

LOTOTO-LUKITUSKORTIT HEHKUTUS- JA PEITTAUS-
LINJA 4

Eskelinen Ari

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Ari Eskelinen	Vuosi	2021
Ohjaaja	DI Mari-Selina Kantanen		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy Kai Ekman, käyttöpäällikkö HP-linjat		
Työn nimi	LOTOTO-lukituskortit hehkutus- ja peittauslinja 4		
Sivu- ja liitesivumäärä	54 + 7		

Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:n toimeksiannosta kylmävalssaamo 1:n hehkutus- ja peittauslinja 4:lle. Työn tarkoituksena oli LOTOTO-turvalukituskorttien laatiminen linjan alkupään toiminnoille. Opinnäytetyö tehtiin osana koko tehtaan sisäistä laitteiden odottamattomaan käynnistykseen liittyvää turvallisuusohjelmaa. Turvalukituskortteihin esitettiin selkeästi kaikki laitteisiin tehtävät energiamuotojen lukitukset ohjeina ja kuvina, jotta lukitukset olisi helppoa tehdä ja työt voitaisiin jatkossa suorittaa entistä turvallisemmin.

Yleisenä tavoitteena LOTOTO-turvalukituskorttien laatimisella on yhtenäisen toimintatavan luominen kaikille tuotantolinjoille. Korteissa on ohjeistus kunnossapitotöiden yhteydessä ja käytön aikaisten häiriöiden poistossa tehtävien turvalukitusten oikeaoppiseen tekemiseen. Lukituskorttien tarkoitus on parantaa työturvallisuutta, vähentää tapaturmia, helpottaa uusien työntekijöiden opastusta ja olla apuna ulkopuolisille urakoitsijoille.

Opinnäytetyössä tutkittiin työturvallisuuslakia, turvallisuussäädöksiä ja standardeja laitteen odottamattomasta käynnistymisestä sekä käytiin läpi Outokummun sisäistä turvallisuuspolitiikkaa. Korttien tekoon kerättiin kuvamateriaalia ja laitepositioita linjan alkupään laitteistoista. HP4:n käyttöhenkilöstön haastatteluilla ja laitepiirustuksilla saatiin tarvittavia lisätietoja korttien laatimiseen.

LOTOTO-turvalukituskortteja tehtiin 17 kpl, ja ne kattavat linjan alkupään toiminnot risteysasemalle asti. Koska hehkutus- ja peittauslinja on hyvin laaja kokonaisuus eri laitteita ja toimintoja, vaatii vielä paljon työtä, ennen kuin kaikille on laadittu oma turvalukituskortti.

Tässä työssä onnistuttiin hyvin selkeyttämään oikeaoppinen turvalukitusten tekeminen ja laatimaan kuvalliset opastukset, missä eri kohteiden lukitukset sijaitsevat. Tämän opinnäytetyön hyötyjä ovat tapaturmien vähentäminen, entistä turvallisempi työn suorittaminen, häiriöaikojen lyhentäminen tuotannossa ja huolto-työissä, sekä työhönopastuksen helpottaminen.

Avainsanat työturvallisuus, turvalukitus, hehkutus- ja peittauslinja, kylmävalssaamo

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Ari Eskelinen	Year	2021
Supervisor	Mari-Selina Kantanen, M.Sc. (Tech)		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy Kai Ekman, Operations Manager		
Subject of thesis	LOTOTO safety cards annealing and pickling line 4		
Number of pages	54 + 7		

This thesis was made to cold rolling mill 1 for annealing and pickling line 4 by the commission of Outokumpu Sainless Ltd. The purpose of the work was to make LOTOTO safety locking cards for the functions of the APL4 uncoiling area. The thesis acts as part of the whole factory's inner security program to prevent unexpected start-ups. All security locking procedures for the equipment and functions were presented clearly in the safety locking cards by words and pictures. This makes future working on that area more secure and all safety lockings can be done easier.

The overall goal of making the LOTOTO safety locking cards was to create an equal system to all production lines in the factory. The cards have instructions to do security locking in a correct way in all maintenance work and during the production. They also help when any errors occur in line functions and operators must enter automatic area. The purpose of the safety locking cards is to improve work safety, reduce accidents, make the guidance of new employees easier and assist the company's external contractors.

