seuraavaksi esitetään toimenpiteet, joilla riskin suuruutta saadaan pienennettyä. Viimeisenä kirjataan vielä toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi ja jäljelle jäävän riskin taso. Jokainen vaaratekijä tai -tilanne käsiteltiin omanaan ja tallennettiin järjestelmään, josta ne ovat nähtävissä jälkikäteen. Kuvassa 11 esitetään kuvakaappaus SARA-ohjelmasta.

Vaaratekijä ja -tilanne	Riskin taso	Turvallisuustoimenpide	Jäljelle jäävä riski	Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi	Jäljelle jäävä riski	Va
Vaunun päältä putoaminen.	2	Hankitaan/rakennetaan kateilla varustettu työtaso.	1	Tarkkaavaisuus ja varovaisuuden noudattaminen.	0.1	Nirr
	1		1		1	Säp
	15	Hankitaan nosturi, jolla vaunua ei tarvitse nostaa siltanosturilla ja tätä kautta kiivetä vaunun katolle	0.1		0.1	Nirr
	1		1		1	Nirr
	30	kiinnittämään nostolinjoja.	0		0	Säp

Kuva 11. SARA-ohjelma.

Automaattitruckien kunnossapitotöissä selvisi olevan useampi työntekijöihin kohdistuva vahingon vaara. Mahdollisia vaaratekijöitä tai -tilanteita nousi esille yhteensä kuusi;

- vaunun päältä putoaminen
- töistä aiheutuva pöly
- pään lyöminen
- epäergonominen työasento
- kompastuminen
- lika pyörien hionnasta.

Kaikki vaaratekijöistä aiheutuvista mahdollisista riskeistä ovat ehkäistävissä. Oikean suojarustuksen sekä rauhallisen ja huolellisen työskentelyn lisäksi suunniteltiin toimenpiteitä, jotka esitetään seuraavassa kappaleessa.

6 Automaattitruckien huoltotyön ja -paikan kehittäminen

Kehitystyö aloitettiin kokouksella, johon osallistuivat työn tekijän lisäksi kunnossapitoinsinööri, mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja sekä neljä koneasentajaa. Kokouksessa sovittiin työn aiheesta ja aikataulusta, sekä käytiin läpi automaattitruckien huoltoon liittyviä ongelmia ja kehityskohteita. Kokouksen aikana esille nousseet ongelmat:

- vihivaunut joudutaan ajamaan huolto paikalle manuaalisesti
- vihivaunujen nostaminen huoltopukkien päälle on työlästä ja riskialtista
- työskentely vihivaunun päällä ei ole turvallista
- joidenkin rasvanippojen sijainti on vaikeapääsyinen
- telin vaakatasoon lukitukseen tarvitaan apulaite
- pyörien puhdistaminen on työlästä
- pölynpoistolaitteistoa ei ole
- valaistus on heikko työskennellessä vaunun sisällä ja alla.

Aloituskokouksen jälkeen kehityskohteisiin tutustuttiin paremmin ja lisäksi oltiin mukana seuraamassa vihivaunulle tehtävää 12 viikon välein suoritettavaa määräaikaishuoltoa. Huollon aikana keskusteltiin asentajien kanssa huollon yksityiskohdista ja laitteistosta, jolla huolto suoritetaan.

Työn aikana pidettiin lisäksi kolme muuta palaveria, joissa esiteltiin ja käsiteltiin ratkaisuja aloituspalaverissa esille nousseisiin ongelmiin. Lisäksi keskusteltiin mahdollisten ratkaisujen hinnoista ja muista vaikutuksista. Näissä palavereissa oli mukana myös automaattitrukkien sähkökunnossapidosta vastaava henkilöstö työnjohtajineen. Insiinöörityön aikana suoritettiin myös SARA-tarkastelu, jonka avulla selvitettiin töihin liittyvät vaaratekijät. Lisäksi työn aikana oltiin yhteydessä lukuisiin eri alojen yrityksiin ja niiden edustajiin. Yhteyttä pidettiin puhelimitse, sähköpostitse ja haastattelemalla.

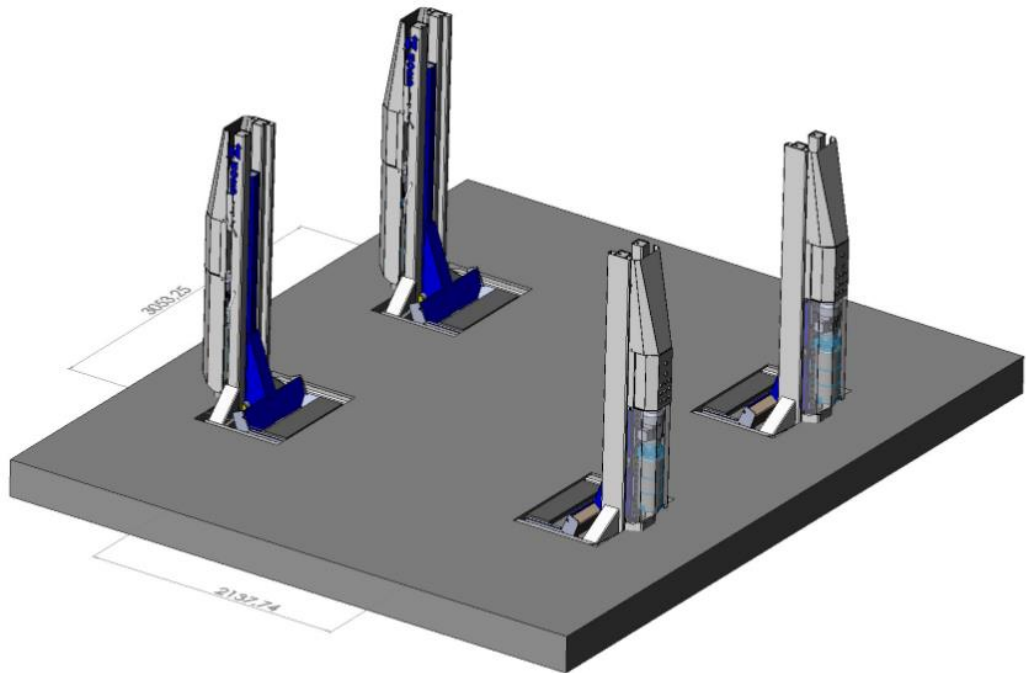
6.1 Vaunun nosto

Pahin mahdollinen vaaratekijä automaattitrukkien kunnossapitotöissä on vaunun päältä putoaminen. Tämä tarkoittaa käytännössä noin kahden metrin pudotusta betonilattialle. Vaunun päällä joudutaan työskentelemään nostoliinoja kiinnittäessä, kun vaunu nostetaan siltanosturilla huoltopukkien päälle. Lisäksi puhdistettaessa laserpaikanninta ja yläskanneri S100:aa joudutaan työskentelemään vaunun katolla.

Aloituskokouksessa lähes ensimmäisenä kehityskohteena nousi esiin ajatus, että vaunun nostamiseen olisi käytössä oma erillinen nosturi. Tämän avulla välttyttäisiin huoltopukkien käyttämiseltä ja tätä kautta myös nostoliinojen asentamiselta. Tällöin vihivaunun katolla työskentely vähenisi ajallisesti noin puoleen. Hetken selvitystyön pohjalta nousi esiin ajatus soveltaa raskaan kaluston nostamiseen tarkoitettuja nostopylväitä. Nostopylvässarjaa jouduttaisiin käyttämään hieman soveltaen, nosto suoritettaisiin vaunun helmasta. Nostopylväille jouduttaisiin lisäksi tekemään upotukset lattiaan, jotta vihivaunu pystyisi ajamaan nostotallojen yli ongelmitta. Tämä kaikki johtuu vihivaunujen pienestä 45 mm maavarasta. Tiedettiin myös, että nostopylväitä joudutaan hieman räätälöimään ennen käyttöönottoa. Tässä vaiheessa päätettiin kuitenkin pyytää tarjoukset standardimalleista, jotta saataisiin käsitys nostopylvässarjojen hintaluokasta.

