



Terästehtaan valssienkuljetus- järjestelmän kehitys

Pietu Weeraratne

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2024

Ajoneuvotekniikka
Älykkäät koneet

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Älykkäät koneet

WEERARATNE, PIETU:
Terästehtaan valssienkuljetusjärjestelmän kehitys

Opinnäytetyö 56 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Kesäkuu 2024

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja vertailla terästehtaan valssien kuljetuksiin käytettävissä olevia ratkaisuja. Selvityksen taustalla oli tarve löytää nykyisen kuljetusjärjestelmän tilalle työturvallisempi ja ympäristöystävällisempi ratkaisu. Toimeksiantajana oli SSAB Europe Oy:n Hämeenlinnan terästehdas, jonka sinkityslinjojen valssien kuljetuksessa käytettävä vanha dieselkäyttöinen vetomestari ei enää täytä yhtiön sisäisiä vaatimuksia työturvallisuuden ja ympäristöystävällisyyden osalta. Työn pääpainona oli rasvasta ja öljystä liukkailla pinnoilla kiipeilystä ja kurotelusta aiheutuvien putoamis- liukastumis- ja kompastumisriskien minimointi sekä yhtiön fossiilivapaan strategian tukeminen valssien kuljetusten osalta.

Työ toteutettiin tutkimalla nykyisen valssienkuljetusjärjestelmän toimintaperiaatetta ja toimintaympäristöä sekä selvittämällä toimintaympäristön ja työturvallisuusvaatimusten aiheuttamat haasteet ja rajoitteet. Kerättyä tietoa sovitettiin ja verrattiin sekä tehtaalla jo käytössä olevien että markkinoilta löytyvien kuljetusjärjestelmien ominaisuuksiin ja toimintaperiaatteisiin, ja pohdittiin eri järjestelmiin tarvittavia muutoksia niin rakenteiden, tehdaslayoutin kuin toimintatapojenkin osalta. Käytettävissä oleva tila, ahtaat ja sokkeloiset kuljetusreitit sekä siirrettävien kappaleiden suuret massat aiheuttavat haasteita kuljetusjärjestelmän suunnitteluun ja mitoittamiseen. Tehtaalle ei kuljetusjärjestelmän uudistuksen yhteydessä tehdä suurempia rakenne- tai layoutmuutoksia, joten lähtökohtaisesti uuden järjestelmän tulee olla muokattavissa yhtiön tarpeisiin.

Työn lopputuloksena saatiin kattava vertailu käytettävissä olevista kuljetusvaihtoehtoista sekä niiden hyvistä ja huonoista puolista, huomioitavista seikoista, haasteista sekä tarvittavista työtapa- ja rakennemuutoksista. Lisäksi työ toimii yhteenvedona valssienkuljetusjärjestelmän vaatimuksista, työympäristön haasteista sekä työssä esiintyvistä turvallisuusriskeistä. Sen tarkoitus on palvella kattavana esiselvityksenä ja tietopakettina uuden kuljetusjärjestelmän suunnittelussa ja hankinnassa.

Asiasanat: teollisuus, kuljetusjärjestelmät

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Vehicle Engineering
Intelligent Machinery

WEERARATNE, PIETU:
Development of Roll Transport Systems in a Steel Factory

Bachelor's thesis 56 pages, appendices 10 pages
June 2024

The objective of this thesis was to probe and compare suitable solutions for a transport system of rolls used in surface rolling at galvanizing lines of a steel factory. The thesis was assigned by SSAB Europe Oy's Hämeenlinna works. The factory transports the rolls with a modified diesel-powered terminal tractor that does not fulfill the company's internal safety requirements and environmental standards anymore. The focus of this thesis was to reduce safety risks caused by falling, slipping and tripping while climbing and reaching on oily and greasy surfaces, and to support SSAB's fossil free strategy with an environmentally friendly alternative.

The thesis was done by assessing and evaluating current methods used for roll transports at the galvanizing lines and collecting information about the restrictions and challenges posed by the operational environment. Gathered data was then applied to already existing transport methods, for both those that are already in use at the factory and those that are on the market. The work continued by figuring out and evaluating the suitability, modifiability, and adjustability of potential new systems and comparing them to each other. The factory will not undergo any major structural or layout changes while applying the new system, so the new system must be adjustable to current requirements and restrictions.

This resulted in a comprehensive comparison of different methods available, their pros and cons, things to consider, and required changes. The thesis also acts as a summary of the requirements of different transport methods, challenges, and things to consider while carrying out the work, and safety risks involved while working with the current and proposed transport methods. It should serve as a comprehensive groundwork for designing and procuring the new transport system.

Key words: industrial environment, transport methods

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Yleistä	6
1.2	Yritysesittely	6
2	LÄHTÖKOHDAT	9
2.1	Työturvallisuus	9
2.1.1	Putoaminen, kaatuminen ja liukastuminen	9
2.1.2	Kone- ja työvälineasetukset.....	10
2.1.3	Työpaikan riskien ja vaarojen arviointi.....	11
2.2	Ympäristö ja puhtaanapito	15
2.3	Sinkityslinjojen valssien kuljetus.....	15
3	RAJAUS JA VAATIMUKSET	19
3.1	Mitat	19
3.2	Valssikehdot.....	20
3.3	Tehtaan layout	22
3.4	Käyttöympäristö	24
3.5	Käyttövoima	25
3.6	Paloturvallisuus.....	28
3.7	Huolto.....	29
4	VAIHTOEHTOJEN KARTOITUS	30
4.1	Vetomestari.....	30
4.2	Vastapainotrukki.....	32
4.3	Kylkitrukki.....	36
4.4	Työntömastotrukki ja monitietrukki	38
4.5	Vihivaunut ja automaattiset kuljetuslavetit.....	39
	POHDINTA	43
	LÄHTEET.....	45
	LIITTEET	47
	Liite 1. SIN1, Pintavalssien kuljetus ja nostot.....	47
	Liite 2. SIN2, Pintavalssien kuljetus ja nostot.....	50
	Liite 3. SIN3, Pintavalssien kuljetus ja nostot.....	53
	Liite 4. Sähköauton tulipalo rajatussa tilassa.	56

LYHENTEET JA TERMIT

valssi	teräspeltinauhan muokkauksessa käytettävä kaulimen tyyppinen tela
raksi, nostoraksi	liina, vyö, vaijeri tai kettinki, jolla nostettava taakka kiinnitetään nosturiin
kehto, valssikehto	teline, jossa valsseja säilytetään, nostetaan ja kuljetaan
sinkki, SIN	sinkityslinja
vetomestari	terminaalitraktori, kuorman käsittelyyn ja siirtelyyn käytetty raskas kuorma-auton nupin tyyppinen ajoneuvo
SARA	Safety Risk Analysis, yhtiön sisäinen työturvallisuusriskien tunnistus-, kartoitus- ja hallintajärjestelmä
tandem	tandemvalssain
temper	tempervalssain, viimeistelyvalssain
layout	tehtaan laitteistojen ja toimintojen sijoittelu tehdashallissa
ylitys	ajoneuvon etu- ja taka-akselit ylittävät osuudet mitattuna pyörännavasta ajoneuvon uloimpaan kohtaan
vakavuus	ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän käyttäytymisen ennakoitavuus ja rauhallisuus ajotilanteessa
sivulastaaja, sivari	kylkitrukki
AGV	Automated guided vehicle, vihivaunu

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Työturvallisuus, ympäristöystävällisyys ja tehokkuus ovat nykyaikaisen tehdas-ympäristön kulmakiviä. SSAB Europe Oy:n Hämeenlinnan tehtaalla valssien kuljetukseen käytettävä 35-vuotias vetomestari ei konsernin sisäisiä edellytyksiä ja vaatimuksia enää täyttänyt, joten tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa uusia vaihtoehtoja tehtaan sinkityslinjoilla käytettävälle valssienkuljetusjärjestelmälle. Työ toteutettiin SSAB Europe Oy:n Hämeenlinnan tehtaalle, jossa konsernin Euroopan tehtaiden tuottama teräs kylmämuokataan ja metallipinnoitetaan.

Työssä pohdittiin ja vertailtiin erilaisia ratkaisuja ja vaihtoehtoja uudelle kuljetusjärjestelmälle, pääpainona työturvallisuus sekä ympäristöystävällisyys. Alati kiristyvän lainsäädännön sekä yhtiön jatkuvan työturvallisuus- ja ympäristökulttuurin kehittyessä tavoitteena oli luoda järjestelmä, joka täyttää sekä lainsäädännölliset että tehtaan ja konsernin sisäiset turvallisuus- ja ympäristövaatimukset vähintään seuraavan parin vuosikymmenen ajan. Järjestelmän kehityksen pääasiallisena tavoitteena oli vähentää sinkityslinjojen ja valssihiomon välisessä valssienajossa tarvittavaa kiipeilyä ja kurottelua, pohtia ja vertailla eri kuormansiirtojärjestelmien hyötyjä ja haittoja tässä normaalista poikkeavassa käyttöympäristössä, sekä tuottaa kattava selvitys käytettävissä olevista vaihtoehdoista uuden järjestelmän suunnittelu- ja hankintaprosessia varten.

1.2 Yritysesittely

Rautaruukki perustettiin vuonna 1960 Suomen valtion aloitteesta sekä hyödyntämään kotimaisia malmivaroja että turvaamaan kotimaisen telakka- ja konepajateollisuuden tarvitsemien rauta- ja teräsräaka-aineiden saanti. 1960-luvun lopulla toimintaa päätettiin laajentaa kylmävalssattuihin ja sinkittyihin tuotteisiin, ohutlevytuotteisiin sekä putkituotteisiin, ja niitä varten perustettiin Hämeenlinnaan kyl-

mävalssaamo ja sinkittämö sekä putkitechdas, jonne Raahessa valmistetut kuumavalssatut teräsnauhakelat kuljetettiin rautateitse. Hämeenlinnan tehtaiden paikka valikoitui sen aikaisten asiakkaiden läheisyyden perusteella, ja sen rakennustyöt alkoivat vuonna 1969. Tehdas aloitti tuotannon vuonna 1972, ja vuonna 1977 tehtaan yhteyteen avattiin maalipinnoittamo, jossa metallipinnoitetut teräsnauhat voitiin maalata.

2000-luvulle tultaessa Rautaruukki oli edelleen laajentanut toimintaansa jatkojalostusteollisuuteen yrityskauppojen sekä fuusioiden myötä, ja vuonna 1989 yhtiö listautui pörssiin. Vuosituhannen taitteen jälkeen laajentumiset jatkuivat edelleen konepaja- ja rakennusteollisuuteen panostamisella, ja teräsliiketoimintaa kehitettiin erikoisterästuotteiden kehityksen ja valmistuksen suuntaan.

SSAB on ruotsalainen teräsyhtiö, jolla on vuonna 2023 toimintaa yli 50 eri maassa ja terästuotantoa Suomessa Raahessa ja Hämeenlinnassa, Ruotsissa Oxelösundissa, Borlängessä ja Luulajassa ja Yhdysvalloissa Montpelierissä ja Mobilessa. Lisäksi konsernilla on lukuisia pienempiä tuotanto- ja jatkojalostuslaitoksia pääasiassa Euroopassa, mutta jonkin verran myös lähes jokaisella mantereella. Myynti- ja asiakaspalveluverkosto kattaa maantieteellisesti lähes koko maailman. (SSAB, 2023). Konserni on alkujaan perustettu vuonna 1878 nimellä Dormarvets Jernverk, josta 1900-luvulla vähitellen kehittyi yksi Euroopan johtavista teräsvalmistajista, ja vuonna 1978 energiakriisin jälkeisinä vaikeina aikoina ja kilpailun kiristyessä, Dormarvets yhdistyi Norbottens Järnverkin ja Oxelösunds Järnverkin kanssa pääomistajanaan Ruotsin valtio.

Vuonna 2014 SSAB hankki osakevaihtojärjestelyin omistukseensa Rautaruukki Oyj:n, joka oli eräs SSAB:n kovimmista ja pitkäaikaisimmista kilpakumppaneista terästeollisuuden saralla. Tällöin Raahen ja Hämeenlinnan terästehtaat, lukuisat putkitechtaat, pinnoittamot sekä Rautaruukin tytäryritykset kuten Ruukki Construction ja Ruukki Metals, siirtyivät SSAB:lle. Yhdistymisen taustalla olivat tarpeet vastata kiristyneeseen kilpailutilanteeseen itämaisten terästoimittajien toimesta, johon pystyttiin vastaamaan paremmin suuremman konsernin resurssien ja liikevaihdon avulla.

Yhtiön päämarkkina-alueet ovat auto- ja työkoneteollisuudessa sekä rakennus- alalla, ja sen pääasialliset tuotteet ovat ajoneuvoissa käytettävät suurlujuus- ja nuorrutusteräket, erilaiset rakennus- ja yhdyskuntateollisuudessa käytettävät putkituotteet ja maalipinnoitetut katto- ja kuoripellit sekä erilaiset kulutuslevyteräket. Yhtiön lähitulevaisuuden tuotteita ovat erilaiset fossiilivapaat teräket, joiden kehitykseen ja tuotantoprosessien kehitykseen investoidaan tällä hetkellä miljardeja euroja. Vuoden 2024 alkupuoliskolla varmistui arviolta 4,5 miljardin euron arvoinen investointi Luulajan terästehtaan Minimill-tuotantokokonaisuuteen, jonka on tarkoitus aloittaa fossiilivapaiden erikois- ja premiumterästen tuotanto vuonna 2028 ja korvata nykyinen masuuneihin perustuva tuotantoprosessi kokonaan. Muutoksen arvioidaan vähentävän koko Ruotsin valtion hiilidioksidipäästöjä jopa 7 %, Oxelösundin tehtaalle jo aiemmin tehdyn investointipäätöksen 3 % päästövähennyksen lisäksi. Minimill-muutosta kaavaillaan myös Raahen terästehtaalte, jossa koko Suomen päästövähennykset olisivat myös noin 7 %. Lisäksi yhtiön suunnitelmissa on rakentaa yhdessä energiayhtiö Loimuan kanssa Hämeenlinnan tehtaalle lämpöpumppaamo, josta tehtaan toiminnassa syntyvä hukkalämpö pumpataan läheiselle Vanajan lämpövoimalaitokselle jatkokäsitteltäväksi. Talteen otetun lämmön hyödyntämisen kaukolämpöverkostossa arvioidaan vähentävän hiilidioksidipäästöjä noin 8 750 tonnia vuodessa sekä vähentävän huomattavasti hakkeen, turpeen ja kaasun tarvetta lämmöntuotossa. (SSAB 2024).

2 LÄHTÖKOHDAT

2.1 Työturvallisuus

Työturvallisuuslaki määrittelee yleisesti, että työnantaja on velvollinen huolehti-
maan työntekijöiden turvallisuudesta sekä fyysisestä ja henkisestä terveydestä
työtä suorittaessa. Työnantajan on myös huolehdittava työolojen ja työturvallisuus-
den parantamisesta, tarkkailtava työolojen, käytössä olevien työtapojen ja työvä-
lineiden sekä niiden muutosten vaikutuksia työturvallisuuteen ja -hyvinvointiin
sekä huolehtia siitä, että vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään mahdol-
lisuuksien mukaan, niiden aiheuttamat riskit minimoidaan ja työtavat ja -välineet
saatetaan mahdollisimman turvallisiksi. (Työturvallisuuslaki 738/2002).

Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on siis mahdollisuuksien mukaan tarjot-
tava työntekijöilleen sellaiset työvälineet, joiden käytöstä muodostuu työtä suorit-
taessa mahdollisimman vähän työturvallisuusriskejä sekä päivitettävä käytössä
olevia työvälineitä tarpeen niin vaatiessa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on
siis tuottaa selvitys eri vaihtoehtoista korvaavaksi järjestelmäksi sinkityslinjojen
valssien kuljetukseen. Ensisijainen tavoite on vähentää nykyisen vetomestarin
hyttiin ja lavalle sekä nosturin nostoraksien kiinnitykseen tarvittavan kiipeilyn,
epäergonomisten työskentelyasentojen, työturvallisuuden kannalta vanhentuneii-
den työskentelytapojen sekä rasvasta, öljystä ja liasta liukkaiden pintojen päällä
työskentelyn aiheuttamia työtapaturma- ja ammattitautiriskejä erityisesti pu-
toamis- ja liukastumisriskien osalta.

2.1.1 Putoaminen, kaatuminen ja liukastuminen

Tapaturmavakuutuskeskuksen vuonna 2018 julkaiseman selvityksen mukaan
yleisimmät syyt työtapaturmille olivat putoaminen, liukastuminen ja kaatuminen
(Keskisuomalainen, 2018), ja näistä riskeistä kaikki ovat merkittävästi läsnä vals-
sienkuljetustehtävää nykyisillä työvälineillä suorittaessa, sillä nykyisen veto-
mestarin lavarakenteessa ei ole soveliaita rappuja, kädensijoja tai putoamissuojia

nosturin nostoraksien kiinnitystä varten. Putoamistapaturmissa seuraukset voivat usein myös olla vakavia, sillä lyhytkin putoaminen väärässä asennossa tuottaa kehoon merkittäviä voimia ja voimakkaita iskuja, jotka voivat väärään kohtaan osuessaan aiheuttaa merkittäviä pitkäaikaishaittoja tai olla jopa kohtalokkaita (TTT-lehti, 2023). Vuonna 2023 kuolemaan johtavissa työtapaturmissa lähes neljäsosa johtui putoamisesta tai kaatumisesta, eniten kuolemantapauksia sattui puristumisen tai alle jäämisen seurauksena (TVK, 2023).

2.1.2 Kone- ja työvälineasetukset

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008, tuttavallisemmin koneasetus, määrittelee, että koneen valmistajan on ennen koneen markkinoille saattamista varmistettava, että kone täyttää muun muassa seuraavat vaatimukset:

- Koneella on käyttö- ja huolto-ohjeet
 - Koneessa on CE-merkintä
 - Koneella on EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
 - Kone on suunniteltu ja valmistettu asetuksen terveys- ja turvallisuusvaatimukset täyttäen
 - Koneen valmistajalla on edellytykset täyttää asetuksen määrittämät vähimmäisvaatimukset ja tarvittaessa todentaa vaatimusten täyttyminen.
- (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008).

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008, tuttavallisemmin käyttöasetus, tarkentaa työturvallisuuslain ja koneasetuksen vaatimuksia muun muassa koneen ja työvälineen käyttöön ja asennukseen, huoltoon ja kunnossapitoon sekä työvälineiden säännölliseen tarkastukseen ja turvallisuusriskien arviointiin. Työvälineen tai koneen asennuksen, tarkastuksen ja huollon voi suorittaa vain koneen rakenteeseen, toimintaperiaatteen ja käyttöön riittävästi perehtynyt henkilö. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008).

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että uuden valssienkuljetusjärjestelmän vaativat laitteistot tilataan kyseiseen laitteeseen erikoistuneilta toimittajilta. Yhtiöllä itsellään ei ole edellytyksiä tai valmiuksia valmistaa, todentaa ja hyväksyttää valmistettua konetta asetuksen mukaisesti. Näin ollen myös koneiden, laitteiden ja mahdollisten nostoapuvälineiden tarkempi suunnittelu ja toteutus hankitaan palveluna alaan erikoistuneelta alihankkijalta. Yhtiöllä on kuitenkin todennäköisesti edellytykset tarkastaa ja huoltaa järjestelmä itse, sillä yhtiön palveluksessa on laajalti eri laitteisiin ja järjestelmiin perehtyneitä asentajia, asiantuntijoita, tarkastajia ja muuta huolto- ja kehityshenkilöstöä joko omilla kirjoilla tai tehtaalla täyspäiväisesti toimivilla alihankkijoilla.

2.1.3 Työpaikan riskien ja vaarojen arviointi

Työturvallisuuslaki sekä kone- ja käyttöasetukset velvoittavat työnantajan suorittamaan määräajoin työvälineiden ja työtehtävien turvallisuustarkastelut ja riskien arvioinnit (työturvallisuuslaki 738/2002, koneasetus 400/2008, käyttöasetus 403/2008). Tehtaalla on konsernin sisäiseen käyttöön ja tarpeisiin suunniteltu SARA-riskienhallintajärjestelmä, jolla yhtiö tekee koneiden, laitteiden ja työtehtävien riskien arvioinnit ja turvallisuustarkastelut. Kyseisen järjestelmän tavoitteena on tunnistaa ja havaita eri työtehtävissä, koneiden ja laitteiden käytössä kone- ja laiteasennuksissa ja -muutoksissa, kunnossapitotöissä sekä projektitöissä esiintyviä työturvallisuusriskejä sekä hallita ja poistaa niitä.

Järjestelmän suunnittelun perustana on Englannin työsuojeluhallituksen (Health and Safety Executive BS 8800) julkaisu Five Steps to Risk Assessment, ja se on suunniteltu siten, että jokaisen riskitarkastelun tuloksena on riskiluku, joka riippuu tapaturman seurausten vakavuudesta, riskille altistuvien henkilöiden lukumäärästä, riskien realisoidumisen todennäköisyydestä, sekä siitä, kuinka usein riskille altistutaan. Työtehtävällä tai laitteella voi olla useita eri riskejä, joista jokainen tarkastellaan erikseen ja erillään muista riskeistä. Tarkastelun tuloksena saatu riskiluku määrittää tarvittavat toimenpiteet. Mikäli luku on riittävän alhainen, työtehtävälle ei välttämättä tarvitse määritellä erillisiä turvallisuustoimenpiteitä vaan riittää, että riskille altistuvat henkilöt ovat tietoisia ja tiedostavat kyseisen riskin

olemassaolon. Jos riskiluku taas on liian suuri, tarvitaan turvallisuustoimenpiteitä. Riskitarkastelu tehdään uudelleen jokaisen turvallisuustoimenpiteen jälkeen, ja turvallisuustoimenpiteitä lisätään niin kauan, että saavutetaan niin matala riskiluku, että riskienhallinnaksi riittävät kyseiset turvallisuustoimenpiteet ja riskille altistuvat henkilöt ovat tiedostavat riskin sekä osaavat toteuttaa tarvittavat turvallisuustoimenpiteet. Tällaisesta siedettävällä tasolla olevasta jäännösriskistä tulee kuitenkin varoittaa niille altistuvia henkilöitä esimerkiksi kyltillä, työohjeilla tai erillisellä muulla ohjeistuksella. (Ahonen 2017).

Myös sinkityslinjojen valssien kuljetuksesta on tehty työtehtävän turvallisuustarkastelu SARA-järjestelmässä jokaiselle sinkityslinjalle. Tunnistetut riskit ovat pääosin samat jokaisella linjalla, mutta pieniä eroavaisuuksiakin löytyy. Riskien arvioinnit on tehty järjestelmäpäivitysten ja vanhojen arviointien vanhentumisten vuoksi kokonaan uusiksi vuonna 2021. Tarkasteluissa on tunnistettu työturvallisuusriskeiksi vetomestarin sekä valssien kuljetusten osalta muun muassa putoaminen ja liukastuminen, nostotöissä tapahtuvat puristumis-, litistymis- ja taakan putoamisriskit sekä tehdasalueen liikenneturvallisuusriskit. (Liitteet 1, 2 ja 3.). Tunnistetuista riskeistä merkittävimmät on listattu oheisiin taulukoihin 1 ja 2, ja ne liittyvät liikenneturvallisuuteen sekä vetomestarin päällä kiipeilyyn ja kurotteluun ja niistä johtuviin putoamis- ja liukastumisriskeihin, eikä niitä olla saatu kyseisen koneen osalta tyydyttävälle tasolle. Riskien arvioinnit on tehty jokaiselle linjalle erikseen ja tulokset saadut riskiluvut poikkeavat eri linjoilla hieman toisistaan, mutta tunnistetut vaaratekijät ovat lähes identtiset ja tulosten poikkeamat ovat pieniä. Näin ollen taulukoihin on lainattu vain sinkki 2:n turvallisuustarkastelut, muiden linjojen turvallisuustarkastelut ovat liitteissä 1 ja 3.

Riskiluvut 0–4 tarkoittavat olematonta tai hyvin vähäistä riskiä, joka ei välttämättä vaadi mitään turvallisuustoimenpiteitä. Riskiluvut 5–30 tarkoittavat vähäistä tai siedettävää riskiä, jonka hallintaan useimmiten riittää altistuvan työntekijän tietoisuus, tiedottaminen ja ohjeistus kyseisen riskin olemassaolosta ja siihen varautumisesta. Tätä suuremmat riskiluvut kertovat merkittävämmistä riskitasoista, joiden hallintaan ei pelkkä tietoisuus riskistä enää riitä, vaan joihin tulee puuttua soveltuvin keinoin. Tämän työvaiheen riskitaso on siedettävällä tasolla, mutta sitä

tulee silti pienentää, mikäli se vain on mahdollista. Riskitasoa ei ole saatu käytettävissä olevilla turvallisuustoimenpiteillä riittävän alhaiselle tasolle, joten työvaihe vaatii merkittävämpiä muutoksia niin käytettäviin työtapoihin kuin käytössä oleviin työvälineisiin.

Vetomestarin lavalla kiipeilystä ei ole tässä turvallisuustarkastelussa mainittu tunnistettu riskejä. Nämä riskit on tunnistettu ”hiljaisena tietona” ja dokumentoitu tämän opinnäytetyön leipätekstiin.

TAULUKKO 1. SIN2 työvaiheen riskienarviointi, ohjaamoon kiipeäminen. (Liite 2).

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Putoaminen, liukastuminen, suojaamattomat aukot</p> <p>Valssinkuljetusajoneuvoon kiipeäminen. Ajoneuvoon kiivettään sen runkoon tehtyjä askelmia pitkin. Askelmat ovat pystysuorat, syvyydeltään lyhyet ja latioista kulkeutuvan öljyn myötä liukkaat. Ajoneuvon ohjaamo sijaitsee noin 1,5 metrin korkeudessa, joten pudotessa riski vakaville vammoille on olemassa.</p>	<p>Riskitaso</p> <p>34</p> <p>Merkittävä riski</p>
<p>Turvallisuustoimenpide</p> <p>Riskin pienentäminen</p> <p>Ohjaamon rakenteiden reunaan on pyritty lisäämään useita käsitukia, joista voi kiivetessä ottaa kiinni. Askelmia ei voi tuoda ajoneuvosta ulospäin, koska sen on mahduttava kulkemaan kapeista väleistä tehtaan käytävillä. Riskistä varoitetaan pintavalssien vaihdon työohjeen yhteydessä.</p>	<p>Riskitaso</p> <p>23</p> <p>Siedettävä riski</p>
<p>Turvallisuustoimenpide</p> <p>Jäännösriskin pienentäminen</p>	<p>Riskitaso</p>

Kyseiselle työvaiheelle ei ole määritelty jäännösriskiä pienentäviä toimenpiteitä, sillä niitä ei ole työtehtävän turvallisuustarkastelun yhteydessä pystytty löytämään.

TAULUKKO 2. SIN2 työvaiheen riskienarviointi, nostureiden ja liikenteen aiheuttamat riskit. (Liite 2).

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>Liikkuvien nostureiden, koneiden tai ajoneuvojen aiheuttama tapaturma, ajoneuvot</p> <p>Valssit kuljetetaan kuljetusajoneuvolla valssihomoon, reitti kulkee tehtaan läpi sekä sen ulkoalueilla. Riskinä muu liikenne, nostureiden alta kulkeminen, trukkien kanssa törmääminen ja ahtaista väliköistä ajaminen. Sinkki 2 tapauksessa väli jossa valsseja säilytetään on erityisen haasteellinen kun sinne tarvitsee peruuttaa. Lisäksi matkalla joutuu kulkemaan automaattinosturin alueen läpi</p>	<p>Riskitaso</p> <p>34</p> <p>Merkittävä riski</p>
<p>Turvallisuustoimenpide</p> <p>Riskin pienentäminen</p> <p>Tehdasalueen liikennesääntöjen noudattaminen, erityinen varovaisuus. Nostureita väistetään, trukkilikennettä seurataan.</p>	<p>Riskitaso</p> <p>2</p> <p>Olematon riski</p>
<p>Turvallisuustoimenpide</p> <p>Jäännösriskin pienentäminen</p> <p>Automaattinosturin alueen läpi kuljettaessa tulee huolehtia että valoverhot laitetaan kulkemisen jälkeen takaisin toimintaan.</p>	<p>Riskitaso</p>

2.2 Ympäristö ja puhtaanapito

Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on pidettävä työvälineet puhtaina siinä määrin kuin se on työn suorituksen kannalta edellytettävissä ja mahdollista (työturvallisuuslaki 738/2002). Tehtaalla ei ole soveltuvaa pesupaikkaa liikkuvan kaluston pesuun ja puhdistukseen, joten nykyistä vetomestaria ei ole ikkunoiden puhdistuksen lisäksi pesty ilmeisesti koskaan. Laitteen pinnoille on vuosien varrella kerääntynyt ja pinttynyt runsaasti öljyä ja rasvaa asentajien työkengistä ja suojakäsineistä, joten myös laitteen pesussa jouduttaisiin käyttämään vahvoja liuotinpesuaineita. Öljyistä, rasvaista ja liuotinaineilla silattua pesuvettä ei saa päästää maaperään tai sadevesiviemäriin (ympäristönsuojelulaki 527/2014). Vetomestarin pesu siis ei ole tehtaan alueella käytettävissä olevilla menetelmillä mahdollista.

Tehtaan muu liikkuva kalusto kuitenkin käy ulkopuolisella alihankkijalla kerran vuodessa tai kahdessa pestävänä ja puhdistettavana. Mikäli teknisesti mahdollista, suositellaan uuden järjestelmän ottamista osaksi pesusopimusta heti järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Pinnoille kerääntyvän ja pinttyvän öljyn ja rasvan säännöllinen poispesu vähentää liukkaista pinnoista aiheutuvia liukastumis- ja lipeämisriskejä huomattavasti.

