

VIIMEISTELYVALSSAIMEN 2 LOTOTO-TURVALUKITUS- KORTIT

Rosenqvist Sakari

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Sakari Rosenqvist	Vuosi	2021
Ohjaaja	DI Ari Pikkarainen		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy Ins. (AMK) Kimmo Räävi		
Työn nimi	Viimeistelyvalssain 2 LOTOTO turvalukituskortit		
Sivu- ja liitesivumäärä	41 + 0		

Opinnäytetyön tilaajana toimi Outokumpu Stainless Oy. Työ tehtiin Outokummun Tornion tehtaiden kylmävalssaamolle viimeistelyvalssain 2 -tuotantolinjalle. Työn tarkoituksena oli tuottaa LOTOTO-menetelmän mukaiset turvalukituskortit odottamattoman käynnistyksen estämiseksi. LOTOTO on osa koko tehtaan turvallistamisprojektia.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja valitseminen perustui aikaisempaan työkokemukseen työntekijänä sekä työnjohtajana toimimisesta kylmävalssaamon valssainalueella. Työn tavoitteena oli parantaa lukituskorttien avulla linjan turvallisuutta huoltotoimiin ja häiriönpoistoihin liittyvissä työtehtävissä. Työssä tutkittiin VV2 tuotantolinjaan vaikuttavia energioita: pneumatiikka, sähkö ja hydraulikka ja niiden lukitusmahdollisuuksia. Opinnäytetyössä esiteltiin Outokummun historiaa, kylmävalssaamon prosessia, turvallisuusstandardeja ja lakeja sekä LOTOTO-menetelmää

Opinnäytetyön tuloksena saatiin 14 kappaletta turvalukituskortteja tuotantolinjaston laitteistosta. Turvalukituskortit sisältävät helppolukuiset kuvalliset ohjeet linjan eri laitteistojen energioiden lukitsemisesta huoltotoimien ja häiriönpoiston ajaksi. Lukituskorttien avulla turvallisuus tuotantolinjalla paranee, koska lukitusmenetelmät ovat yhtenevät jokaisella linjalla työskentelevällä henkilöllä.

Avainsanat LOTOTO, turvallisuus, lukituskortti, odottamattoman käynnistyksenesto, viimeistelyvalssain 2

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Sakari Rosenqvist	Year	2021
Supervisor	Ari Pikkarainen, M.Sc. (Tech.)		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy Kimmo Räävi, M.Eng.		
Subject of thesis	Skin Pass Mill 2 LOTOTO Safety Locking Cards		
Number of pages	41 + 0		

The commissioner of the thesis was Outokumpu Stainless Oy. Thesis was done at Tornio at the Outokumpu Mill Cold Rolling plant 1, skin pass mill 2. The purpose of the work was to produce safety locking cards according to the LOTOTO method to prevent unexpected start-up. LOTOTO is part of the entire factory safety project.

The topic of the thesis was interesting and the selection was based on previous work experience as an employee and as a foreman in the rolling mill area of the cold rolling mill. The aim of the work was to improve the safety of the line with the help of locking cards during maintenance and troubleshooting. The thesis investigated the energies affecting the VV2 production line: pneumatics, electricity and hydraulics and their locking possibilities. The thesis presents the history of Outokumpu, the cold rolling mill process, safety standards and laws, and the LOTOTO method

As a result of the thesis, 14 safety locking cards were created for the equipment of the production line. The safety locking cards contain easy-to-read pictorial instructions for interlocking the energies of the various equipment on the line during maintenance and troubleshooting. With the help of the locking cards, safety on the production line is improved because the locking methods are the same for every person working on the line.

Key words LOTOTO, safety, locking cards, unexpected start prevention and skin pass mill 2

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	OUTOKUMPU ORGANISAATIO	8
2.1	Outokummun historia	8
2.2	Outokumpu Tornion tehtaat	10
3	KYLMÄVALSSAAMOT	12
3.1	Kylmävalssaamo 1	12
3.2	Viimeistelyvalssain 2	13
4	TYÖTURVALLISUUS	15
4.1	Työturvallisuuslaki	15
4.2	Työturvallisuus Outokummulla	15
4.3	Työnantajan turvallisuusveloitteet	17
4.4	Prosessilaitteiston ja välineiden käyttö	18
5	ENERGIAMUODOT	19
5.1	Pneumatiikka	19
5.2	Hydrauliikka	20
5.3	Sähkö	22
5.4	Mekaaninen energia	23
6	LOTOTO – ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYKSEN ESTO	25
6.1	LOTOTO	25
6.2	Lait ja standardit	27
6.3	Energioiden lukitukset	28
6.4	Turvalukituskortit	29
6.5	Käytetyt ohjelmistot	30
7	TULOKSET	34
7.1	Hylsyramppi lukituskortti	34
8	POHDINTA	38
	LÄHTEET	40

ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpua, sekä valssainten käyttöpäällikköä Kimmo Rääviä ja turvallisuusinsinööri Janne Korholaa mielenkiintoisesta aiheesta ja kaikesta avusta opinnäytetyössä. Kiitokset myös ohjaavalle opettajalle Ari Pikkaraiselle hienosta työstä ohjaajana. Suuret kiitokset myös perheelle ja ennen kaikkea ystävälle tuesta ja kannustuksesta opinnäytetyössä.

Torniossa 22.4.2021

Sakari Rosenqvist

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KYVA	kylmävalssaamo
LOTOTO	lock out/test out/tag out
HP	hehkutus- ja peittäuslinja
SZ	Sendzimir-valssain
VV	Viimeistelyvalssain

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Outokummun Tornion tehtaille kylmävalssaamolle. Työn tilaaja on Outokumpu Stainless Oy. Työn tarkoituksena on tehdä LOTOTO-turvalukituskortteja kylmävalssaamon viimeistelyvalssain 2 linjalle. Outokummun toimeksiantajan edustajana työssä toimii Kimmo Räävi. LOTOTO-menetelmän käyttö on Outokummun Tornion tehtailla lähtenyt liikkeelle kylmävalssaamolta. LOTOTO-projekti on erityisen tärkeä kylmävalssaamolle, koska kylmävalssaamalla työskentelee paljon ulkopuolisia henkilöitä monissa eri prosessilinjastojen huoltotöissä. Turvallisuus on ydinasia Outokummun toiminnassa, joten LOTOTO on erittäin ajankohtainen ja tärkeä osa tehtaan turvallisuuden parantamisprosessia. Turvalukituskortteista on meneillään muitakin opinnäytetöitä monella tehtaan eri osastolla.

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda LOTOTO-menetelmän mukaiset turvalukitukset viimeistelyvalssain 2 prosessilinjalle. Työ toteutettiin ensin sopimalla toimeksiantajan kanssa tavoitteista ja prosessilinjain rajauksesta. Työtä lähdettiin viemään eteenpäin haastatteleamalla prosessinhoitajia ja työnjohtajia, sekä tutustumalla prosessilaitteistoon. Saadun tiedon pohjalta luotiin LOTOTO-mallin mukaiset turvalukitukset. LOTOTO-turvalukituskortteihin on merkattu kuva ja teksti ohjein eri energioiden (mekaaninen, sähkö, pneumatiikka, hydraulikka) sijainnit ja lukitusmenetelmät. Opinnäytetyö on rajattu tehtäväksi viimeistelyvalssain 2 prosessilinjaston puoleenväliin asti, jotta työmäärä saadaan pidettyä realistisena.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda LOTOTO-menetelmän avulla turvalliset olosuhteet prosessinhoitajille ja kunnossapidolle, sekä muille alueella toimiville henkilöille toimia viimeistelyvalssain 2 prosessilinjalla. Prosessilinjain turvallisuus paranee, kun kaikilla linjalla toimivilla henkilöillä on tietoa linjan oikeaoppisesta odottamattoman käynnistyksen estosta. Lukituskorttien avulla täysin kokemattomat ja tehtaan ulkopuolisetkin henkilöt voivat turvallisesti toimia prosessilinjastossa. LOTOTO-menetelmän etuna on myös helppo ja nopea käytettävyys, mikä vähentää ylimääräisen ajan käyttöä ja nopeuttaa huoltotoimenpiteiden ja häiriönpoisto tilanteiden valmistumista.

2 OUTOKUMPU-ORGANISAATIO

Outokumpu on yksi maailman johtavimmista teräksen valmistajista. Outokummun palveluksessa toimii noin 10 000 rautaista ammattilaista yli 30 maassa. Suomessa Outokummun palveluksessa on noin 2400 henkilöä. (Outokumpu 2021a.)

Outokummun organisaation koostuu neljästä liiketoiminta-alueesta, jotka ovat: Europe, Americas, Ferrochrome ja Long Products. Liiketoiminta-alueiden jako on toteutettu siten, että Europe ja Americas vastaavat nauha- ja levytuotteiden myynnistä ja tuotannosta. Ferrochromen toimintaan puolestaan kuuluu kromin ja ferrokromin myynti ja tuotanto. Long Products -liiketoiminta-alue on keskittynyt erilaisten pitkien tuotteiden myyntiin sekä valmistukseen. (Outokumpu 2021b.)

Europe on Outokummun liiketoiminta-alueista suurin ja se kattaa yksistään jo noin 60 % Outokummun liikevaihdosta. Sen tuotevalikoimaan kuuluu standardituotteet sekä erikoisteräslajit. Americas on Yhdysvalloissa toiseksi suurin ruostumattoman teräksen tuottaja. Yhdysvaltain Calvertin tehdas on teknologialtaan modernein alueen tuotantolaitos. Americas -liiketoiminta-alueen kylmävalsaamo Meksikossa on Meksikon ainoa teräs tehdas. NAFTA-alueella Americas:n markkinaosuus on noin 21%. Ferrochromen toiminta-alueen Kemin kaivos on suurin Euroopassa tunnettu kromiesiintymä. Kromi on oleellinen osa ruostumattoman teräksen valmistusta ja valtaosa ferrokromista käytetään Outokummun omilla tehtailla ja noin 25% myydään yhtiön ulkopuolelle. Long Products -liiketoiminta-alue on keskittynyt erilaisten pitkien tuotteiden myyntiin ja valmistukseen. Valikoimassa on muun muassa tangot, langat, betoniteräkset ja puolivalmiit tuotteet. Iso-Britannia, Ruotsi ja Yhdysvallat vastaavat pääasiassa pitkien tuotteiden valmistuksesta. (Outokumpu 2021b.)