Nostopylväiden tarjonta oli monipuolista ja jokaiselle kyseisiä tuotteita tarjoavalle yritykselle jätettiin tarjouspyyntö. Lähes jokaisesta yrityksestä pyydettiin tarjous nostopylvässarjojen pienimmästä mallista, sillä lähes poikkeuksetta pienimmätkin nostopylväät nostivat miltei 6 000 kg/pylväs. Saadut tarjoukset ja tuote-esittelyt käytiin läpi kokouksessa, jonka aikana päädyttiin Suomessa valmistettuun nostopylvässarjaan. Tähän päädyttiin lähinnä sen takia, että nostimet suunnitellaan ja valmistetaan kokonaan Suomessa, jolloin räätälöinti olisi helpommin toteutettavissa.

Päätöksenteon jälkeen otettiin yhteyttä kyseisiä nostopylvässarjoja tarjoavaan yritykseen ja selvitettiin räätälöinnin mahdollisuutta. Räätälöinnin todettiin onnistuvan ja yrityksestä saatiin nopealla aikataululla luonnos (kuva 12) halutusta nosturityypistä vihivaunujen nostamisen tarpeisiin räätälöitynä.



Kuva 12. Nostopylvässarja räätälöitynä vihivaunujen nostokäyttöön.

Nostopylvässarja on nostin, jota käytetään pääosin raskaan kaluston korjaus- ja huoltotöissä. Nostinta on saatavana neljän tai useamman pylvään sarjana, vihivaunuja tullaan nostamaan 4-pylväsjärjestelmällä. Nostimen toimintoja ohjataan logiikkaohjauksen avulla. Ohjelma esimerkiksi automaattisesti korjaa pilareiden väliset korkeuserot ja pysähtyy automaattisesti, mikäli laskiessa ajoneuvoa törmätään mekaaniseen esteeseen.

Räätälöinti vihivaunujen tarpeisiin tarkoittaa nostotallojen muokkaamista sekä pylväiden liikutteluun tarkoitettujen siirtovaunujen poistamista. Nostimen tekniset tiedot [13.]:

- nostokapasiteetti 6 000 kg/pylväs
- nostoliike 1 700 millimetriä
- nostoaika 82 s
- moottoriteho 1,5 kW/pylväs.

Vihivaunujen pienen maavaran takia nostopylväät joudutaan asentamaan lattiaan tehtäviin upotuksiin. Lattian muutostöistä pyydettiin kustannusarvio timanttisahauksia ja -porauksia suorittavasta yrityksestä. Tarvittavat muutostyöt ovat 4 kappaletta 0,8 m²:n 110 mm syviä upotuksia sekä kuuden metrin ura nosturin virtakaapelin putkitukselle. [14.]

Suunniteltaessa uudenlaista nostokalustoa, tulee ottaa huomioon myös nostettava kalusto. Kaavailluilla nostopylväillä vaunua nostettaisiin vaunun helmasta eli paikasta, josta sitä ei alkuperäisesti ole suunniteltu nostettavaksi. Tämän johdosta otettiin yhteyttä vaunujen valmistajaan ja selvitettiin, onko vaunujen runkorakenteisiin tehtävissä vahvistukset, jotka mahdollistaisivat nostamisen vaunun helmasta. Valmistajan puolesta muutostyöt onnistuvat. Muutostyö koostuu mekaanisesta suunnittelusta ja teräsraakennetöistä. Kustannusarviota ei saatu insinööriyön päättymiseen mennessä, mutta valmistaja laatii tarjouksen SSAB:lle myöhempänä ajankohtana. [15.]

Huomioitaessa edellä mainitut tekijät, pois lukien vaunun runkoon tehtävät muutostyöt, nosturin ja sen aikaansaamien muutostöiden kokonaiskustannukset esitetään taulukossa 1. Hinnat ovat ainoastaan työn tilaajan käytössä.

Taulukko 1. Kustannuslaskelma nostopylvässarjasta ja sen aiheuttamista muutostöistä.

Määrä (KPL)	Tuote/palvelu	Hinta alv 0 (EUR)
1	Nostopylvässarja	Vain työn tilaajalle.
1	Lattian muutostyöt	Vain työn tilaajalle.
1	Vaunun rungon muutostyöt	
		Yht. Vain työn tilaajalle.

Nosturit tulee lisäksi tarkastaa vuosittain ja tarkastuksen voi suorittaa ainoastaan kyseiset valtuudet omaava yritys. Yleisesti voidaan sanoa vuositarkastuksen maksavan noin 500 € alv 0. Lisäksi nosturin käyttöönoton yhteydessä suoritetaan käyttöönottotarkastus, jonka järjestelyistä ja hinnasta sovitaan nosturin oston yhteydessä.

6.2 Layout

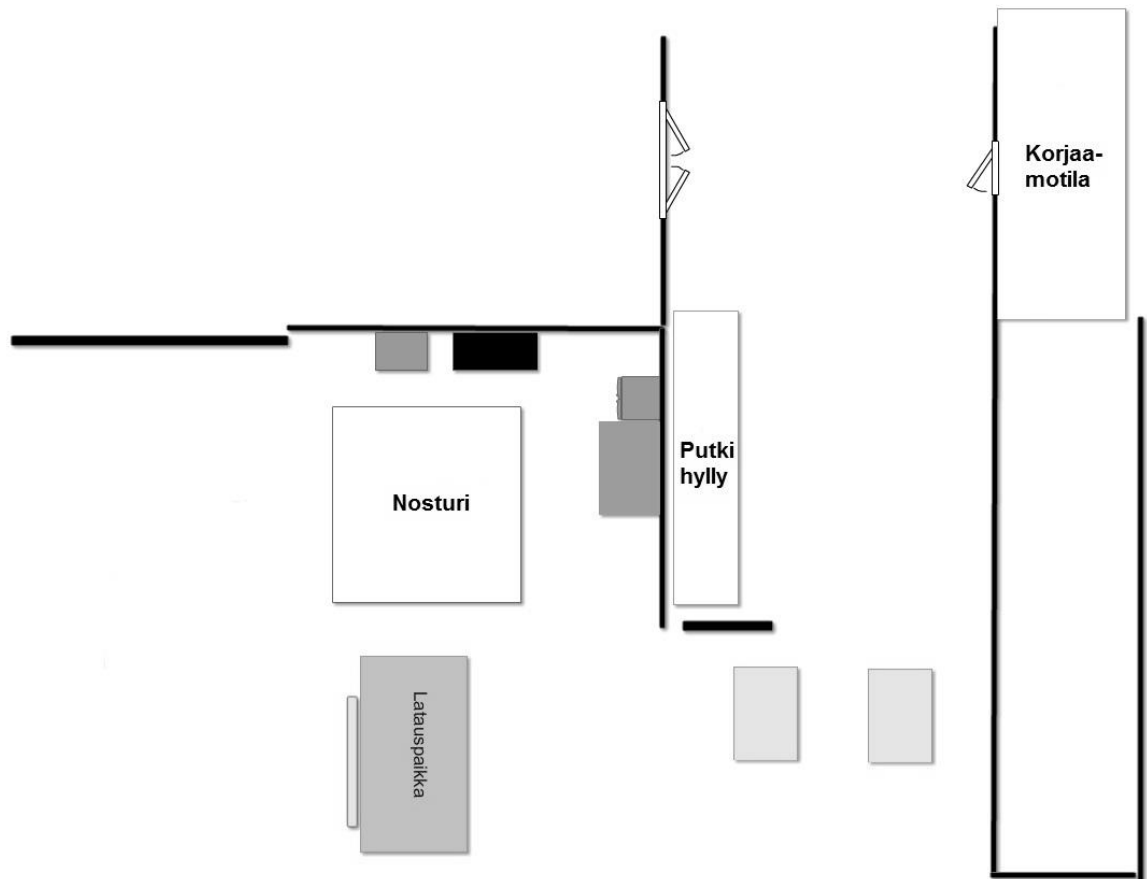
Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, miten tuotantotila on järjestetty: miten laitteet, työpisteet, kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat asiat on sijoitettu tehtaaseen. Layoutilla on suuri merkitys sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Layout-päätökset ovat siis tärkeitä. [16.]

Hyvän layoutin piirteitä:

- turvallinen työntekijän kannalta
- minimoi työntekijöiden turhan liikkeen
- auttaa tuottamaan hyvää laatua
- hyödyntää käytettävissä olevan tilan tehokkaasti.