Making of this thesis focused on the safety act and standards of prevention of unexpected start-up as well as Outokumpu's security policy. Device positions and picture material to the cards were collected with help of the APL4 staff and using own experience of working in annealing and pickling line area.

This thesis contains 17 safety locking cards and they cover the line functions from the beginning of uncoiling area to the crossing point before welding machine. Since the annealing and pickling line has a very wide set of different devices and operations it still requires a lot of work before every function has its own locking card made.

This thesis succeeded in carrying out the right procedure in APL4 safety lockings and pictorial instructions on locking locations. The benefits of this work are to reduce accidents, to work more safely, to shorten disturbances in production and maintenance work as well as to make guidance for new workers easier.

Key words work safety, safety locking, annealing and pickling line,
cold rolling mill

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	OUTOKUMPU	9
2.1	Outokumpu Tornion tehtaat	10
2.2	Kylmävalssaamot.....	12
2.3	Hehkutus- ja peittäuslinjat.....	14
2.4	Hehkutus- ja peittäuslinja 4.....	15
2.4.1	Alkupää	16
2.4.2	Rasvanpoisto ja varaaja 1	19
2.4.3	Uunit ja jäähdytys	19
2.4.4	Peittäus	20
2.4.5	Loppupää	23
3	TYÖTURVALLISUUS JA TYÖSUOJELU	25
3.1	Työturvallisuuslaki	26
3.2	Outokummun ja Tornion tehtaiden työturvallisuus	26
3.3	HP4 työturvallisuus	29
4	TURVALUKITUKSET JA ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYMISEN ESTÄMINEN.....	33
5	TUOTANNON ENERGIAMUODOT	35
5.1	Hydrauliikka	35
5.2	Pneumatiikka	36
5.3	Mekaaninen energia	36
5.4	Sähkö.....	37
6	LOTOTO TURVALUKITUSJÄRJESTELMÄ OUTOKUMMULLA	38
6.1	LOTOTO-lukitukset eri energiamuodoille.....	40
6.2	Tehtaan sisäiset järjestelmät ja Brady LINK360-ohjelma.....	42
7	LUKITUSKORTTIEN LAATIMINEN	44
7.1	Työn suunnittelu	44
7.2	Työn toteutus	44
8	TULOKSET.....	46
8.1	Valmis lukituskortti	46

9 POHDINTA.....	52
LÄHTEET.....	53
LIITTEET	55

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiantajaa Outokumpua mielenkiintoisesta aiheesta, sekä HP-linjojen käyttöpäällikköä Kai Ekmania, turvallisuusinsinööri Janne Korholaa ja ohjaavaa opettajaa Mari-Selina Kantasta kannustavasta ohjauksesta ja neuvoista opinnäytetyön tekemisessä. Kiitokset kuuluvat myös HP4 työtovereille avustamisessa tämän opinnäytetyön kuvamateriaalin hankkimisessa. Lopuksi haluan kiittää vielä perhettäni kärsivällisyydestä ja kannustamisesta opiskeluni ja lopputyön tekemisen aikana.

Torniossa 26.4.2021

Ari Eskelinen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KYVA	Kylmävalssaamo
HP-linja	Hehkutus- ja peittäuslinja
LOTOTO	Lockout Tackout Testout, lukitse-merkitse-testaa, odottamattoman käynnistymisen estäminen
LNG	Nesteytetty maakaasu
KUTI	Kunnossapidon järjestelmä
WEBDOHA	Dokumenttiarkisto palvelin
SZ	Senzimir-valssain
VO	Venytysoikaisulinja
VA	Valmistelulinja
MUKU	Musta kuumanauha
RETU	Tehtaan sisäinen tuotannonohjausjärjestelmä
SBO	Turvallisen käyttäytymisen havainnointi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia turvalukituskortteja Outokummun Tornion tehtaiden kylmävalssaamon hehkutus- ja peittäuslinja 4:lle. Turvallisuus on Outokummun tuotantolaitoksissa aina etusijalla ja näillä turvalukituskorkeilla pyritään luomaan helppo ja selkeä yhdenmukainen systeemi tehtaan jokaiselle tuotantolinjalle. Laadittavat lukituskortit ovat osa tehtaalle tullutta LOTOTO-järjestelmää, jolla pyritään estämään laitteiden odottamattomat käynnistymiset entistä paremmin. Hehkutus- ja peittäuslinjojen käyttöpäällikkö Kai Ekman toimii tässä työssä toimeksiantajan edustajana.