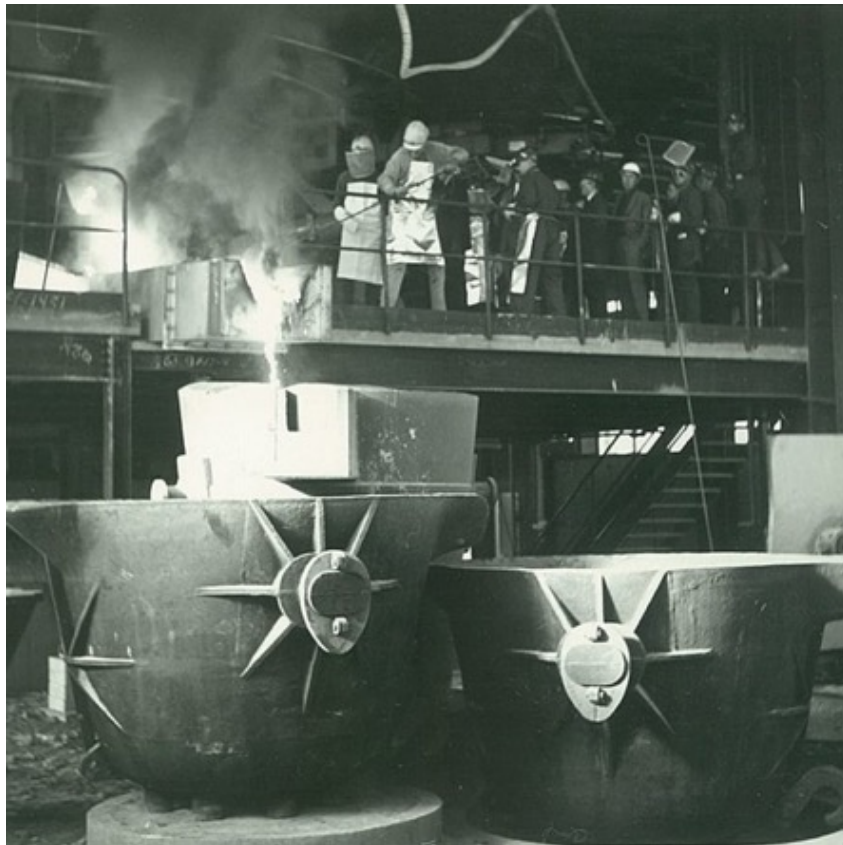
2.1 Outokummun historia

Outokummun historia sai alkunsa 1910, kun Kuusjärven kunnasta löydettiin kupariesiintymä Outokumpu nimiseltä kukkulalta. Kuparintuotanto polkaistiin käyntiin muutamassa vuodessa, kun Suomen valtio ja malmialueen omistaja Hackman & Co perustivat 1914 avoimen yhtiön Outokumpu Kopparverk. (Outokumpu 2021c.)

Outokumpu kasvoi 1930-luvulla merkittäväksi kuparintuottajaksi ja viejäksi. 1932 Outokumpu siirtyi osakeyhtiöksi ja Suomen valtio oli merkittävin osakkeenomistaja. Samoihin aikoihin yhtiön toiminta laajeni suuresti ja Outokumpu rakennutti kuusi uutta tuotantolaitosta. (Outokumpu 2021c.)

1950-luvulle siirryttäessä Outokummusta oli tullut yksi johtavista kaivosyhtiöistä Euroopassa. Outokumpu avasi myös uusia kaivoksia, kuten nikkeli-, sinkki- ja kuparikaivokset. Kaivostoiminta kehittyi myös metallurgisten materiaalien jalostusprosessiin. Myös Outokummun ensimmäinen liekkisulatto aloitti toimintansa Japanissa. (Outokumpu 2021c.)

Outokummun Tornion tehtaiden historia alkaa 1960-luvulta, kun sukeltaja Martti Matilainen löysi kromilohkareen makeavesikanavasta Kemistä 1959. Kaivostoiminta aloitti valmistelut malmikaivokselle Outokummun saatua oikeudet esiintymän jatkotutkimuksiin 1960 ja todettuaan ne kannattaviksi. 1968 alkoi vasta valmistuneen ferrokromisulaton toiminta. (Outokumpu 2021c.) Alla kuvassa esitettyä ensimmäinen ferrokromin lasku (Kuva 1).



Kuva 1. Ensimmäinen ferrokromin lasku Tornion tehtailla elokuussa 1968 (Outokumpu 2021c)

Outokummun ruostumattoman teräksen valmistus alkoi vuonna 1976, kun ensimmäinen sulatuserä valmistui. Vastavalmistunut tuotantolaitos oli rakennettu viimeisimpien tuotantoteknologioiden mukaan ja oli yksi maailman tehokkaimpia ruostumattoman teräksen valmistus tehtaita. Tornion tehtaot tuottivat alkuaikoina 50 000 tonnia ruostumatonta terästä vuodessa, mikä oli myös koko tehtaon kapasiteetti. (Outokumpu 2021c.)

1990- ja 2000- luvulle siirryttäessä Outokumpua oltiin viemässä yhä enemmän ja enemmän pelkästään ruostumattoman teräksen valmistusprosessiin. 1997 harkittiin ensimmäisen kerran keskittymistä pelkästään ruostumattoman teräksen valmistukseen. Outokumpu yhdisti ruostumattoman teräksen toimintonsa vuonna 2001 Avesta Sheffieldin kanssa ja syntyi AvestaPolarit-yhtiö. AvestaPolarit oli maailman toiseksi suurin jaloteräsyhtiö saksalaisen ThyssenKruppin jälkeen. 2000-luvulla Outokumpu myös luopui kaivostoiminnasta ja muiden metallien valmistuksesta. 2011 Outokumpu ilmoitti ostavansa saksalaisen Inoxum GmbH:n ThyssenKruppin ruostumattoman teräksen toiminnot. (Outokumpu 2021c.)

2.2 Outokumpu Tornion tehtaot

Outokummun Tornion tehtaoiden historia alkaa 1960-luvulta. Kaivostoiminta aloitti valmistelut malmikaivokselle Outokummun saatua oikeudet esiintymän jatkokutkimuksiin ja todettuaan ne kannattaviksi. 1968 alkoi Tornioon vasta valmistuneen ferrokromisulaton toiminta. Ensimmäinen ruostumattoman teräksen sulatto rakennettiin Tornioon vuonna 1976. Sulaton jälkeen rakennettiin kuuma- ja kylmävalssaamot, minkä johdosta Tornion tehtaista tuli yksi maailman integroiduimmista ruostumattoman teräksen valmistuslaitoksista. (Outokumpu 2021a.) Alla kuvattuna Tornion tehdasalue (Kuva 2).



Kuva 2. Ilmakuva Tornion tehdasalueesta (Outokumpu 2021a)

Tornion tehtaat koostuu kahdesta eri liiketoiminta-alueesta, jotka ovat Outokumpu Chrome Oy ja Outokumpu Stainless Oy. Chrome vastaa Kemin kaivoksen ja kolmen ferrokromisulaton toiminnasta. Stainless puolestaan vastaa kahdesta jaloterässulatasta, kuumavalssaamosta ja kahdesta kylmävalssaamosta. Tornion tehtaiden tuotantotilat peittävät laajan tehdasalueen yli 600 hehtaarin pinta-alasta jo yli 56 hehtaaria. Tehdasalue kattaa myös noin 60km tieverkostoa, josta noin 10km on kevyen liikenteen käytössä. Tornion tehtailla ja Kemin kaivoksella työskentelee päivittäin yli 2100 outokumpulaista. Aliurakoitsijoita tehdas ja kaivos työllistää noin 600 henkilöä. (Outokumpu 2021a.)

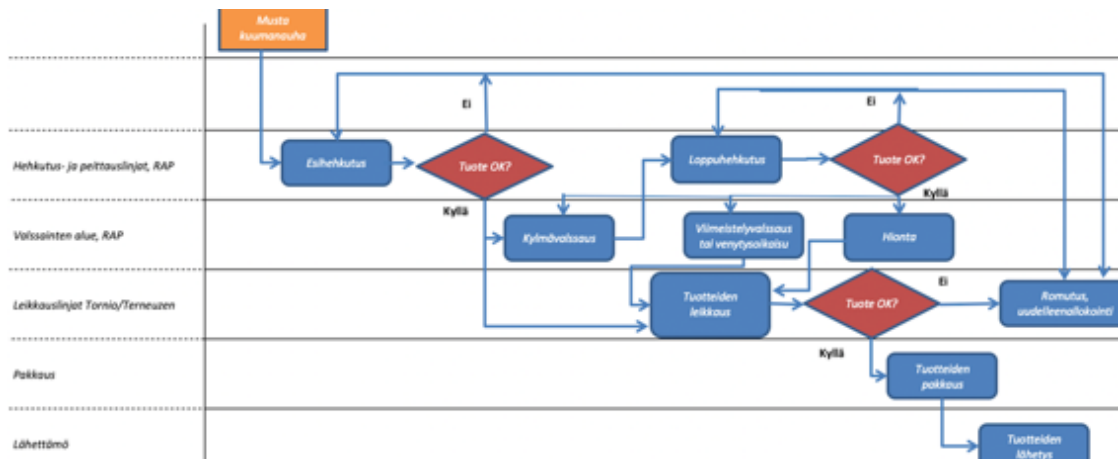
Kemin kaivoksen vuotuinen kapasiteetti on noin 2,7 miljoonaa tonnia malmia. Ferrokromitehtaan kapasiteetti on noussut kolmannen ferrokromiuunin valmistamisen myötä 530 000 tonniin vuodessa. Kahden jaloterässulattojen vuotuinen kapasiteetti on yhteensä noin 1,65 miljoonaa tonnia samoin kuin kuumavalssaamon kapasiteetti. Kylmävalssaamojen yhteiskapasiteetti on noin 1,2 miljoonaa tonnia. (Outokumpu 2021a.)