2.3 Sinkityslinjojen valssien kuljetus

Tehtaan jokaisella kolmella sinkityslinjalla on linjan loppupäässä valssaimet, joilla eräät sinkkipinnoitetut teräsnauhatuotteet pintavalssataan. Valssaimissa käytettävät työ- ja tukivalssit tarvitsevat määrävälein hionnan, jossa valssin pintaominaisuudet palautetaan tuotteen pintaominaisuuksien vaatimalle tasolle. Hionta tapahtuu tehtaan sisäisessä valssihiomossa. Valssit kuljetetaan hiomoon MAFIn dieselmääräyksellä vetomestarilla, jonka vetopöydän päälle on asennettu mittatilaustyönä teetetty kuljetusrakenne, jonka päälle valssit voidaan kuljetusta ja säilöntää varten valmistetuissa valssikehdoissa nostaa (kuva 1).



KUVA 1. Nykyinen vetomestari valssit kyydissä (Weeraratne, P.).

Kyseinen vetomestari on vuodelta 1989 ja sen käyttöikä alkaa olemaan tiensä päässä niin teknisesti kuin työturvallisuuden ja ympäristöystävällisyydenkin kannalta. Tehtaan laitteisto on suurelta osin hydraulitoiminen ja linjojen liikkuvat osat vaativat paljon voitelutoimenpiteitä, joten tehdas on varsin öljyinen, rasvainen ja pölyinen. Valssien valmistelu hiontaan ja vetomestarin operointi on mekaanisen kunnossapidon koneasentajien vastuulla, joten työkasineiden ja kengänpohjien mukana kulkeutuva öljy ja rasva tekevät vetomestarin astinpinnoista ja kädensijoista ajan myötä varsin liukkaat. Lisäksi ajoneuvoon sekä sen lavalle valssikeh-tojen päällystenostoraksien nosturiin kiinnitystä varten nouseminen tapahtuu ti- kapuutyypisiä askelmia käyttäen ja sitä joutuu tekemään monta kertaa valssin- vaihdon yhteydessä, joten putoaminen, horjahtaminen, liukastuminen ja kompas- tuminen ovat varsin merkittäviä tapaturmariskejä. Eräs tärkeimpiä opinnäytetyön tavoitteita onkin kuvassa 2 näkyvän kiipeilyn ja kurottelun vähentäminen ja nou- semisen turvallistaminen, jotta työtaturmariskit saadaan kehtojen kiinnitysten ja kuljetusjärjestelmän operoinnin osalta mahdollisimman vähäisiksi.

Sinkityslinjojen pintavalsseja vaihdetaan useita kertoja viikossa, ja jokaisella vals- sienkuljetuskerralla vetomestarin lavalle joudutaan kiipeämään neljä kertaa. Kii- peilystä ja kurottelusta johtuvien tapaturmariskien frekvenssi on siis varsin suuri ja putoamisen todennäköisyyden pienentäminen on käytännössä paras vaihto- ehto tapaturmariskin pienentämiseksi.



KUVA 2. Putoamisriski vetomestarin lavalla työskenneltäessä (Weeraratne, P.).

Muita putoamisriskien vähentämiseen liittyviä huomiokohteita ovat muun muassa riittävän tukevat ja pitävät kaiteet ja kädensijat, astinlaudat ja astinpinnat sekä kuljetusjärjestelmän riittävä puhtaanapito sen käyttöpinoille väistämättä ajan myötä kerääntyvästä öljystä, rasvasta ja liasta (kuva 3).



KUVA 3. Öljystä, rasvasta ja liasta liukas lavarakenne (Weeraradne, P.).

3 RAJAUS JA VAATIMUKSET

3.1 Mitat

Järjestelmän toimintaympäristö on paikoitellen varsin ahdas niin pituus-, leveys- kuin korkeussuunnassakin. Nykyinen vetomestari selvittää ahtaimmat kohteet pienillä toleransseilla, joten uusi kuljetusjärjestelmä ei oikeastaan voi olla juuri nykyistä suurempi tai kömpelömpi. Kokeneemmalle kunnossapitoasentajalle ei nykyisen ajoneuvon operointi tuota haasteita, mutta valssien kuljetus- ja laakeroimityöt ovat perinteisesti olleet ensimmäisiä työtehtäviä, joihin sinkityslinjojen kunnossapidon uudet työntekijät ja kesäharjoittelijat perehdytetään, joten vahinkojen ja vaaratilanteiden ennaltaehkäisemiseksi järjestelmän operoinnissa tulee olla riittävästi pelivaraa. Myös niin asentajat kuin kunnossapidon työnohtokin olivat vahvasti sitä mieltä, ettei tuleva järjestelmä saa vaatia juuri enempää liikku- matilaa kuin nykyinen. Näin ollen vanhan vetomestarin mittoja (taulukko 3) käytetään referenssinä uuden järjestelmän enimmäismittojen määrittämiseen, mikäli joudutaan käyttämään samoja kuljetusreittejä kuin tähän asti, kuitenkin sillä varauksella, että esimerkiksi mahdollisella nelipyöräohjauksella tai merkittävästi pienemmällä kääntösäteellä voidaan tarvittaessa kompensoida muutoin ylittyvää akseliväliä tai ylityksiä.

TAULUKKO 3. Nykyisen vetomestarin mitat.

Mittauskohde	Mitta (mm)
Pituus	5 200
Leveys	2 600
Akseliväli	2 840
Etuylitys	1 600
Takaylitys	700
Kääntösäde ulko	11 200
Suojan paksuus hytistä	100
Telineen pituus	2 600

3.2 Valssikehdot

Sinkityslinjojen valssit nostetaan silta- ja puolipukkinostureilla tarkoitusta varten valmistettuihin valssikehtoihin (kuva 4), jotka puolestaan nostetaan vetomestarin kyytiin kuljetusta varten. Kehdot luokitellaan nostoapuvälineiksi, joten niitä koskevat tarkat kone- ja käyttödirektiivin erikseen määrittelemät turvallisuus-, tarkastus- ja sertifiointimääräykset. Mikäli uusi järjestelmä vaatii valssikehtojen rakennemuutoksia, muutokset tai uudet kehdot vaativat aina muun muassa uudet koe-kuormitukset, CE-merkinnän, vaatimustenmukaisuusvakuutuksen, käyttöohjeen lujuustarkastelut, aineodistukset ja hitsaustodistukset. Nostoapuvälineessä tulee myös olla kilpi, levy tai merkintä, josta käy ilmi sen valmistajatiedot, valmistusvuosi, suurin sallittu kuormitus, CE-merkintä, sekä tietyissä tilanteissa myös valmistusmateriaali. Mikäli kilpeä tai merkintää ei ole tai se on lukukelvoton, nostoapuväline tulee asettaa käyttökieltoon. (Työsuojeluliitto 2010) Käytännössä yritys toteuttaa nostoapuvälineiden suunnittelun, valmistuksen ja sertifiointitilauksella palvelun ulkopuoliselta, alaan erikoistuneelta toimittajalta. Yhtiön palveluksessa on nostoapuvälineisiin erikoistunut tarkastaja, joka suorittaa nostoapuvälineiden määräaikaistarkastukset valmistajan osoittamalla tavalla.



KUVA 4. Valssikehto (Weeraratne, P.).

Nostoapuvälineet koekuormitetaan standardin SFS-EN 13155 mukaan. Ensimmäisessä koekuormituksessa nostetaan kaksinkertainen kuorma nostoapuvälineen suurimmasta sallitusta kuormituksesta, ja nostoapuvälineen on kestettävä se ilman rakenteen tai materiaalien pysyviä muodonmuutoksia. Toisessa koekuormituksessa nostoapuvälineellä nostetaan kolminkertainen kuorma nostoapuvälineen suurimmasta sallitusta kuormituksesta. Tässä koekuormituksessa kuorma ei saa tippua nostoapuvälineen kyydistä, mutta nostoapuvälineeseen saa tulla pysyviä muodonmuutoksia. Mikäli nostoapuvälinettä kuormitetaan sen suurimman sallitun kuormituksen yli, siinä havaitaan vika tai poikkeama, tai siihen tehdään muutoksia, tulee nostoapuväline asettaa käyttökieltoon ja/tai toimittaa asiantuntevan tahon tarkastettavaksi tai korjattavaksi. Ylikuormitus, vääränlainen käyttö tai luvattomat muutokset nostoapuvälineeseen myös vapauttavat valmistajan tuotteen virhevastuusta. (Työsuojeluhallinto 2010).

Sinkityslinjojen pintavalsseista raskaimmat painavat enimmillään noin 7 000 kg/kpl. Valsseja lastataan kehtoon 2 kappaletta, jolloin kehdon kantavuuden tulee

olla pieni varmuus huomioiden vähintään noin 20 000 kg. Valssikehtojen omassa on noin 2 500 kg/kpl. Eräällä sinkityslinjalla on valssaimessa myös tukivalssit, joiden avulla pintavalsseja sekä tuetaan että pyöritetään linjassa. Nämä tukivalssit painavat noin 14 500 kg/kpl, eikä niiden hiomoon siirtelyssä käytetä kehoja, vaan vetomestarin lavalle asennetusta telineestä käännetään kuvassa 3 näkyvät, telineen etuosassa keskellä molemmin puolin näkyvät tukikiilat telineen päälle ja tukivalssi tuetaan niitä vasten. Tukivalssit kuljetetaan valssihiomoon yksi kerrallaan. Mikäli tulevan järjestelmän käytössä tarvitaan uudenlaiset valssikehdot, tulee myös tukivalssihin mahdollisesti tarvittavat kehdot ottaa järjestelmän kantavuuden mitoituksessa huomioon. Pintavalssien kuljetuksessa käytettyjen kehtojen perusteella voidaan olettaa, että tukivalssin teline painaisi todennäköisesti myös noin 2 500 kg. Yhteensä tukivalssin ja kehdon paino olisi siis arviolta 17 000 kg, ja tulevan järjestelmän kantavuudeksi olisi pieni varmuus huomioiden hyvä mitoittaa vähintään noin 18 000 kg.

3.3 Tehtaan layout

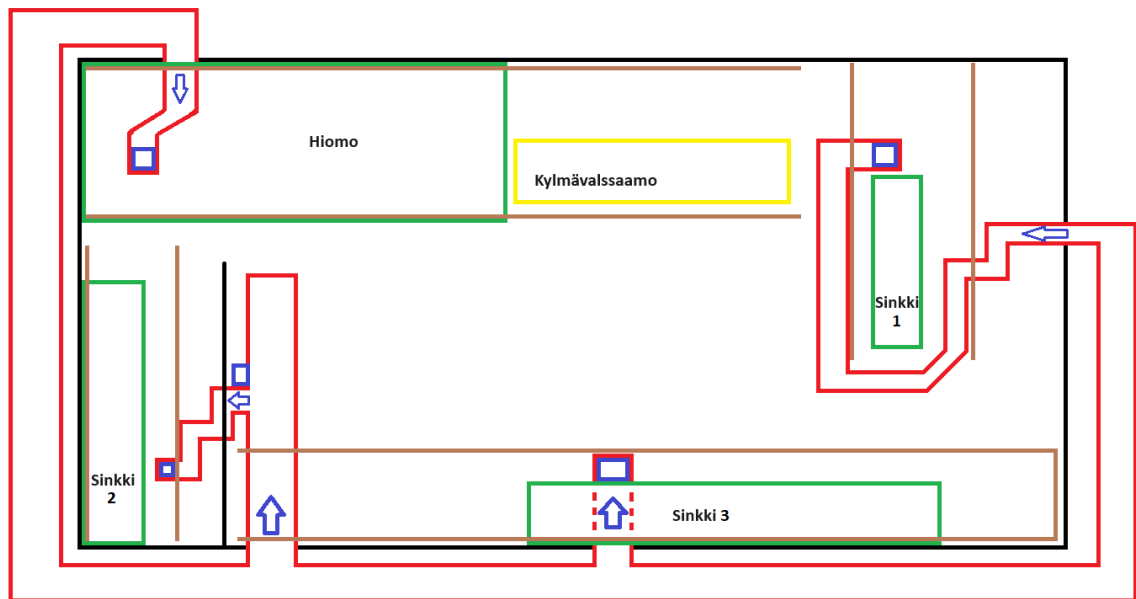
Käytettävissä olevia vaihtoehtoja rajoittaa vahvasti myös tehtaan sisäinen layout (kuva 5). Sinkityslinjojen ja valssihiomon välisillä kulkuyhteyksillä sisätiloissa on runsaasti kellaritiloja, kansirakenteita, kiinteitä rakenteita, telineitä, tuotantolinjoja, henkilöstötiloja sekä muita haasteita valssien sisätiloissa tapahtuvaa kuljetusta ajatellen. Tehtaan layoutia tai rakenteita ei kuljetusjärjestelmän päivityksen yhteydessä muuteta, joten maata pitkin sisätiloissa tapahtuva kuljetus ei ole mahdollista suoraan sinkityslinjoilta valssihiomoon tai päinvastoin. Sinkityslinjojen valssaimet ovat varsinaisiin metallin kylmämuokkaukseen käytettäviin tandem- ja tempervalssaimiin verrattuna varsin kevytrakenteiset ja niissä tarvittavat voimat ovat pienet, eikä kaikkia sinkkipinnoitettuja tuotteita valssata, joten tandem- ja temperin valssit tarvitsevat huomattavasti sinkityslinjojen valsseja enemmän. Tehtaan valssihioimo ja sen sijainti onkin priorisoitu palvelemaan ensisijaisesti näitä kahta varsinaista valssainta. Sinkityslinjat myös sijaitsevat ympäri tehdashallia, sillä valssaamohallin sisälogistiikkaketju päättyy sinkityslinjoille, joiden päätteeksi valmiit kelat joko pakataan asiakastoimituksia, leikkausta tai maalipin-

noitushalliin siirtoa varten. Näin ollen sinkityslinjojen sijoittelussa pääpaino on ollut rekkojen ja kela-autojen lastauksen tehokkuudessa, jolloin linjat on sijoitettu tehdashallin silloisille ulkoseinustoille tai niiden läheisyyteen.

Kyseisistä syistä johtuen myös tehdashallin silta- ja puolipukkinosturit on sijoitettu palvelemaan ensisijaisesti prosessoitavien kelojen sekä priorisoitavien tarvikkeiden ja materiaalien tehokasta sisälogistiikkaa varten, ja suurin osa tehtaan nostureista onkin sijoitettu varsin epäedullisesti sinkityslinjojen valssien kuljetuksen kannalta. Jokaisen sinkityslinjan yli kyllä kulkee siltanosturi, jolla valssit puretaan pois valssaimesta ja lastataan vetomestarin kyytiin kuljetusta varten, mutta niiden hyödyntäminen sellaisenaan varsinaista kuljetusta varten on varsin epäkäytännöllistä, hidasta, sekä tietyissä tilanteissa myös vaarallista.

Kuvassa 5 on kuvitteellinen tehdaslayout, jonka tarkoituksena on havainnollistaa nostureilla tapahtuvan valssien kuljetuksen haasteita sinkityslinjojen ja valssihiomon välillä. Ruskeat viivat ovat siltanostureiden kiskoja, joita pitkin valsseja voisi teoriassa kuljettaa. Vihreällä on merkattu sinkityslinjojen ja valssihiomon sijainnit tehdashallissa. Punaisella on merkattu vetomestarin tämänhetkiset kuljetusreitit linjojen ja valssihiomon välillä, ja sinisellä on merkattu sisäänajot tehdashalliin sekä vetomestarin pysäköinti- ja lastauspaikat sinkityslinjojen vieressä ja valssihiomossa. Keltaisella on merkattu kylmävalssaimet, joiden sijoittelu tehdashallissa on lähes hiomon vieressä saman siltanosturin toiminta-alueella.

