

PUOLIAUTOMAATTISEN NOSTURIN AUTOMATISOIN-
TIIN VAADITTAVAT MEKAANISET MUUTOKSET

Piirala Petri

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Petri Piirala	Vuosi	2021
Ohjaaja	DI Petri Kesälahti		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy		
Työn nimi	Puoliautomaattisen nosturin automatisointiin vaadittavat mekaaniset muutokset		
Sivu- ja liitesivumäärä	36		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä mekaanisia muutoksia puoliautomaattisen nosturin automatisointi vaatii. Työ toteutettiin Outokumpu Stainless Torniolle, joka on yksi johtavista ruostumattoman teräksen tuottajista. Puoliautomaattinen nosturi, mitä tarkasteltiin, on käytössä Tornion tehtaan terässulattolla.

Työssä perehdyttiin yleisesti työturvallisuuteen terästehtailla, koneturvallisuutta käsitteleviin standardeihin sekä riskien arviointiin ja niiden hallintaan. COVID-19 aiheuttama pandemia rajoitti tehtaalle pääsyä, jonka vuoksi materiaalin kerääminen hankaloitui. Hankitun aineiston perusteella pystyttiin kuitenkin kartoittamaan nosturin käytöstä aiheutuvia riskejä sekä niiden hallitsemista.

Työn tulokseksi saatiin suunnitelma nosturin turva-alueen rajaamisesta sekä tarvittavista turvalaitteista. Outokumpu pystyy työn tulosten perusteella tekemään tarvittavat mekaaniset muutokset, joita nosturin automatisointi vaatii.

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Petri Piirala	Year	2021
Supervisor	Petri Kesälahti, M.Sc. (Tech)		
Commissioned by	Outokumpu Stainless		
Subject of thesis	Mechanical Modifications Required to Fully Automate a Semi-automatic Crane		
Number of pages	36		

The goal of this thesis was to find out what mechanical modifications are required to fully automate a semi-automatic crane. The work was carried out for Outokumpu Stainless Tornio, which is one of the leading stainless-steel manufacturers. The semi-automatic crane that was considered is in use at the steel melting shop at Tornio plant.

This thesis focused on occupational safety in steel mills, standards for machine safety as well as risk assessment and management. The pandemic caused by COVID-19 restricted access to the plant, making it difficult to collect material. However, based on the acquired data, it was possible to map the risks arising from the use of the crane and how to manage these risks.

The result of this thesis was a plan of the crane's safety area and the necessary machine safety devices. Based on the results of the thesis, Outokumpu will be able to make the mechanical modifications required to fully automate the crane.

Key words

crane, machine safety, risk assessment

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 OUTOKUMPU STAINLESS TORNIO	7
2.1 Outokummusta yleisesti	7
2.2 Outokumpu Tornio terässulatto	7
3 SILTANOSTURIT	10
3.1 Puoliautomaattinosturi	11
3.2 Täysautomaattinosturi	12
4 TYÖTURVALLISUUS TERÄSTEHTAILLA	13
4.1 Yleiset näkökohdat työturvallisuudessa	13
4.2 Työturvallisuus Outokummulla	15
5 KONETURVALLISUUS	18
5.1 Riskien arviointi	18
5.2 Nosturiturvallisuus ja vaaratekijät	22
5.3 Turvalaitteiden valinta automaattisen nosturin liikealueelle	24
6 AIHIOHALLIN NOSTURIN TURVA-ALUEEN SUUNNITTELU	26
7 POHDINTA	33
LÄHTEET	35

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AOD	Argon-Oxygen-Decarburisation (Metallinjalostajat ry 2014)
LTIFR	Lost Time Injury Frequency Rate (World Steel Association 2017)
SBO	Turvallisuuskäyttäytymishavainto (Outokumpu 2021a)
TIFR	Total Injury Frequency Rate (Outokumpu 2018)

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Outokummun aihiohiomon osittain automa-
tisoitua nosturia sekä sen toiminta-aluetta ja tavoitteena on pyrkiä selvittämään
mahdollisuutta muuttaa nosturi täysin automaattiseksi kohtuullisilla kustannuk-
silla. Täysin automaattinen nosturi tehostaa tuotantoa ja vapauttaa operaattoreita
samalla muihin tehtäviin. Lisäksi automaatiolla nosturia voitaisiin ohjata tuotan-
nonohjausjärjestelmän kautta, jolloin tehokkuus paranisi ja tiedonsiirto olisi var-
mempaa. Nosturin täysi automatisointi vaatii vain ohjelman muutoksen, joten
työssä tarkastellaan pääosin nosturin toiminta-alueeseen vaadittavia mekaanisia
muutoksia sekä alueen turvallisuutta.

Nosturimalleja on useita ja niitä käytetään monipuolisesti teollisuudessa erilaisten
kappaleiden siirtoon ja käsittelyyn. Tässä työssä keskitytään ainoastaan siltanos-
tureihin. Nykyisin automaatio näkyy myös nostureiden ajossa. Osa nostureista
toimii täysin automaattisesti ja joissakin tapauksissa vain osa nosturin toimin-
noista on automatisoitu. Joissakin tapauksissa täysi automatisointi on vaikea to-
teuttaa turvallisesti ja kustannustehokkaasti.

Opinnäytetyön pohjana käytetään aineistoa, mikä on kerätty useista verkkoläh-
teistä sekä kirjoista. Aineistoa kerätään myös jonkin verran tekemällä havaintoja
tehtaalla. Vallitsevan koronatilanteen vuoksi tehtaalla kulkua on kuitenkin rajattu,
jonka vuoksi havainnointia tehtaalla ei pystytty tekemään toivotunlaisesti.

2 OUTOKUMPU STAINLESS TORNIO

Opinnäytetyössä tarkasteltava puoliautomaattinen nosturi sijaitsee Torniossa Outokummun terästehtaalla. Tässä luvussa käsitellään ensin Outokumpua yleisesti ja tämän jälkeen tarkastellaan, miten ruostumatonta terästä valmistetaan Tornion terässulatolla.

2.1 Outokummusta yleisesti

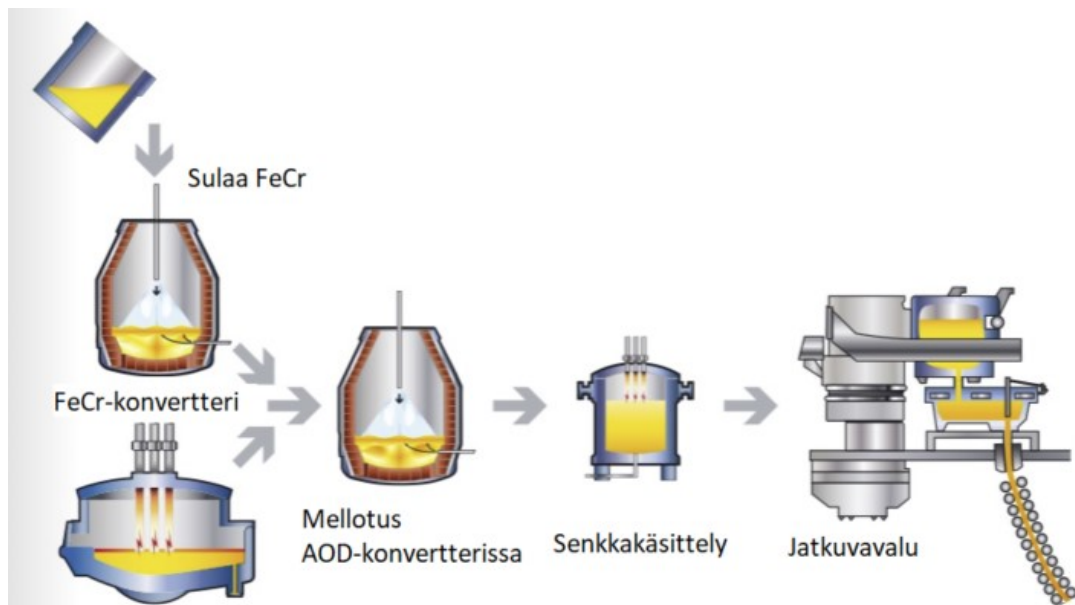
Outokumpu on ruostumattoman teräksen suurimpia tuottajia koko maailmassa. Outokummun asema perustuu kykyyn räätälöidä ruostumatonta terästä lähes mihin tahansa muotoon ja käyttötarkoitukseen. Ruostumaton teräs on ympäristöä säästävä, kierrätettävä ja luja materiaali, joka on suunniteltu kestämään kymmeniä vuosia. Yhteiskunnan perusrakenteiden ja kuuluisien maamerkkien lisäksi Outokummun asiakkaat valmistavat ruostumattomasta teräksestä tuotteita kotitalouksien ja teollisuuden käyttöön. (Outokumpu 2021b.)

Outokumpu toimii maailmanlaajuisilla ruostumattoman teräksen markkinoilla. Ruostumattoman teräksen maailmanlaajuisen kulutuksen kasvaminen on monin tavoin vastaus tarpeeseen löytää pitkäikäisiä ja kestäviä ratkaisuja maailman tämän hetken tärkeimpiin haasteisiin. Euroopassa Outokumpu on markkinajohtaja noin 30 %:n osuudella ja Yhdysvalloissa toiseksi suurin noin 20 %:n osuudella. Outokummun liiketoiminta on jaettu neljään liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Europe, Americas, Ferrochrome ja Long Products. Pääkonttori on Helsingissä ja niiden palveluksessa on noin 10 000 ammattilaista yli 30 maassa. (Outokumpu 2021b.)