3 KYLMÄVALSSAAMOT

Tornion tehdasalueella sijaitsee kaksi kylmävalssaamoja. KYVA 1 aloitti toimintansa vuonna 1978 ja KYVA 2 vuonna 2003. Kylmävalssaamojen vuotuinen yhteiskapasiteetti on noin 1,2 miljoonaa tonnia. (Outokumpu 2021a.)

3.1 Kylmävalssaamo 1

Kylmävalssamon 1 prosessin muodostaa pääasiassa: kolme kappaletta sendzimir-valssaimia (SZ), neljä hehkutus- ja peittäuslinjaa (HP), kaksi viimeistelyvalssainta, venytsoikaisulinja, nauhahiontalinja ja seitsemän kappaletta leikkauslinjoja. Kyva 1:n prosessi alkaa mustan kuumanauhan saavuttua kylmävalssaamolle. Kylmävalssaus prosessi aloitetaan yleensä HP1 -tai HP3-prosessilinjalta. Seuraavaksi nauha menee valssattavaksi yhdelle kolmesta SZ-valssaimesta, joilla nauha valssataan haluttuun paksuuteen. Sendzimir valssauksella nauha voidaan ohentaa jopa 80% lähtöpaksuudesta. Valssauksen jälkeen nauha palaa takaisin HP1, HP2 tai HP4-linjalle haluttujen ominaisuuksien palauttamiseksi. Tarvittaessa tuotenuuha viedään vielä viimeistelyvalssaimille, venytsoikaisuun tai nauhahiontaan tasomaisuuden ja pinnanlaadun varmistamiseksi. Tämän jälkeen tuotenuuha jatkojalostetaan Tornion leikkauslinjoilla, minkä jälkeen tuote on valmis pakattavaksi ja toimitettavaksi asiakkaille. Tuotenuuha voidaan lähettää jatkojalostettavaksi myös Outokummun Teurnezissa sijaitsevaan leikkauskeskukseen, josta se toimitetaan eteenpäin asiakkaille. (Outokumpu 2021a.) Alla esitetty kuvio KYVA 1:n prosessikaaviosta (Kuvio 1).



Kuvio 1. Kylmävalssaamon prosessikaavio (Outokumpu 2021a)

3.2 Viimeistelyvalssain 2

Viimeistelyvalssain 2 (VV2) on 1997 käyttöön otettu viimeistelyvalssain. VV2 minimi ja maksimi valssattava leveys on 900mm-1625mm. VV2:lla pystytään valssaamaan paksuudeltaan 0,3-4,0mm tuotenuhoja. Maksimi nopeus VV2 on 600 m/min ja vuotuinen kapasiteetti on 300 000 tonnia. (Outokumpu 2021a.)

Viimeistelyvalssaus on valssausprosessin viimeinen vaihe. Viimeistelyvalssauksessa voimat verraten muokkausvalssaukseen (Sendzimir valssaukseen) ovat pienemmät ja näin ollen tuotenuha ei enää käytännössä ohene viimeistelyvalssauksessa. Viimeistelyvalssauksessa valssataan yleensä 1-3 pistoa. Viimeistelyvalssauksen ideana on saada tuotenuhalle hyvä tasomaisuus ja pinnanlaatu sekä parantaa muovattavuutta. (Outokumpu 2021a.) Alla kuvassa esitetty VV2 poistopuolen kelain (Kuva 3).



Kuva 3. VV2 poistopuolen kelain

Viimeistelyvalssauksen prosessi alkaa tuotenuhan saavuttua automaatti nosturilla VV2:lle. Seuraavaksi askelpalkki kuljetin kuljettaa nauhan rullavaunulle, joka kuljettaa tuotenuhan ykkös kelaimelle leveyden määrittämään kohtaan. 1-kelain

paisutetaan ja tuotenauha pujotetaan valssaimen kidan läpi vetorullien ja pujotuspöydän avustamana ja kiinnitetään 2-kelaiimeen. Pujotuksen jälkeen 2-kelain paisutetaan ja tuotenauhaa kelataan kelaimen ympärille noin kaksi kierrosta. Seuraavaksi valvomon operaattori voi aloittaa valssaus sekvenssin. Valssauksen jälkeen tuotenauha kelataan kokonaan 2-kelaimelle. Tämän jälkeen kelain supistetaan ja rullavaunu siirtää rullan numerointi- ja sitomispisteelle. Lopuksi nosturi siirtää rullan seuraavalle toimintopaikalle. (Outokumpu 2021a).

4 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuus on avainasemassa jokaisessa nykyaikaisessa työpaikassa. Kaikki työturvallisuuden edistäminen lähtee liikkeelle hyvästä suunnittelusta, jossa ihminen sekä toimittava työympäristö on otettu huomioon. Hyvän suunnittelun avulla saadaan luotua työympäristö, joka on turvallinen ja tuottava. Työympäristöä arvioimalla ja tapaturmia sekä vaaratilanteita tutkimalla, voidaan puuttua työympäristön epäkohtiin ja näin ollen saada estettyä mahdollisten vaaratilanteiden uusiutuminen. (Työterveyslaitos 2021.)

4.1 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslain tarkoituksena on pyrkiä kehittämään työntekijän työympäristöä ja työolosuhteita henkilön työkyvyn takaamiseksi. Alla määriteltynä tarkka määritelmä työturvallisuuslaista.

“Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja.” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 1 §.)

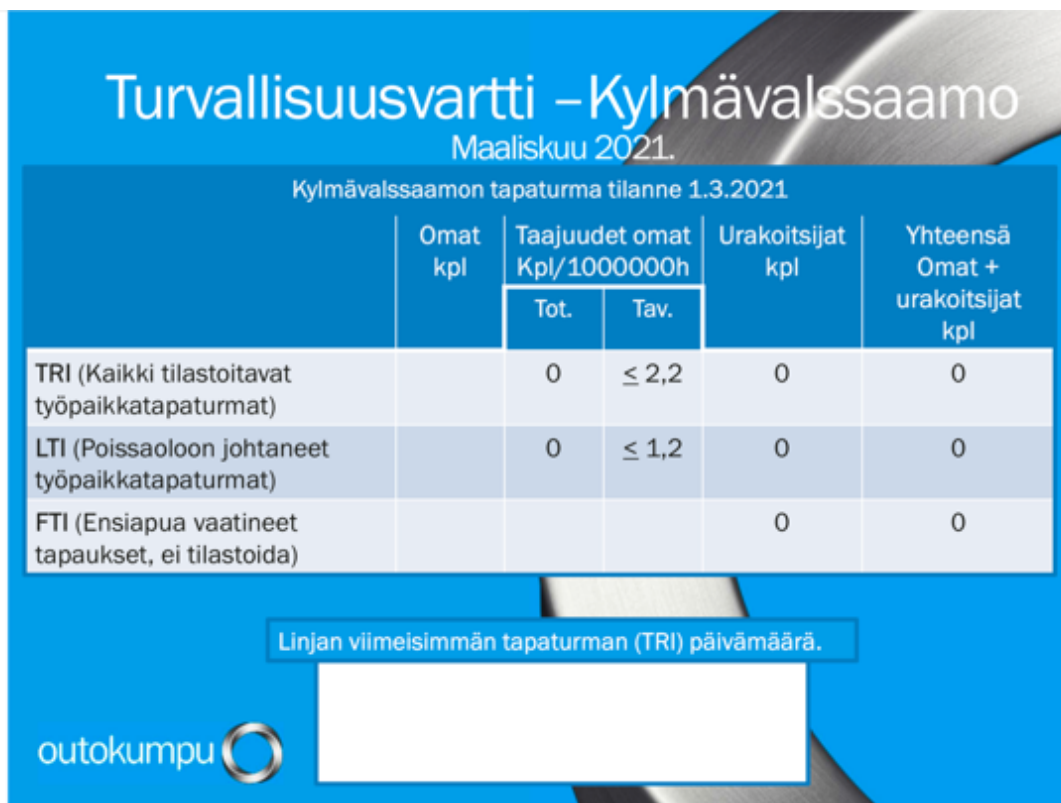
4.2 Työturvallisuus Outokummulla

Työturvallisuus on ykkösprioriteetti Outokummun Tornion tehtailla. Työ turvallisuus on osa päivittäistä toimintaa ja se heijastuu kaikkeen tekemiseen Outokummulla. Outokummulla käytettävä lausahdus “Turvallisuus ennen tonneja” kiteyttää hyvin Outokummun ajattelumallin työturvallisuuden merkityksestä. Outokummulla on otettu 2000-luvulla tavoitteeksi nolla poissaoloon johtanutta tapaturmaa vuodessa. Kehitys on ollut nopeaa ja tavoitteista on saatu luotua realistisia. (Outokumpu 2021a)

Outokumpu panostaa työntekijöiden oma-aloitteeseen työturvallisuuden parantamiseen omalla turvallisuushavainto järjestelmällään (Safety log). Safety log on

Outokummun oma tietokonejärjestelmä, johon tallentuu kaikki tehdyt vaaratilanne ja turvallisuushavainnot. Työntekijät voivat huomattessaan ilmoittaa vaaratilanteesta tai turvallisuushaitasta järjestelmän avulla. Kaikki hyväksytyt havainnot tallentuvat Safety logiin ja niitä voidaan tarkastella jälkikäteen. Työntekijät saavat myös korvauksen havaituista vaaratilanteista tai turvallisuusriskeistä. (Outokumpu 2021a.)