Työntekijöiden vaihtuvuus tuotantolinjoilla ja alihankkijoiden tekemät huoltotyöt tuovat haasteita lukituksen oikeaoppiseen tekemiseen, koska monelle työntekijälle huoltokohde on ennestään tuntematon. Tällä hetkellä lukitusten tekemiseen ei ole varsinaisesti yhtenäistä käytäntöä ja hyvin usein tehokasta työaikaa kuluu venttiilien ja turvakytkimien etsimiseen, tai työt tehdään puutteellisilla lukituksilla, jolloin tapaturman riski on suuri. Opinnäytetyönä tehtävien lukituskorttien on tavoitteena parantaa ennen kaikkea työturvallisuutta, helpottaa lukitusten tekemistä ja opastaa oikeanlainen toiminta ennen töiden aloittamista ja töiden valmistuttua, sekä nopeuttaa kohteiden turvalukitusten tekemistä.

Koska kohde on kokonaisuudessaan hyvin laaja, lukituskorttien teko hehkutus- ja peittäuslinja 4:llä tullaan tässä opinnäytetyössä rajaamaan linjan alkupään alueelle, missä esimerkiksi käytön aikaisia linjan toimintaan liittyviä töitä tehdään jatkuvasti ja erinäisten häiriöiden poistaminen on toistuvaa ja hyvin tavallista. Nämä käytön aikaiset häiriöt johtuvat usein ajettavasta materiaalista, tai puutteellisesti toimivista laitteista. Kahden viikon välein pidettävässä huoltoseisakissa on enakkohuoltotöitä linjan alkupäässä useissa kohteissa ja laadittavat kortit ovat jatkossa apuna asentajille. Tässä opinnäytetyössä lukituskorkeita on tavoitteena tehdä vähintään 16 kappaletta. Tämän opinnäytetyön perusteella on helppo jatkaa korttien tekemistä linjalla eteenpäin.

2 OUTOKUMPU

Outokumpu on yksi maailman johtavia ruostumattoman teräksen valmistajia. Euroopassa se on 30 %:n osuudellaan kylmävalssattujen ruostumattomien terästuotteiden markkinajohtaja ja Yhdysvalloissa 20 %:n osuudellaan toiseksi suurin ruostumattoman teräksen valmistaja. Outokummun liiketoiminta on jakaantunut neljään alueeseen: Americas, Europe, Long products ja Ferrochrome. Yhtiön arvo muodostuu sen huippuosaamisesta, laaduntuottokyvystä, asiakassuuntautuneisuudesta, tinkimättömästä turvallisuuspolitiikasta sekä kestävän kehityksen ja ympäristöarvojen huomioimisesta toiminnassaan. Outokummun myymästä teräksestä meni vuonna 2019 suoraan loppukäyttäjille 55 % ja loput 45 % jakelijoiden varastoihin, joista se jatkokäsittelyn kautta sopivaksi muokattuna siirtyy eri loppukäyttäjille. Maailmanlaajuisesti Outokummulla oli vuoden 2020 lopulla palveluksessaan 9915 henkilöä, jotka työskentelivät yli 30 eri maassa. Liikevaihto vuonna 2020 oli 5639 miljoonaa euroa ja ruostumatonta terästä toimitettiin kaikkiaan noin 2,1 miljoonaa tonnia. (Outokumpu Oy 2020.)