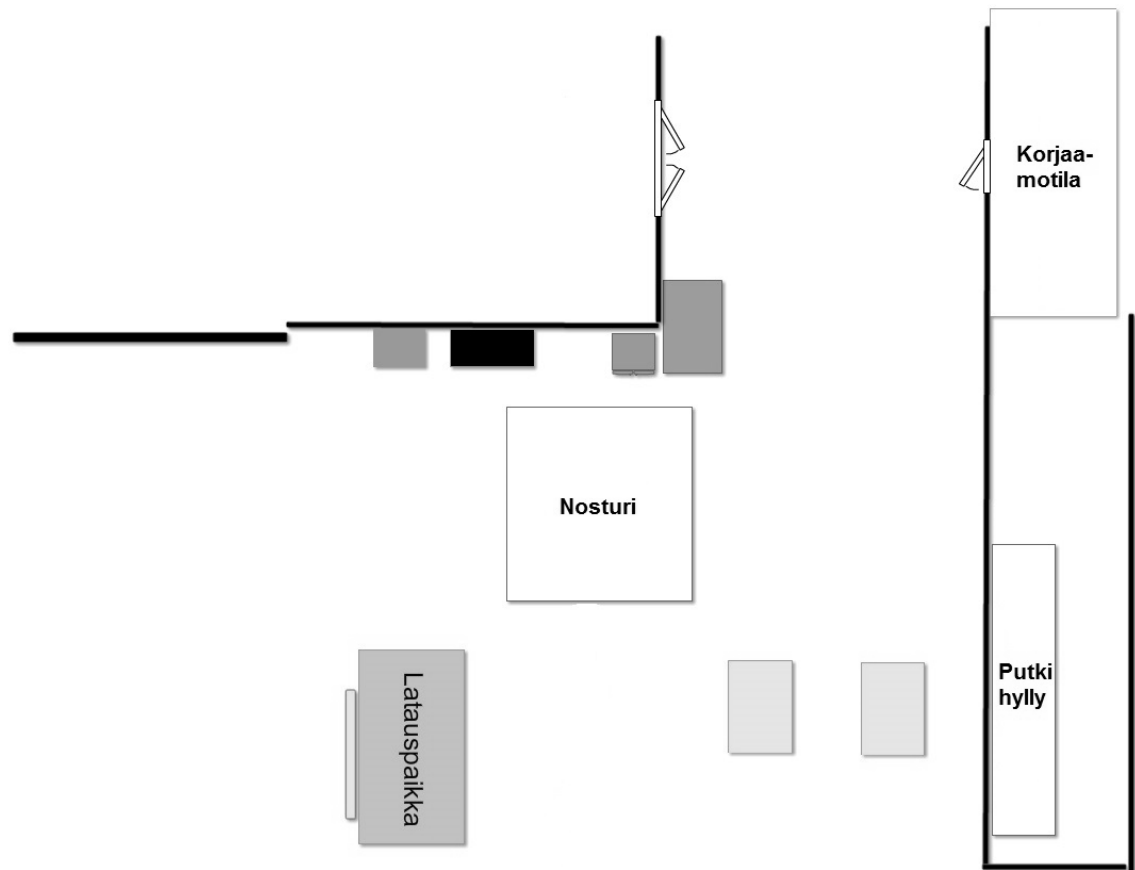
Vihivaunujen huoltopaikan pinta-ala on tällä hetkellä n. 50,7 m². Nykyisillä kunnossapitomenetelmillä ja laitteistolla tilaa ei tarvita enempää. Vihivaunu ajetaan huoltopaikalle akunvaihtoaseman kautta kiertäen. Nosturityypin hahmottelun jälkeen pohdittiin huoltopaikan layoutia. Huoltopaikasta suunniteltiin kaksi vaihtoehtoista layoutia, jotka esitettiin ensimmäisessä seurantalaverissa keskustellen niiden ominaisuuksista ja vaikutuksista huoltopaikan ympäristöön.

Ensimmäinen layout-vaihtoehto (kuva 13) muistuttaa hyvin pitkälle nykyistä layoutia. Nosturi tulitisiin sijoittamaan huoltopaikan takaseinän suuntaisesti, jolloin vihivaunu ajetaan nosturille akunvaihtoaseman kautta. Huoltopaikalta tulitisiin lisäksi poistamaan tilan aikaansaamiseksi huoltopukit, joita nostopilarisarjan käyttöönoton myötä ei tarvita.



Kuva 13. Ensimmäinen layout-vaihtoehto.

Toinen layout-vaihtoehto (kuva 14) edellyttäisi suurempia muutoksia. Nosturi tultaisiin sijoittamaan kelauslinjan ohi kulkevan käytävän suuntaisesti. Vihivaunu saapuisi nosturille latausaseman ja KELIn (kelauslinjan) kelapukkien välistä. Tämä edellyttäisi käytävän ja huoltopaikan välisen seinän purkamista sekä kaappien, pöydän ja putkihyllyn uudelleensijoittelua. Lisäksi käytävällä sijaitseva kaide sekä tolppa, jonka päähän on kiinnitetty vihivaunun navigointiheijastin, joudutaan poistamaan. Heijastimen poisto ei aiheuta muita toimenpiteitä.



Kuva 14. Toinen layout-vaihtoehto.

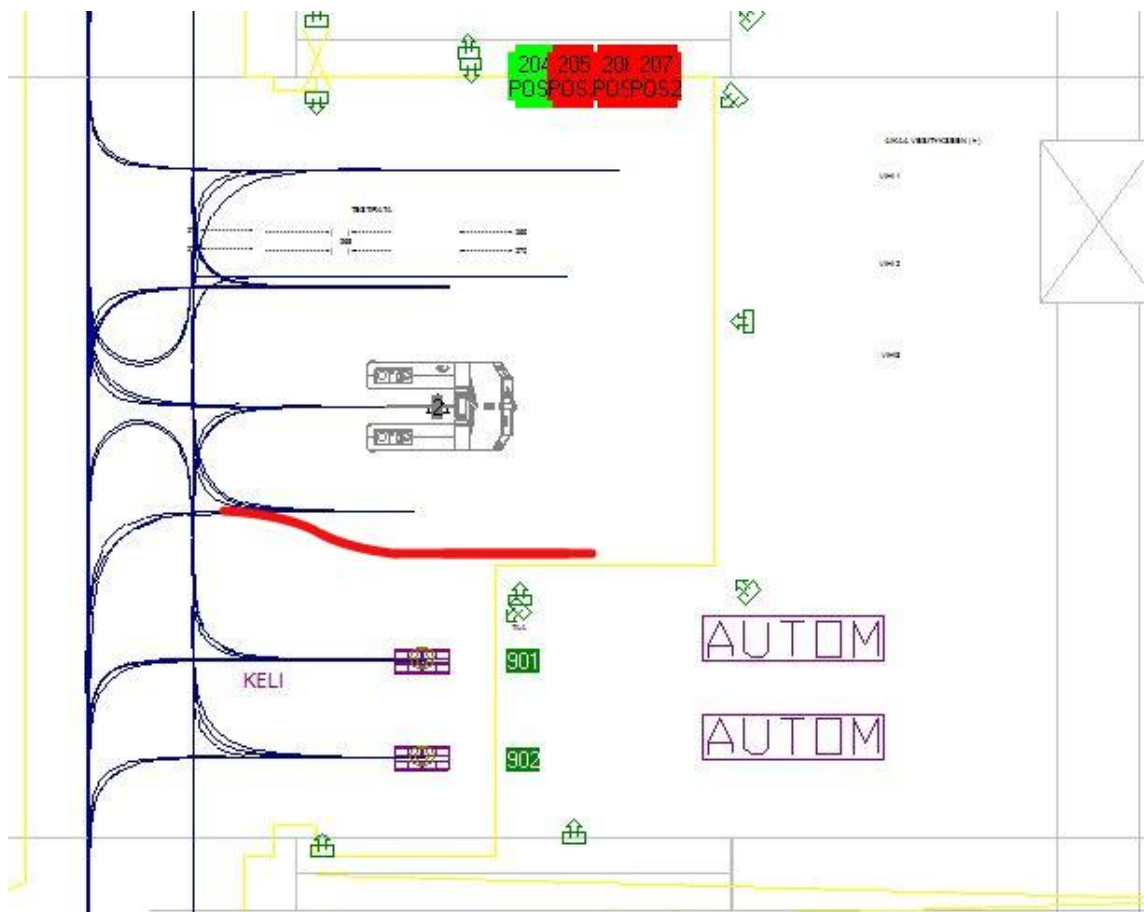
Kokouksissa käydyn keskustelun ja huoltopaikalla tehtyjen mittauksien perusteella päädyttiin jälkimmäiseen layout-vaihtoehtoon. Layout-muutoksen aiheuttamat muutostyöt käytiin läpi kyseisen alueen mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan kanssa ja muutostöiden aiheuttamat kustannukset arvioitiin.