Outokumpu järjestää kerran kuukaudessa työntekijöilleen turvallisuusvartin, jossa käydään läpi tapaturmia, vaaratilanteita ja turvallisuushavaintoja kuluneelta kuukaudelta. Turvallisuusvarteissa käydään läpi myös muilla Outokummun tehtailla sattuneita tilanteita. Kyseisten toimien tarkoituksena on oppia muilta tehtailla saatua tietoa turvallisuusriskeistä ja näin ollen reagoida mahdollisiin vaaratilanteisiin omilla sektoreilla. (Outokumpu 2021a.) Alla esitettynä kuva turvallisuusvarti materiaalista (Kuvio 2).



Kuvio 2. Turvallisuusvarti kansilehti (Outokumpu 2021a)

Ennakoiva riskien hallinta on yksi Outokummun turvallisuuspolitiikan kulmakivistä. Lähes jokaiselle työtehtävälle on oma turvallisuusohje, jota tulee tiukasti

noudattaa. Työntekijöille annetaan myös kirjalliset tuumakortit, joilla työntekijä pystyy itse kartoittamaan mahdolliset työn vaarat. Myös jokaista ”tehtaan ulkopuolista” työntekijää kohti vaaditaan aina työluva työskentelyä varten. (Outo-kumpu 2021a.)

4.3 Työnantajan turvallisuusvelvoitteet

Työnantajan tai työnantajan edustajan velvollisuus on selvittää ja torjua työn mahdollisia vaaroja. Työturvallisuuslaki edellyttää työnantajaa tarkkailemaan ja puuttumaan työpaikalle ja toimialalle haitallisiin vaaratekijöihin. Työnantajan on selvitettävä kaikki tapaturmat, terveysvaarat ja muut vaaratilanteet ja torjuttava niitä. Mikäli työnantaja on kyvytön hoitamaan edellä mainittuja velvoitteita, on työnantajan käytettävä ulkopuolista tahoa. (Työsuojelu 2020a.)

Työnantajalla on työtehtävän suunnitteluvaiheessa velvollisuus ottaa huomioon työsuojelu, siten että työympäristö on turvallinen ja terveellinen. Työtehtävän suunnitteluvaiheessa työnantajan tulee myös tarvittaessa huomioida työntekijöiden mahdolliset fyysiset ominaisuudet, paineensietokyky ja yleinen terveydentilanne. (Työsuojelu 2020.) Alla määriteltynä työnantajan yleinen huolehtimisvelvoite.

”Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhdeiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Tällöin on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita:

- 1) vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään;
- 2) vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;
- 3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä; ja
- 4) tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.

Työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Työnantajan on myös tarkkailtava toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyteen.

Työnantajan on huolehdittava siitä, että turvallisuutta ja terveellisyttä koskevat toimenpiteet otetaan huomioon tarpeellisella tavalla työnantajan organisaation kaikkien osien toiminnassa.” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §.)

4.4 Prosessilaitteiston ja välineiden käyttö

Työnantajalla on vastuu varmistaa, että työntekijällä käytössä olevat koneet ja työvälineet ovat toimintakuntoisia ja turvallisia työtehtävään. Työnantajalla on myös velvollisuus perehdyttää työntekijä koneiden ja laitteiden oikeanlaiseen turvalliseen käyttöön. Työntekijällä on myös vastuu ilmoittaa havaituista puutteista tai vioista työnantajalle. Työkoneiden turvallisuuden varmistamiseksi niiden tarkastukseen ja huoltoon on oltava laitteiston ymmärtävä ammattitaitoinen henkilö. Työnantajalla on vastuu seurata työvälineiden kuntoa tarkastuksin, mittauksin ja muilla laitteistoon soveltuvilla keinoilla. Käytettävän laitteiston mukana tulee myös aina olla ajankohtainen käyttöohje. (Työsuojelu 2020b.) Alla määritetty suora lainaus työturvallisuuslaista.

”Työssä saadaan käyttää vain sellaisia koneita, työvälineitä ja muita laitteita, jotka ovat niitä koskevien säännösten mukaisia sekä kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia ja tarkoituksenmukaisia. Myös niiden oikeasta asennuksesta sekä tarpeellisista suojalaitteista ja merkinnöistä on huolehdittava. Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö ei muutenkaan saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa niillä työskenteleville työpaikan työntekijöille tai muille työpaikalla oleville henkilöille.

Koneita, työvälineitä ja muita laitteita on käytettävä, hoidettava, puhdistettava ja huollettava asianmukaisesti. Pääsyä koneen tai työvälineen vaara-alueelle on rajoitettava niiden rakenteen, sijoituksen, suojusten tai turvalaitteiden avulla tai muulla sopivalla tavalla. Huolto-, säätö-, korjaus-, puhdistus-, häiriö- ja poikkeus-tilanteisiin on varauduttava niin, että ne eivät aiheuta vaaraa tai haittaa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §.)

5 ENERGIAMUODOT

Viimeistelyvalssain 2 prosessilaitteiston energiat muodostavat: pneumatiikka, hydraulikka, sähkö ja mekaaninen energia. Nämä kyseiset energiamuodot tunnetaan hyvin ja niiden hallitsemiseen pätevät omat fysiikan lakinsa. On erittäin tärkeää, että jokainen energia pystytään lukitsemaan ja näin ollen tekemään prosessilaitteiston alueella työskentely turvallisiksi.

5.1 Pneumatiikka

Pneumatiikka järjestelmä on paineilmajärjestelmä, jossa käytettävät laitteet saavat käyttövoimansa paineistetusta ilmasta. Pneumatiikkaa käytetään laajasti teollisuudessa käyttökohteissa, missä tarvitaan nopeita liikkeitä ja käsiteltävä taakka ei ole liian suuri. Pneumatiikassa paine tuotetaan sähkö tai polttomoottorin avulla. Moottorin tuottama mekaaninen energia muutetaan paineilmaksi erilaisten kompressorien avulla. Yleisimmät kompressorit ovat ruuvi-, mäntä- ja lamelli kompressorit. Pneumatiikka on melko turvallinen energia, koska siinä käytettävä paineilma ei ole herkästi syttyvää tai ympäristölle vaarallista. Pneumatiikan vaaroihin kuuluvat mahdolliset painejärjestelmän rikkoutumiset ja siitä aiheutuvat vaarat. (Parambath 2020, 6-9.) Alla kuvassa esitettynä ruuvikompressori (Kuva 4).



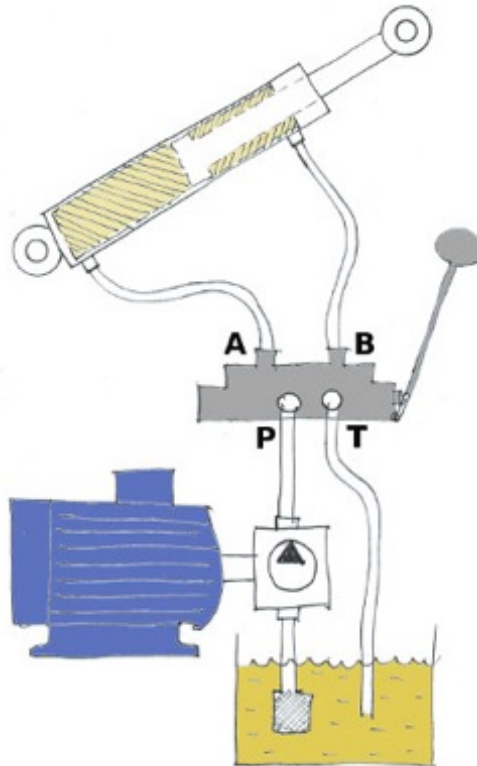
Kuva 4. Ruuvikompressori (ERCH 2014)

Paineilman käyttö jaetaan kolmeen eri pääryhmään, jotka ovat: sylinteripneumatiikka, pyörivien liikkeiden aikaansaaminen ja paineilman itse suorittama työ. Sylinteripneumatiikka on hyvin laaja pneumatiikan osa-alue, koska sitä voidaan soveltaa hyvin moniin eri teollisuuden tarpeisiin. Sylinteripneumatiikan parhaita käyttökohteita ovat nopeita liikkeitä vaativat kohteet esimerkiksi nopeasti ylös ja alas liikkuvat rullat. Pyörivien liikkeiden aikaansaama pneumatiikka koostuu pääasiassa erilaisista paineilmamooottoreista. Yleisimpiä ovat erilaiset paineilma työkalut kuten mutterivääntimet. Kolmanteen paineilman pääryhmään kuuluvat esimerkiksi: ruiskumaalaus, hiekkapuhallus ja auton paineistetut iskunvaimentimet. Kolmannen paineilma ryhmän välineille tyypillistä on paineilman tekemä työ tai paineilman oleminen välittäjäaineena. (Parambath 2020, 6-9.)

Pneumatiikalla on paljon hyviä ominaisuuksia, joiden ansiosta se on laajasti levinnyt moniin käyttökohteisiin. Paineilman etuja ovat: helppo varastoitavuus, paineilma on lähes aina valmistettavissa, siirtely putkistoja pitkin helppoa ja hyvä viskositeetti siirreltäessä. Paineilma on myös turvallinen käyttää kohteissa, joissa paloriski tai ympäristöhaitat ovat mahdollisia. (Parambath 2020, 6-9.)