Tehtaalla on myös muita siltanostureita, joita ei kuvaan ole merkattu, mutta nämä nosturit palvelevat pääasiassa tuotannon sisälogistiikkaa. Niiden nosturiradat ovat myös samassa linjassa kylmävalssaamon yli kulkevan nosturin kanssa, joten sinkityslinjojen valssien siirto nosturilta toiselle lattiatasoa pitkin on erittäin epäkäytännöllistä, työlästä ja aikaa vievää. Lisäksi nostotyö on aina suurempi riski kuin maata pitkin tapahtuva kuljetus. Nostureita ei siis oikeastaan voi hyödyntää sinkityslinjojen valssien pääasiallisena kuljetusmuotona.



KUVA 5. Havainnekuva tehtaan layoutin haasteista.

3.4 Käyttöympäristö

Järjestelmän käyttöympäristö asettaa suuria haasteita sen toiminnalle ja käyttövarmuudelle. Terästehtaan toimintaympäristö on likainen, rasvainen, öljyinen ja pölyinen, joten uuden järjestelmän herkäät ja kriittiset komponentit tulee olla hyvin suojattu ulkoisilta tekijöiltä. Järjestelmää operoivat sinkityslinjojen mekaanisen kunnossapidon asentajat, jolloin työvaatteista, kengistä sekä hanskoista kulkeutuu väistämättä likaa, öljyä ja rasvaa järjestelmän pinnoille ja hallintalaitteille. Uuden järjestelmän tulee siis olla riittävän vastustuskykyinen rasvalle, lialle ja öljylle, ja niille mahdollisesti altistuvat tutkat, anturit, sensorit ja ohjaus- ja hallintalaitteet tulee olla helposti puhdistettavissa ja huollettavissa. Astinpintojen, kädensijojen, työskentelytasojen ja hallintalaitteiden tulee olla valmistettu rasvoja, öljyä ja puhdistuskemikaaleja kestävästä materiaaleista ja niiden pintakuviointien tulee olla riittävän karheat liukkauden torjumiseksi.

Koska sinkityslinjojen valsseja vaihdetaan useita kertoja viikossa, täytyy uuden järjestelmän olla toimintakykyinen ja käyttövarma myös joka säässä ympäri vuoden. Mikäli sinkityslinjojen valsseja ei saada hiomoon ja takaisin, eivät linjat pysty ajamaan pintavalssattavia tuotteita. Tämä taas vaikuttaa suuresti sinkityslinjojen ja maalipinnoituksen tuotantoon. Epäluotettavalla järjestelmällä voi siis olla suuria

taloudellisia ja tuotannollisia vaikutuksia koko tehtaalle. Järjestelmän tulee siis olla sopiva talviajoon sekä riittävän etenemiskykyinen myös lumihangessa ja lumimyrskyssä. Kuljetusreitillä ei ole mäkiä, joten mäennousukyky ei ole järjestelmän mitoitukseen vaikuttava tekijä.

3.5 Käyttövoima

Hämeenlinnan tehtaan infrastruktuuria ja liikkuvaa kalustoa ollaan lähivuosina sähköistämässä laajalla skaalalla. SSAB ja VR Transpoint ovat aloittamassa yhteistyön sähköisten maantiekuljetusten kehityksestä Hämeenlinnan tehtaan lähistöllä oleville asiakkaille. SSAB rakennuttaa tehtaan rekkaportin yhteyteen raskaan kaluston latausaseman, ja Transpoint hankkii kaksi sähkötoimista puoliperävaunuyhdistelmää, joilla on tarkoitus sekä palvella yhtiön Hämeenlinnan alueella olevia asiakkaita että kerätä tutkimustietoa raskaan liikenteen sähköistymisestä VTT:n ja Tampereen yliopiston Six Hove -hanketta varten. Six Hove on kehityshanke, jonka tarkoituksena liikenteen osalta on raskaan liikenteen sähköistyksen edistäminen sekä liikenteen päästöjä vähentävien ratkaisujen tutkiminen ja tuominen yleiseen käyttöön. Hankkeessa on SSAB:n ja VR Transpointin lisäksi mukana lukuisia muita teollisuuden ja logistiikan isoja toimijoita eri aloilta. (SIX HOVE nd.). Transpointin sähköisillä puoliperävaunuyhdistelmillä on tavoitteena pystyä kuljettamaan tuotteita 100–150 kilometrin säteelle Hämeenlinnan tehtaalta, ja tarkoituksena on, että vielä tämän vuosikymmenen puolella lähes kaikki lähiliikenteen kuljetukset olisivat fossiilivapaita (Yle 2024).

Hämeenlinnan tehtaalla on tällä hetkellä käytössä lukuisia diesel- ja kaasukäyttöisiä trukkeja ja terminaalitraktoreita sekä sähkökäyttöisiä sisätrukkeja tehtaan eri toimintoja varten. Liikkuvan kaluston teknisen käyttöiän päättyessä yhtiön tarkoituksena on sähköisten kuljetusten lisäksi myös sähköistää nykyinen polttomoottorikäyttöinen liikkuva kalusto, ja tehtaan naapurissa oleva, konserniin kuuluva mutta eri organisaatiossa toimiva Hämeenlinnan putkitehdas on jo hankkinut sähkötoimisia trukkeja käyttöönsä. Kyseiset trukit ovat jo siirtyneet testausvaiheesta täyteen tuotantokäyttöön, joten kylmävalssaamon tulevissa liikkuvan ka-

luston päivityksissä tullaan siis hyvin todennäköisesti ottamaan mallia ja kuulemaan kokemuksia putkitekhaan kalustosta niin käytettävyyden, huolto-organisaation kuin latausinfraan osalta. Näin ollen sinkityslinjojen valssienkuljetusjärjestelmäksi tarkastellaan ensisijaisesti sähkökäyttöisiä ratkaisuja niin ympäristötekijöiden kuin kaluston yhtenäisyydenkin vuoksi.

Sähköistä järjestelmää puoltaa myös se, että nykyisellä käyttömallilla polttomootorikäyttöinen laite ei saavuttaisi suunniteltua käyttölämpötilaansa juuri koskaan ja kohtuullisen suuri osa moottorin käyntiajasta olisi kylmäkäyntirikastuksella. Vanhassa 35-vuotiaassa dieselmoottorissa tämä ei ole suurempi ongelma, mutta nykyaikaisten, erittäin polttoainetaloudellisten moottoreiden moottorinohjaus- ja päästöjenhallintalaitteiden kanssa jatkuva ja katkonainen kylmäkäynti aiheuttaisi ennen pitkää suuria ongelmia tukkeutuvien katalysaattoreiden ja hiukkasloukkujen sekä EGR-venttiilien, karstoittuvien moottorinosien sekä näistä aiheutuvien valvonta- ja hallintajärjestelmien häiriötilanteiden osalta. Lisäksi jatkuva kylmäkäynti ja kylmäkäynnistykset kuluttavat moottorin osia ennenaikaisesti voiteluöljyn viskositeetin ollessa jatkuvasti tavoiteltua suurempi, eivätkä moottorin osat ehdi lämpölaajenemaan suunniteltuihin mittoihinsa. Öljy ei myöskään ehdi lämpenemään riittävän kuumaksi, jolloin siihen kerääntyy nestettä, polttoainetta ja epäpuhtauksia, jotka omalta osaltaan heikentävät öljyn voiteluominaisuuksia. Vaikka nykyisillä voiteluaineilla ja moottoreilla kylmäkäynnistä johtuva kuluminen ei ole enää läheskään niin suuri ongelma kuin kymmeniä vuosia sitten, on kylmäkäynti silti moottoreita ja voimansiirtoja huomattavasti kuluttava tekijä.

Nykyinen vetomestari on käynnissä korkeintaan viitisen minuuttia kerrallaan ja käynnistys- ja sammutussyklejä tulee valssinvaihtopäivinä pahimmillaan pitkälti toista kymmentä. Tyypillisesti polttomootorikäyttöinen raskas ja liikkuva kalusto on suunniteltu toimimaan raskailla kuormituksilla ja pitkillä yhtäjaksoisilla käyntiajoilla, käytännössä siis päinvastoin kuin sinkityslinjojen valssien kuljetuksessa. Sähköiset voimansiirtojärjestelmät ovat siis hyvin vahvoilla juuri tämän tyyppisessä käytössä, sillä sähkömoottori ei tarvitse läheskään niin suurta käyntilämpötilaa toimiakseen valmistajan suunnitteleamalla tavalla, ja moottorin toiminta, hyötysuhde ja kunnossa pysyminen ei riipu käyttötavasta läheskään yhtä paljon kuin polttomootorilla. Laitteen akkuja voidaan ladata käytännössä lähes koko

ajan ilman latauksen aiheuttamia ylimääräisiä taukoja työn suoritukseen. Järjestelmälle ei myöskään ole suunniteltu muuta käyttötarkoitusta kuin sinkityslinjojen valssien ajo, joten tulevan järjestelmän suunnittelussa ei tarvitse ottaa huomioon lataustaukojen aiheuttamia häiriöitä työn suoritukseen.

Tulevan järjestelmän latauspaikan sijainti tulee suunnitella huolella. Tehtaan muuta liikkuvaa kalustoa ollaan tulevaisuudessa hyvin todennäköisesti päivittä-mässä sähköiseksi nykyisen kaluston tullessa käyttöikänsä päähän, ja on tärkeä mieltiä latauspaikan sijaintia myös tulevaisuuden laitteiden kannalta. Keskitetäänkö kaluston lataus jollekin tietylle, tarkoitusta varten suunnitellulle alueelle, vai onko perusteltua hajauttaa latauspaikkoja hieman. Keskitetyn latauspaikan etuja on, että latauspaikasta saadaan paloturvallinen ja käytännönläheinen kun lähiympäristössä ei ole muita toimintoja sekä esimerkiksi laturin hajotessa toinen laturi löytyy läheltä. Haittapuolia keskitetyssä latauksessa on se, että pidempään jatkuvan isomman järjestelmähäiriön sattuessa keskitetty latauspiste voi tipauttaa koko tehtaan liikkuvan kaluston pois pelistä. Hajautetut latauspisteet ovat vähemmän alttiita esimerkiksi yksittäisen muuntajan hajoamiselle, mutta toisaalta latauspisteet voivat olla epäkäytännölliset ja niissä on suuremmat paloturvallisuusriskit tehtaan muiden toimintojen sijoituessa lähemmäs niitä.

Lisäksi keskitetyn latauksen varjopuolena sinkityslinjojen kunnossapidon ope-roimien järjestelmien kannalta on tehtaan muun liikkuvan kaluston sijainti. Lähe-tystoiminnot sijaitsevat aivan toisella puolella tehdasta kunnossapidon korjaa-molta katsoen, jolloin kuljetusjärjestelmä jouduttaisiin hakemaan joka kerta pitkän matkan takaa. Nykyinen vetomestarin parkkipaikka sijaitsee hyvin lähellä kun-nossapidon korjaamoja mikä säästää huomattavasti aikaa työvälille siirryttä-essä, joten valssienkuljetusjärjestelmän latauspiste voisi olla perusteltua sijoittaa muusta liikkuvasta kalustosta erilleen lähemmäksi kunnossapidon korjaamoja.

3.6 Paloturvallisuus

Paloturvallisuus sekä palontorjuntajärjestelmien läheisyys ja saavutettavuus ovat erittäin tärkeitä suunnittelukohteita sähkökäyttöisen raskaan kaluston kanssa toimittaessa. Sähköinen liikkuva kalusto ei ole sen syttymisherkeempi kuin polttomoottorikäyttöinen kalustokaan, mutta sähköisen kaluston sammutus on huomattavasti haastavampaa kuin polttomoottorikäyttöisillä koneilla. Bensiini- kaasu- ja dieselkäyttöiset laitteet tarvitsevat happea, polttoainetta ja lämpöä palaakseen, mutta monet akkutyypit sisältävät jo itsessään kaikki palamisen edellytykset ja voivat siten olla erittäin vaikeita sammuttaa erityisesti täyteen ladattuina.

Akkupaloihin liittyvää tutkimustietoa on saatavilla eniten kodin eri akkukäyttöisten laitteiden litiumioniakuista sekä sähköautojen paloista, mutta samat periaatteet pätevät myös liikkuvan kaluston akkupaloihin varautumiseen. Keskeisessä asemassa raskaan akkukäyttöisen laitteen palontorjuntaa suunnitellessa on normaalin henkilöstön ja kaluston pelastamisen sekä palon leviämisen estämisen lisäksi laitteen akkutyypin tunnistaminen, huomattavasti suurempi sammutusresurssien tarve sekä sammutusveden jälkikäsitteily. (SPPL 2022). Latauspaikka tulee sijoittaa lähelle ulko-ovea pelastuslaitoksen toiminnan sekä palaneen ajoneuvon evakuoinnin helpottamiseksi, ja alueen palokuorma tulee minimoida. Lisäksi tulee huomioida, ettei latauspiste ole hätäpoistumistien varrella niin, että latauspaikalla syttyvä palo estää hätäpoistumistien käytön henkilöstöltä. Konetta käyttävä sekä mielellään muukin alueella, erityisesti latauspaikan läheisyydessä, työskentelevä henkilöstö tulee perehdyttää akkupalon tunnistamiseen sekä tilanteessa toimimiseen. Akkupalossa käytetty sammutusvesi on myös ongelmajätettä, jota ei saa päästää tehtaan alueella oleviin sadevesiviemäriin (liite 4). Tehtaalla on sadevesiviemärielle sulkuventtiilit sekä viemärinsulkumattoja, joiden sijaintiin ja käyttöön henkilöstöllä tulee olla perehdytys. (Helander, 2022).

3.7 Huolto

Jokainen järjestelmä tarvitsee myös huoltoa ja korjauksia. Sinkityslinjojen valsi- sien kuljetus on tuotannon ja laadunvarmistuksen kannalta varsin tärkeä toimen- pide, joten siihen käytetyn laitteiston huoltoon ja kunnossapitoon tulee myös kiin- nittää erityistä huomiota. Järjestelmän rakenteeksi ja sen toimittajaksi tulee tar- kastella ensisijaisesti vaihtoehtoja, joiden huolto- ja korjaustoimenpiteet ovat joko helposti toteutettavissa tehtaan oman tai tehtaalla täysipäiväisesti työskentelevän huoltohenkilöstön toimesta, tai nopeasti ja matalalla kynnyksellä saatavilla olevan toimittajan edustuksen toimesta. Laitteeseen ei kerry paljoa käyttötunteja, mutta toimintaympäristö ja työtehtävät voivat olla varsin kuluttavia erityisesti tiivisteiden, sähköliitosten sekä voitelun osalta. Kattava huolto-ohjelma on siis tärkeä selvittää ja suunnitella järjestelmää valitessa.

Myös varaosien saatavuus ja hankintaprosessi tulee tarkastella huolellisesti. Kuinka hyvin varaosia on saatavilla, millaiset toimitusajat osilla on ja voidaanko niitä tilata varastoon? Onko soveltuvia varaosia saatavilla useilta eri toimittajilta, vai joudutaanko varaosat tilaamaan laitetoimittajalta?