Outokummun historia juontaa juurensa vuoteen 1910, jolloin itäsuomalaisessa Kuusijärven kunnassa sijaitsevalta Outokumpu -nimiseltä kukkulalta löydettiin kupariesiintymä. Paikalle perustettiin kuparikaivos ja sen viereen tehdas, jossa kuparia sulatettiin ja jalostettiin. Toiminta laajeni nopeasti ja Outokumpu oli jo merkittävä kuparin tuottaja 30- ja 40-luvuilla. Outokummusta tuli osakeyhtiö vuonna 1932, jolloin Suomen valtio jäi kuitenkin suurella osakemäärällään osaomistajaksi. Sotien jälkeen kehitettiin uusi liekkisulatusjärjestelmä, jonka yhteydessä myös nykyinen Outotec sai alkunsa. Myöhemmin 50- ja 60-luvulla yhtiö alkoi keskittyä myös muihin metalleihin, kuten sinkkiin ja nikkeliin. Kromikaivos perustettiin 1964 ja vuoden 2004 jälkeen Outokumpu luopui muiden metallien kaivos- ja jalostustoiminnasta keskittymällä pelkästään ferrokromin ja ruostumattoman teräksen tuotantoon ja kehittämiseen. Vuonna 2011 Outokumpu osti saksalaisen Inoxum GmbH:n ThyssenKruppin ruostumattoman teräksen tuotannon toiminnot ja nousi kerralla Euroopan suurimpien valmistajien Acerinoxin ja Aperamin rinnalle. (Outokumpu Oy 2020.)

2.1 Outokumpu Tornion tehtaat

Outokummun Tornion tehtaiden historia sai alkunsa vuonna 1959 Kemissä, kun sukeltaja Martti Matilainen löysi makeavesikanavasta kromilohkareen. Jo seuraavana vuonna löydöstä Outokumpu sai luvan jatkotutkimuksiin ja kaivostoimintaa alettiin valmistelemaan vuonna 1964 Elijärven alueelle. Jo pian Matilaisen kromilöydöksen jälkeen Outokumpu alkoi myös tutkia ruostumattoman teräksen tekemistä ja sen kannattavuutta, koska sillä oli nyt hallussaan kaksi valmistamiseen tarvittavaa pääraaka-ainetta, nikkeli ja kromi. Naapurikaupunkiin Tornioon rakennettiin ferrokromisulatto, jossa tuotanto aloitettiin vuonna 1968. Ensimmäinen ruostumattoman teräksen sulatuserä tehtiin Tornion tehtaalla vuonna 1976. Tehdas oli jo tällöin yksi maailman tehokkaimmista ruostumattoman teräksen tuotantolaitoksista omine kromikaivoksineen ja ferrokromituotantolaitoksineen. Myöhemmin Tornion tehdasalueelle rakennetut kuuma- ja kylmävalssaamot täydensivät ruostumattoman teräksen valmistuksen tuotantoketjua ja näin Outokumpu pystyi laajentamaan tuotevalikoimaansa. (Outokumpu Oy 2020.)

Nykyään Outokummun Tornion tehtaat jakaantuvat kahteen liiketoiminta-alueeseen. Outokumpu Chrome Oy:n toimintaan kuuluvat Kemin kaivos, joka on Euroopan ainoa kromikaivos ja Tornion tehdasalueella sijaitsevat kolme ferrokromisulattoa aputoimintoineen. Kemin kaivoksen louhintakapasiteetti on noin 2,7 miljoonaa tonnia malmia vuodessa. Malmi rikastetaan kaivosalueella ja kuljetetaan maanteitse Tornioon, jossa ferrokromin tuotantoa tehdään kolmella sulatolla. Tornion ferrokromisulattojen yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti on 530 000 tonnia vuodessa. Kuva 1 on esitetty ilmakuva Kemin kaivoksen alueesta Elijärvellä. (Outokumpu Oy 2020.)