2.2 Outokumpu Tornio terässulatto

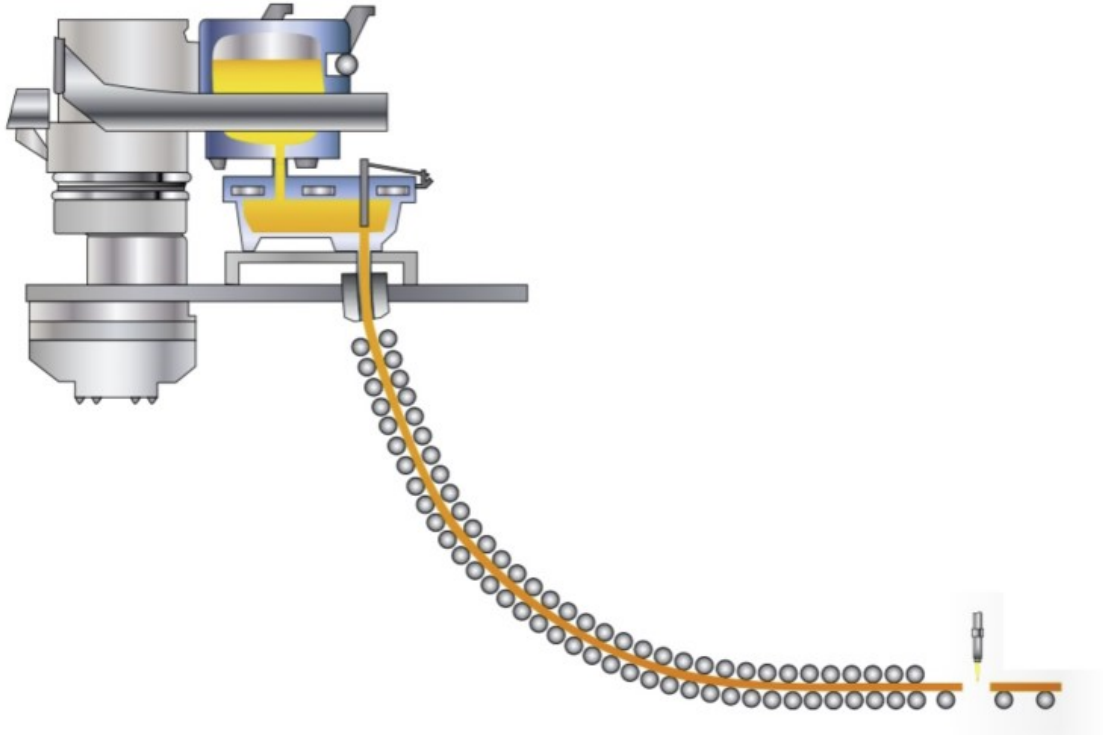
Tornion tehtaan terässulatolla on kaksi tuotantolinjaa. Kuvassa 1 on esitelty ruostumattoman teräksen valmistus Outokummun Tornion terästehtaalla. Terässulatolla lastataan kierrätysterästä romukoreihin, jotka sitten panostetaan valokaariuuniin. Valokaariuunissa teräs sulatetaan valokaaren avulla ja siihen lisätään osa

seosaineista. Sula teräs kaadetaan siirtosenkkaan ja kuljetetaan junalla seuraavaan prosessipaikkaan, joka on mellotus AOD-konvertterissa. AOD-konvertteri on suuri astia, joka on vuorattu tulenkestävillä tiilillä. Siellä teräkseen johdetaan prosessikaasuja konvertterin alaosassa olevien suuttimien kautta. Tätä kutsutaan mellotukseksi. Mellotuksen alkuvaiheessa sulaan voidaan puhaltaa kaasuja myös päältäpuhalluslanssilla. Tämän jälkeen sula kaadetaan valusenkkaan kuljetusta ja jatkokäsittelyä varten. Seostus viimeistellään ja sula teräs lämmitetään haluttuun lämpötilaan. Tämän jälkeen sula teräs on saatettava kiinteään muotoon jatkokäsittelyä varten. Sulan teräksen lämpötilan laskiessa se jähmettyy. Tämä tehdään jatkuvavaluna. (Metallinjalostajat ry 2014, 40-41; Outokumpu 2021c.)



Kuva 1. Ruostumattoman teräksen valmistus Outokumpu Tornion tehtaalla (mukaan Metallinjalostajat ry 2014, 41)

Jatkuvavalussa sula lasketaan senkasta välialtan kautta vesijähdytteiseen kokilliin ja näin muodostuu valunauha. Valunauhaa jäähdytetään kokillin alapuolella olevassa toisiojäähdytysvyöhykkeessä. Valunauha leikataan aihioiksi polttoleikkauksella. Aihiot ohjataan rullarataa pitkin joko hiontaan, varastoon tai kuumavalssaamolle. Kuvassa 2 nähdään kaareva jatkuvavalukone ja sen lopussa polttoleikkauksipiste. (Metallinjalostajat ry 2014, 48.)



Kuva 2. Kaareva jatkuvavalukone (Metallinjalostajat ry 2014, 48)

3 SILTANOSTURIT

Siltanosturit soveltuvat hyvin vaativiin tuotanto- ja kunnossapitotehtäviin. Nykyään siltanostureilla voidaan liikuttaa satojen tonniin painoisia kappaleita. Yleensä siltanosturissa on vähintään kaksi vaunua. Useampi vaunu mahdollistaa kappaleen noston lisäksi aputoimintoja. Tällainen aputoiminto voi olla esimerkiksi kappaleen kääntäminen ilmassa. Jos nosturissa on enemmän kuin kaksi vaunua, ylimääräiset vaunut ovat kevyempiä ja tarkempia nostoja varten esimerkiksi kunnossapidon käyttöön. Käyttötarkoituksesta riippuen siltanosturissa voi olla ohjaamo tai sitä voidaan ohjata radio-ohjaimella. Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen siltanosturiratkaisu. (Konecranes 2021c.)



Kuva 3. Siltanosturi terässulatolla (GH Cranes & Components 2021)

Siltanostureiden automatisointi tuo monia hyötyjä. Automaatiota hyödyntämällä voidaan muun muassa lisätä työn tehokkuutta sekä vähentää nostotöistä aiheutuvia vaaratekijöitä ja näin ollen parantaa työturvallisuutta. Nosturijärjestelmän

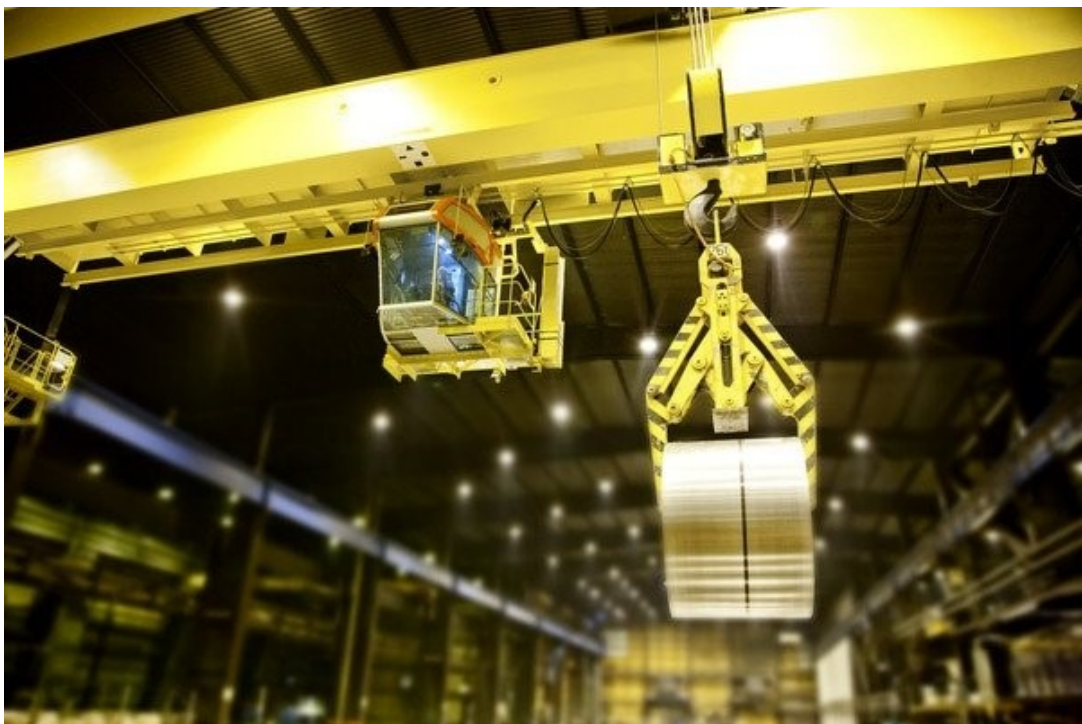
automatisointi voi myös pienentää tuotantokustannuksia. Nostureita pystytään automatisoimaan vaativimpiinkin kohteisiin. (Engineered Lifting Systems 2021.)

Nostureista pystytään luomaan puoliautomaattisia tai täysin automaattisia. Sen sijaan, että korvattaisiin rakenteellisesti täysin kunnossa oleva nosturi uudella, on olemassa oleva järjestelmä mahdollista päivittää automaattiseksi. Kahdessa seuraavassa kappaleessa käsitellään puoliautomaatti- ja täysautomaattinostureiden toimintoja. (Engineered Lifting Systems 2021.)

3.1 Puoliautomaattinosturi

Puoliautomaattinen nosturi on nykyään hyvin yleinen vaihtoehto. Nosturi on edelleen käsin ohjattava, mutta osa toiminnoista on automatisoitu. Näitä toimintoja voivat olla esimerkiksi nosto, lasku tai siirto. Toiminnot voivat olla myös vain osittaisia ja joillakin alueilla nosturia voidaan hidastaa tai nopeuttaa tilanteen mukaan. (Konecranes 2021a.)