5.2 Hydrauliiikka

Hydrauliiikka on osa fluiditekniiikan perhettä. Fluiditekniiikan osa-alueiksi luokitellaan: hydrostatiikka, hydrodynamiikka, hydrauliiikka ja pneumatiikka. Hydrauliiikassa paine tuotetaan useimmiten sähkömooottoreilla, mutta esimerkiksi auton tunkeissa paine tuotetaan käsin pumppaamalla. (Convergence Training 2017.) Alla kuvattuna yksinkertainen hydrauliiikka järjestelmä (Kuvio 3).



Kuvio 3. Yksinkertaistettu hydraulikka järjestelmä (SIXTEK 2021)

Hydrauliikassa paineen tuottamiseen väliaineena käytetään nykyään pääasiassa öljyä. Veden käyttö ominaisuuksia hydraulikassa on tutkittu laajasti sen turvallisimpien ominaisuuksien takia esimerkiksi paloturvallisuuden näkökulmasta. Hydraulijärjestelmä on yleensä tarkka vaaditusta öljystä ja yleisin käytettävä öljy on mineraaliöljy. (Convergence Training 2017.)

Hydrauliikan etuja ovat sen monipuoliset käyttökohteet ja toimintatapa. Hydrauliikan avulla teho voidaan välittää laitteistolle putkia pitkin, näin mahdollistaen hydraulikan tehon tuottavan laitteiston sijoittelun omille sektoreilleen. Hydrauliikka voidaan myös ohjata sähköisesti, mikä mahdollistaa voiman, momentin ja nopeuden säätelyn. Hydrauliikan etuja ovat myös välittäjäaineen tuoma hyvä lämpötilaerojen kesto ja öljyn voiteluominaisuudet. Hydrauliikan heikkouksia ovat järjestelmässä oleva korkeapaine, mikä voi aiheuttaa hengenvaarallisia tilanteita järjestelmän rikkoutuessa. Järjestelmässä käytettävä öljy on myös paloherkkää ja näin ollen lisää tulipalojen riskiä. Hydrauliikassa käytettävä öljy on myös ympäristölle haitallista, minkä takia järjestelmän kuntoa tulee tarkkailla ja ylläpitää säännöllisesti. (Convergence Training 2017; SIXTEK 2021.)

5.3 Sähkö

Sähköenergia on yleisin käytettävissä oleva energiamuoto, suurin osa käytettävistä laitteista teollisuudessa tarvitsee sähköä toimiakseen. Teollisuudessa sähkön yksi yleisimmistä käyttökohteista on erilaiset sähkömoottorit.

Sähköä voidaan valmistaa monella eri menetelmällä. Sähköä valmistetaan tavallisimmin voimalaitoksissa vesiturbiinien, ydinvoiman ja nykyään myös kasvavassa määrin tuulivoiman avulla. Suomessa sähköntuotannosta noin kolmannes tapahtuu ydinvoimalla, viidennes vesivoimalla ja noin prosentti tuulivoimalla. (Sähkölä 2020.)

Oikein käytettynä sähkö on turvallinen energiamuoto, mutta häiriötilanteissa sähkö voi olla hengenvaarallinen. Yksi isoimmista sähkön vaaroista on sähköiskun saaminen. Sähköiskussa henkilö joutuu kosketuksiin eri jännitteisiin sähköverkkoon liitetyn laitteen komponenttien kanssa. (STEK 2021.) Alla esitettynä kuva sähkömoottorista (Kuva 5).



Kuva 5. Sähkömoottori kytkettynä pumppuun

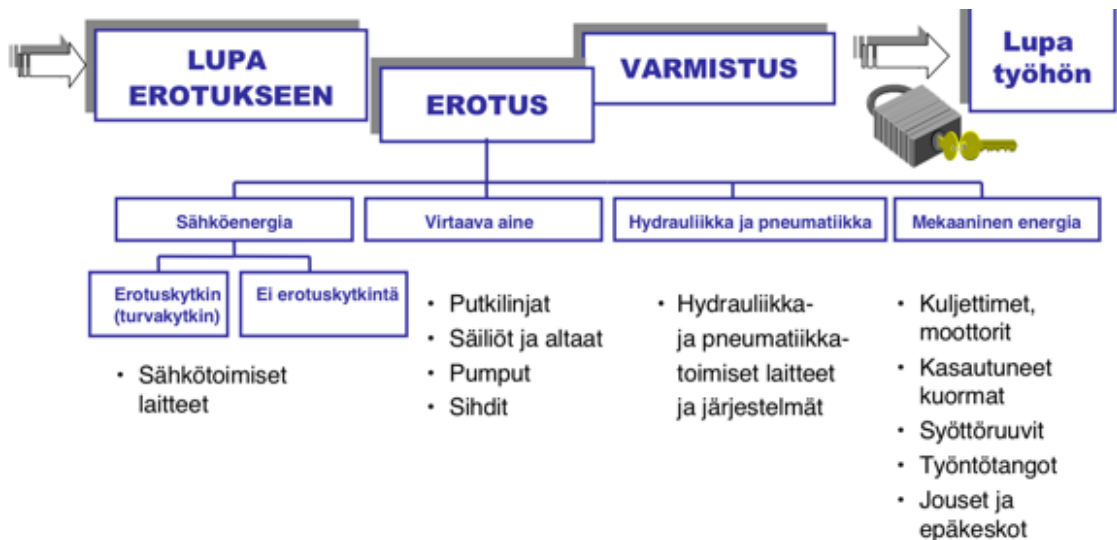
5.4 Mekaaninen energia

Mekaaninen energia jaetaan kahteen ryhmään jotka ovat liike-energia ja potentiaali energia. Liike-energiaa syntyy, kun kappale liikkuu suoraviivaisesti, värähtelemällä, heilumalla pyörimällä jne. Liike-energian määrään vaikuttaa kappaleen massa ja kappaleen saavuttama nopeus. Potentiaalienergia on “mahdollista”

energiaa, joka pyrkii muuttumaan liike-energiaksi. Jännitetty jousi on yleisin esimerkki potentiaalienergiasta. Potentiaalienergiaa pääsee syntymään, kun kappaleeseen vaikuttaa jokin vetovoima, esimerkiksi painovoima. (Mahesh 2009.)

6 LOTOTO – ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYKSEN ESTO

Odottamattomalla käynnistymisellä tarkoitetaan käynnistymistä, joka aiheutuu esimerkiksi ohjausjärjestelmän vikaantumisesta, energiasyötön palaamisesta, tarkoituksettomasta käynnistyskäskystä tai virtaavan aineen (esim. kemikaalin) purkautumisesta työkohteeseen. Opinnäytetyössä keskitytään hydraulilla ja pneumatiikalla toimivan laitteiston odottamattoman käynnistyksen estämiseen. Odottamattoman käynnistyksen esto on lähtenyt liikkeelle Yhdysvalloista, missä Amerikan työsuojelun hallintoviranomainen OSHA loi 1990-luvulla uudenlaisen Lockout / Tagout standardin 29 CFR 1910.147. (Outokumpu 2021a; OSHA 2021.) Alla esitettynä odottamattoman käynnistyksen periaatteet (Kuvio 4).



Kuvio 4. Odottamattoman käynnistyksen periaatteet (Outokumpu 2021a)

6.1 LOTOTO

LOTOTO on yksi odottamattoman käynnistyksen eston menetelmistä. Sana LOTOTO tulee sanoista: lock-out, tag-out, try-out, mikä tarkoittaa lukitse, merkkää ja tarkista. LOTOTO on jo pitkään ollut yksi turvallisimmista tavoista eristää energiat kunnossapito ja häiriönpoisto tilanteissa. LOTOTO:n avulla kokemattomatkin henkilöt voivat helposti ja turvallisesti suorittaa tehtäviään prosessilinjastossa. LOTOTO:n käyttö perustuu turvalukituskortteihin, joihin on merkattu kuvallisesti ja sanallisesti laitteeseen vaikuttavat energiat ja niiden lukitusmahdollisuudet. Viranomaismääräykset vaativat, että prosessilaitteiston oltava kytkettävissä pois

päältä huoltotoimien ja häiriönpoiston ajaksi. LOTOTO:n käyttöönotto vaatii huolellista suunnittelua ja prosessilaitteiston tuntemista, oikeanlaisten lukitusten taakamiseksi. (AggNet 2019.) Alla esitettynä kuva LOTOTO turvalukituksesta (Kuva 6).



Kuva 6. LOTOTO lukitus (AggNet 2019)

Lukitse ja merkitse -menettely voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen. Ensimmäisessä suunnittelu vaiheessa työntekijän tulee kartoittaa alue ja selvittää kaikki laitteistoon vaikuttavat energiat. Työntekijän tulee myös selvittää energioiden mahdolliset lukituskeinot. Toisessa vaiheessa suljetaan työnkohteena oleva laitteisto ja ilmoitetaan kaikille alueella työskenteleville henkilöille laitteiston sulkeamisesta. Kolmannessa vaiheessa eristetään huollettava kone tai laitteisto niihin vaikuttavista energioista esimerkiksi virran katkaisemisella tai venttiilien sulkemisella. Koneen tai laitteen energioista eristämisen jälkeen, seuraava lukitus ja merkitsemisen vaihe on koneen varsinainen lukitseminen ja merkitseminen. Tämä on lukitus / merkitsemis metodin yksi tärkeimmistä vaiheista. Tämän vaiheen aikana työntekijä kiinnittää turvalukot ja lukituskortit kuhunkin eristettävään laitteeseen. Työntekijä merkitsee lukitukseen henkilötietonsa, minkä avulla muut alueella työskentelevät henkilöt voivat halutessaan saada lisätietoa lukituksesta.

Vaiheessa viisi pyritään etsimään ja purkamaan kaikki mahdollinen varastoitunut jäännösenergia esimerkiksi hydraulikka paine käyttö linjastossa. Viimeisessä luokitus/merkitsemisen vaiheessa käydään läpi kaikki aikaisemmin mainitut kohdat ja tarkastetaan, että jokainen vaihe on suoritettua asiaankuuluvalla tavalla. (Dalto 2017.)