Kuva 1 Kemin kaivos (Outokumpu Oy 2020)

Outokumpu Stainless Oy:n toimintaan kuuluvat kaksi jaloterässulattoa, kuuma-
valssaamo ja kaksi kylmävalssaamo. Stainlessin toiminnot sijaitsevat kaikki Tor-
nion tehdasalueella. Lisäksi alueella toimii muun muassa satama, lukuisia ali-
hankkijoita ja LNG-terminaali. Koko tehdasalueen pinta-ala on yli 600 hehtaaria
ja alueella on 56 hehtaaria rakennettua pinta-ala. Jaloterässulattojen yhteiska-
pasiteetti on noin 1,65 miljoonaa tonnia vuodessa. Jotta pullonkauloja ei pääsisi
syntymään, on myös kuumavalssaamon valssauskapasiteetti noin 1,65 miljo-
onaa tonnia vuodessa. Valssattua kuumanauhaa viedään myös muille tuotantolai-
toksille nk. MUKU tuotteena, mutta noin 1,2 miljoonan tonnin vuosikapasiteetilla
Tornion tehtaiden kylmävalssaamot jatkokäsittelevät kuumanauhatuotannosta
suurimman osan. Outokummun Tornion tehtaiden henkilöstö on vuoden 2020 lo-
pulla yhteensä noin 2000 henkilöä ja lisäksi kaivoksella sekä Torniossa työsken-
televät alihankkijat, joiden työntekijämäärät vaihtelevat huomattavasti eri projek-
tien ja vuosihuoltojen yhteydessä. Kuva 2 on esitetty ilmakuva Outokummun Tor-
nion tehdasalueesta. (Outokumpu Oy 2020.)

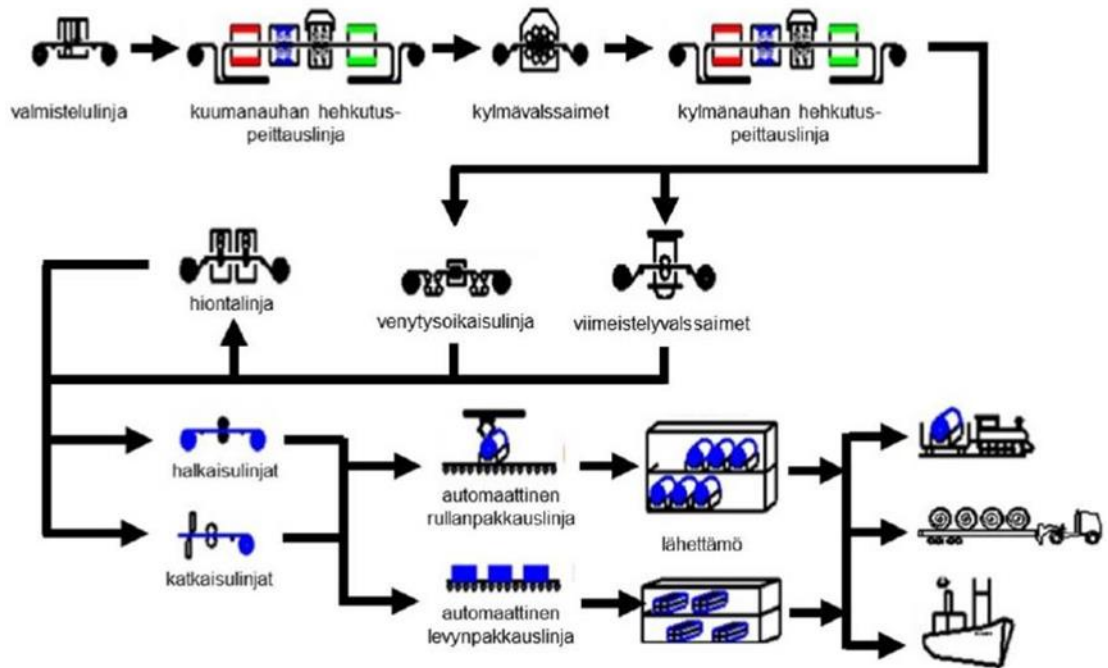


Kuva 2 Outokummun Tornion tehdasalue (Outokumpu Oy 2020)