6.3 Huoltopaikalle -komento

Aloituskokouksessa nousi esille kehityskohde, joka koski vihivaunujen huoltopaikalle ajamista manuaalisesti. Vaikkakin asentajille on annettu koulutus vaunun käsiajosta, lisäävät tällaiset poikkeustilanteet aina tapaturman mahdollisuutta. Aloituskokouksessa esiteltiin ajatus, että vihivaunulle tehdään ajoreitti huoltopaikalle.

Vihivaunun CWAY -käyttöliittymään ehdotetaan ohjelmoitavan komento, jolla vaunu saadaan ajettua automaattisesti huolto paikalle. Kyseisestä reitityksestä ja komennosta pyydettiin tarjous automaattitrukkien järjestelmä- ja reittimuutoksista vastaavalta yritykseltä. Muutostyö pitää sisällään muutosten ohjelmoinnin, dokumenttien päivityksen sekä käyttöönoton ja testauksen. Lisäksi vihivaununjärjestelmän toiminta testataan ja järjestelmäkokonaisuuden toimivuus varmistetaan muutosten jälkeen. [18.]

Suunniteltujen layout-muutosten myötä ajoreitti huolto paikalle kulkee kuvan 15 mukaisesti latausaseman vieressä kulkevan käänntöpaikan suuntaisesti. Uusi ajoreitti kulkee alkumetrit käänntöpaikan kanssa identtisesti, mutta kulkee loppumatkan noin metrin lähempänä KELIn kelapukkeja. Huolto paikkana pidetään asemaa, jolla vaunu on nostopilareiden välissä valmiina nostettavaksi.



Kuva 15. Vihivaunun huolto paikka CWAY-järjestelmässä. Uusi ajoreitti piirrettyä punaisella.

Huolto paikalle -komennon ansiosta vihivaunut saadaan huolto paikalle automaattisesti, jolloin välttään tarpeesta ajaa vaunua manuaalisesti. Tämän myötä mahdollisuus törmätä vaunulla nostopilareihin tai muihin esteisiin pienenee huomattavasti. Saadun tarjouksen perusteella Huolto paikalle -komento tullaan ottamaan käyttöön tulevaisuudessa. [18.]

6.4 Työskentely automaattitrukin päällä

Suurin automaattitrukkien kunnossapitotöissä esiintyvä ongelma on se, että vaunun katolla joudutaan työskentelemään turvattomasti. Tällä hetkellä vaunun päälle kiivetään a-tikkailla, mutta vaunun päällä ei ole minkäänlaisia putoamista estäviä kaiteita. Ongelma tuli ilmi heti aloituskokouksessa. Ongelmaa pidettiin hyvin vakavana, sillä vaunun päältä putoaminen saattaa aiheuttaa vakavan työtaturman. Aloituskokouksen jälkeen kehitettiin hahmotelma liikuteltavasta työtasosta, jonka avulla kulku vaunun päälle ja työskentely siellä olisi turvallista. Kehiteltäessä työtasoa tutustuttiin SSAB:n Hämeenlinnan tehtaan tehdasstandardin osaan, jossa käsitellään koneturvallisuutta ja hoitotasojen suunnittelua ja valmistusta. Tehdasstandardi pohjautuu SFS-EN ISO 14122 -standardiin. Työtasosta olisi liikuteltavuutensa johdosta saatava mahdollisimman kevyt, joten työtason suunniteltiin koostuvan vain katolle kulkevista rappusista ja katolta putoamista estävistä kaiteista. Vaunun katto toimisi siis kävelytasona, jolloin välttyttäisiin lattiaritilän käytöltä ylätasolla. Tällä tavoin saadaan tason kokonaispainoa vähennettyä. Liikuteltavaa työtasoa pidettiin ensimmäisessä seurantapalaverissa hyvänä ideana, joten työtason kehittelyä jatkettiin. [8.]

Hahmotelman pohjalta pyydettiin tarjoukset hoito- ja kulktasojen valmistavista yrityksistä, saaden tarjous kahdesta yrityksestä. Yritys A ehdotti valmistusta kuumasinkitystä teräksestä. Yritys B taas tarjosi työtasoa kahdesta eri materiaalista valmistettuna. Materiaalivaihtoehdot olivat alumiini ja S355-teräs. Yritys A laati lisäksi 3D-hahmotelman työtasosta antamillamme mitoilla (liite 2.). [19; 20.]

Näiden tarjouksien lisäksi laskettiin myös, mitä työtaso tulisi maksamaan itse valmistettuna. Tässä tapauksessa suunnittelun toteuttaisi SSAB:n Hämeenlinnan tehtaan suunnittelutöistä vastaava alihankkija, jolta pyydettiin tarjous suunnittelun kustannuksista. Tämän lisäksi valmistukseen ja materiaaleihin liittyvät kustannukset arvioitiin yhdessä

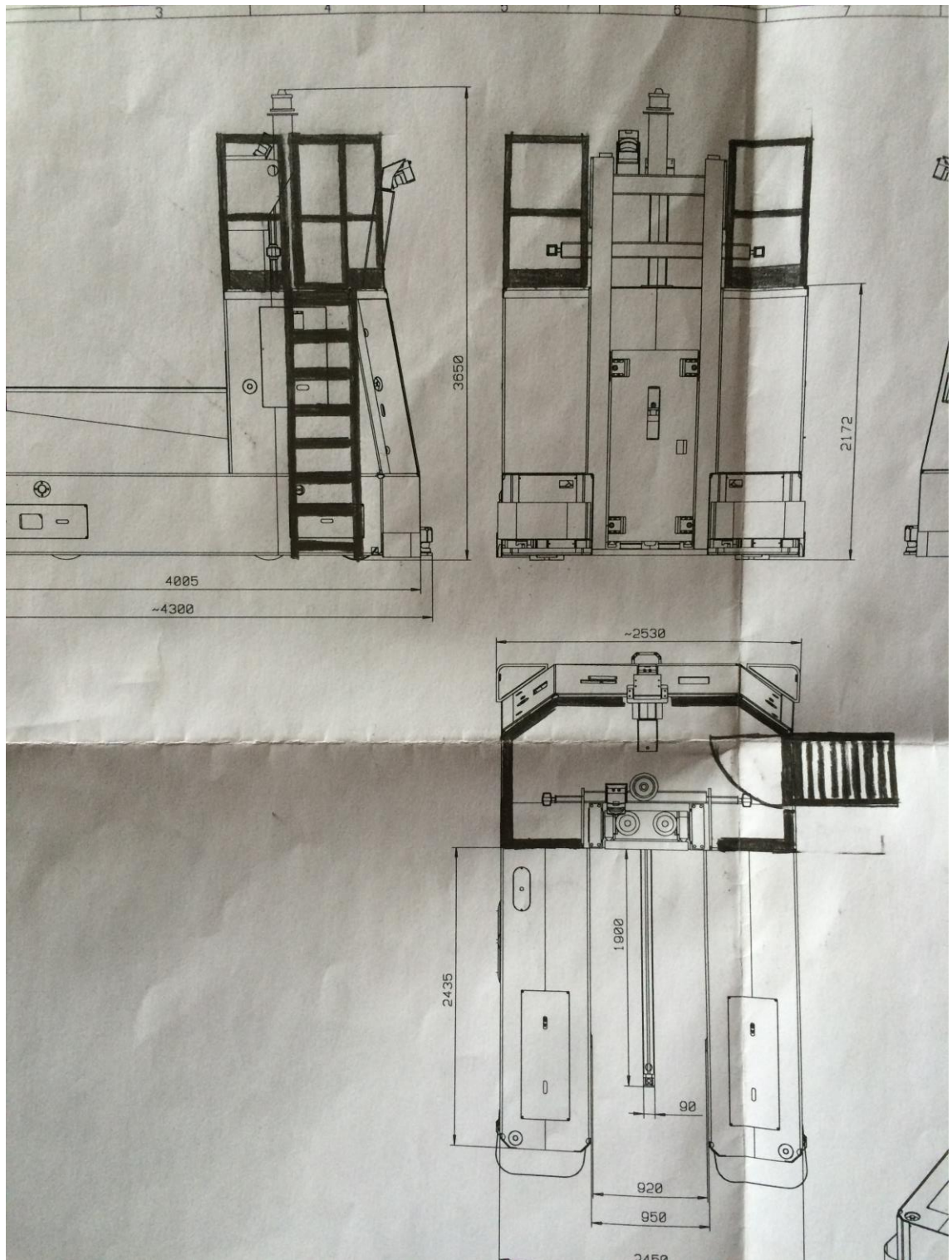
mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan kanssa. Laaditun kustannusarvion pohjalta työtason valmistaminen itse todettiin kalliimmaksi vaihtoehdoksi kuin ulkopuolisten yritysten tarjoamat ratkaisut. [17; 21.]