6.2 Lait ja standardit

Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto on säätänyt direktiivin 2009/104/EY odottamattoman käynnistyksen estosta. Direktiivi määrittelee tarkasti työntekijöiden työssään käyttämille työvälineille asetettavista turvallisuutta ja terveyttä koskevista vähimmäisvaatimuksista. Direktiivi määrittelee seuraavasti kohdissa 2.11, 2.13, 2.14, 2.15 ja 2.16 laitteiston turvallistamisen ja odottamattoman käynnistyksen eston, työvälineiden ja laitteiston kanssa toimiessa. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY.)

” Yleiset työvälineisiin sovellettavat vähimmäisvaatimukset:

2.11 Työvälineissä olevien varoituslaitteiden on oltava yksiselitteisiä ja helposti havaittavissa ja ymmärrettävissä.

2.13 Huoltotöiden tekemisen on oltava mahdollista koneen ollessa pysäytettynä. Jos tämä ei ole mahdollista, täytyy olla mahdollista ryhtyä tarvittaviin suojelutoimenpiteisiin, jotta sellaisia töitä voidaan suorittaa, tai jotta sellaisia töitä on voitava suorittaa vaaravyöhykkeen ulkopuolella.

2.14 Kaikki työvälineet on varustettava selvästi tunnistettavin laittein, joilla ne voidaan eristää kaikista energialähteistään.

Uudelleenkytkentä on voitava sovittaa siten, etteivät kyseessä olevat työntekijät joudu vaaraan.

2.15 Työvälineissä on oltava työntekijöiden turvallisuuden varmistamiseksi olennaiset varoitukset ja merkinnät

2.16 Työntekijöiden on voitava mennä turvallisesti kaikkiin paikkoihin, joihin pitää mennä tuotannon, säädön tai huollon vuoksi, ja olla niissä turvallisesti.”

Odottamattomasta käynnistyksen estosta on määritelty myös standardeja. Standardit ovat yleisesti sovittuja jonkin asian erilaisia esimerkiksi: vaatimuksia, suosituksia tai ominaisuuksia. Suomessa käytössä oleva standardi SFS ISO 14118:2018 käsittelee vaatimuksia koneen rakeenteellisille keinoille, joilla on tarkoitus estää koneen odottamaton käynnistyminen. (SFS 2021; SFS-EN ISO 14118:2018, 7-8.) Odottamaton käynnistyksen esto on määritelty standardissa SFS-EN ISO 14118:2018. 2020 seuraavasti:

”1. Ohjausjärjestelmään kohdistuvasta ulkoisesta vaikutuksesta tai ohjausjärjestelmän vikaantumisesta johtuva käynnistyskäsky.

2. Käynnistysohjaimen tai koneen muihin osiin (esim. anturiin tai tehonohjauselimeen) kohdistuneen tarkoittamattoman vaikuttamisen seurauksena syntyvä käynnistyskäsky.

3. Tehonsyötön palaaminen keskeytyksen jälkeen.

4. Koneen osiin kohdistuva ulkoinen tai sisäinen vaikutus (painovoima, tuuli, polttomoottorin itsesytytys).”

6.3 Energioiden lukitukset

Hydrauliikan ja pneumatiikan lukitukset kattavat suurimman osan VV2 turvalukituksista. Tässä kappaleessa esitellään keinoja ja Outokummun ohjeistuksia kyseisten energioiden lukitsemiseksi ja prosessilinjaston saattamiseksi nollaenergiatilaan (Outokumpu 2021a.)

Hydrauli- ja pneumatiikkajärjestelmien paine tulee purkaa tai erottaa huollettavasta toimilaitteesta. Esimerkiksi pelkästään hydraulisen sylinterin erottaminen paineesta ei riitä, vaan sylinterin varassa oleva taakka tulee lukita myös mekaanisesti. Myös mahdollisten painevaraajien paine tulee poistaa tai erottaa. Toimilaitteeseen kuuluvat sähkövirrat tulee myös erottaa, mikäli se on mahdollista. Kaikki lukitukset merkitään lukituskilvellä. (Outokumpu 2021a.)

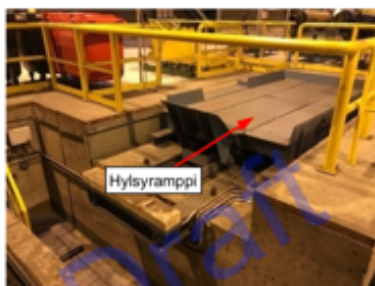
Mekaanista energiaa kattavia kohteita ovat esimerkiksi: kuljettimet, nosturit, nosto-ovet, jouset ja kasautuneet taakat. Mekaanisen energian erotus voidaan tehdä poistamalla voimansiirron komponentit, kuten hihnat tai kytkimet. Mekaaninen energia voidaan erottaa myös lukitsemalla kohde ketjulla, lukitustapilla tai jarrulla. (Outokumpu 2021a.)



Sähköenergiaa kattavia kohteita ovat esimerkiksi: sähkömoottorit, nosturien kiskot, valaisimet ja prosessin hallintalaitteisto. Yleensä sähkölaitteet on varustettu vahinkokäynnistymisen estävällä turvakytkimellä. Turvakytkimen vaikutusalue tulee tarkistaa. Turvakytkin käännetään 0-asentoon ja lukitus merkitään lukituskilvillä. Erotuksen onnistuminen varmennetaan kokeilemalla käynnistää laite. (Outokumpu 2021a.)

6.4 Turvalukituskortit

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda VV2 linjalle LOTOTO-turvalukituskortteja. Turvalukituskorttien avulla saadaan parannettua työturvallisuutta prosessilaitteiston parissa työskennellessä. Lukituskortit myös parantavat tehokkuutta, koska laitteiston lukitsemisesta tulee helpompaa ja nopeampaa. Tavoitteena on luoda kaikille laitteiston parissa työskenteleville henkilöille oikeanlaiset tiedot ja taidot oikeaoppisista turvalukituksista. Lukituskortteja on useita, sillä yhdessä kortissa käsitellään tietyn laitteen lukitukset. Kortteihin on merkattu kirjallisin ohjein kaikki kyseisen laitteen energioiden lukitusmahdollisuudet: hanat, venttiilit, kytkimet jne. Kortteihin on myös lisätty kuvat lukittavista komponenteista, helpottamaan ja nopeuttamaan lukitusprosessia. Turvalukituskortit ovat laminoituja, A4 kokoisia ja niitä säilytetään valvomon korteille varatussa postilaatikossa. Alla esitettynä esimerkki kuva lukituskortista (Kuvio 5).

outokumpu		
Lukituskortti		
ID#: 4-VV2-130	Osasto: Kylmävalssaamo - Valssaimet	Alue: Viimeistelyvalssain 2 (4-VV2)
Luoja: 4/9/2021	Kohde: Hylsyramppi 4-VV2-015	
Tarkastaja: 4/13/2021		
8	Lukitus- kohtaa	Huomioi: <ol style="list-style-type: none"> Oletko ilmoittanut valvomoon ja muille tarvittaville henkilöille? Onko sinulla lupa aloittaa työ? Tarvitsetko kirjallisen työluvan, esim. työt ahtaissa / suljetuissa tiloissa tai kemikaali/kaasuputkistoihin tai -laitteisiin liittyvät työt? Huomioi muut alueella työskentelevät. Pidä Tuumatuokio!
Valmistelevat työvaiheet		
Huomio: Varmista, että työkohde on turvalisessa tilassa erotustoimepiteitä varten.		



Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
1 Hydrauliikka 	150bar järjestelmän venttiilitaulu V1 sijaitsee valssaimen alapuolella kellarissa.	Venttiilitaulu V1 

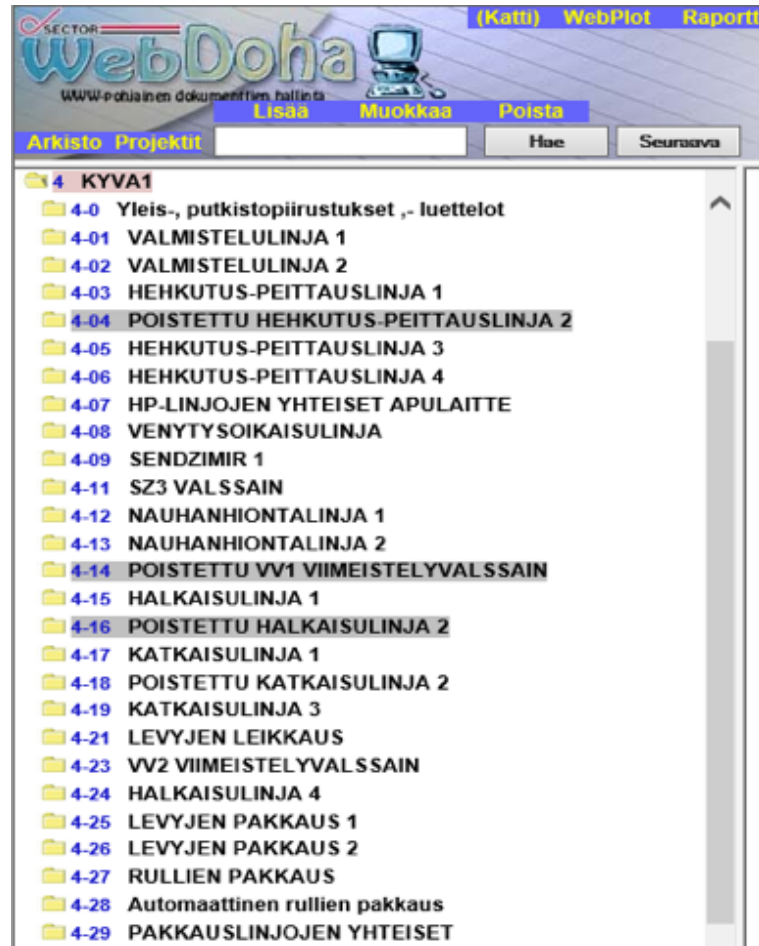
Kuvio 5. Lukituskortti

6.5 Käytetyt ohjelmistot

Opinnäytetyössä käytettiin apuna teollisuuteen suunnattuja erilaisia ohjelmistoja, joiden tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa työntekemistä. Työssä käytettyjä keskeisiä ohjelmia olivat WEBDOHA, KUTI ja BRADY.