4 VAIHTOEHTOJEN KARTOITUS

4.1 Vetomestari

Tehtaan nykyistä vetomestaria on käytetty valssien kuljetukseen jo lähes 25 vuotta. Vetomestarin toimintaperiaate ja käyttö kuljetusjärjestelmänä on siis jo entuudestaan tuttu sekä työn vaiheet, suoritus ja muut aiheeseen liittyvät toimenpiteet, huomiokohteet ja työ- ja liikenneturvallisuusperiaatteet ovat jo juurtuneet ja rutinoituneet työtä suorittaville ja siihen liittyville henkilöille. Uuden ja modernimman vetomestarin tutkiminen on siis looginen ja luonnollinen lähtökohta korvaavaksi järjestelmäksi.

Vanha, vuosimallin 1989 vetomestari on kuitenkin tekniikaltaan paljon yksinkertaisempi kuin nykyaikaiset laitteet, joten uuden vetomestarin vaatimat mahdolliset rakennemuutokset vaativat paljon tarkempaa selvitystä sekä yhteistyötä laitevalmistajan kanssa kuin mitä vanhan laitteen kanssa tarvittiin. Vanha vetomestari on ostettu käytettynä ja siihen on kolmannen osapuolen toimesta asennettu mittilaustyönä teetetty teline, joka on pultattu kiinni vetomestarin runkoon vetopöydän päälle. Modernien järjestelmien kanssa tämä ei välttämättä onnistu sellaisenaan ilman tarkempia selvityksiä järjestelmän toiminnasta valvonta- ja hallinta-elektroniikan sekä akustojen sijoittelun, toiminnan ja huollon osalta. Nykyinen teline on hyvin muokattavissa ja muuteltavissa modulaarisen kiinnitysrakenteensa ansiosta, mutta uudessa vetomestarissa esimerkiksi akkujen huolto, akkuveden täyttö, sekä mahdollisesti myös lataus joudutaan hyvin todennäköisesti tekemään akkukannet auki. Jos kannet sijaitsevat vetomestarin vetopöytälavalla ja aukeavat ylöspäin, tulisi lavarakenne ja käytettävä teline suunnitella joko uudestaan niin, ettei se haittaa kansien avausta, tai helposti irrotettavaksi ja kiinnitettäväksi esimerkiksi pikalukkojen avulla niin, että se saadaan nostettua nosturilla pois tarpeen vaatiessa. Toisaalta valmistajilla on usein valmiudet tehdä ja hyväksyttää laitteistoihinsa erityisesti pienempiä muutoksia asiakkaan tarpeiden mukaan, joten pienet muutokset akkukansien avautumiseen ovat varsin todennäköisesti hel-

posti saavutettavissa. Telineen tai sen kiinnityksen suunnittelussa tulee silti huomioida akuston mahdolliset isommat huollot tai vaihdot sekä paloturvallisuus, jotta akustoon päästään tarvittaessa myös pintaa syvemmälle käsiksi.

Tehtaalla käytetään vetomestareita myös kelojen siirtelyyn eri hallien välillä. Kelat lastataan tilaustyönä teetettyihin kelalavetteihin, joita nämä standardivarustellut vetomestarit vetävät. Eräs vaihtoehto on siis teettää uuden valssivetomestarin kaveriksi erikoisvalmisteinen traileri, jonka kuormataso olisi pääosin vetopöydän ja sen tason päällä ja pyörät mahdollisimman lähellä vetomestarin takapyöriä tilan säästämiseksi. Tällöin ei tarvita erillistä telineä ja sen vaatimia rakennemuutoksia, vaan vetomestaria pystytään käyttämään valmistajan alun perin suunnitelmalla tavalla. Myös tehtävään soveltuva vetomestarivalikoima laajenee huomattavasti, sillä moniin vetomestareihin kuljetaan hytin takana olevan oven kautta. Nykyisellä kiinteällä telineratkaisulla ajoneuvon hytin takana sijaitseva ovi ei toimisi sellaisenaan, sillä valssien kaulat tulevat niin lähelle hytin takaosaa ja hytin ja valssien välissä on vielä erillinen teräsverkkorakenne suojaamassa hyttiä ja takaikkunaa valssien nostotilanteessa mahdollisesti vahingossa tapahtuvilta iskuilta. Lisäksi traileriin voidaan suunnitella työturvalliset kulkureitit sekä kaiteilla varustetut työtasot ja korokkeet nostoraksien kiinnitystä ja irrotusta varten, jolloin päästään hyvin tehokkaasti eroon nykyisen kuljetustelineen kanssa työskennellessä esiintyvistä työturvallisuusriskeistä.

Trailereihin ja lavetteihin on saatavilla myös kääntyviä akseleita ja telirakenteita, jotka osaltaan minimoivat ylimääräisen pituuden tuottamia haasteita, ja riittävällä harjoittelulla kuljettaja voikin päästä kääntyvällä akselilla varustetun trailerin kanssa lähestulkoon yhtä ahtaisiin paikkoihin kuin ilman traileria. Tämän tyyppisessä trailerissa tulee kuitenkin huomioida kuormien massakeskipisteiden sijoittuminen trailerille, sillä useimmissa vetomestarmalleissa vetopöytä sijaitsee varsin pitkällä rungon takaosassa ja liian eteen lastattu kuorma saattaa keventää trailerin akselia liian paljon. Tällöin traileri saattaa alkaa ajon aikana pompottamaan, ja pahimmassa tapauksessa heittelehtimään ja mahdollisesti jopa kaatumaan, erityisesti talviliukkailla ja epätasaisilla alustoilla ajettaessa. Trailerin suunnitteluvaiheessa sen vakavuuteen voidaan kuitenkin vaikuttaa kuorman sijoituspisteen valinnalla tai esimerkiksi traileriin sijoitettavilla lisä- ja vastapainoilla.



KUVA 6. Sähkökäyttöinen vetomestari (MAFI).

4.2 Vastapainotrukki

Vastapainotrukki (kuva 6) on trukkityyppi, jonka piikit sijaitsevat trukin edessä. Trukin takaosassa taka-akselin päällä on vastapaino, jonka tehtävänä on tasapainottaa kyytiin otettava kuorma nostojen, laskujen ja kuljetuksen aikana sekä pitää trukin ja taakan yhteenlaskettu kokonaispainopiste aina etu- ja taka-akselin välissä kaatumisten ja kippaamisten välttämiseksi. Trukkityyppi on erittäin laajalti käytetty teollisuudessa, logistiikassa ja kuormankäsittelyssä, joten vaihtoehtovalikoima on varsin laaja ja valinnanvaraa ja räätälöintimahdollisuuksia on runsaasti. Trukkityyppin varjopuolena on sen vaatima tila, sillä erityisesti suuren nostokapasiteetin trukit vaativat myös suuren vastapainon sekä pitkän akselivälin, jotta suurin sallittu kuorma voidaan nostaa ja kuljettaa vakaasti ja turvallisesti. Sellaisenaan vastapainotrukki ei siis tähän käyttötarkoitukseen sovi ilman tehtaan layoutiin tehtäviä muutoksia, sillä pitkästä akselivälisestä johtuva suuri kääntösäde on auttamatta liian suuri kuvassa 5 näkyvän sinkityslinjan 2 sokkeloiselle ja aidoin sekä seinin rajatulle kuljetusreitille. Periaatteessa aitarakenteita voisi olla mahdollista hieman muuttaa loivempien kääntökulmien toivossa, sillä aidan

toisella puolella on lattiatasossa oleva kelavarasto, jonka pienet rakennemuutokset eivät olisi kovinkaan suuri projekti. Kuitenkin nykyisen kuljetusreitin laajentaminen sellaiseksi, että reittiä voitaisiin ajaa vastapainotrukilla, pienentäisi käytävissä olevaa kelojen varastointitilaa liian paljon.



KUVA 7. Vastapainotrukki 18 tonnin kokoluokassa (Gumtree).

Toinen haaste on valssien kuljetus. Pisimmät valssit ovat noin 3,4 metriä pitkiä, jolloin valssien kuljetusasento on mietittävä tarkkaan. Jos valssit nostetaan trukin piikeille pituussuunnassa, trukkiin vaaditaan pidennetyt piikit ja mahdollisesti lisää kuormankantokapasiteettia, sillä trukin painopiste muuttuu sen mukaan, mihin kohtaan trukin piikkejä kuorman painopiste lastataan. Lisäksi ylimääräinen kokonaispituus tuo merkittäviä haasteita ahtaissa väleissä operointiin. Jos valssit taas lastataan trukin kulkusuuntaan nähden poikittain, kuormasta tulee varsin leveä. Monet noin 18–20 tonnin kantavuusluokassa olevat vastapainotrukkimallit ovat 2,5–3 metriä leveitä, joten kuorma olisi pahimmillaan lähes metrin trukin rakenteellista leveyttä leveämpi. Tämä aiheuttaa haasteita paitsi linjan ahtaissa vä-

leissä operointiin, myös esimerkiksi eräistä oviaukoista kulkemiseen sekä tehtaan ulkoalueilla liikennöintiin muiden tienkäyttäjien kanssa. Toisaalta poikittain kuljetettaessa olisi mahdollista nostaa valssien kaulat pahimpien paikkojen yli, jolloin saadaan myös huomattavasti lisää kääntövaraa trukin piikkien ollessa ylhäällä pois tieltä. Taakan nostaminen korkealle, noin kahden ja puolen metrin korkeuteen, sekä taakka ylhäällä ajaminen, edes hetkellisesti, on kuitenkin aina työ- ja materiaaliturvallisuusriski, joka tulee ottaa tässä tapauksessa huomioon ja sen turvallisuusvaikutukset tulee arvioida tarkkaan ennen kuin vastapainotrukkia otetaan edes alustavaan harkintaan.

Kohteeseen voisi kuitenkin olla mahdollista tehdä kuljetusalusta, jolle valssikehto lasketaan ja joka veisi valssit nosturin toiminta-alueelle. Tämän tyyppinen kuljetusalusta on tehtaalla jo entuudestaan käytössä kelojen kuljetukseen kahden hallin välillä. Kyseisen alustan ja sen kulkuradan mahdollinen sijainti on alustavasti katselmoitu sinkki 2:n kelavaraston viereisen, tällä hetkellä telojen varastointiin käytettävän pienen nurkkauksen sekä linjan valssikehdon entisen säilytyspaikan väliselle, arviolta noin neljän metrin matkalle.

Kuljetusalustan haasteena on sinkityslinjan huoltotöiden vaatima muu kalusto, jonka on ajoittain myös päästävä alueelle. Tehtaalla kelojen kuljetukseen tällä hetkellä käytettävä alusta toimii omalla radallaan, jossa on kuljetuskelkan pyörästön johdekiskot sekä käyttövoimakaaapelit lattiapinnan yläpuolella. Nykyisellä radalla tai sen poikki ei siis pääse kulkemaan millään polkupyörää raskaammalla liikkuvalla kalustolla, mikäli alusta ei ole alkuasemassaan, jolloin käyttövoimakaaapelit ovat kelautuneena kaapeleiden rummulle. Sinkityslinjojen alueilla tehtävissä huoltotöissä käytetään erilaisia kuukulkijoita, saksinostureita ja kevyempiä trukkeja, joille on taattava vapaa liikkuminen alueille linjahuoltojen aikana. Kuljetusalustan rata olisi siis suunniteltava ja toteutettava niin, että alusta voidaan joko ajaa kokonaan pois tieltä tarpeen vaatiessa, tai käyttövoimakaaapelit vedetään lattiapinnan tason alapuolelle. Haasteeksi muodostuu jälleen käytettävissä oleva tila, sillä sinkki 2:n operointialue on jo valmiiksi käytettävissä olevia ratkaisuja eniten rajoittava tekijä.

Toisaalta kuljetusreitin muutos voisi myös olla mahdollinen. Tällä hetkellä reitti kulkee aidoilla varustetun kelavaraston läpi ja kääntyy jyrkästi vasemmalle ja oikealle ennen valssien purku- ja lastauspaikkaa. Kelavaraston toisella puolella on jo valmiiksi hieman tyhjää tilaa, joten kelavaraston läpi kulkeva reittiä voitaisiin periaatteessa siirtää niin, että kelavaraston läpi voitaisiin ajaa suoraan valssien purkupaikalle ja tiukimmat käännökset jäisivät pois. Muutoksen etuna olisi myös se, että jäljelle jäisi enää yksi käännös. Kelavaraston rakennemuutos kuitenkin vaatii muutoksia myös automaattinosturin sekä varastohallintajärjestelmän toimintaan, joten kyseinen muutos vaatii tarkat selvitykset sen hyödyllisyydestä ja toteutettavuudesta. Mahdollisuus on kuitenkin hyvä pitää mielessä muidenkin vaihtoehtojen arvioinnissa, sillä kyseinen reitti rajoittaa huomattavasti lähes jokaista käytettävissä olevaa ratkaisua.

Eräänä mahdollisuutena arvioitiin myös valssienvaihtokelkan työtason rakennemuutosta. Nykyisellään työtaso on noin puoli metriä lattiataso yläpuolella, ja tasolta lähtee alaviistoon noin 1,5 metrin pituinen suojuiska. Tämän suojuiskan alla on työtason siirtosylinteri, jolla työtaso voidaan siirrellä linjan suunnassa valssien linjaan ajon ja pois oton yhteydessä. Siirtämällä sylinteri toiselle puolelle työtaso, voitaisiin mahdollisesti saada riittävästi lisätilaa valssien nouto- ja jättöpistettä varten. Piste sijaitseisi reitin varrella niin, että valssit voitaisiin mahdollisesti jättää ja noutaa pisteestä viistossa kulmassa mikä vähentäisi trukin kääntämiseen tarvittavaa tilaa. Tästä pisteestä valssit voitaisiin nostella kehtoineen laakerointipaikalle.

Ongelmaksi tämän ratkaisun kanssa muodostuu jälleen kerran käytettävissä oleva tila, sillä vastapainotrukin mastossa ei ole eteen-taakse-liikettä, jolloin trukin piikit joudutaan peruuttamaan pois kuljetustelineen alta. Lisäksi työtason rakennemuutoksessa joudutaan arvioimaan sen vaikutuksia alueen ja tuotantolinjan muuhun käyttöön ja pohtimaan sen toteutettavuutta niin rakennemuutoksen kuin tuotannonkin kannalta. Ratkaisu ei siis sellaisenaan toimisi, mutta ajatus voi silti olla joissain tapauksissa hyödyllinen alueen jatkokehitysmahdollisuuksia arvioitaessa.