Rappusten loivasta nousukulmasta ja vihivaunun koosta johtuen todettiin työtasosta tulevan liian kookas ja painava, joten työtason käytännöllisyyttä alettiin epäillä. Tämän takia visio liikuteltavasta työtasosta hylättiin.

Seuraavaksi syntyi ajatus kiinteästi vaunuun asennettavista suojakaiteista. VIH-LRHQ-3000163:n teknisiin piirustuksiin tutustuttiin ja selvitettiin, tulisivatko kaiteet häiritsemään vaunun paikannus- ja turvalaitteiden toimintaa. Kiinteää asennusta estäviä tekijöitä ei ole, joten vaunuun päätettiin asentaa kiinteät kaiteet putoamisen estämiseksi. Kulku vaunun katolle tapahtuu jousikuormitteisen portin kautta tikkaiden avulla. Tikkaat pystytään lukitsemaan vaunuun kiinni ennen nousun aloittamista. Tällä tavoin vältetään tikkaiden kaatuminen nousun aikana. Tikkailla suunnitellaan lisäksi säilytyskiinnikkeet vaunuun, jotta ne kulkevat jatkuvasti vaunun mukana. Kaiteet suunnitellaan ja valmistetaan tehdasstandardin mukaisesti, joten seuraavien ominaisuuksien tulee toteutua [8]:

- kaiteen käsijohteen korkeus minimissään 1 100 mm
- kaiteissa jalkalista, jonka korkeus minimissään 100 mm
- käsijohteen ja välijohteen sekä välijohteen ja jalkalistan väli korkeintaan 500 mm
- kaidetolppien väli korkeintaan 1 500 mm
- jousikuormitteisen portin ja sen kulkuaukon leveys minimissään 600 mm.

Kaiteet tullaan asentamaan vaunuun pulttiliitoksilla, jolloin vältetään tekemästä tulitöitä vihivaunun runkorakenteisiin. Kaiteet ovat lisäksi tarvittaessa irrotettavissa. Kuvassa 16 esitetään hahmotelma kaiteista. Kaiteiden ja tikkaiden suunnittelun tulee toteuttamaan Hämeenlinnan tehtaan suunnittelutoimesta vastaava alihankkija. Suunnittelukustannuksista pyydettiin kustannusarvio. Valmistuksesta ja asennuksesta vastaa vihivaunujen mekaanisesta kunnossapidosta vastaavan osaston työnjohtaja asentajineen. Työ- ja materiaalikustannuksista laskettiin myös arvio. Kokonaishinta kaiteiden ja tikkaiden muutostöille laskettiin pohjautuen edellä mainittuihin kustannusarvioihin. Hinta sisältää kaikkien kolmen RAVAn (valssaamorakennuksen) vihivaunujen muutostyöt. [17; 21.]



Kuva 16. Hahmotelma vaunuun tehtävistä kaiteista ja tikkaista.

6.5 Pölynpoisto

Yksi tyypillinen huoltotoimenpide on sähkömoottoreista irtoavan hiilipölyn poistaminen käyttäen paineilmapistoolia. Vaunun sähkötilaan ja runkorakenteisiin kertyy hienojakoista hiilipölyä, joka on haitallista hengitettynä. Asentajat käyttävät nykyisellään hengityssuojaimia, mutta poispuhallettavaa pölyä ei kerätä suodatettavaksi. Hiilipöly siis ajautuu tehtaan halli-ilmaan.

Pölynpoiston kehittämisen alkuideana oli keskuspölynimuri, jolla imetään puhdistettavan työkohteen läheisyydestä, jolloin suurin osa pölystä ajautuu imuletkua pitkin suodatettavaksi keskusimuriyksikköön. Tutustuttaessa teollisuusimurien tarjontaan syntyi ajatus, että huoltopaikalle hankittaisiin Nederman Power Arm PA 600 -yksikkö. Se on kääntöpuomilla varustettu yksikkö, josta on saatavilla paineilma, imuliitäntä sekä sähkövirta (230 V + 400 V). Yksikkö vaatisi toimiakseen siis sähkö- ja paineilmaverkostoon liittämisen sekä keskusimuriyksikön. Edellä mainitut tarvikkeet ja toimenpiteet yhteenlaskettuna laitteiston kustannusarvio on noin 14 000 €. Kustannuslaskelman ja kääntöpuomin käytännöllisyyttä koskevan neuvottelun jälkeen päädyttiin kuitenkin hylkäämään kyseinen vaihtoehto. [22.]

Pölynpoiston ongelma päätettiin ratkaista käyttämällä Nederman L-PAK 150 keskusimuriyksikköä ja valmistuttamalla imuputkisto omilla asentajilla. L-PAK 150 on teollisuuskäyttöön suunniteltu imuyksikkö, joka koostuu sivukanavapuhaltimesta, suodattimesta ja ohjausyksiköstä. Imuyksikköä voidaan käyttää siivoukseen sekä hiontapölyn ja hitsauskäryjen poistoon. Imuputkiston liitäntä tuodaan saataville nostopilarin kylkeen lattian sisässä, samassa suojaputkituksessa kulkevat paineilmaletku, nostopilareiden voimavirtakaapeli sekä sähköjohto nostopilareihin asennettavaa pistorasiaa varten. Tällä tavoin paineilma, sähkö ja imuriliitäntä ovat saatavilla huoltokohteen välittömässä läheisyydessä. Imuriliitäntää voidaan käyttää hyödyksi myös pyörien puhdistuksessa sekä huoltopaikan siivouksessa. Liitäntään tullaan lisäksi asentamaan Nederman TAV 50 FV/MV-G automaattiventtiili, joka kytkee imun päälle automaattisesti paineilma- tai sähkötyökalua käynnistettäessä. Venttiilin toimintaa voidaan ohjata myös käsikäyttöisesti. Taulukossa 2 esitetään kustannusarvio edellä mainitun ratkaisun kustannuksista. Tuotteiden hinnat perustuvat teollisuuden tuotteita tarjoavan yrityksen julkiseen teollisuushinnastoon vuodelta 2014. [22.]

Taulukko 2. Kustannusarvio pölynpoiston parantamiselle.

Määrä (KPL)	Tuote/palvelu	Hinta alv 0 (EUR)
1	Nederman L-PAK 150 keskusimuriyksikkö + TAV 50 venttiili	Vain työn tilaajalle.
1	Imuri- ja paineilmaputkituksien materiaalit	Vain työn tilaajalle.
1	Imuri- ja paineilmaputkituksien valmistus ja asennus	Vain työn tilaajalle.
		Yht. Vain työn tilaajalle.