Kuvassa 4 nähdään yksi esimerkki puoliautomaattinosturista. Operaattori voi ohjata osaa nosturin toiminnoista, mutta esimerkiksi rullien varastopaikat voi olla ohjelmoitu nosturiin niin, että kuljetus niille tapahtuu automaatiolla.



Kuva 4. Puoliautomaattinosturi kylmävalssaamolla (Konecranes 2021b)

Puoliautomaattinen nosturi sopii sellaisiin tehtäviin, joita toistetaan usein, mutta jotka silti vaativat operaattorin huomiota. Nosturi sopii myös sellaisiin prosessi-paikkoihin, missä vaara-alueita on mahdotonta eristää kokonaan siellä työskentelevien ihmisten takia. (Altmann 2021.)

Puoliautomaattinen nosturi käy jatkuvaa vuoropuhelua sen käyttäjän kanssa. Ohjausjärjestelmä sallii vain seuraavan oikean prosessivaiheen, kuten esimerkiksi siirtymisen kohteeseen ennalta määritellyä reittiä pitkin. Käyttäjän hyväksynnän jälkeen nosturi lähtee liikkumaan kohti seuraavaa kohdetta. Ilman tätä hyväksyntää nosturi pysähtyy ja muuttaa järjestelmän turvalliseen tilaan. Jos kuljettaja siirtää puoliautomaattinosturin törmäysalueelle manuaalisen ohjauksen aikana, nosturi pysähtyy automaattisesti. (Altmann 2021.)

3.2 Täysautomaattinosturi

Täysin automaattinen nosturi suorittaa liikkeet käyttäjän asettamien asetusten mukaan. Automaatiikka lisää turvallisuutta vaativissa nostoissa ja tuo tehokkuutta toistuviin nostoihin. Ohjausjärjestelmän kautta nosturille voidaan asettaa jonoon useita tehtäviä ja nosturi suorittaa ne itsenäisesti. Poikkeustapauksissa automaattista nosturia voi myös ohjata manuaalisesti radio-ohjaimella. (Konecranes 2021b.)

Täysin automaattinen nosturi mahdollistaa nopean, tarkan ja turvallisen materiaalin käsittelyn. Täysautomaattinosturi on erittäin hyvä vaihtoehto silloin kun jouduttaisiin työskentelemään vaarallisessa ympäristössä tai äärimmäisissä prosessiolosuhteissa (Konecranes 2021a). Automaattinostureihin voidaan lisätä myös antureita, jotta ne toimisivat mahdollisimman sulavasti. Anturit tarjoavat lisätietoa ympäristöstä ja niiden avulla ohjausjärjestelmän toimintoja voidaan räätälöidä yhä pidemmälle. (Sensor Partners 2021.)

4 TYÖTURVALLISUUS TERÄSTEHTAILLA

Tässä luvussa käsitellään yleisesti työturvallisuutta terästehtailta ja mitä erilaisia vaaratekijöitä erityisesti terästehtailta täytyy huomioida. Luvussa esitellään myös lyhyesti työturvallisuutta ja -terveyttä koskevaa lainsäädäntöä. Lopuksi käsitellään työturvallisuutta Outokummulla ja miten sitä pyritään parantamaan jatkuvasti.

4.1 Yleiset näkökohdat työturvallisuudessa

Työturvallisuuden näkökulmasta terästehtas on vaarallinen työskentely-ympäristö. Työntekijöiden terveys ja turvallisuus ovat ratkaisevan tärkeitä, koska ne vaikuttavat sekä taloudellisiin että sosiaalisiin tekijöihin. On välttämätöntä, että terästehtaan johto tunnustaa turvallisten työympäristöjen edut ja ottaa asteittain käyttöön turvallisuusjohtamiskäytännöt vaarallisten tapahtumien estämiseksi, tuotannon ja työvoiman menetysten sekä onnettomuuksien välttämiseksi. Turvallisuuskäytäntöjen noudattaminen auttaa myös parantamaan työntekijöiden turvallisempia työskentelytapoja, ylläpitämään tarkkoja prosessiturvallisuustietoja ja lisäämään tehtaan yleistä tuottavuutta. Turvallinen työpaikka edistää myös tehtaan kilpailukykyä sekä ekonomista hyötyä. (Satyendra 2013.)

Terästehtaan johdolla on velvollisuus varmistaa, että työpaikka ja työpaikan toimintatavat ovat turvallisia. Turvalliselle työskentelylle on määritelty lakisääteiset vaatimukset. Turvallinen työskentely lyhentää myös seisonta-aikaa, parantaa työntekijöiden moraalia ja edistää järjestelmällistä työskentelyä, mikä vähentää merkittävästi tuotantokustannuksia ja lisää taloudellisia säästöjä. (Satyendra 2013.)

Terästeollisuuden työntekijät kohtaavat monia turvallisuusriskejä työn luonteen vuoksi. Organisaatiossa hallitsevan kulttuurin katsotaan vaikuttavan siihen, kuinka hyvin turvallisuusmenetelmiä ja -määräyksiä noudatetaan organisaatiossa. Ihmisten ja fyysisen omaisuuden suojeleminen kuuluu terveyden ja turvallisuuden ammattilaisille. Työympäristön tekijät kuten kemikaalit, melu ja ergonomia ovat tärkeässä roolissa arvioitaessa työntekijöiden terveyttä ja hyvinvointia. Ne

vaikuttavat myös merkittävästi organisaation tulokseen. Tämän takia työympäristön riskienhallinta on suuri huolenaihe jokaiselle organisaation johtajalle sekä sen terveysterveys- ja turvallisuusammattilaiselle. (Kumar 2018, 31.)

Terästeollisuuden työympäristössä on paljon vaaratekijöitä. Näihin kuuluvat tyypillisesti fyysiset vaarat, joita ovat esimerkiksi melu, värinä, ääriämpötilat, ionisoiva ja ionisoimaton säteily. Muita vaaroja ovat hengitettävät aineet (kaasut, pölyt ja höyryt), kemikaalit, työskentely suljetuissa tiloissa, ergonomia, liukastumiset, kompastumiset, putoaminen korkealta, putoavat esineet sekä palovammat. Terässulatolla vaaratekijöitä aiheuttavat erityisesti nestemäinen metalli, räjähdykset, nosturiliikenne sekä muut liikkuvat laitteet. (Kumar 2018, 31.)

World Steel Association on voittoa tavoittelematon organisaatio, jonka tavoitteena on toimia terästeollisuuden suunnannäyttäjänä ympäristö- ja turvallisuusasioissa. Sen tavoitteena on myös ajaa maailmanlaajuisia parannusaloitteita liittyen ympäristönsuojeluun, teknologiaan ja turvallisuuteen. Organisaatio on aloittanut toimintansa jo vuonna 1967 ja on saanut vuosien aikana paljon tunnustusta toiminnastaan. (World Steel Association 2021.)

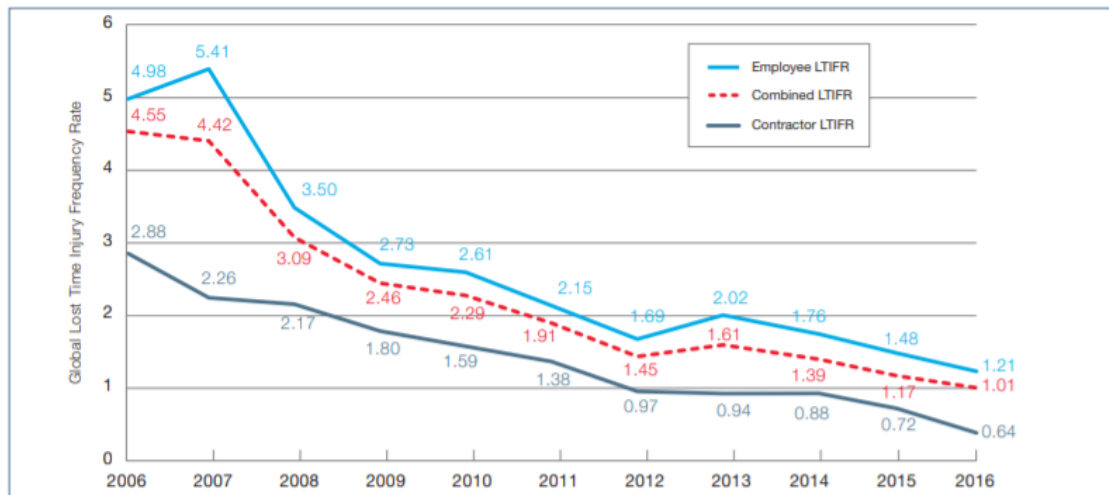
World Steel Association on julkaissut monia turvallisuusraportteja ja heidän mukaansa johtajuus on turvallisen ja terveen työympäristön avain. Terästehtaan johdolla on velvollisuus varmistaa, että kaikki työntekijät ja urakoitsijat ovat koulutettuja ja saavat tarvittavat työkalut sekä ohjeistuksen turvalliseen työskentelyyn. (World Steel Association 2017, 5.)