4.3 Kylkitrukki

Kylkitrukki eli sivari on eräänlainen työntömastotrukki, jonka masto ja piikit sijaitsevat trukin kyljessä 90 asteen kulmassa trukin kulkusuuntaan nähden. Kylkitrukkeja käytetään teollisuudessa ja logistiikassa pääasiassa erilaisten pitkien kuormien käsittelyyn, ja niiden etuna on kompakti koko sekä tukevuus pitkien kappa-leiden käsittelyssä. Trukissa on hytin takaa kyljestä ulos työntyvä masto kahden kuormatason välissä, jolloin trukin kyytiin voidaan ottaa kuorma trukin sivusta ja laskea se tukevasti piikkien ja kuormatason varaan kuljetusta varten. Kylkitrukista saadaan tehtyä varsin kompakti nostokapasiteettiinsa nähden, sillä kuorman painopiste on trukin ulkopuolella ainoastaan kuorman lastauksen ja purun aikana, ja ajon aikana taakka lepää trukin piikeillä ja kuormatasolla trukin ääriivujen sisäpuolella. Trukin ja taakan kokonaispainopiste on siis paljon lähempänä trukin keskipistettä, jolloin myös vastapainosta saadaan pienempi.

Kylkitrukkin etuna valssien kuljetuksessa olisi se, että trukilla ei tarvitsisi peruuttaa sinkityslinja 2:lle vievän reitin viimeistä ja kaikista ahtainta mutkaa, vaan trukki voidaan ikään kuin taskupysäköidä mutkan kulmaan ja valssikehdot voidaan laskea siitä trukin sivuun siltanosturin toiminta-alueelle. Ehdottomasti suurin hyöty niin kylkitrukissa kuin kaikissa muissakin trukeissa on kuitenkin se, että maahan laskettavat valssikehdot poistaisivat ajoneuvon päällä kiipeilyn ja kurottelun käytännössä lähes kokonaan jokaisen sinkityslinjan osalta. Valssihiomossa sinkityslinjojen 1 ja 2 kehdot nostetaan nosturilla hiomon lattiatasolle valsseille varatulle alueelle (kuva 4), mutta sinkityslinja 3:n valssit nostetaan ajoneuvon lavalla olevasta kehdosta suoraan valsseille suunniteltuun telineeseen. Sinkki 3:n valssien kehto siis ei tällä hetkellä poistu valssihiomossa ajoneuvon kyydistä ollenkaan. Kylkitrukki ei nykyisellään mahtuisi laskemaan kehtoa telineen viereen ilman valssihiomon pieniä layoutmuutoksia, mutta toisaalta telinettä tarvitsisi ajaa trukista ulos vain sen verran, että asentaja ylettää asettamaan nostovaijerin silmukan valssin kaulan päässä olevaan nostouraan.

Haasteena kylkitrukkin tarkastelussa on rajoitettu valikoima. Kylkitrukkin käyttökoh-teet ovat varsin suppeat verrattuna perinteisiin vastapainotrukkeihin, ja käytän-

nössä kyseessä onkin pitkien kuormien käsittelyyn suunniteltu erikoistrukki. Monien valmistajien tuotevalikoimaan ei kylkitrukki edes kuulu, ja laitetyypin valmistajien valikoima on keskittynyt hyvin pitkälti alle 12 tonnin kantavuuksilla oleviin laitteisiin erityisesti sähköversioiden osalta. Koska valssien kuljetukseen käytettävän trukin kantavuuden tulisi olla vähintään 18 tonnia, tarjolla oleva valikoima pienenee entisestään. Toisaalta valmistajilta voisi tämän vuoksi löytyä kiinnostusta tuotekehitysyhteistyöhön käyttökohteiden ja potentiaalisen asiakaskunnan lisäämiseksi, sillä tuotanto- ja logistiikkaketjujen sähköistymisen ja kuljetuskapasiteettien nostopaineiden vuoksi myös erilaisten kuormankäsittelylaitteistojen käyttövoima- ja käsittelykapasiteetteihin on odotettavissa nostopainetta.

Suuri kantavuus tuo mukanaan myös suuret ulkomitat. Riittävän kapasiteetin kylkitrukit voivat olla pituudeltaan yli metristä lähes kahteen nykyistä vetomestaria suurempia leveyden pysyessä parhaimmillaan suunnilleen samana, mutta toisaalta kuvassa 1 näkyvä valssien takaylitys jäisi kylkitrukista kokonaan pois valssikaulojen sijoittuessa trukin kuormatasojen päälle. Suurta pituutta voidaan kuitenkin kompensoida lyhentyvien ylitysten sekä trukeissa usein käytetyn hydraulisen tai sähkömekaanisen ajovoimansiirron takia ominaisten pienten kääntösäteiden, suurten kääntökulmien sekä trukeille varsin tyypillisen takapyöräohjauksen kautta. Nykyinen vetomestari on mekaanisella ajovoimansiirrolla ja perinteisellä raidetanko-ohjauksella toteutettu neliveto, joka rajoittaa laitteen ketteryyttä ja kääntösädettä varsin paljon. Esimerkiksi Bulmorin 18 tonnin kylkitrukin tuotesite kertoo ulkokääntösäteen olevan alle 7 metriä, kun nykyisen vetomestarin ulkokääntösäteeksi mitattiin yli 11 metriä (Bulmor nd.).

Trukeissa käytetään tyypillisesti hydraulista tai sähköistä ajovoimansiirtoa, joka mahdollistaa huomattavasti suuremmat ohjaavien pyörien kääntökulmat ja sitä kautta pienemmät kääntösäteet. Tällä voidaan mahdollisesti kompensoida lisäpituudesta aiheutuvia haasteita, sillä jyrkemmillä kääntökulmilla ja pienemmällä kokonaisylityksillä voidaan ajaa mutkia ja kulmia huomattavasti vähemmän oikoen. Riittävän suurella kapasiteetilla olevan kylkitrukin mitoitus tulee siitä huolimatta olemaan kuitenkin varsin tarkka, ja erityisesti sinkki 2:n ahtaissa väleissä opeointi ja sen mahdollisesti vaatimat pienet layoutmuutokset tulee suunnitella yhteistyössä sekä tuotanto- ja kunnossapito-organisaatioiden että potentiaalisen

laitetoimittajan kanssa huolellisesti sekä kuunnella toimittajan näkemyksiä ja kokemuksia aiheesta.



KUVA 8. Kylkitrukki (YTIMG).

4.4 Työntömastotrukki ja monitietrukki

Työntömastotrukit eri tönärit sekä monitietrukit ovat trukkeja, jotka toimivat hyvin samantapaisesti kuin kylkitrukit. Molemmissa on myös ulos työntyvä masto, jolla kuormaa voidaan siirtää trukin pituussuunnassa trukkia liikuttamatta. Työntömastotrukit ja monitietrukit toimivat siis kuten kylkitrukit, mutta masto sijaitsee trukin etuosassa kyljen sijaan. Työntömastotrukit ja monitietrukit ovat kuitenkin kantavuudeltaan usein kevyitä ja sisäkäyttöön suunniteltuja mikä asettaa niiden harkintaan merkittäviä haasteita.

Monitietrukin suurin etu on se, että sen kulkusuuntaa voidaan muuttaa trukkia ja kuormaa kääntämättä. Trukilla päästään siis erittäin ahtaisiin väleihin ja se on omiaan juuri tämän tapaisessa käyttöympäristössä. Haasteeksi monitietrukin

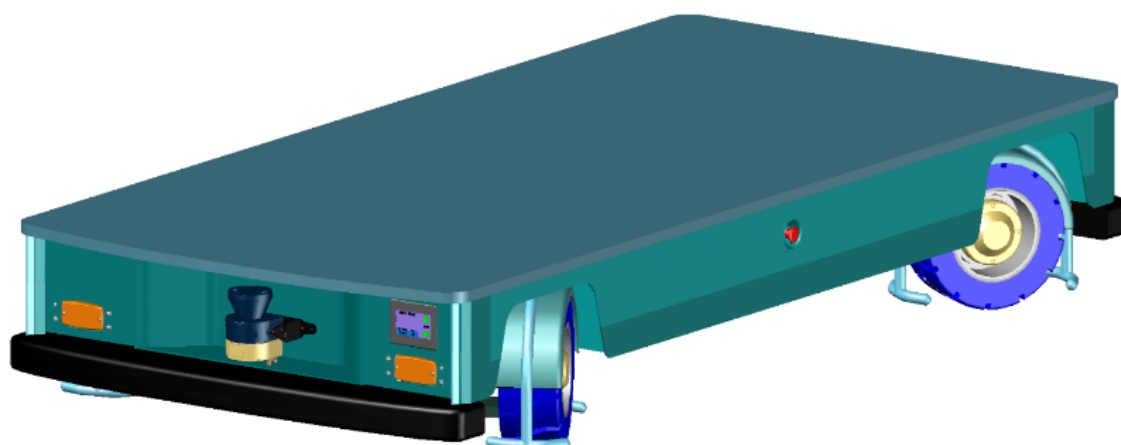
kanssa muodostuu kuitenkin saatavilla oleva valikoima. Trukkityyppi on erikoisen toimintaperiaatteensa vuoksi varsin harvinainen valinta trukkien tyypillistä käyttöympäristöä ja trukeille yleensä asetettuja vaatimuksia tarkastellessa, ja ahtaat paikat harvemmin vaativat lähes 20 tonnin kantavuutta. Useimmiten raskaassa teollisuudessa on käytettävissä myös runsaasti tilaa, jolloin rakenteeltaan yksinkertaiset ja luotettavat vastapainotrukit ja kurottajat ovat varmatoiminen valinta kuormien käsittelyyn. Trukilla kuljettavat ahtaat paikat ovat tyypillisiä lähinnä varastoissa ja pienteollisuudessa, jolloin myös siirreltävät massat ovat paljon pienempiä. Kantavuudeltaan riittävä ja ulkokäyttöön soveltuva 4-tietrukki on kuitenkin erittäin mielenkiintoinen vaihtoehto valssien kuljetukseen, mikäli markkinoilta sellainen vain löytyy joko valmiina tuotteena tai tilaustyönä teetettynä.

4.5 Vihivaunut ja automaattiset kuljetuslavetit

Vihivaunu (kuva 9) eli AGV on erityisesti varastoissa ja teollisuudessa käytetty itseohjautuva kuorman kuljetus- ja käsittelylaite, jonka toiminta-alue ja reitti on laitteen ohjausjärjestelmään ennalta ohjelmoitu. Vihivaunut ovat erittäin monipuolisesti muokattavissa ja räätälöitävissä käyttötarpeen ja -ympäristön mukaan, sillä kyseiset laitteet eivät tarvitse ohjaamoja, kuljettajaa tai kuljettajan tarvitsemia hallinta- ja turvalaitteita. Vihivaunuista saadaan siis hyvin kompakteja kantokykyänsä nähden, ja viime vuosina vihivaunujen ja automaattilavettien kehitys ja hyödyntäminen varastoissa ja tuotantolaitoksissa onkin lisääntynyt huimaa vauhtia. Vihivaunujen oikein suunnitellussa käytössä on suuri potentiaali vapauttaa työntekijöitä trukkien ja muiden kuormansiirtolaitteiden käytöstä muihin työtehtäviin, mutta niiden väärinkäytössä piilee myös huomattavia työturvallisuusriskejä. Oikein käytettynä, toimivana, huollettuna ja ohjelmoituna vihivaunu on luotettava ja varmatoiminen työjuhta. Siltä puuttuu inhimilliset virheet, mutta toisaalta myös ihmisen päätöksentekokyky ja sopeutumiskyky poikkeaviin tilanteisiin sekä vika- ja häiriötilanteisiin. Vihivaunujen ja automaattilavettien hyödyntämisessä sinkityslinjojen valssien kuljetukseen on siis huomattavaa potentiaalia suurten kantavuuksien, pienten ulkomittojen sekä räätälöintimahdollisuuksien vuoksi, mutta järjestelmän suunnittelu ja toteutus vaatii huomattavasti enemmän huomiokoh-

teita vika- ja virhetilanteiden sekä yllättävien ympäristötekijöiden varalle. Vihi-vaunu ei myöskään käytännössä vapauta henkilöstöä muihin työtehtäviin valssien laakerointi- ja kuljetustyöstä, sillä radio-ohjattua nosturia käyttävä henkilö ei voi tehdä muita työtehtäviä radio-ohjainta käyttäessään ja puutteellisen näkyvyyden vuoksi nosturia ohjaavalla henkilöllä on tärkeää olla ylimääräinen silmäpari valvomassa nostotilannetta taakan toisella puolella. Valssien laakerointityökin on käytännössä kahden ihmisen homma, sillä toinen asentaja laakeroi valssin toista kaulaa samaan aikaan kun toinen työskentelee valssin toisella kaulalla. Yhdellä henkilöllä työn suoritus siis kestäisi kaksi kertaa kauemmin.

Vihivaunun pääasiallisiksi eduiksi siis jäävät laajat räätälöinti- ja muokattavuusmahdollisuudet sekä kompakti koko. Lavettityyppisen kuljetusvälineen lavalle on helppo tehdä tukevat askelmat ja kaiteet nostoraksien kiinnitystä ja irrotusta varten, ja käytössä jo olevat valssikehdot ja telinerakenne voidaan uusiokäyttää sellaisenaan kustannusten säästämiseksi. Riskialtista kiipeilyä ja kurottelua voidaan suunnitteluvaiheessa vähentää huomattavasti kunnollisilla työtasoilla, kaiteilla ja astinpinnoilla. Myös laitteen kulku- ja käyttöpintojen puhtaanapito käyttäjien toimesta helpottuu huomattavasti, sillä käytännössä puhdistus voidaan suorittaa tehtaalla jo käytössä olevilla puhdistusvälineillä esimerkiksi keväällä yhtenä kesäharjoittelijoiden ensimmäisistä työtehtävistä.



KUVA 9. Lavettimallin vihivaunu (Ward).

Vihivaunun uniikiksi haasteeksi muodostuu ohjelmoinnin, ohjelmistojen ja järjestelmien toiminnan sekä yllättävien vika- ja häiriötilanteiden ohella tehtaan sisäiset

ja ulkoiset ympäristöolosuhteet. Tehdashalliympäristö on likainen, pölyinen, öljyinen ja rasvainen, joten vaunun antureilta, sensoreilta ja tutkilta sekä liitännöiltä, tiivisteiltä ja rakenteiden ja suojausten suunnittelulta vaaditaan paljon vihivaunun ulkoisia tekijöitä vastaan suunnitellun vikasietoisuuden saattamiseksi hyväksyttävälle tasolle. Käytännössä vaunuksi on siis valittava tuote, joka on jo insinöörin pöydältä lähtien suunniteltu ja rakennettu toimimaan likaisissa, öljyisissä ja pölyisissä olosuhteissa.

Toinen merkittävä haaste on kulkureittien ja niiden ympäristötekijöiden huomiointi kuljetustilanteessa ja poikkeavissa tilanteissa. Jokainen tehtaan sisäkautta kulkeva reitti sinkityslinjoilta valssihiomoon on jostain kohtaa reittiä erittäin ahdas. Vaikka alustavien mittausten mukaan valssien kuljetus sisäkautta juuri tälle tehtaalle tarkoitusta varten suunnitellulla vihivaunulla olisi teoriassa mahdollista, se vaatisi vähintään valssihiomon toimintatapamuutoksia sekä lukuisia vihivaunun ohjauslogiikkaan ennalta määritettyjä poikkeus- ja häiriötilanteita. Hiomossa on kulkuväylä, jonka lattialla kulkee toisella laidalla temperin työvalssien laakerointivaunun kisko ja toisella laidalla sinkki 3:n valssien siirtelyyn tarkoitettu puolipukinosturin kisko. Heti laakerointivaunun kiskon takana on teräsritillä peitetty oja, jonka tarkoituksena on kerätä valssien parissa työskentelystä syntyvät nesteet ja öljyt talteen. Nosturin kiskon puoleisella laidalla lattia on kiinteä ja sen verran tasainen, että oikein suunniteltu vihivaunu pääsee ongelmitta kiskon yli.