6.6 Valaistus

Heti työn alussa asentajat toivat esiin kehityskohteen, joka koski huoltoapaikan huonoa valaistusta. Työskenneltäessä vaunun päällä tai ulkopuolella kyseistä ongelmaa ei esiinny, mutta työskentely vaunun alla ja sisällä on haasteellista huonon valaistuksen ansiosta. Tämä johtuu pääosin vihivaunun runkorakenteiden umpinaisuudesta. Tehdyn turvallisuustarkastelun pohjalta voidaan myös todeta, että kehittämällä huoltoapaikan valaistusta vähennetään pään lyömisen riskiä huomattavasti.

Aloituskokouksen jälkeen laadittiin hahmotelma huoltoapaikalle hankittavasta valaistuksesta, joka esiteltiin seurantapalaverissa. Hahmotelma piti sisällään siirrettäviä työvalaisimia kohdevalaistukseen, vaunun alle työnnettävän pyörillä liikkuvan loisteputkivalaisimen sekä vaunun sähkötilassa työskentelyä varten suunnitellun tolppamallisen työvalaisimen. Esitetyt valaisintyypit käsiteltiin palaverissa ja käytännölliseksi näistä todettiin ainoastaan siirrettävät kohdevalaisimet. Tarkempien keskustelujen pohjalta haluttuja ominaisuuksia olivat magneettikiinnitys, johdottomuus, valon suuntauksen säädettävyys sekä LED-polttimo.

Hankittavat valaisimet voidaan siis tarvittaessa kiinnittää magneetilla vaunun runkoon tai nostopilareiden kylkeen. Valaisimet ovat johdottomia ja ladattavia LED-valaisimia, jotka tullaan säilyttämään huoltoapaikan kaapissa lataustelakoineen. Valaisimia käytetään tarpeen mukaan yleisvalaistukseen sekä kohdevalaistukseen. Kyseiset ominaisuudet täyttäviä valaisimia on saatavilla reilusti, joten lopullinen päätöksenteko jätetään työnjohtajalle ja asentajille. Yritykselle tehtävässä esityksessä kuitenkin listataan kyseisiä valaisimia tarjoavia yrityksiä. Kustannuslaskelma laadittiin ainoastaan työn tilaajan käyttöön.

6.7 Työkalut ja vaunuihin tehtävät muutostyöt

Aloituskokouksessa asentajilta saatiin myös pyyntö ideoida menetelmiä, joilla vaunun huoltoa saataisiin sujuvammaksi. Tarkemman haastattelun jälkeen kehityskohteet olivat telipyörästöjen vaakatasoon lukitus sekä joidenkin rasvanippojen haasteellinen sijainti.

Vaihdettaessa telipyörästöjen kääntösyylinteriä on ongelmaksi osoittautunut se, että vaunun ollessa ilmassa, jolloin pyörät eivät ole kosketuksissa maahan, telit kallistuvat vaunun kulkusuunnassa. Tällöin tila telipyörästön ja rungon välissä pienenee tehden sylinterin vaihdosta erittäin haasteellisen. Telit tulisi saada siis lukituksi vaakatasoon ennen vaunun nostoa. Lukitukseen kehitettiin työkalu, joka on rakenteeltaan yksinkertainen. Työkalu koostuu 200 mm pitkästä 60 mm x 10 mm lattatangosta ja kantokahvasta. Työkalu asetetaan telin ja vaunun sisäpuolella kulkevan runkopalkin väliin. Tällöin teli pääsee kallistumaan vain hieman vaunua nostettaessa, joten sylinterin vaihtamiselle jää enemmän työskentelytilaa. Työkalun yksinkertaisuuden takia työkuvia ei päätetty valmistaa. Työkalu valmistutetaan omilla asentajilla ja testataan seuraavan kääntösyylinterin vaihdon yhteydessä.

12 viikon välein suoritettava määräaikaishuolto koostuu pääosin eri komponenttien puhdistuksesta ja voitelusta. Voitelun helpottamista varten on vaunuun suunniteltu lukuisia rasvanippoja, jotka helpottavat eri kohteiden voitelua. Osa nipoista sijaitsee kuitenkin hankalissa paikoissa, joten asentajat toivoivat kehitystä asian suhteen. Ensimmäisenä hankalissa paikoissa sijaitsevat nipat paikannettiin yhteistyössä asentajien kanssa, jonka jälkeen tutustuttiin vaunun teknisiin piirustuksiin. Selvityksen perusteella hankalissa paikoissa olevat rasvanipat pystytään putkittamaan helpommin käsiteltäviin paikkoihin. Yhdessä vaunussa on yhteensä yhdeksän putkitettavaa rasvanippaa. Putkituksista laadittiin yhteistyössä mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan kanssa hahmotelma, minkä pohjalta asentajat voivat tehdä putkitukset aina huollettavana oleviin lenkipyöräpaketteihin. Putkituksista aiheutuvat kustannukset arvioitiin.

Automaattitruckijärjestelmän käyttöönotosta lähtien on vihivaunujen pyöriin todettu liimautuvan epäpuhtauksia, jotka koostuvat pääosin roskista, pakkausalueen trukkien renkaista irtoavasta kumista sekä lattiasta irtoavasta maalista. Huollon aikana pyörät joudutaan siis puhdistamaan, jotta niiden halkaisijat voidaan mitata tarkasti. Puhdistukseen on käytetty monia eri menetelmiä, mutta kaikki ovat osoittautuneet hyvin työläiksi.

Ongelma ratkaistaan hankkimalla Metabo:n valmistama SE 12-115 -satinointikonepaketti. Se on metallin kiillotukseen tarkoitettu 1200 W:n hiomakone. Koneessa tullaan käyttämään erittäin karkeaa kovakuituhiomarullaa. Kustannusarvio satinointikonepaketille hiomarullineen laadittiin työn tilaajan käyttöön. [23.]

6.8 Kustannusarvio ja 3D-malli suunnitellusta huoltopaikasta

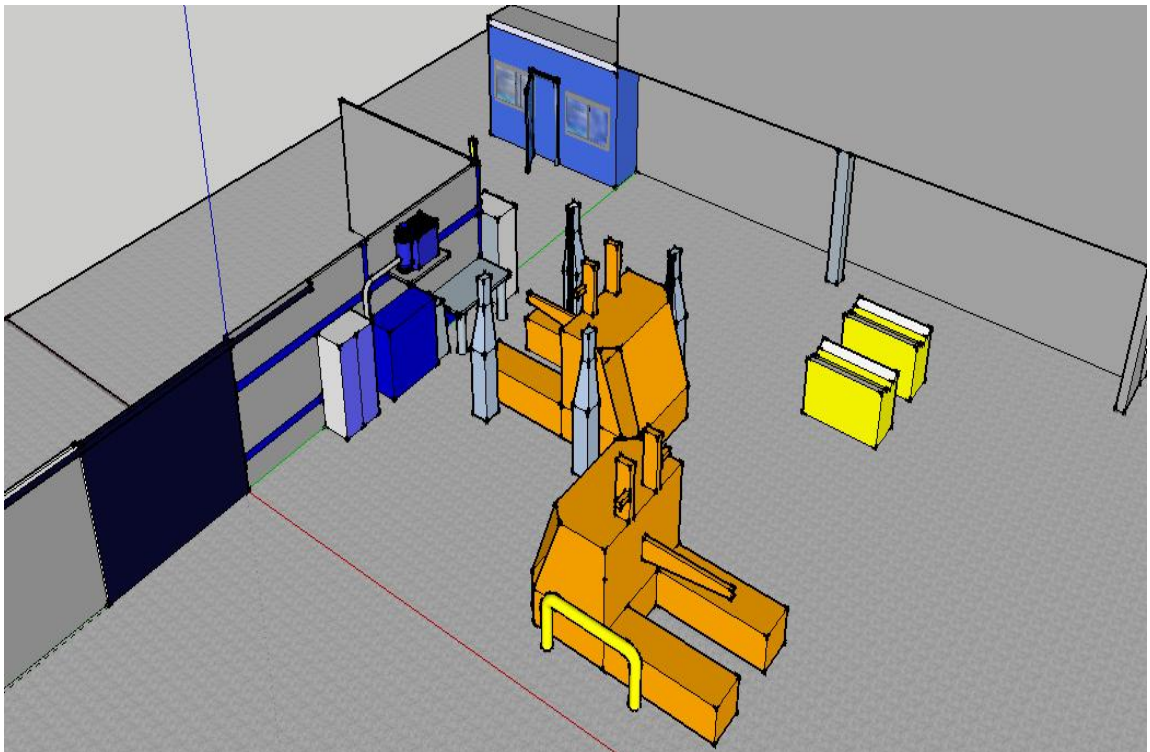
Automaattitrukkien huoltotyön kehittämisen kustannusarvio koostuu monesta eri teki- jästä. Kustannusarvion hinnat ovat pyöristettyjä, mutta antavat yritykselle käsityksen kehitystyön kokonaiskustannuksista ja sen eri osa-alueista. Kustannuksia laskettaessa pyrittiin ottamaan huomioon kaikki erinäiset kustannuksiin vaikuttajat tekijät. Taulukosta 3 selviää tehty kustannusarvio. Kustannusarvion pohjalta pystytään priorisoimaan tehtävät muutostyöt ja suorittamaan ne tarvittaessa vaikka jaksoittain. Vaunun runkoon tehtävien muutostöiden kustannuksien osuus puuttuu lopullisesta summasta. Hintar- viot ovat vain työn tilaajan käytössä.