Useimmissa maissa on oma työturvallisuutta ja -terveyttä koskeva lainsäädäntö. Monet teräksenvalmistajat noudattavat myös kansainvälisiä työterveys- ja työturvallisuusstandardeja. Esimerkkejä tällaisista standardeista on OHSAS 18001 sekä ISO 45001. ISO 45001 -standardi pyrkii parantamaan yritysten työntekijöiden terveyttä ja turvallisuutta, vähentämään työpaikkojen riskitekijöitä sekä luomaan terveellisempiä ja turvallisempia työolosuhteita (SFS 2021). Näiden standardien noudattaminen osoittaa yrityksen sitoutumisen jatkuvasti tarkistaa ja parantaa työturvallisuutta ja terveyttä työpaikalla. (World Steel Association 2017, 5.)

World Steel Association (2017, 2) on kerännyt turvallisuusdataa jäseniltään. Datat perusteella voidaan todeta, että terästeollisuudessa ollaan menossa koko

ajan parempaan suuntaan, sillä LTIFR (Lost Time Injury Frequency Rate) luku ollut laskussa viimeisen vuosikymmenen ajan (Kuvio 1). LTIFR luvulla tarkoitetaan poissaoloon johtaneiden tapaturmien määrää miljoonaa työtuntia kohti. Vuonna 2006 tämä luku oli 4,55, josta se on laskenut vuoteen 2016 mennessä 1,01:een. Tämä tarkoittaa 78 prosentin laskua. (World Steel Association 2017, 2.)

Global Lost Time Injury Frequency Rate (LTIFR)*



Kuvio 1. Poissaoloon johtaneiden tapaturmien määrä miljoonaa työtuntia kohti (World Steel Association 2017, 2)

Vuonna 2019 Outokummun LTIFR luku oli 1,4. Sen tavoitteensa sille vuodelle oli alle 1,3. (Outokumpu 2019, 5.)

4.2 Työturvallisuus Outokummulla

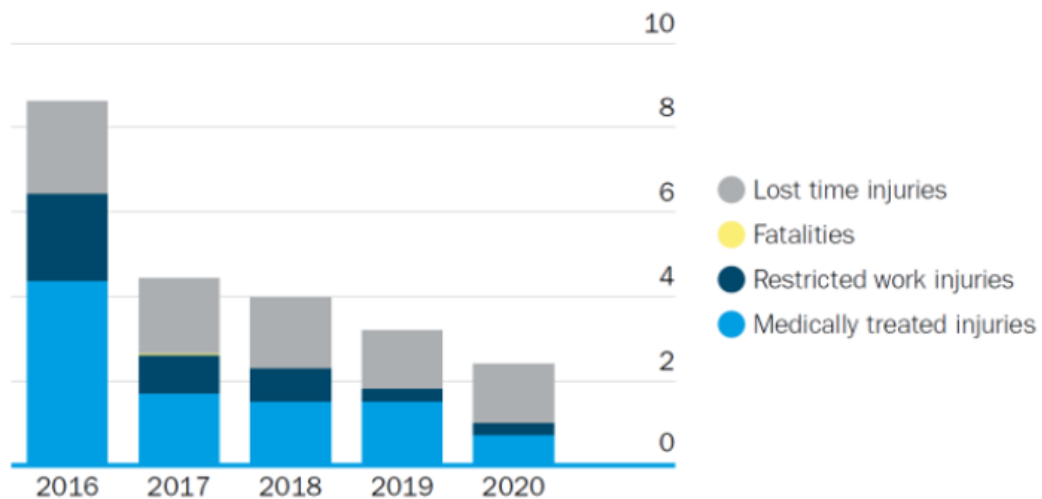
Outokumpu pyrkii olemaan yksi turvallisuuden edelläkävijöistä alalla. Sen visiona on nolla tapaturmaa. Outokummulla on vahva turvallisuuskulttuuri, jota he pitävät yllä luomalla yhteisiä turvallisuusperiaatteita, jakamalla hyviä käytäntöjä ja ottamalla opiksi aikaisemmista tapaturmista sekä vaaratilanteista. (Outokumpu 2021a.)

Outokummun näkemys on se, että korkea turvallisuustaso korreloi laadun ja toiminnan tehokkuuden paranemisen kanssa. Heille henkilökunnan hyvä terveys ja hyvinvointi ovat itsessään olennaisia arvoja. Outokumpu uskoo, että terve ja ku-

koistava työyhteisö on yrityksen menestyksen voimavara. Outokumpu pyrkii tietoisesti yrityskulttuuriin, jossa kaikki päätökset ja toiminta perustuvat alla listattuihin turvallisuusperiaatteisiin:

- Turvallisuus ennen kaikkea: turvallisuus on etusijalla aina, mukaan lukien tuotanto.
- Turvallisuus alkaa yksilöstä: kaikki ovat vastuussa omasta turvallisuudestaan sekä muiden työntekijöiden turvallisuuden huomioimisesta.
- Ei oikoteitä: turvallisia toimintatapoja on noudatettava ja riskit on arvioitava ennen toimimista.
- Ei toistoja: kaikki tapaturmat ja vaaratilanteet tutkitaan niiden toistumisen estämiseksi.

Outokummun perimmäisenä tavoitteena on, että onnettomuuksia ei tapahtuisi ollenkaan ja he ovatkin sitoutuneita parantamaan jatkuvasti turvallisuuskäytäntöjään. Päivittäistä työskentelyä ohjaavat turvallisuusperiaatteet, standardit, ohjeet ja heidän kymmenen kardinaaliturvasääntöään. Turvahavainnot ja turvallisuuskäyttäytymishavainnot (Safety Behavioral Observations, SBOs) käytetään kartoittamaan mahdolliset riskit ja vaaralliset työskentelytavat ennen kuin ne johtavat onnettomuuksiin. Aikaisemmin tapahtuneita tapaturmia ja/tai vaaratilanteita käydään läpi tehtaan työntekijöiden kanssa toimitusjohtajan isännöimässä kuukausittaisessa turvallisuuspalaverissa. (Outokumpu 2021a.)



Kuvio 2. Outokummun TRIFR luvun kehitys (Outokumpu 2021a)

Kuviossa 2 on esitetty, miten Outokummun TRIFR on kehittynyt vuodesta 2016 vuoteen 2020. Outokumpu lanseerasi uudet turvallisuusjohtamisperiaatteet vuonna 2016, jonka seurauksena loukkaantumiset ovat vähentyneet huomattavasti. Vuonna 2020 Outokumpu saavutti parhaimman vuotensa, kun heidän kaikkien työtapaturmien taajuus (Total Injury Frequency Rate, TRIFR) oli 2,4. TRIFR sisältää kuolemaan johtaneet tapaturmat, poissaoloon johtaneet tapaturmat, korvaavan työn tapaukset ja ensihoitoa vaatineet tapaukset miljoonaa työtuntia kohti. (Outokumpu 2018, 6.)

5 KONETURVALLISUUS

Koneturvallisuudella tarkoitetaan, sitä että koneen osat ja toiminnot on suunniteltu niin, ettei niistä aiheudu tapaturman tai terveyden vaaraa (Työsuojeluhallinto 2008, 3). Koneiden turvallisuutta koskevat monet erilaiset säädökset, kuten esimerkiksi lait ja direktiivit. Suomessa on vuonna 1994 tullut voimaan monet EU:n direktiivit, ensin ETA-sopimuksen ja sitten EU-jäsenyyden myötä. Koneturvallisuutta käsittelee konedirektiivi, jota täsmentävät eurooppalaiset EU-standardit. Konedirektiivi koskee suurinta osaa Suomessa myynnissä olevia ja täällä valmistettavia koneita sekä Suomessa käyttöön otettavia koneita. (Siirilä 2008, 15.)

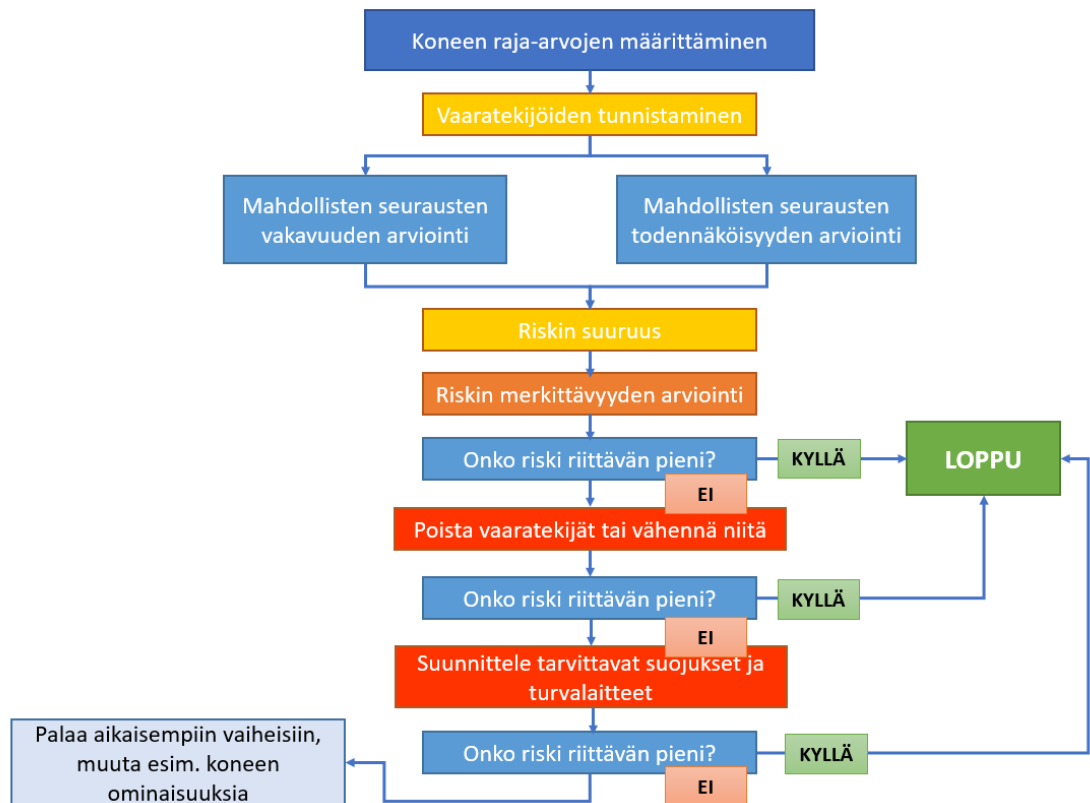
Koneen vaatimusten täyttämistä huolehtii se osapuoli, joka saattaa koneen markkinoille. Tämä voi olla esimerkiksi koneen valmistaja tai sen maahantuoja tai jälleenmyyjä. Koneen valmistaja arvioi sen käytöstä aiheutuvat riskit. Riskien arvioinnista riippuu, täytyykö koneeseen soveltaa muita säädöksiä. Näitä säädöksiä on esimerkiksi kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta sekä valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta. (Työsuojeluhallinto 2008, 4–5.)