Jos valssit siis halutaan kuljettaa hiomoon sisäkautta, vaatii laakerointivaunu joko riittävästi korotetun kiskon tai muun koko ojan matkalta korotetun ajoesteen öljy-ojan eteen, jotta vihivaunu ei vika- tai häiriötilanteessa aja itseään ojaan. Vihivaunun ajaessa käytävää pitkin, tulee laakerointivaunu jättää sellaiseen paikkaan, josta vihivaunu pääsee ohittamaan sen. Lisäksi toisella puolella oleva puolipukinosturi joudutaan valssienajotilanteessa käytännössä aina ajamaan hallin perälle, sillä vaunulla ei ole mitään mahdollisuuksia päästä nosturin pukin ohi.

Ulkokäyttöön suunniteltu vihivaunu on myös varteenotettava vaihtoehto. Haasteena vihivaunun ulkokäytössä on kuitenkin erityisesti Suomessa talvisin vallitsevat sääolosuhteet. Lumimyräkkä voi sekoittaa vaunua ohjaavat anturit, kamerat

tai tutkat, ja esimerkiksi lumen alle peittyvät tiemerkinnot voivat haitata niitä hyödyntävän vihivaunun tai automaattitrukin toimintaa. Myös tehdasalueelle kasattavat lumikasat sekä lumen heijastama valo voivat joissain tapauksissa sekoittaa vaunun ohjausjärjestelmiä. Ulkokäyttöön hankittavan vihivaunun suunnittelussa tuleekin siis kiinnittää erityistä huomiota sen soveltuvuuteen Suomen talveen.

Helppo käsiajomahdollisuus on käytännössä pakollinen varuste, sillä tehtaan toimintaympäristön kaltaisissa olosuhteissa pölystä, liasta ja sääolosuhteista johtuvat häiriötilanteet ovat käytännössä vain ajan kysymys. Lisäksi varsinkin järjestelmän käyttöönoton alkuvaiheessa ilmenee hyvin usein lastentauteja ja ohjelmointivirheitä, joita ei testausvaiheessa olla kyetty havaitsemaan. Nämä kuitenkin vähenevät nopeasti ajan myötä, jolloin ulkoiset tekijät jäävät suurimmaksi häiriötilanteiden syyksi.

POHDINTA

Opinnäytetyön lopputulos poikkesi hieman työlle suunnitteluvaiheessa asetetusta tavoitteesta. Alkuperäisen suunnitelman mukaan työn tulostavoitteena oli kartoittaa käytettävissä olevia vaihtoehtoja ja valita niistä se, jonka hankintaa yhtiö lähtee viemään eteenpäin. Opinnäytetyötä tehdessä kävi kuitenkin hyvin nopeasti ilmi, että sekä kuljetusjärjestelmän toimintaympäristössä että tutkituissa vaihtoehtoisissa on niin paljon huomioitavia yksityiskohtia, vaaranpaikkoja, potentiaalisia muutos- ja kehityskohteita sekä muita huomioon otettavia asioita, ettei selvityksen tulosten perusteella ole järkevää vielä tehdä päätöstä korvaavasta järjestelmästä. Päätökseen tarvittavien lisätietojen, dialogin eri tuotanto- ja huolto-organisaatioiden, alihankkijoiden ja toimittajien kanssa sekä budjetointi- ja suunnitteluvaiheiden läpikäynti, jota jonkin tietyn ratkaisun lukkoon lyönti olisi vaatinut, olisi kestänyt varsin kauan ja paisuttanut opinnäytetyön sisältöä ja aihealueita yli äyräidensä.

Pahimmassa tapauksessa lähinnä yhden ihmisen pääasiassa oman rajoitetun logistiikka- ja valssienajokokemuksensa perusteella tekemä ja paperilla hyvältä näyttänyt, lähes valmis ratkaisu osoittautuisikin projektin läpiviennin aikana jonkin pienen, huomaamatta jääneen yksityiskohdan vuoksi käyttökelttomaksi. Jokaisella katselmointireissulla eri alueille löytyi jotain uutta huomioitavaa, joka olisi hyvinkin voinut läpivientivaiheessa huonolla tuurilla pysäyttää koko projektin. Jos työssä olisi keskitytty lähinnä tähän käyttökelttomaksi osoittautuneeseen ratkaisuun ja jätetty muut vaihtoehdot vähälle huomiolle, olisi opinnäytetyö ja sen tulokset olleet silloin lähes turhat.

Näin ollen opinnäytetyön näkökulma muuttui eteenpäin vietävästä ratkaisusta enemmänkin kattavaksi esiselvitykseksi käytettävissä olevista vaihtoehtoisista. Uutena tavoitteena oli koota kattava tietopaketti erilaisista tehtävään soveltuvista kuormankäsittelylaitteistoista sekä pohtia ja vertailla niiden hyviä ja huonoja puolia tässä haastavassa ja uniikissa toimintaympäristössä. Työn tuloksena löytyikin useita hyvinkin potentiaalisia vaihtoehtoja sekä ideoita, joita ei olisi alkuperäistä suunnitelmaa seurattaessa hyvin todennäköisesti osattu edes ajatella. Jokainen

esitelty vaihtoehto vaatii kuitenkin vielä paljon suunnittelua ja dialogia tuotannon, huollon ja kunnossapidon sekä laitetoimittajien kanssa. Käytettävissä olevia vaihtoehtoja on tarkasteltu lähinnä pintapuolisesti niiden toimintaperiaatteiden sekä perustellusti oletettujen ja jo ennalta tiedettyjen muokkaus- ja räätälöintimahdollisuuksien kautta. Eri valmistajilla on eri versiot samasta järjestelmästä, ja niiden muokkaus- ja räätälöintimahdollisuudet vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Tällainen tieto ei kuitenkaan yleensä ole julkista, joten jonkin tietyn ratkaisun soveltuvuus tähän työtehtävään voi tarkentua oikeastaan vasta järjestelmän varsinaisessa suunnittelu- ja kilpailutusvaiheessa.

Itse opinnäytetyöprosessi kärsi alkuvaiheessa useista viivästyksistä. Alkuperäisen ajatuksen mukaan opinnäytetyö oli tarkoitus aloittaa loka-marraskuussa, mutta tehtaan vuosihuoltojen ajankohta lykkäsi aloituksen käytännössä vuoden alkuun. Talvella sattuneet sairastelut sekä pelkästään OneDriveen tallennetun keskeneräisen opinnäytetyön katoaminen bittiavaruuteen maaliskuun alkupuolella heitti myös hieman kapuloita rattaisiin, joten maaliskuun loppupuoli meni käsiteltyjen asioiden uudelleenkirjoituksessa ja työn toteutusosuus pääsi kunnolla alkamaan vasta huhtikuussa töiden alettua kyseisessä yhtiössä. Huhti- ja toukokuun aikana työ pääsi kuitenkin kunnolla vauhtiin, ja suurin osa käytännön osuudesta onkin ideoitu ja kirjoitettu muutamien palautusta edeltävien viikkojen aikana. Työtä olisi kuitenkin ehdottomasti kannattanut tehdä mahdollisimman paljon erityisesti teoriaosuuden sekä mahdollisesti käytettävissä olevien ratkaisujen etsimisen osalta näinä ”hiljaisina viikkoina” paljon valmiimmaksi, sillä erityisesti pari kolme viimeistä viikkoa olivat melkoisen kiireisiä työn valmistumisen kanssa.

Lopputulos oli kuitenkin kaiken kaikkiaan mielestäni varsin onnistunut kokonaisuus. Työn tuloksena saatiin kattava esiselvitys ja pohdinta erilaisten kuljetusjärjestelmien mahdollisuuksista ja haasteista sinkityslinjojen valssien kuljetukseen sekä yhteenveto operointialueiden haasteista kuljetusjärjestelmän kannalta. Työn tuottamista pohjatiedoista voidaan lähteä tekemään tarkempaa selvitystä esiteltyjen ratkaisujen osalta sekä tutkimaan mahdollisesti kokonaan uusiakin ideoita, joita työssä löydetyt asiat ja huomiot voivat poikia.

LÄHTEET

Työturvallisuuslaki 738/2002. Viitattu 20.5.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008. Viitattu 20.5.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Viitattu 9.6.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Tukes. nd. Koneita koskevat vaatimukset. Luettu 20.5.2024. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet>

Työsuojeluhallinto. nd. Koneet ja työvälineet. Luettu 8.6.2024. <https://tyosuojelu.fi/tyoolot/koneet-ja-tyovalineet>.

Työsuojeluhallinto. 2010. Nostoapuvälineet. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12. Tampere.

SSAB. 2022. SSAB:n Hämeenlinnan tehtaalta terästä maailmalle jo 50 vuotta. Verkkosivu. Luettu 6.5.2024. <https://www.ssab.com/fi-fi/uutiset/2022/01/ssabn-hmeenlinnan-tehtaalta-terst-maailmalle-jo-50-vuotta>

Hämeen Sanomat. 2020. Hämeen Sanomat 50 vuotta sitten: Rautaruukin tehtaalla koneasennuksiin ensi syksynä. Lehtileike. 365 (128), B11

SSAB. 2024. SSAB ottaa VR:n kanssa käyttöön sähkörekat lähitoimituksissa. Verkkosivu. Luettu 6.5.2024. <https://www.ssab.com/fi-fi/uutiset/2024/02/ssab-ottaa-vrn-kanssa-kyttn-shkrekat-lhitoimituksissa>

SSAB. 2024. SSAB:n Hämeenlinnan tehtaan hukkalämpö hyötykäyttöön Loimaan kaukolämpöverkossa. Verkkosivu. Viitattu 15.5.2024. <https://www.ssab.com/fi-fi/uutiset/2024/05/ssabn-hmeenlinnan-tehtaan-hukkalmp-hytykyttn-loimaan-kaukolmpverkossa>

Keskisuomalainen. 2018. Työtapaturmien yleisimpiä syitä ovat liukastuminen, kaatuminen ja putoaminen. Luettu 30.5.2024. <https://www.ksml.fi/paikalliset/2445851>

Ahonen, J. 2017. Koulutus SARA-järjestelmän käyttöön. Käyty 2023. Yhtiön sisäinen koulutus.

Salminen, T. 2021. SIN1, Pintavalssien kuljetus ja nostot. Vaarojen arviointi.

Salminen, T. 2021. SIN2, Pintavalssien kuljetus ja nostot. Vaarojen arviointi.

Salminen, T. 2021. SIN3, Pintavalssien kuljetus ja nostot. Vaarojen arviointi.

Suomen palopäälystöliitto. 2022. Toimintamallin luonti sähköautopaloon. Verkkosivu. Luettu 25.5.2024. <https://sppl.fi/palvelut/asiantuntijatoiminta/menneet-hankkeet/toimintamallin-luonti-sahkoautopaloon/>.

Helander, T. 2022. Sähköautojen akkupalojen sammutusmenetelmät. Pelastusalan päällystötutkinto. Poliisiammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Sustainable Industry X. nd. Heavy On-road Vehicles. Luettu 6.6.2024. <https://www.six.fi/heavy-on-road>

Lassheikki, P. 2024. SSAB ja VR aloittavat yhteistyön Hämeenlinnassa: teräs kulkee pian suurissa sähkörekoissa. Verkkosivu. Luettu 20.5.2024. <https://yle.fi/a/74-20075724>

Haavisto, P. 2023. TTT-lehti. Putoamistapaturmat ovat usein kohtalokkaita, vaikka pudottaisiin matalalta. Luettu 25.5.2024. <https://tttlehti.fi/putoamistapaturmat-ovat-usein-kohtalokkaita-vaikka-pudottaisiin-matalalta/>

Tapaturmavakuutuskeskus TVK. 2023. Kuolemaan johtaneet työpaikkatapaturmat 2023. Luettu 25.5.2024. <https://www.tyotapaturmatieto.fi/julkaisu/tyotapaturmatietopalvelu/3740>

Gumtree. nd. Myynti-ilmoitus. Luettu 20.4.2024. <https://gms.gumtree.co.za/api/v1/za-ads/images/93/9323bd04-160c-4336-97c0-a7b510d94411?rule=s-l85.auto>

MAFI. nd. Tuotokuva. Luettu 20.4.2024. https://www.mafi.de/images/max/t230e_2023_03.jpg

YTIMG. nd. Kuva. Luettu 20.4.2024. <https://i.ytimg.com/vi/HQc1zkCLmFU/maxresdefault.jpg>

Ward. nd. Tuotokuva. Luettu 20.4.2024. <https://www.wardventures.com/wp-content/uploads/outdoor-veh-basic-all-wheel-steer.png>

Bulmor. nd. Tuote-esite. Luettu 7.5.2024. https://www.bulmor.com/wp-content/uploads/2023_E_Elektro_Seitenstapler_Schwerlast_heavyline.pdf

LIITTEET

Liite 1. SIN1, Pintavalssien kuljetus ja nostot.

SARA-turvallisuustarkastelu.

1 (3)



SARA - turvallisuustarkastelut

TYÖPAIKAN TAI TYÖTEHTÄVÄN TURVALLISUUSTARKASTELU

VALMIS

Tehdas	Hämeenlinnan terästehdas
Toiminto	Kylmävalssaus ja sinkitys
Alitoiminto	Kunnossapito
Tarkastelun kohde	SIN1, Pintavalssien kuljetus ja nostot

Määrittely

Työnumero	
Laitenumero	31650
Tilaaaja	■
Muu projekti, seisokki tai pienryhmä	
Investointivuosi	
Investointiprojekti	
Tarkastelu laadittu	19.10.2004
Laatijahenkilö	■ SSAB
Turvallisuustarkasteluun osallistujat	■
	02.08.2021
	■

Kohteen määrittely

Tämä riskienarviointi on tehty aikaisemmalla järjestelmällä ja löytyy I-hakemistosta

02.08.2021

Vanhan järjestelmän arviointi kadonnut, tehty kokonaan uusi. Tämä arviointi käsittelee lähinnä valssin kuljettamiseen liittyviä riskejä.