Taulukko 3. Kustannusarvio ehdotetuista laitehankinnoista ja muutostöistä.

Määrä (KPL)	Tuote/palvelu	Hinta alv 0 (EUR)
1	Nostopalkkisarja	Vain työn tilaajalle.
1	Lattian muutostyöt	Vain työn tilaajalle.
1	Vaunun rungon muutostyöt	-
1	Nederman L-PAK 150 keskusimuriyksikkö + TAV 50 venttiili	Vain työn tilaajalle.
1	Imuri- ja paineilmaputkituksien materiaalit	Vain työn tilaajalle.
1	Imuri- ja paineilmaputkituksien valmistus ja asennus	Vain työn tilaajalle.
1	Vihivaunun suojakaiteiden suunnittelu	Vain työn tilaajalle.
3	Vihivaunun suojakaiteiden valmistus ja asennus	Vain työn tilaajalle.
1	Layout-muutostyöt	Vain työn tilaajalle.
1	Huoltopaikalle-käskyn ohjelmointi ja reititys	Vain työn tilaajalle.
1	Satinointikonepaketti	Vain työn tilaajalle.
3	Led-valaisin	Vain työn tilaajalle.
1	Telin vaakatasoon lukitukseen työkalu	Vain työn tilaajalle.
3	Rasvanippojen putkitus	Vain työn tilaajalle.
1	Muutostöiden sähkösuunnittelu	Vain työn tilaajalle.
1	Sähkötyöt materiaaleineen	Vain työn tilaajalle.
	Tuotteet ja palvelut yhteensä	Vain työn tilaajalle.

Kustannusarviossa huomioitiin myös hankittavien laitteiden aiheuttamat sähkömuutostyöt. Kyseisillä töillä tarkoitetaan sähkösuunnittelua, materiaalien hankintaa sekä asennusta. Sähkösuunnittelu pitää sisällään 4-pilarinostimen, keskusimuriyksikön sekä pistorasioiden sähkönsyötön suunnittelun. Lisäksi muutostöiden dokumentointi sisältyy kustannusarvioon. Materiaaleihin kuuluvat laitteille vedettävät syöttökaapelit, lähtöjen materiaalit, turvakytkimet, pistorasiat sekä muut tarvittavat komponentit. [24.]

Suunnittelun lopputuloksen havainnollistamiseksi uudesta huoltopaikasta laadittiin 3D-malli, joka esitetään kuvassa 17.



Kuva 17. 3D-malli ehdotetusta huoltopaikasta.

7 Tulokset ja ratkaisut kehityskohteisiin

Kaikkiin työn alussa esille nousseisiin kehityskohteisiin kehitettiin ratkaisu. Kyseiset kehityskohteet olivat

- vihivaunujen ajaminen huoltoon
- vihivaunun nosto huoltoa varten
- työskentely vihivaunun turvallisemmaksi
- rasvanippojen putkitus helpommin päästäviin paikkoihin
- apulaite telien vaakatasoon lukitukseen
- pyörien puhdistamiseen oma työkalu
- pölynpoistolaitteiston hankkiminen
- valaistuksen parantaminen.

7.1 Laitehankinnat

Huoltopaikalle ehdotetaan hankittavaksi 4-pilarinostin, jonka avulla vaunu saadaan helposti nostettua huollon edellyttämään korkeuteen. Lisäksi nostin vähentää vaunun päällä työskentelyn tarvetta huomattavasti.

Pölynpoiston ongelmallisuus ehdotetaan ratkaistavaksi hankkimalla keskusimuriyksikkö, jonka imuliitäntä asennetaan nostopilarin kylkeen huoltokohteen läheisyyteen. Muita ehdotettavia laitehankintoja ovat satinointikone pyörien puhdistukseen sekä LED-valaisimet valaistuksen parantamiseksi.

7.2 Muutostyöt

Ehdotuksen mukaiset laitehankinnat edellyttävät myös alueelle, vaunuihin ja niiden ohjausjärjestelmään tehtäviä muutostöitä.

4-pilarinostimen toiminnan mahdollistamiseksi joudutaan huoltopaikan lattiaan tekemään muutostöitä. Lisäksi imuri- ja paineilmaputkiston sekä sähkönsyötön vetäminen lattiapinnan alapuolelle edellyttävät lattian muutostöitä.

4-pilarinostimen käyttöönotto edellyttää myös vaunun runkorakenteisiin tehtäväksi muutostöitä, jotta vaunun runkorakenteet kestävät nostamisen uusista nostokohdista. Vaunun katolle suunnitellaan ja valmistetaan lisäksi kaiteet, jotta vaunun päällä voidaan työskennellä turvallisesti. Lisäksi osa vaunun rasvanipoista putkitetaan helpommin päästäviin paikkoihin. Teliin vaakatasoon lukitukseen huollon ajaksi valmistetaan oma työkalu.

Osana työtä tehtiin myös layout-ehdotus uudesta huoltopaikasta. Ehdotus edellyttää seinärakenteiden muutostöitä sekä kalusteiden uudelleensijoittelua. Lisäksi automaattitrukkien ohjausjärjestelmään ehdotetaan tehtäväksi muutos, jonka avulla vihivaunut saadaan ajettua erillisellä käskyllä huoltopaikalle automaattisesti.

8 Yhteenveto

Yhteenvedossa käydään läpi työn kuvaus, jatkotoimenpiteet sekä työn onnistuminen.

8.1 Kuvaus työstä ja jatkotoimenpiteet

Työn tavoitteena oli kartoittaa automaattitrukkien kunnossapitotöihin liittyvät turvallisuusriskit ja kehittää huoltopaikan laitteistoa, jotta työt voidaan suorittaa turvallisesti. Kunnossapitotöistä tehdyn turvallisuustarkastelun pohjalta kartoitettiin kaikki potentiaaliset turvallisuusriskit. Työn aikana esiin nousseet kehitysideat käsiteltiin yhdessä kunnossapitohenkilöstön kanssa, jotta lopulliset kehitysehdotukset palvelisivat kunnossapitotöiden suorittajia parhaalla mahdollisella tavalla. Työn aikana seurattiin huoltotoimenpiteiden suorittamista, tehtiin haastatteluja sekä oltiin yhteydessä eri alojen yrityksiin. Lisäksi työn aikana tutustuttiin lakeihin, standardeihin ja säädöksiin, jotka määräävät työturvallisuuteen liittyviä asioita.

Nykyiset menetelmät ja laitteet töiden suorittamiseen todettiin vajavaisiksi. Töiden suorittamisen aikana työntekijät altistuvat turvallisuusriskeille, jotka voivat pahimmillaan

aiheuttaa vakavan työtapaturman. Työn aikana laadituista kehitysideoista pyydettiin tarjouksia useilta eri yrityksiltä. Ehdotettujen laitehankintojen ja muutostöiden sekä kustannusarvion pohjalta voidaan aloittaa huoltotyön ja -paikan kehittämisen lopullinen suunnittelu. Lisäksi yritys voi priorisoida tärkeimmät turvallisuutta lisäävät muutostyöt ensimmäisenä suoritettavaksi. Saadut tarjoukset ja hinta-arviot tulee kuitenkin tarkentaa.