5.1 Riskien arviointi

Koneiden turvallisen käytön perustana on niiden käytöstä aiheutuvien vaarojen tunnistaminen sekä vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi ja hallinta. Konedirektiivin mukaan valmistaja on vastuussa siitä, että koneen suunnittelun yhteydessä tehdään riskien arviointi. Tämän jälkeen kone rakennetaan niin, että otetaan huomioon riskien arvioinnin tulokset. (Siirilä 2008, 63.)

Riskillä tarkoitetaan jostain vaaratekijästä mahdollisesti johtuvien seurausten vakavuuden ja seuraukset aiheuttavan tapahtuman todennäköisyyden yhdistelmää (Siirilä 2008, 63). Aloitettaessa koneen käyttöön liittyvien riskien arviointia täytyy ensimmäisenä määritellä koneen raja-arvot, vaarat ja vaaratilanteet, riskien suuruudet sekä riskien merkitys. Konedirektiivin määrää koneen vaaratilanteiden ja -tekijöiden selvittämisen. Näiden selvittämiseksi täytyy ottaa huomioon koneen valmistus, kuljetus, kokoonpano, asennus, käyttöönotto ja koneen tarkoitettu käyttö, myös ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Muita huomioitavia asioita ovat

koneen toiminnot ja tehtävät, joita koneen kanssa työskenneltävien on tarkoitus suorittaa sekä muut ennakoitavissa olevat tilanteet, joissa on mahdollista esiintyä vaaratekijöitä. Kun koneen vaaratekijät ja -tilanteet on tunnistettu, siirrytään niiden arviointiin. Kuviossa 3 on esitetty koneiden riskien hallinnan päävaiheet. (Työsuojeluhallinto 2008, 6–7.)



Kuvio 3. Koneiden riskien hallinnan päävaiheet (mukaillen Siirilä 2008, 64)

Riskien arvioinnissa täytyy ensimmäisenä tunnistaa koneen tai prosessin osat ja ominaisuudet, jotka voivat mahdollisesti aiheuttaa vaaraa. Samalla täytyy myös arvioida vaaraan liittyvän pahimman mahdollisen tapahtuman eniten vahinkoa aiheuttavat seuraukset. (Siirilä 2008, 63.) Koneen vaaratekijöiden ja -tilanteiden arvioinnissa otetaan myös huomioon, millä todennäköisyydellä ennakoitavissa oleva vamma tai terveyshaitta esiintyy sekä niiden vakavuus. Myös vaaratekijöiden ja -tilanteiden esiintymiseen vaikuttavat tekniset ja inhimilliset tekijät tunnistetaan ja analysoidaan. (Työsuojeluhallinto 2008, 7.)

Riskien suuruuden arviointiin on monenlaisia eri menetelmiä. Menetelmissä voidaan painottaa erilaisia asioita. Joissain menetelmissä keskitytään vain ihmisten

tekemien virheiden vaikutukseen, kun taas toisissa menetelmissä keskitytään ai-noastaan koneen vikaantumisen aiheuttamiin riskeihin. Kaikissa menetelmissä on kuitenkin se yhteistä, että riskien arviointi perustuu mahdollisten seurausten vakavuuden ja seurausten toteutumisen todennäköisyyden arvioimiseen. Useimmissa menetelmissä riskin suuruus jaetaan viiteen tasoon, jotka ovat sietämätön riski, merkittävä riski, kohtalainen riski, siedettävä riski ja vähäinen riski. Alla olevassa taulukossa on esitetty toiminnallisen turvallisuuden standardissa SFS-EN 61 508-5 esitetty menetelmä riskien suuruuden arviointiin (Taulukko 1). (Siirilä 2008, 95–96.)

Taulukko 1. Toiminnallisen turvallisuuden standardissa esitetty menetelmä riskien suuruuden arviointiin. (mukaillen Siirilä 2008, 96)

Todennäköisyys	Seuraukset			
	Vähäiset	Kohtalaiset	Vakavat	Katastrofi
Todennäköinen	Merkittävä riski	Sietämätön riski	Sietämätön riski	Sietämätön riski
Mahdollinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski	Sietämätön riski
Satunnainen	Kohtalainen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski
Melko epätodennäköinen	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Epätodennäköinen	Vähäinen riski	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Kohtalainen riski
Äärimmäisen epätodennäköinen	Vähäinen riski	Vähäinen riski	Vähäinen riski	Vähäinen riski

Mahdollisten tapaturman tai terveyshaitan seurausten vakavuutta arvioitaessa täytyy huomioida vahingon laajuus sen mukaan, kohdistuuko seuraus yhteen vai useampaan henkilöön. Useimmiten koneiden liikkuvaista osista johtuvat tapaturmat kohdistuvat vain yhteen henkilöön, kun taas isojen liikkuvien koneiden törmäyksissä tai räjähdystapauksissa saattaa kuolla tai vahingoittua useita ihmisiä. (Siirilä 2008, 97.)

Yleisesti käytetyssä menetelmässä seurausten vakavuuden arvioimisessa, seuraukset jaetaan 11 tasoon välillä 1–100. Ensimmäisen tason eli lukujen 1–10 vahingon vakavuudesta esimerkkinä olisi vain pieni naarmu tai mustelma. Viimeinen taso eli luvut 90–100 kertoisivat erittäin vakavasta seuraamuksesta, kuten

esimerkiksi kahden raajan menetyksestä tai kuolemasta. Nyrkkisääntönä on siis se, että mitä suurempi luku, sen vakavampi seuraus. Taulukossa 2 on esitetty seurausten vakavuudesta ja niiden toteutumisen todennäköisyydestä seuraavat mahdolliset riskin suuruudet. Kuvan lukuarvot on saatu kertomalla vakavuuden ja todennäköisyyden lukuarvot keskenään. (Siirilä 2008, 95–109.)

Taulukko 2. Seurausten vakavuus ja niiden toteutumisen todennäköisyys. (muokailen Siirilä 2008, 109)

Todennäköisyys												
1	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,9	0,9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	
0,8	0,8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	
0,7	0,7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	
0,6	0,6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	
0,5	0,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
0,4	0,4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	
0,3	0,3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
0,2	0,2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
0,1	0,1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		Seurausten vakavuus										

Riskien arviointia tehdessä on kuitenkin hyvä muistaa se, että vaikka koneesta aiheutuva riski arvioitaisiin pieneksi, koneisiin jää silti aina jonkin verran riskejä. Koneen käyttöohjeisiin on kirjattava nämä jäännösriskit. Jäännösriskejä syntyy ihmisen toimintaan liittyvistä epävarmuustekijöistä, kuten esimerkiksi virtakytkimen kääntäminen nolnaan ja sen lukitseminen koneen turva-alueelle mentäessä. (Siirilä 2008, 109.)

Riskin arvioinnin perusteella tehdään tarvittavat turvallisuustoimenpiteet, joilla koneen vaaratekijät pyritään poistamaan ja niiden aiheuttamia riskejä pyritään minimoimaan huomioimalla konedirektiivin turvallisuusvaatimukset sekä muut säädökset. Tavoitteena on saada koneista turvallisia kaikissa ennakoitavissa olevissa tilanteissa koko koneen elinkaaren aikana. (Työsuojeluhallinto 2008, 7.)

5.2 Nosturiturvallisuus ja vaaratekijät

Nostureiden kanssa työskentely sisältää monia riskejä ja vääränlaiset työskentelytavat voivat johtaa onnettomuuksiin, kuolemantapauksiin tai kalliisiin vahinkoihin rakennuksille ja materiaaleille. Tämän vuoksi on tärkeää tiedostaa vaarat ja kuinka niitä voidaan välttää. (Martinelli 2018.)

Siltanosturien kanssa työskennellessä putoavat taakat ovat yksi yleisimmistä ja vaarallisimmista vaaroista. Putoava taakka voi johtaa loukkaantumisiin, kuolemantapauksiin ja rakennusten ja materiaalien vahingoittumiseen. Lisäksi se johtaa myös huomattaviin aika- ja rahakustannuksiin. Taakan putoaminen nosturista voi johtua monesta eri tekijästä. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi käyttäjän epätevyys, taakan luistaminen tai mekaaninen vika. (Martinelli 2018.)

Suurin osa nosturin rakenteellisista vioista ja häiriöistä johtuu siitä, että nosturin taakka painaa liikaa. Mikäli nosturin käyttökapasiteetin ylikuormittaa, on todennäköistä, että siihen tulee rakenteellisia vikoja sekä peruuttamattomia vaurioita. (Martinelli 2018.)