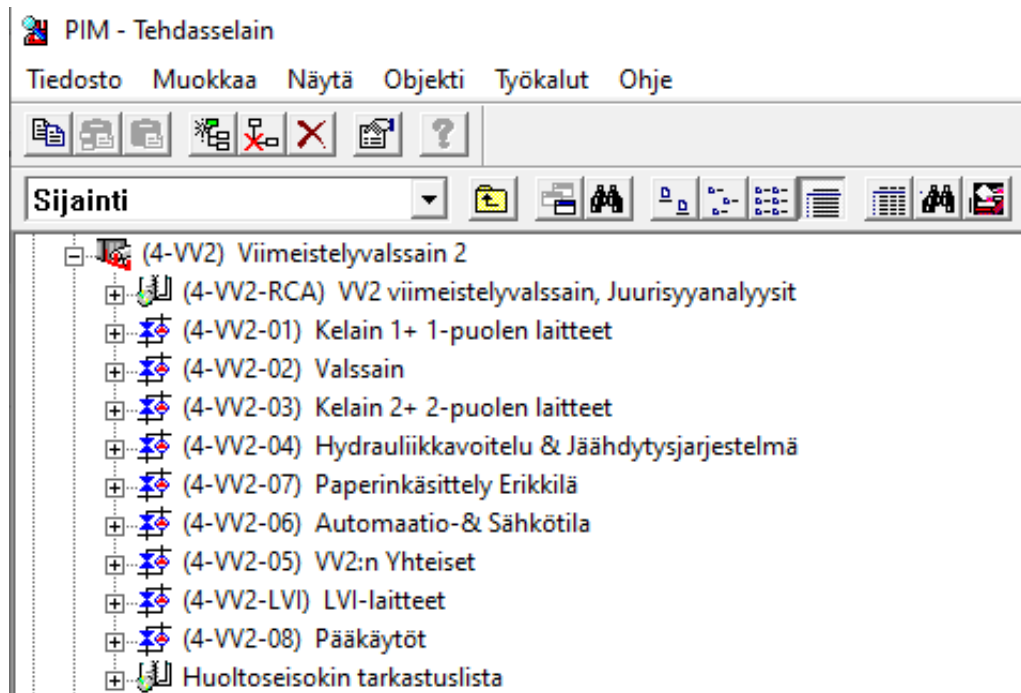
WebDoha on Outokummulla käytössä oleva ja verkossa sijaitseva, piirustusten arkistointiin suunniteltu ohjelmisto. WebDoha:lle on tallennettu lähes kaikki prosessilinjastojen laitekohtaiset piirustukset. Arkistoista näkee esimerkiksi laitteiden hydraulikka, pneumatiikka ja sähkö rakennepiirustukset. Piirustusten avulla toi-

minta kentällä lukituskortteja suunnitellessa helpottuu huomattavasti, kun tiedetään minkälaisia hydraulikka, tai pneumatiikka ratkaisuja laitteistossa on käytetty. (Outokumpu 2021a.) Alla esitettynä WebDohan käyttöliittymä (Kuvio 6).



Kuvio 6. WebDoha käyttöliittymä

KUTI on Outokummun Tornion tehtailla käytössä oleva kunnossapitojärjestelmä. Järjestelmää käytetään kaikkiin tehtaan kunnossapito ja huoltotöihin. Järjestelmän avulla voidaan vikatilanteissa tehdä työtilaus kunnossapidolle ja varata kunnossapitotöihin tarvittavat materiaalit. Työtilaus tallentuu järjestelmään ja tilauksia voidaan tarkastella mahdollisissa tulevilla vikatilanteissa. KUTIN käyttö perustuu laitehierarkiaan. Laitehierarkian kärjessä on prosessilinjasto, joka jakaantuu omiin pienempiin alakategorioihinsa. Kyseisen laitehierarkian avulla luodaan lukituskortit laitekohtaisesti. (Outokumpu 2021a.) Alla esitettynä KUTI järjestelmän laitehierarkia (Kuvio 7).



Kuvio 7. KUTI laitehierarkia

Brady on lukituskorttien tekoon suunniteltu pilvipalvelun kautta toimiva ohjelmisto. Ohjelmistossa on valmiit Outokummun standardien mukaiset lukituskorttipohjat, joihin merkataan käsiteltävän laitteiston lukitusohjeet. Ensimmäisenä lukituskortteihin määritellään prosessi linjasto ja laitteisto, mitä lukituskortti koskee. Seuraavaksi määritellään lukittavat energiat ja niiden lukitusmahdollisuudet. Lopuksi kortteihin laitetaan havainnollistavat kuvat lukittavien laitteiden turvalukituksista. (Outokumpu 2021a.) Alla esitettynä Brady ohjelmiston aloitus näkymä (Kuvio 8).

Home - Brady LINK360

Home Find/Create Files Setup & Admin Lockout/Tagout Confined Space Reliability

Home - Brady LINK360 Help

Category	Count
Permit Requests	0
Open CS Requests	0
Awaiting Your Review	0
Open Comments	7
Audits Due	97
Out for Review	0
Recently Published	8

View Charts

Lockout Tagout devices designed by experts in safety
BROWSE CATALOG

News & Alerts

1/13/2021
Service Interruption Notice
Brady will be releasing LINK360 version 3.48 on **Wednesday 20th of January 2021**. The program will not be available between **8:00-10:00PM CET**

Kuvio 8. Brady aloitus näkymä

7 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena syntyi 14 kappaletta LOTOTO-menetelmän mukaisia turvalukituskortteja VV2 tuotantolinjalle. Korttien tekoon rajattu tuotantolinjan alue kattaa kaikki kelaimen 1 puolen laitteet (14kpl) askelpalkki kuljettimesta nauhanpuhdistusharjaan. Tuotantolinjan laajuuden takia lukituskorttien teko rajattiin puoleen väliin linjaa, jotta työn suorittaminen olisi realistisesti mahdollista annetussa ajassa. Työturvallisuus tuotantolinjalla paranee työssä syntyneiden 14 lukituskortin avulla, koska kaikille alueella toimiville henkilöille syntyy oikeanlainen tapa turvallistaa tuotantolinja. Kohdassa 7.1 käsitellään turvalukituskortti, joka on tehty VV2 hylsyrampille. Kappaleessa käsitellään myös yleisesti korttien sisältöä.

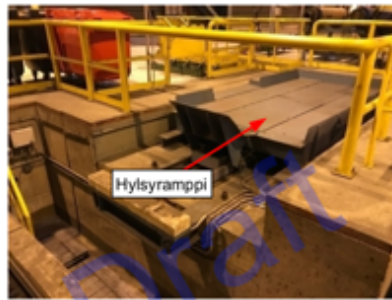
Lukituskortteihin on merkattu KUTI hierarkian mukaisesti eri laitekokonaisuuksien lukitukset. Yksi lukituskortti sisältää aina yhden laitteen, mutta kortissa voi olla kyseiselle laitteelle useampi toiminto. Esimerkiksi KUTI järjestelmässä löytyy kohdasta taittorulla myös taittorulla harja ja taittorulla suoja. Taittorulla harja ja suoja ovat kuitenkin fyysisesti samassa paikkaa, joten järkevintä ne olivat sijoittaa samalle lukituskortille. Viimeistelyvalssain 2 linjalla on paljon laitteistoa, minkä johdosta jouduttiin miettimään, yhdistetäänkö samaan korttiin viereisen laitteen lukitukset. Kortit kuitenkin tehtiin lopulta laitekohtaisesti.

Opinnäytetyön tuloksena myös yleinen kiinnostus LOTOTO-menetelmään ja työturvallisuuden parantamiseen on lähtenyt nousuun. Työn tuloksena saatujen korttien pohjalta muilla työntekijöillä on hyvät lähtökohdat jatkaa LOTOTO-menetelmän käyttöä.

7.1 Hylsyramppi lukituskortti

Alla olevassa lukituskortissa kerrotaan tarkasti mitä osastoa, linjaa ja laitetta kyseinen kortti koskee sekä laitteen positionumero. Lukituskorkeissa ilmoitetaan myös montako lukituskohtaa laite sisältää. Korteissa kerrotaan lisäksi yleiset alueelle ilmoittautumiseen ja menemiseen liittyvät säännöt. Kortissa myös muistutetaan varmistamaan, että työkohte on turvallisessa tilassa erotustoimenpiteitä varten (Kuvio 9).

outokumpu		Lukituskortti	
ID#: 4-VV2-130 Luotu: 4/9/2021 Tarkastettu: 4/13/2021	Osasto: Kylmävalssaamo - Valssaimet	Alue: Viimeistelyvalssain 2 (4-VV2)	
		Kohde: Hylsyramppi 4-VV2-015	
8	Lukitus- kohtaa	Huomioi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Oletko ilmoittanut valvomoon ja muille tarvittaville henkilöille? 2. Onko sinulla lupa aloittaa työ? Tarvitsetko kirjallisen työluvan, esim. työt ahtaissa / suljetuissa tiloissa tai kemikaali/kaasuputkistoihin tai -laitteisiin liittyvät työt? 3. Huomioi muut alueella työskentelevät. 4. Pidä Tuumatuokio!! 	
Valmistelevat työvaiheet			
Huomio: Varmista, että työkohde on turvallisessa tilassa erotustoimepiteitä varten.			