HUOM! Itse valssin nostosta on tehty erillinen SARA-arviointi, löytyy nimellä "Sin1 pintavalssien vaihtotyö"


LIITEDOKUMENTIT


TYÖPAIKKAAN KUULUVAT VAKANSIT


VAARATEKIJÄLUETTELO

Turvallisuustarkastelurivejä yhteensä 4

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>putoavat tai kaatuvat esineet tai rakenteet, taakka</p> <p>Valssit nostetaan nosturilla laakerointivaunusta niiden siirtelyyn tarkoitettun kuljetusauton kyytiin. Nostettavat kappaleet ovat painavia, taakan heijaaminen tai huono kiinnitys aiheuttaa riskin iskuille tai taakan putoamiselle.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Valssien yksittäisten nostojen vähentämiseksi niille on oma kuljetusteline/kehto. Sen avulla saadaan nostettua kaksi valssia auton kyytiin samanaikaisesti. Teline tulee valsseja kuljetuksen aikana sekä nostojen vähentämisellä pienentää niiden aiheuttamaa tapaturmariskiä. Huomautus riskistä työohjeeseen.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 2</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
VALMIS ID: T63201	

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>liikkuvien nostureiden, koneiden tai ajoneuvojen aiheuttama tapaturma, ajoneuvot</p> <p>Valssit kuljetetaan kuljetusajoneuvolla valssihiomoon, reitti kulkee tehtaan läpi sekä sen ulkoalueilla. Riskinä muu liikenne, nostureiden alta kulkeminen, trukkien kanssa törmäminen ja ahtaista väliköistä ajaminen.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Tehdasalueen liikennesääntöjen noudattaminen, erityinen varovaisuus. Nostureita väistetään, trukkiliiikennettä seurataan.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 2</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
VALMIS ID: T63202	

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>esineisiin satuttaminen, puristuminen</p> <p>Sormien/raajojen puristuminen yksittäisen valssin tai kuljetustelineen laskemisen yhteydessä.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 4</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 9</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Pidetään taakkaan turvallinen etäisyys ja tuetaan laskuja vain taakan sivulta, eikä taakan alta.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 4</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 1</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
	<p>VALMIS ID: T63203</p>

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>putoaminen, liukastuminen, suojaamattomat aukot</p> <p>Valssinkuljetusajoneuvoon kiipeäminen. Ajoneuvoon kiivetään sen runkoon tehtyjä askelmia pitkin. Askemat ovat pystysuorat, syvyydeltään lyhyet ja lattioista kulkeutuvan öljyn myötä liukkaat. Ajoneuvon ohjaamo sijaitsee noin 1,5 metrin korkeudessa, joten pudotessa riski vakaville vammoille olemassa.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Ohjaamon rakenteiden reunaan on pyritty lisäämään useita käsitukia, joista voi kiivetessä ottaa kiinni. Askelmia ei voi tuoda ajoneuvosta ulospäin koska sen on mahduttava kulkemaan kapeista väleistä tehtaan käytävillä.</p> <p>Riskistä varoitetaan pintavalssien vaihdon työohjeen yhteydessä.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 23</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
	<p>VALMIS ID: T63221</p>

Liite 2. SIN2, Pintavalssien kuljetus ja nostot.

SARA-turvallisuustarkastelu.

1 (3)



TYÖPAIKAN TAI TYÖTEHTÄVÄN TURVALLISUUSTARKASTELU

VALMIS

Tehdas	Hämeenlinnan terästehtas
Toiminto	Kylmävalssaus ja sinkitys
Alitoiminto	Kunnossapito
Tarkastelun kohde	SIN2, Pintavalssien kuljetus ja nostot

Määrittely

Työnumero	
Laitenumero	32665
Tilaaaja	██████████
Muu projekti, seisokki tai pienryhmä	
Investointivuosi	
Investointiprojekti	
Tarkastelu laadittu	19.10.2004
Laatijahenkilö	██████████ SSAB
Turvallisuustarkasteluun osallistujat	██████████
	02.08.2021
	██████████

Kohteen määrittely

Tämän työn riskienarviointi on tehty vanhalla järjestelmällä joka löytyy I-hakemistosta

02.08.2021


Vanhon järjestelmän arviointi kadonnut, tehty kokonaan uusi.


LIITEDOKUMENTIT

TYÖPAIKKAAN KUULUVAT VAKANSIT


VAARATEKIJÄLUETTELO


Turvallisuustarkastelurivejä yhteensä 4

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>putoavat tai kaatuvat esineet tai rakenteet, taakka</p> <p>Valssit nostetaan nosturilla laakerointivaunusta niiden siirtelyyn tarkoitettun kuljetusauton kyytiin. Nostettavat kappaleet ovat painavia, taakan heijaaminen tai huono kiinnitys aiheuttaa riskin iskuille tai taakan putoamiselle.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Valssien yksittäisten nostojen vähentämiseksi niille on oma kuljetusteline/kehto. Sen avulla saadaan nostettua kaksi valssia auton kyytiin samanaikaisesti. Teline tulee valsseja kuljetuksen aikana sekä nostojen vähentämisellä pienentää niiden aiheuttamaa tapaturmariskiä. Huomautus riskistä työhöjeseen.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 2</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
VALMIS ID: T63204	

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>liikkuvien nostureiden, koneiden tai ajoneuvojen aiheuttama tapaturma, ajoneuvot</p> <p>Valssit kuljetetaan kuljetusajoneuvolla valssihiomoon, reitti kulkee tehtaan läpi sekä sen ulkoalueilla. Riskinä muu liikenne, nostureiden alta kulkeminen, trukkien kanssa törmäminen ja ahtaista väliköistä ajaminen. Sinkki 2 tapauksessa väli jossa valsseja säilytetään on erityisen haasteellinen kun sinne tarvitsee peruuttaa. Lisäksi matkalla joutuu kulkemaan automaattinosturin alueen läpi</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Tehdasalueen liikennesääntöjen noudattaminen, erityinen varovaisuus. Nostureita väistetään, trukkiluennetta seurataan.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 2</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p> <p>Automaattinosturin alueen läpi kuljettaessa tulee huolehtia että valoverhot laitetaan kulkemisen jälkeen takaisin toimintaan.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
VALMIS ID: T63205	

3 (3)

<p>Vaaratekijä ja -tilanne esineisiin satuttaminen, puristuminen</p> <p>Sormien/raajojen puristuminen yksittäisen valssin tai kuljetustelineen laskemisen yhteydessä.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5 Altistumisen taajuus: 1,5 Seurausten vakavuus: 4 Altistuvien henkilöiden lkm: 1 Riskin taso: 9</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan) Pidetään taakkaan turvallinen etäisyys ja tuetaan laskuja vain taakan sivulta, eikä taakan alta.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1 Altistumisen taajuus: 1,5 Seurausten vakavuus: 4 Altistuvien henkilöiden lkm: 1 Riskin taso: 1</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: Altistumisen taajuus: Seurausten vakavuus: Altistuvien henkilöiden lkm: Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
<p>VALMIS ID: T63206</p>	

<p>Vaaratekijä ja -tilanne putoaminen, liukastuminen, suojaamattomat aukot</p> <p>Valssinkuljetusajoneuvoon kiipeäminen. Ajoneuvoon kiivetään sen runkoon tehtyjä askelmia pitkin. Askemat ovat pystysuorat, syvyydeltään lyhyet ja lattioista kulkeutuvan öljyn myötä liukkaat. Ajoneuvon ohjaamo sijaitsee noin 1,5 metrin korkeudessa, joten pudotessa riski vakaville vammoille olemassa.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5 Altistumisen taajuus: 1,5 Seurausten vakavuus: 15 Altistuvien henkilöiden lkm: 1 Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan) Ohjaamon rakenteiden reunaan on pyritty lisäämään useita käsitukia, joista voi kiivetessä ottaa kiinni. Askelmia ei voi tuoda ajoneuvosta ulospäin koska sen on mahduttava kulkemaan kapeista väleistä tehtaan käytävillä. Riskistä varoitetaan pintavalssien vaihdon työohjeen yhteydessä.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1 Altistumisen taajuus: 1,5 Seurausten vakavuus: 15 Altistuvien henkilöiden lkm: 1 Riskin taso: 23</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: Altistumisen taajuus: Seurausten vakavuus: Altistuvien henkilöiden lkm: Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
<p>VALMIS ID: T63220</p>	

Liite 3. SIN3, Pintavalssien kuljetus ja nostot.

SARA-turvallisuustarkastelu.

1 (3)



TYÖPAIKAN TAI TYÖTEHTÄVÄN TURVALLISUUSTARKASTELU

VALMIS

Tehdas	Hämeenlinnan terästehdas
Toiminto	Kylmävalssaus ja sinkitys
Alitoiminto	Kunnossapito
Tarkastelun kohde	SIN3, Pintavalssien kuljetus ja nostot

Määrittely

Työnumero	
Laitenumero	36710
Tilaaja	██████████
Muu projekti, seisokki tai pienryhmä	
Investointivuosi	
Investointiprojekti	
Tarkastelu laadittu	19.10.2004
Laatijahenkilö	██████████ SSAB
Turvallisuustarkasteluun osallistujat	██████████
	02.08.2021
	██████████

Kohteen määrittely

Tämän työn riskienarviointi on tehty vanhalla järjestelmällä ja löytyy I-hakemistosta

02.08.2021

Vanhon järjestelmän arviointi kadonnut, tehty kokonaan uusi.


LIITEDOKUMENTIT


TYÖPAIKKAAN KUULUVAT VAKANSIT


2 (3)


VAARATEKIJÄLUETTELO

Turvallisuustarkastelurivejä yhteensä 4

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>putoavat tai kaatuvat esineet tai rakenteet, taakka</p> <p>Valssit nostetaan nosturilla laakerointivaunusta niiden siirtelyyn tarkoitettun kuljetusauton kyytiin. Nostettavat kappaleet ovat painavia, taakan heijaaminen tai huono kiinnitys aiheuttaa riskin iskuille tai taakan putoamiselle.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 10</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 15</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Oma kuljetusteline/kehto teloille pienentää kokonaisnostojen määrää.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1</p> <p>Seurausten vakavuus: 10</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 10</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
<p>VALMIS ID: T63215</p>	

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>liikkuvien nostureiden, koneiden tai ajoneuvojen aiheuttama tapaturma, tehdasliikenne</p> <p>Valssit kuljetetaan kuljetusajoneuvolla valssihiomoon, reitti kulkee tehtaan läpi sekä sen ulkoalueilla. Riskinä muu liikenne, nostureiden alta kulkeminen, trukkien kanssa törmäminen ja ahtaista väliköistä ajaminen.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Tehdasalueen liikennesääntöjen noudattaminen, erityinen varovaisuus. Nostureita väistetään, trukkiliiikennettä seurataan.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 2</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
<p>VALMIS ID: T63213</p>	

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>esineisiin satuttaminen, puristuminen</p> <p>Sormien/raajojen puristuminen yksittäisen valssin tai kuljetustelineen laskemisen yhteydessä.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 4</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 9</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Pidetään taakkaan turvallinen etäisyys ja tuetaan laskuja vain taakan sivulta, eikä taakan alta</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 0,1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 4</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 1</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
	<p>VALMIS ID: T63214</p>

<p>Vaaratekijä ja -tilanne</p> <p>putoaminen, liukastuminen, suojaamattomat aukot</p> <p>Valssinkuljetusajoneuvoon kiipeäminen. Ajoneuvoon kiivetään sen runkoon tehtyjä askelmia pitkin. Askemat ovat pystysuorat, syvyydeltään lyhyet ja lattioista kulkeutuvan öljyn myötä liukkaat. Ajoneuvon ohjaamo sijaitsee noin 1,5 metrin korkeudessa, joten pudotessa riski vakaville vammoille olemassa.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1,5</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 34</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (HUOM! Koneeseen liittyvät tehdään konepäätöksen mukaan)</p> <p>Ohjaamon rakenteiden reunaan on pyritty lisäämään useita käsitukia, joista voi kiivetessä ottaa kiinni. Askelmia ei voi tuoda ajoneuvosta ulospäin koska sen on mahduttava kulkemaan kapeista väleistä tehtaan käytävillä.</p> <p>Riskistä varoitetaan pintavalssien vaihdon työohjeen yhteydessä.</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys: 1</p> <p>Altistumisen taajuus: 1,5</p> <p>Seurausten vakavuus: 15</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm: 1</p> <p>Riskin taso: 23</p>
<p>Turvallisuustoimenpide (Jäljellejäävän riskin pienentämiseksi)</p>	<p>Riskin tason arviointi</p> <p>Todennäköisyys:</p> <p>Altistumisen taajuus:</p> <p>Seurausten vakavuus:</p> <p>Altistuvien henkilöiden lkm:</p> <p>Riskin taso:</p>
<p>Vastuuhenkilöt</p> <p></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Toimenpiteet toteutettu</p>	
	<p>VALMIS ID: T63219</p>

Liite 4. Sähköauton tulipalo rajatussa tilassa.

Ohjekortti 12/2022. Suomen Palopäällystiitto.



SUOMEN PALOPÄÄLLYSTÖLIITTO
FINLANDS BRANDBEFÄLSFÖRBUND



bb

OHJEKORTTI 12/2022

Perustuu Joonatan Suosalon tekemään Helsingin pelastuslaitoksen ohjeeseen (13.10.2022)

SÄHKÖAUTON TULIPALO RAJATUSSA TILASSA

1. PELASTA

- Eristä alue ja pelasta vaarassa olevat
- Estä kulku pysäköintilaitokseen ja ympäröiviin tiloihin
- Yhteistyö poliisin ja kohteen järjestyksenvalvojen kanssa

2. SAMMUTA

- Suorita nopea palavan auton sammutus ilmavirtauksen "yläpuolelta"
- Varmista lisävesi ja suojapari sammutukseen
- Suojaustasona paloasu ja paineilmalaitte

3. TUNNISTA

- Tunnista automalli ja käyttövoima, avaa tarvittavat tietokannat
- (Mikäli sähköauto palaa, tee latauspiste jännitteettömäksi)
- Katkaise pelastus-silmukka mikäli valmistaja suosittelee sitä

4. SAVUNPOISTO

- Järjestä savunpoisto tiloista
- Eristä alue johon savu poistetaan ulkoilmassa

5. ARVIOI TILANNE

- Arvioi, että onko palo päässyt akustoon (akkupalon merkit)
- Käytä apuna tietokantoja akuston sijainnin arviointiin
- Jos akkupalo -> varmista resurssien riittävyys (vähintään kolme sammutusparia, suojapari ja säiliöyksikkö)

6. JÄÄHDYTÄ

- Jäähdytä akustoa sammutusaukon tai savun purkautumissaukon kautta
- Suojaustasona paloasu ja paineilmalaitte

7. TARKKAILE

- Arvioi lämpökameran avulla jäähdyttääkö sammutusvesi akustoa
- Muodostuuko akustosta vielä palon merkkejä

8. SAMMUTUSVESIEN TALTEENOTTO

- Akkukemikaalien kanssa kosketuksiin joutunut sammutusvesi luokitellaan ongelmajätteeksi
- Estä sammutusveden pääsy viemäreihin mikäli mahdollista
- Ilmoita jätevedenpuhdistamolle mikäli sammutusvettä päässyt viemäriin

9. JÄRJESTÄ HINAUS

- Sammuttamisen jälkeen tilassa 1h jälkivartiointi ennen siirtoa
- Arvioi tilan korkeuden perusteella sopiva hinausauto
- Arvioi voiko hinausrittäjä mennä tiloihin vai suoritetaanko pelastushenkilöstölle pikakoulutus hinausauton käytöstä
- Varmista sammutusvalmius myös hinauksen aikana

10. JÄLKIVARTIOINTI JA TILANTEEN PURKU

- Määritä paikka minne hinattu auto siirretään
- Auton jälkivartiointi paikassa, jossa ei leviämisaavaa, vähintään 24h
- Tilanteen jälkeen altistumisen vähentäminen "puhtaan paloseman" periaatteiden mukaisesti

SÄHKÖAUTON TULIPALO RAJATUSSA TILASSA

TULIPALO SÄHKÖAUTON AKUSTOSSA