Nosturiturvallisuutta ja niiden vaaratekijöitä mietittäessä täytyy myös huomioida, toimiiko nosturi manuaaliohjauksella vai automaattisesti. Manuaalista nosturia käytettäessä turvallisuus on sen varassa, että käyttäjä hallitsee nosturia jatkuvasti. Tämän takia ohjausjärjestelmän täytyy olla erittäin luotettava eikä nosturi saa toimia yllättävästi edes vikatilanteessa. Automaattisen nosturin liikealue on rajattu, joten sen liikkeitä voidaan ennakoida suhteellisen hyvin ja niihin pystytään varautumaan. Automaattinosturin tapauksessa turvaportit ja -laitteet toimivat suuressa osassa turvallisuuden takaamiseksi. Taulukossa 2 on vertailtu manuaalisesti ohjattavan sekä automaattisen siltanosturin riskejä ja turvallisuusratkaisuja. (Siirilä 2008, 119–120.)

Taulukko 3. Manuaalisesti ohjattavan ja automaattisen siltanosturin riskejä ja turvallisuusratkaisuja. (mukaillen Siirilä 2008, 119–121)

Siltanosturityyppi	Tavallisia huomioon otettavia riskejä	Tyypillisiä turvallisuustoimenpiteitä	Lisähuomautuksia
Manuaalisesti ohjattava	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ihmiset ja koneet voivat liikkua samalla alueella: riskejä koneen käyttäjälle ja ulkopuoliselle. ○ Kone liikkuu laajalla alueella, joten kaikkiin vaaratilanteisiin on vaikea varautua. ○ Koneiden suuri koko ja suuret massat. Tapaturmien seuraukset ovat usein vakavat. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pakko-ohjaus. ○ Hyvä näkyvyys koneen koko toiminta-alueelle. ○ Luotettavat rakenteet ja luotettava ohjausjärjestelmä. ○ Luotettava ja nopea pysähtyminen, luotettava paikoillaan pysyminen. ○ Liikkumisesta varoitettava ääni- tai valomerkki. ○ Muut turvalaitteet. 	Jäljelle jäävä riski on aika suuri.
Automaattinen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Törmäys ○ Puristuminen ○ Kuorman siirtyminen, sortuminen tai putoaminen. ○ Rajapinnat liikkuvan koneen ja kiinteän konejärjestelmän välillä (aukot, puristuminen). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Koneen toiminta-alueen eristäminen aidoilla ja turvalaitteilla. ○ Huomioitavaa, kun ihminen ja kone voivat liikkua samalla alueella: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Ihmisen luotettavasti havaittavat turvalaitteet ➢ Koneen hidas liike ➢ Ohjausjärjestelmän luotettavuus. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Toteutus voi olla vaativa. ○ Mahdollista saavuttaa melko hyvä turvallisuustaso.

Nostureiden kanssa työskenneltäessä on aina vaaroja. Näitä vaaroja voidaan kuitenkin minimoida. Työnantajalla on lakisääteinen velvollisuus tarjota asianmukaista terveys- ja turvallisuuskoulutusta kaikille työntekijöille, jotta he ovat päteviä työssään. Työntekijöitä kouluttamalla lisätään työturvallisuutta, tyytyväisyyttä ja tuottoa, samalla kun loukkaantumiset, kuolemantapaukset, onnettomuudet sekä sairauspoissaolot vähenevät. (Martinelli 2018.)

Nosturin taakan alla ei saa seistä eikä nosturinkuljettaja saa koskaan nostaa taakkaa työntekijän päälle. Nosturin alla ei saisi myöskään seistä eikä taakkaa saa kuljettaa työntekijän yläpuolelta. On erittäin tärkeää, että nämä seikat otetaan huomioon nosturia käytettäessä. (Martinelli 2018.)

Muita huomioitavia tekijöitä nosturiturvallisuudessa on laitteiden huolto ja korjaukset sopivin väliajoin. Määräaikaishuolloilla varmistetaan, että nosturi on turvallisessa käyttökunnossa. Nostureita käytettäessä täytyy myös varmistaa, että selkeät varoitusmerkit näkyvät paikan päällä tarvittaessa. Kaikilla vaaravyöhykkeillä täytyy olla asiaankuuluvat varoitusmerkit, jotka informoivat työntekijöitä

mahdollisista vaaroista. Työnantajan on myös varmistettava, että kaikki työntekijät tietävät ja ymmärtävät kaikki varoitusmerkit, jotta he ovat tietoisia tullessaan vaara-alueelle. (Martinelli 2018.)

5.3 Turvalaitteiden valinta automaattisen nosturin liikealueelle

Turvalaitteiden valinnassa täytyy ottaa huomioon nosturin käytöstä aiheutuvat riskit. Ensisijaisesti on pyrittävä poistamaan kaikki nosturin käytöstä aiheutuvat riskit, mutta tässä tapauksessa riskien poistaminen kokonaan ei ole mahdollista. Tämän takia nosturista aiheutuvan vaaran ja työntekijän kohtaaminen täytyy estää mahdollisimman tehokkaasti. Vaaratilanteiden estämiseksi automaattisen nosturin toiminta-alue täytyy eristää aidoilla ja turvalaitteilla (Siirilä 2008, 121–131.)

Vaara-alueen eristämiseen voidaan käyttää tilanteesta riippuen erilaisia keinoja. Esimerkiksi alueen eristäminen verkkoaidalla on usein yksinkertainen, luotettava ja halpa ratkaisu. Näkyvyys verkkoaidan läpi on myös suhteellisen hyvä, jolloin nosturin liikkeitä on mahdollista seurata turvallisesti turva-alueen ulkopuolelta. Vaaravyöhykkeelle pääsy voidaan estää nosturin toimintaan kytketyillä ovilla missä on sähkölukko (kuva 5) tai esimerkiksi valopuomilla. Valopuomia sekä muita turvalaitteita, johon ihmisen ei tarvitse vaikuttaa, käytetään tapauksissa, joissa vaara-alueelle joudutaan menemään hyvin usein. (Siirilä 2008, 134.)

Kuittauspainike



Kuva 5. Sähkölukon kuittauspainike

Nosturin pysähtyminen kestää pitkään hitausvoimien vuoksi ja kesken liikkeen tehtävä pysäytys voi aiheuttaa tuotteen vaurioitumisen tai muun ei-toivotun tilanteen. Tällöin nosturin liikealueeseen kytketty ovi voidaan suunnitella siten, että sen voi avata vain nosturin ollessa pysähtyneenä. Oven sulkeminen ei saa palauttaa nosturia automaattiohjaukselle ennen kuin kuittauspainiketta on painettu ja uudelleen käynnistyminen voi tapahtua turvallisesti. Kuittauspainikkeen painaminen ei saa käynnistää mitään nosturin toimintoja vaan kuittaus saattaa ohjausjärjestelmän valmiiksi erillistä käynnistyskäskyä varten. Jatkuvasti päällä oleva kuittauskäsky ei saa poistaa turvalaitteen aikaansaamaa pysäytyskäskyä. Tällainen tilanne voi syntyä esimerkiksi kuittauspainikkeen jumittuessa pohjaan. Kuittauspainikkeen on oltava vaaravyöhykkeen ulkopuolella sellaisessa paikassa, josta voidaan nähdä, että kukaan henkilö ei ole vaaravyöhykkeellä. (Siirilä 2008, 192–193.)

6 AIHIOHALLIN NOSTURIN TURVA-ALUEEN SUUNNITTELU

Aihiohallin nosturin turva-alueita suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon aikaisemmin esitetyt vaaratekijät ja riskit, joita voi aiheutua automaattisen nosturin käytöstä. Riskejä ei ole mahdollista poistaa kokonaan, joten nosturin automaattikan myötä alueeseen on tehtävä muutoksia, jotta nosturin toiminta pysyisi mahdollisimman turvallisena.

Vakavin riski nostureiden kanssa työskenneltäessä on taakan putoaminen henkilön päälle. Nosturi ei itse pysty havaitsemaan alueella liikkuvia henkilöitä tai ajoneuvoja, joten liikkuminen nosturin turva-alueella on estettävä aidoilla. Lisäksi automaattinosturin turva-alueelle kuljettaessa sähköisten turvalaitteiden on pysäytettävä automaattiohjaus. Aihiohallin nosturi voidaan kuitenkin ohjelmoida toimimaan automaattisesti vain rajatulla alueella ja tämän vuoksi koko hallia ei tarvitse rajata. Kuvassa 6 näkyy yleiskuva aihiohallista sekä osa nosturin liikealueesta.



Kuva 6. Aihiohalli ja nosturin liikealue

Terässulaton aihiohallissa on aihio-, henkilö- sekä ajoneuvoliikennettä, jotka täytyy ottaa huomioon turva-alueen suunnittelussa. Henkilöt tai ajoneuvot eivät saa päästä automaattinosturin turva-alueelle nosturin ollessa liikkeellä. Aihiohallissa aihiot liikkuvat nosturilla sekä rullarataa pitkin. Tällä hetkellä nosturin toiminta-alue ei ole rajattu, joten nosturia ajavan operaattorin on tarkkailtava jatkuvasti hallia nosturia liikuttaessaan. Hallin kulkureiteille on laitettu varoituskylttejä nosturiliikenteestä, jotta halliin tulevat henkilöt tarkkailevat tullessaan myös nosturin liikkeitä. Aihionosturin automatiikan myötä henkilö- ja ajoneuvoliikenteen vapaa pääsy nosturin automaattialueelle on estettävä.