8.2 Työn onnistuminen

Työn alussa asetetut tavoitteet saavutettiin, joten työtä voidaan pitää onnistuneena. Insinööriyöprosessin aikana opittiin ottamaan huomioon useamman eri tahon tarpeet ja mielipiteet. Näiden pohjalta pyrittiin laatimaan vaihtoehtoja, jotka palvelevat kaikkien osapuolien tarpeita. Lisäksi työn aikana oltiin yhteydessä useisiin eri alojen yrityksiin.

Lähteet

- 1 SSAB. Verkkodokumentti. <<http://www.ssab.fi/SSAB-konserni/Tietoja-SSABsta/SSAB-lyhyesti/History>>. Luettu 19.1.2016.
- 2 SSAB. Verkkodokumentti. <<http://www.ssab.fi/SSAB-konserni/Tietoja-SSABsta>>. Luettu 19.1.2016.
- 3 SSAB. Verkkodokumentti. <<http://www.ssab.fi/SSAB-konserni/Tietoja-SSABsta/Toimipisteita-ympari-maailman>>. Luettu 19.1.2016.
- 4 SSAB. Verkkodokumentti. <<http://www.ssab.fi/SSAB-konserni/Tietoja-SSABsta/Liiketoiminta/SSAB-Europe>>. Luettu 19.1.2016.
- 5 SSAB:n sisäinen tietokanta. Hämeenlinnan tehtaan esittelymateriaali. Intranet. Luettu 27.1.2016.
- 6 MHI. Verkkodokumentti. <<http://www.mhi.org/fundamentals/automatic-guided-vehicles>>. Luettu 29.1.2016.
- 7 Rocla Oy. Verkkodokumentti. <<http://www.rocla.com/fi/lehdisto/uutiset/roclanautomaattitrukit-ovat-puurtaneet-tauotta-jo-30-vuoden-ajan>>. Luettu 29.1.2016.
- 8 SSAB:n sisäinen tietokanta. Intranet. Luettu 29.1.2016.
- 9 Vekkele, Mika. 2016. Johtaja, AGV Palvelut, Rocla Solutions, Järvenpää. Sähköpostikeskustelu. 25.1.2016.
- 10 Hokkanen, S. Luukkainen & M. Karhunen, J. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- 11 SSAB:n sisäinen tietokanta. Turvallisuustarkastukset ja huolto-ohjeet VIH-LRHQ-300163. Intranet.
- 12 Vaaratekijöiden tunnistaminen ja riskien arviointi. Työturvallisuuskeskus. Verkkodokumentti. <<http://ttk.fi/riskienarviointi>>. Luettu 11.2.2016
- 13 2016. Toimitusjohtaja, Nostopylvässarjoja valmistava yritys. Sähköpostikeskustelu. 23.2.2016.
- 14 2016. Toimitusjohtaja, Timanttisahauksia ja –porauksia suorittava yritys. Puhe-linkeskustelu 9.2.2016.

- 15 Vekkeli, Mika. 2016. Johtaja, AGV Palvelut, Rocla Solutions, Järvenpää. Sähköpostikeskustelu. 19.2.2016.
- 16 Tuotannon layout. Logistiikan Maailma. Verkkodokumentti. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tuotannon_layout>. Luettu 18.2.2016.
- 17 Hämäläinen, Jesse. 2016. Työnjohtaja, Mekaaninen kunnossapito, SSAB, Hämeenlinna. Haastattelu. 16.2.2016.
- 18 Maununen, Jali. 2016. Työnjohtaja, Sähkökunnossapito, SSAB, Hämeenlinna. Haastattelu. 9.2.2016.
- 19 2016. Projektipäällikkö, Yritys A. Sähköpostikeskustelu. 12.2.2016.
- 20 2016. Tekninen myynti-insinööri, Yritys B. Sähköpostikeskustelu. 12.2.2016.
- 21 2016. Suunnitteluinsinööri, Suunnittelutöistä vastaava alihankkija, Hämeenlinna. Haastattelu 19.2.2016.
- 22 Teollisuushinnasto. Teca Oy. Verkkodokumentti. <<http://www.e-julkaisu.fi/teca/teollisuushinnasto-2014/>>. Luettu 24.2.2016.
- 23 Tuotehakemisto. ETRA. Verkkodokumentti. <<http://tuotteet.etra.fi/fi/g19959500/metabo-se-12-115-set-satinointikone>>. Luettu 25.2.2016.
- 24 Parviainen, Reijo. 2016. Suunnitteluinsinööri, SSAB, Hämeenlinna. Sähköpostikeskustelu. 3.3.2016.

Automaattitrukkien huoltotöiden turvallisuustarkastelu



TYÖPAIKAN TAI TYÖTEHTÄVÄN TURVALLISUUSTARKASTELU

Tehdas: **Hämeenlinnan terästehdas**
Toiminto: **Kylmävalssaus ja sinkitys**
Alltoiminto: **Kunnossapito**
Kohde: **Vihvaunujen huoltotyö**

Tyonumero:
Laitenumero:

Tilaaaja:
Proj.nimi:

Turvallisuustarkastelu tehty: **15.1.2016** **Hämäläinen Jesse**

TURVALLISUUSTARKASTELUN LAATIJAT:
Kayttö, Kunnossapito, Urakoitsija:

Suunnittelu, Työterveyshuolto, Työsuojelu, Muu:

Tarkasteludokumenttien sijainti:

Kohteen määrittely:

Investointivuosi:

Investointiprojekti:

Vaaratekijä ja -tilanne	Ris- kin taso	Turvallisuustolmenpide	Jäl- jelle jäävä riski	Toimenpiteet jäljelle jäävän riskin pienentämiseksi	Jäl- jelle jäävä riski	Toteutus vastuu- henkilö
Vaunun päältä putoaminen.	2 1 15 1 30	Hankitaan/rakennetaan kaiteilla varustettu työtaso. Hankitaan nosturi, jotta vaunua ei tarvitse nostaa siltanosturilla ja tätä kautta kiivetä vaunun katolle kiinnittämään nostoliinoja.	1 1 0.1 1 0	Tarkkaavaisuus ja varovaisuuden noudattaminen.	0.1 1 0.1 1 0	Hämäläinen Jesse
Töistä aiheutuva pöly.	8 1 0.5 1 4	Hankitaan kohdeimuri, jolla suurin osa pölystä saadaan imettyä pois.	5 1 0.5 1 3	Silmä- ja hengityssuojaimen käyttö.	1.5 1 0.5 1 1	Hämäläinen Jesse
Pään lyöminen.	8 1 0.5 1 4	Hankitaan nosturi, jolla vaunu saadaan nostettua ylemmäs. Parannetaan kohteen valaistusta.	2 1 0.5 1 1	Käytetään oikeaa suojavarustusta.	1.5 1 0.1 1 0	Hämäläinen Jesse
Epäergonominen työasento.	8 1 0.1 1 1	Hankitaan nosturi, jolla vaunu saadaan nostettua huollon aikana ylemmäs.	2 1 0.1 1 0	Vältetään työskentelyä hankalissa asennoissa.	1 1 0.1 1 0	Hämäläinen Jesse
Kompastumisvaara.	8 1 2 1 16	Parannetaan valaistusta. Kehitetään sähköjohtojen sekä paineilma- ja imuriletkujen reititystä.	5 1 2 1 10	Tarkkaavaisuuden ja varovaisuuden noudattaminen.	2 1 2 1 4	Hämäläinen Jesse
Pyörien puhdistuksesta irtoavat likapartikkelit.	8 1 0.5 1 4	Hankitaan kohdeimuri.	2 1 0.5 1 1	Hengitys- ja silmasuojaimien käyttö.	1 1 0.5 1 1	Hämäläinen Jesse
Sähköisku.	2 1 0.5 1 1	Työohjeiden ja sääntöjen noudattaminen.	1.5 1 0.5 1 1	Tarkkaavaisuuden ja varovaisuuden noudattaminen.	1 1 0.5 1 1	Hämäläinen Jesse

Hahmotelma työtasosta

Vain työn tilaajan käyttöön.