Kuvio 9. Lukituskortin lähtötiedot

Alla esitetyssä lukituskortissa kerrotaan laitteistosta lukittavat energiat. Energioita voivat olla pneumatiikka, hydraulikka, sähkö ja mekaaninen energia. Kyseisessä kortissa lukittava energia on hydraulikka. Lukituskortista ilmenee myös lukittavien komponenttien sijainti ja lukitustapa. Kortissa on sanalliset ja kuvalliset ohjeet oikeanlaiseen energioiden erottamiseen (Kuvio 10).

Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
5 Hydraulikka 	150bar järjestelmän venttiilitaulu V2 sijaitsee valssaimen alapuolella kellarissa.	Venttiilitaulu V2 
6 Hydraulikka  Hylsyramppi	Hylsyramppi Työnnin (01.04.02YVH3.1)	Venttiilitaulu v2 
7 Hydraulikka  Hylsyramppi	Hylsyramppi työnnin Käännä sulkuventtiilit P-3 30.4 ja P-4 30.5 kiinni, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE kyttä). Sulkuhana kuvassa auki-asennossa.	Sulkuhana venttiilitaulun V2 takana 

Kuvio 10. Lukituskortin lukitusvaiheet

Yllä olevassa kortissa (Kuvio 10) käsitellään hylsyramppia. Hylsyrampille siirretään valssauksen jälkeen 1-kelaimelle jäänyt hylsy. Hylsyramppi lukitaan VV2 alla sijaitsevasta 150 bar hydraulikka järjestelmän venttiilitauluista V1 ja V2. Lukituskohdassa viisi kerrotaan venttiilitaulun sijainti ja kohdassa kuusi ilmoitetaan hylsyramppia koskevan toiminnon (tässä tapauksessa työnnin) venttiilin tiedot. Kohdassa seitsemän käydään läpi lukittavat hanat ja niiden sijainti. Kortissa on ilmoitettu tekstillä sekä kuvin havainnollistaen hanojen merkinnät ja onko hana auki vai kiinni asennossa.

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
8  Hydraulikka Hylsyramppi	Hylsyramppi työnnin Sulkuhana on kuvassa auki-asennossa.	Sulkuhana venttiilitaulun V2 takana 
Koekäynnistys		
Erotusten ja lukitusten jälkeen tehdään koekäynnistys turvallistetulle kohteelle. Koekäynnistys kirjataan erotuslistaan. Kun erotustoimenpiteet ja koekäynnistys on suoritettu ja varmistettu, että työkohte on turvallisessa tilassa, voidaan työ aloittaa.		
Työn lopetus ja lukituksen purkaminen		
Turvalukitusten poisto ja ilmoittautuminen ohjaamoon. Lisäksi on ilmoitettava ohjaamonhoitajalle selkeästi, että korjaustyö on suoritettu, kaikki alueella työskennelleet ovat poistuneet alueelta ja kohde voidaan palauttaa normaaliin toimintaan. Turvalukot ja merkintäkilvet poistetaan ja palautetaan ohjaamoon. Sekä lukituskortti postilaatikkoon.		

Kuvio 11. Lukituskorttien koekäynnistys ja työnlopetus

Lukituskortin lopussa käsitellään koekäynnistystä ja työnlopetusta. LOTOTO-menetelmän mukaisesti kortissa muistutetaan lukitusten jälkeen tekemään koekäynnistys. Koekäynnistyksellä selviää, onko laite lukittu ja ettei mahdollisia virheitä ole päässyt tapahtumaan lukituksia tehtäessä. Varmistettuaan lukitusten toimivuus voi työt aloittaa kyseisen laitteen ympärillä. Töiden loputtua lukitukset puretaan ja asiasta ilmoitetaan muille alueella työskenteleville henkilöille. Lopuksi lukituskortit toimitetaan omalle paikallensa valvomoon seuraavaa käyttökertaa varten (Kuvio 11).

8 POHDINTA

Opinnäytetyö ja sen aihe herättivät minussa suurta mielenkiintoa. Työ oli erittäin ajankohtainen ja tärkeä Outokummun työturvallisuuden parantamisen kannalta. Ensiarvoisen tärkeänä työssäni pidin sitä, että lukituskortit tulevat todelliseen käyttöön ja sain olla mukana parantamassa yhtiön työturvallisuutta. Turvallisuus näkökulmasta katsottuna on todella tärkeää, että jokainen työntekijä pystyy työpäivän jälkeen palaamaan terveenä kotiin. Opinnäytetyön kohteena ollut tuotantolinja oli minulle entuudestaan tuttu, mutta linjan laitteiston läpikäynti ja prosessin opettelu toivat oman haasteensa opinnäytetyöhön. Oman haasteensa opinnäytetyöhön toi myös VV2 linjan tuotantopaine, minkä takia linjaan tutustuminen ja lukitusten suunnittelu tehtiin pääasiassa huoltoseisakkien aikaan.

Opinnäytetyö polkaistiin käyntiin keskustelemalla tavoitteista ja alueen rajauksesta, sen jälkeen lähdettiin keräämään tietoa tuotanto linjasta ja opinnäytetyön teoriapohjasta. Opinnäytetyön teoria- ja tietoperustaa lähdettiin aluksi kartoittamaan etsimällä tietoa LOTOTO-menetelmästä ja odottamattomasta käynnistykseen estosta. Lisäksi haettiin tietoa kirja lähteistä eri energiamuodoista ja niiden ominaisuuksista. Lait ja standardit tulivat myös esille opinnäytetyössä ja näiden avulla saatiin tietoa työnantajan vastuista ja velvollisuuksista työturvallisuuden näkökulmasta. Standardeista kävi myös ilmi koneturvallisuuden määräykset odottamattomasta käynnistykseen estosta. Outokummun sisäisestä intranetistä löytyi myös paljon hyödyllistä tietoa esimerkiksi ohjeet odottamattoman käynnistykseen estosta. Yhtenä tärkeänä tietopohjana oli myös työnjohtajien, operaattorien ja kunnossapito henkilöiden lausunnot, joiden avulla saatiin kerättyä tietoa prosessilinjasta ja turvalukituksen tekemisestä.

Mielestäni opinnäytetyö onnistui mallikkaasti. Opinnäytetyössä syntyneillä 14 kappaleella LOTOTO-menetelmän mukaisilla turvalukituskorteilla pystytään parantamaan yleistä työturvallisuutta linjalla toimiessa ja helpottamaan prosessi ja kunnossapito henkilöiden arkea. Korttien ansiosta kaikilla on helposti saatavilla tieto linjaston oikeanlaisesta turvallistamisesta, mikä puolestaan nopeuttaa mahdollisia häiriönpoistoja ja huoltotoimenpiteitä. Turvalukituskortit tehtiin mahdollisimman helposti ymmärrettäviksi, jotta täysin kokemattomatkin henkilöt voivat

turvallisesti työskennellä laitteiston parissa. Aikarajan takia lukituskortteja ei ke-
retty tekemään koko prosessilinjastolle vaan kortit tehtiin noin puoleenväliin lin-
jaa. Aloittamalla projektilla on helppo jatkaa VV2 tuotantolinjan lukituskorttien
tekemistä.

LÄHTEET

AggNet 2019. LOTOTO- and why it is essential for safety. Viitattu 27.3.2021.

<https://www.agg-net.com/news/lototo-and-why-it-is-essential-for-safety>

Convergence Training 2017. What is Hydraulic system, Definition, Desing and components. Viitattu 14.3.2021. <https://www.convergencetraining.com/blog/what-is-a-hydraulic-system-definition-design-and-components>

Dalto, J. 2017. LOTO Safety: The 6 steps of Lockout/Tagout. Viitattu 1.4.2021. <https://www.convergencetraining.com/blog/loto-safety-6-steps-of-lockout-tagout>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY

Mahesh C, J. 2009. Textbook of engineering physics. 1st edition. United states: PHI.

OSHA 2021. Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout). Viitattu 18.3.2021. <https://www.osha.gov/control-hazardous-energy>

Outokumpu Oyj 2021c. Outokummun historia. Viitattu 12.2.2021. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu>

Outokumpu Oyj 2021a O'net. Outokummun sisäinen intranet. Viitattu 13.2.2021.

Outokumpu Oyj 2021b. Outokummun organisaatio. Viitattu 12.2.2021. <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization>

Parambath, J. 2020. Pneumatic systems and circuits – basic level. United states: Independently Published.

SFS-EN ISO 14118. 2018. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen. Helsinki: SFS.

SFS 2021. Mitä standardi tarkoittaa. Viitattu 3.4.2021. <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

SIXTEK 2021. Hydrauliiikan perusteita. Viitattu 3.3.2021. <https://www.hydrauliiikkapumppu.fi/sivu/hydrauliiikan-perusteita>

STEK 2021. Miksi sähkö on vaarallista. Viitattu 7.3.2021. <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/miksi-sahko-on-vaarallista/>

Sähkölä 2020. Mistä sähkö tulee. Viitattu 7.3.2021. <https://static1.squarespace.com/static/5b192722620b852f7fe2394d/t/5be18a97cd8366cb831a366b/1541507736425/05-Sahkola-Mista-sahko-tulee.pdf>

Työsuojelu 2020b. Koneet ja työvälineet. Viitattu 21.2.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/koneet-ja-tyovalineet>

Työsuojelu 2020a. Työnantajan vastuu. Viitattu 22.2.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/vastuut-tyosuojelussa/tyonantaja>

Työterveyslaitos 2021. Työturvallisuus. Viitattu 22.2.2021. <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/tyoturvallisuus/>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738