Kunnossapitotöiden aikana ja joissakin tuotannon tilanteissa turva-alueella on henkilöitä ja ajoneuvoja, jonka vuoksi nosturia on voitava käyttää myös manuaalisesti. Nosturin häiriötilanteissa tai turvalaitteiden vikaantuessa nosturin toiminta ei saa pysähtyä kokonaan vaan ohjaus on siirryttävä tällöin automaatilta radio-ohjaukseen. Radio-ohjatuissa nostoissa nosturin liikkeistä ja nostojen turvallisuudesta vastaa nosturia ohjaava operaattori. Operaattori on vastuussa siitä, että kukaan ei mene taakan alle eikä liian lähelle nostettavaa taakkaa. Operaattorin on pidettävä näköyhteys taakkaan koko noston ajan.

Tällä hetkellä operaattorit ohjaavat nosturia aihiohallin valvomosta radio-ohjaimella ja aihioden tarkat varastopaikat on merkitty nosturin koordinaattien mukaan. Pääosin nostot eivät vaadi nosturin vaunun liikuttamista, koska yleisin nostopaikka on samassa linjassa ahiopaikkojen kanssa.

Aihiohallissa on kaksitoista ahiopaikkaa, joihin jokaiseen voi pinota kaksikymmentä teräsaihiota. Ahiopaikat ovat hyvin lähellä toisiaan ja nosturin automatiikka helpottaisi ahioiden nostoa huomattavasti. Nyt ahiopinojen väliin on vaikea nähdä ja sitä, miten aihio kiinnittyy nosturiin. Tällä hetkellä nostoja joutuu tarkastelemaan usean kameran kautta. Poikkeustilanteissa joutuu ajamaan vaunun liikkeitä ja mahdollisesti kääntämään ahiota eri suuntaan. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi muilta paikoilta nostaminen, kuin tavanomaiselta nostopaikalta. Nosturiin on tällä hetkellä ohjelmoitu ainoastaan ahiopaikkojen sillan koordinaatit. Nosto ja lasku sekä vaunun liikkeet on edelleen ajettava manuaalisesti.

Aihiohallissa liikkuu päivittäin henkilöitä ja erilaisia ajoneuvoja. Kuvassa 7 näkyy suuri nosto-ovi, josta ajoneuvot pääsevät ajamaan hallin sisällä. Hallissa käy pyöräkone 1–2 kertaa yhden vuoron aikana. Muuta ajoneuvoliikennettä on harvemmin. Hallissa on kaksi isoa kauko-ohjattua nosto-ovea, mutta vain toisesta kulkee ajoneuvoja halliin (Kuvassa 7 oikealla). Kuva on otettu valvomosta päin. Nosturia ohjattaessa täytyy apuna käyttää kameroita, jotta nosturia näkee ohjata hallin toisessa päässä.

Alueella liikkuvia henkilöitä varoitetaan tällä hetkellä nosturiliikenteestä kulkureiteillä olevilla varoituskylteillä. Lisäksi nosturin sillassa vilkkuu keltainen valo aina sillan liikuessa ja voimakas äänimerkki kuuluu, kun nosturi yhdistetään kauko-ohjaimen. Operaattori voi antaa kauko-ohjaimesta äänimerkin muissakin tilanteissa. Suurin osa henkilöliikenteestä tapahtuu hallin reunoilla, mutta päivittäin myös nosturialueen keskellä käydään työskentelemässä. Kaikilta ulkopuolisilta vaaditaan yhteydenottoa nosturinkuljettajaan alueelle tullessaan. Tästä on ilmoitettu halliin johtavissa ovissa.



Kuva 7. Aihionosturi

Outokummulla on käytössä automaattisia nostureita. Kuvassa 8 on terässulaton toisella linjalla käytössä oleva automaattinen aihionosturi. Aihionosturin turva-alueen rajaus on toteutettu käyttämällä turva-aitoja sekä sähkölukolla varustettuja portteja.



Kuva 8. Automaattinen aihionosturi

Nosturin koko liikealue ei ole rajattu turva-aidoilla, koska henkilöiden ja ajoneuvojen täytyy päästä kulkemaan hallissa tuotannon aikana. Jos koko halli olisi rajattu turva-aidoilla, nosturin automaattiajo keskeytyisi aina hallissa liikuttaessa. Nosturi toimii automaattisesti vain turva-aitojen sisäpuolella ja turva-alueelle mentäessä nosturin toiminta keskeytyy. Tällöin ei ole vaarana se, että nosturi pääsisi ajamaan henkilön tai ajoneuvon yläpuolelta automaattiajon aikana. Turva-alueen ulkopuolella tehtävät nostot tapahtuvat manuaalisesti nosturin kauko-ohjaimella.



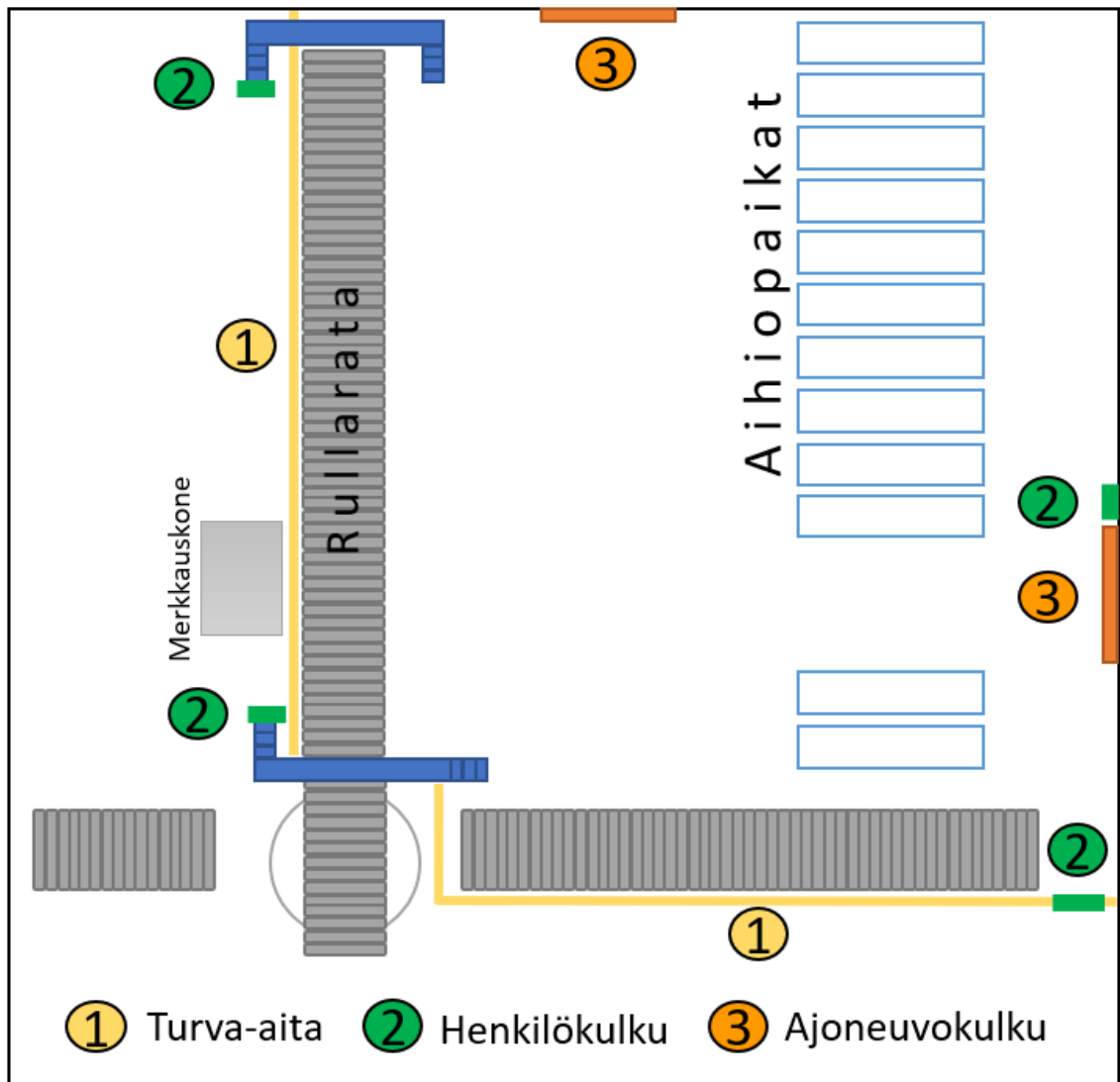
Kuva 9. Sähköinen turvalukko

Kuvassa 9 on kyseisen turva-alueen turvaporin yhteyteen asennettu sähkölukko. Punaisen valon palaessa nosturi on automaattiohjauksella eikä portin lukkoa saa avattua. Alueelle päästäkseen täytyy painaa ”Sisään” -painiketta, joka lähettää avauspyynnön alueen valvomoon. Valvomossa oleva operaattori ajaa nosturin turvalliseen tilaan, muuttaa ohjaustavan manuaaliseksi ja hyväksyy portin avauspyynnön. Tällöin porttiin syttyy vihreä valo, jolloin aitojen sisäpuolelle on turvallista mennä ja sähkölukko on mahdollista aukaista. Alueelta poistuttaessa painetaan kiittauspainiketta, joka lukitsee portin. Punainen valo syttyy ja valvomoon tulee tieto, että turva-alue on suljettu. Tämän jälkeen operaattori muuttaa nosturin ohjaustavan takaisin automaattiseksi.

Nosturin toiminta-alueen rajauksessa täytyy ottaa huomioon tarvittavat turva-aidat, käyntiovet, kulkureitit, toimintaan kytketyt suojalaitteet sekä muut mahdolliset suojat. Rajauksessa täytyy ottaa myös huomioon nosturin käyttö ja käytettävyys. Tuotannon kannalta on tärkeää, että aihionosturin toiminta ei keskeydy kokonaan turva-alueelle mentäessä. Nosturin on toimittava manuaaliohjauksella kaikissa tilanteissa. Nosturin toimintaan kytketyt turvalaitteet tulee ohjelmoida keskeyttämään automaattiohjaus ja siirtämään nosturi manuaaliohjaukselle turva-alueelle mentäessä ja vikatilanteessa.

Aihionosturin pysäyttäminen äkillisesti ei ole täysin turvallista, koska pahimmassa tapauksessa aihio voi tippua pihdeistä. Tämän vuoksi paras ratkaisu on käyttää nosturin toimintaan kytkettyjä portteja alueelle kulkemista varten. Porttien lukinta on toteutettava siten, että portin voi avata vain nosturin ollessa pysähtyneenä.

Kuvassa 10 on esitetty suunnitelma nosturin turva-alueen rajauksesta. Nosturi-alueen etelä- ja länsireuna rajataan turva-aidoilla, jotka on merkitty kuvaan keltaisella. Nosturialueen pohjois- ja itäreuna rajoittuvat aihiohallin seiniin, joten niitä ei tarvitse aidata. Alueen aitaamiseen käytetään kuvassa 8 käytettyä turva-aitaa, joka on kaksi metriä korkea. Aidassa on suurehkot silmukat, koska sen läpi on voitava tarkkailla nosturin liikkeitä. Suuren silmukkakoon vuoksi aita täytyy olla riittävän kaukana vaara-alueesta.



Kuva 10. Aihiohallin nosturin turva-alueen rajaus

Turva-alueelle kulkua rajataan henkilöliikenteelle (kuvassa 10 vihreällä) ja ajoneuvoliikenteelle (kuvassa 10 oranssilla) tarkoitetuilla turvapor-teilla ja ne on varustettava nosturin toimintaan kytketyillä sähkölu-koilla. Henkilökulun raja-
us voidaan toteuttaa kuvassa 11 esitetyllä henkilöku-
luovella, johon on liitetty aikai-
semmin tässä kappaleessa esitelty sähköinen turvalukko (Kuva 9).



Kuva 11. Henkilökulkuovi

Kuvaan 10 on merkitty oranssilla kaksi ajoneuvoliikenteelle tarkoitettua kauko-ohjattua nosto-ovea. Ovien ohjaus kytketään nosturin toimintaan, jonka jälkeen ne voidaan aukaista vain nosturin ollessa turvallisessa tilassa. Ovien ollessa auki nosturia voidaan ajaa ainoastaan manuaalijolla. Turva-alueelle johtaviin kulkuoviin täytyy lisätä automaattinosturista varoittavat kyltit.

7 POHDINTA

Puoliautomaattisen nosturin muuttaminen täysin automaattiseksi lisää työn tehokkuutta, mutta nosturin toimita-alueelle täytyy tehdä mekaanisia muutoksia turvallisuuden säilyttämiseksi. Alueen vaaratekijät täytyy tunnistaa ja ymmärtää, jotta ne voidaan ottaa huomioon turva-alueen suunnittelussa. Työn tavoitteena oli selvittää, mitä mekaanisia muutoksia puoliautomaattisen nosturin muuttaminen täysin automaattiseksi vaatii. Työn tuloksena saatiin suunnitelma siitä, millälaisen turva-alueen automaattinen nosturi vaatii ja kuinka turva-alueen rajausta voidaan toteuttaa.

Suunnitelmassa turva-alue on rajattu turva-aidoilla ja alueelle pääsee kulkemaan ainoastaan turvaporrettien kautta, jotka on kytketty nosturin toimintaan. Turva-alueen toteuttamiselle on monia vaihtoehtoja, mutta tämä suunnitelma on sekä turvallinen että edullinen. Suunnitelma on myös helposti muokattava, jos nähdään, että se on tarpeellista jälkikäteen. Mikäli turva-alueelle menoa halutaan helpottaa, on mahdollista lisätä turvalaitteita nosto-oville, jolloin työntekijän ei tarvitse itse ilmoittaa tulostaan vaan se tapahtuu automaattisesti.

Nosturin automatisointi lisää työn tehokkuutta ja turva-alueen tarkalla suunnittelulla lisätään alueen turvallisuutta. Ennen turva-alueen suunnittelua kartoitettiin nosturin käyttöön liittyviä riskejä. Turva-alue suunniteltiin riskit huomioon ottaen ja hyödyntäen työssä esiteltyjä määräyksiä koneturvallisuudesta sekä käytännön toimivuutta ajatellen. Työn suunnittelua helpotti aikaisempi työkokemukseni alueelta ja se auttoi arvioimaan nosturin käyttöön liittyviä riskejä luotettavasti. Mielestäni oli tärkeää huomioida myös käytännöllisyys turva-alueen suunnittelussa. Nosturin automatisointi ei saa häiritä alueen muita prosesseja eikä henkilökulkuvalvomoon saa keskeyttää nosturin automaattiajtoa. Tämän takia koko hallia ei rajattu turva-alueeksi.

Aloin suunnittelemaan turva-alueen rajausta jo melko aikaisessa vaiheessa, mutta työn edetessä huomasin, että hankittu materiaali ei riittänyt luotettavan suunnitelman tekemiseksi. Vallitsevan koronatilanteen vuoksi tehtaalle pääsyä oli rajoitettu ja jouduin käyttämään paljon verkkolähteitä. Uskon kuitenkin, että

sain aiheesta kattavan kuvan verkkolähteiden ja konedirektiiveihin liittyvien kirjojen avulla. Opinnäytetyötä tehdessäni opin paljon koneturvallisuudesta sekä riskien arvioinnista. Mielestäni koneturvallisuuden ymmärtäminen on tärkeää, jotta voidaan poistaa ja hallita työympäristön riskejä.

LÄHTEET

Altmann 2021. Semi-automatic cranes from ALTMANN – Accelerate processes, avoid damages. Viitattu 15.10.2021 <https://www.altmann-foerdertechnik.de/en/produkte/automatikkran/halbautomatikkran>

Outokumpu 2019. Annual report 2019. Viitattu 31.9.2021 <https://otke-cdn.outokumpu.com/-/media/files/investors/annual-reports/outokumpu-annual-report-2019.pdf?revision=924d8c6e-b65a-4b6c-a4e7-03e1e03331c0&modified=20200226093504>

Engineered Lifting Systems 2021. Overhead Crane Automation. Viitattu: 15.10.2021 <https://www.engineeredlifting.com/overhead-crane-automation/>

GH Cranes & Components 2021. Steelwork Cranes. Viitattu 15.10.2021 <https://www.ghcranes.com/cranes/uae/steelworks/>

Konecranes 2021a. Custom cranes. Viitattu 8.9.2021 <https://www.konecranes.com/equipment/overhead-cranes/automated-cranes>

Konecranes 2021b. Gallery. Viitattu 3.10.2021 https://www.konecranes.com/sites/default/files/styles/max_1300x1300/public/gallery/konecranes_steel_ruukki_steel_factory_600x400_0_1.jpg?itok=Lvk4WgxA

Konecranes 2021c. Raskaat teollisuusnosturit. Viitattu 15.9.2021 <https://www.konecranes.com/fi/laitteet/siltanosturit/raskaat-teollisuusnosturit>

Koneturvallisuus 2008. Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. Tampere: Työsuojeluhallinto. Viitattu 11.10.2021 https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc

Kumar, S. 2018. Improving safety, health & environment in steel industry. Minerals & Metals Review, 30-37. Viitattu 3.10.2021 https://www.researchgate.net/publication/330701288_Improving_safety_health_environment_in_steel_industry

Martinelli, K. 2018. Crane safety hazards and control measures. West Yorkshire: High Speed Training. Viitattu 23.9.2021 <https://www.highspeedtraining.co.uk/hub/crane-safety-hazards-control-measures/>

Metallinjalostajat ry. 2014. Teräskirja. 9. painos. Helsinki: Metallinjalostajat ry.

Outokumpu 2018. Taloudellinen katsaus 2018. Viitattu 23.9.2021 <https://ml-eu.globenewswire.com/Resource/Download/a588e88f-37bb-41c7-b5f3-e609f7888677>

Outokumpu 2021a. Health and safety. Viitattu 9.9.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/sustainability/people-and-society/health-and-safety>

Outokumpu 2021b. Tietoa Outokummusta. Viitattu 5.6.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu>

Outokumpu 2021c. Tornio – Stainless steel. Viitattu 2.7.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/locations/torniostainless-steel>

World Steel Association 2017. Safety and health in the steel industry. Viitattu 9.9.2021 https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:f2b1b2fa-e75e-446d-9af8-9c5713dc417d/Safety+and+Health+Position+Paper+2016_vfinal.pdf

Satyendra 2013. Safety in a steel plant – General aspects. Viitattu 9.9.2021 <https://www.ispatguru.com/safety-in-a-steel-plant-general-aspects/>

Sensor Partners 2021. How to automate overhead cranes with sensors. Viitattu 10.9.2021 <https://www.sensorpartners.com/en/knowledge-base/how-do-sensors-in-overhead-cranes-work/>

SFS 2021. ISO 45001 Työterveys- ja työturvallisuusjohtaminen. Viitattu 11.10.2021 <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-45001-tyoterveys-ja-tyoturvallisuusjohtaminen/>

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus. 2., uudistettu painos. Helsinki: Inspecta Koulutus Oy.

World Steel Association 2021. Who we are. Viitattu 9.11.2021 <https://www.worldsteel.org/about-us/who-we-are.html>