2.2 Kylmävalssaamot

Outokummun Tornion tehdasalueella on kaksi kylmävalssaamaa. KYVA 1 on pinta-alaltaan suurin rakennus, koska se käsittää kolme SZ-valssainta, kaksi viimeistelyvalssainta, neljä HP-linjaa, sekä valmistelu-, hionta-, VO-, harjaus- ja leikkauslinjat. Lisäksi rakennuksessa toimivat korjaamo, automaattinen rullan- ja levynpakkaus, automaattinen korkeavarasto ja lähettämö. Rakennus on laajentunut useassa eri vaiheessa aina, kun tuotantolinjoja on tullut lisää. Valssaamon ensimmäisiä tuotantolinjoja on joko modernisoitu parantamalla niiden käyttökapasiteettia tai purkamalla vanha tuotantolinja pois ja rakentamalla tilalle uusi, kuten esimerkiksi HP2-linjan osalta tehtiin. Materiaalin siirrot hoidetaan tuotantolinjalta toiselle automaattisen vihivaunujärjestelmän ja automaattivarastojen avulla, mutta myös perinteisiä miehitettyjä siltanostureita on edelleen käytössä. Kylmävalssaamolla työskentelee yli 700 henkilöä. (Outokumpu Oy 2020.)

KYVA 1:n prosessi aloitetaan valssatulla kuumanauhalla, joka kuljetetaan lavetilla kuumavalssaamolta alihankkijan toimesta kylmävalssaamolle. Se joko valmistellaan VA-linjalla hitsaamalla siihen jatkopäät molempiin päihin (yli 6 mm:n kuumanauhat) tai ohjataan suoraan HP3-linjalle. Kuumanauha ajetaan HP3-prosessin läpi, jossa se hehkutetaan, kuulapuhalletaan ja peitataan. Teräksen mekaaniset ominaisuudet saadaan prosessissa palautettua sellaisiksi, että se mahdollistaa jatkokäsittelyn ja sen pinnalta poistetaan kuumavalssaushilse. Tämän työvaiheen jälkeen nauhan väri myös muuttuu hopeanharmaaksi. Seuraavaksi teräsnauha menee valssattavaksi jollekin kolmesta SZ-valssaimesta. SZ-valssaimilla nauha valssataan, joko suoraan asiakkaan tilaamaan loppumittaan tai välimittaan, jolloin se palautuu välihehkutuksen jälkeen lisää valssattavaksi. SZ-valssain määrittyy nauhan paksuuden ja leveyden mukaan. Valssauksessa nauha voi ohentua jopa 80 % lähtöpaksuudesta. Loppuhehkutus tehdään valmiiseen loppumittaan valssatulle teräsnauhalle HP1-, HP2- tai HP4-linjalla, riippuen materiaalin laadusta ja paksuudesta. Nauha hehkutetaan ja peitataan jälleen valssauksen jälkeen mekaanisten ominaisuuksien palauttamiseksi. Tämän jälkeen nauha menee joko venytys-oikaisulinjalle tai suoraan viimeistelyvalssaukseen, jossa pinnan sileys ja tasomaisuus parannetaan vielä valssaamalla. Viimeistelyvalssauksen jälkeen nauha voidaan vielä reitittää hiontalinjan kautta. Valmis teräsnauha on tämän jälkeen valmis jatkojalostukseen, joko Tornion tehtaalla olevilla leikkauslinjoilla tai Terneuzenissä Hollannissa olevilla leikkauslinjoilla. Hollantiin menevät teräsnauhat kuljetetaan laivalla Tornion tehdasalueen omasta satamasta. Leikkauslinjoilla nauhasta voidaan tehdä täysleveää levytavaraa katkaisulinjoilla, tai kaistoja halkaisulinjalla asiakkaalle rullatavarana myytäväksi tai levyiksi leikattavaksi. KYVA 1 rakennuksessa toimivat myös automaattinen rullan- ja levynpakkaus, korkeavarasto, VO linja ja harjauslinja. Kuvio 1 KYVA1:n tuotantokaavio. (Outokumpu Oy 2020.)



Kuvio 1 KYVA1:n tuotantokaavio (Outokumpu Oy 2020)

KYVA 2, eli RAP 5 on integroitu hehkutus-, peittaus- ja valssauslinja. RAP 5 sijaitsee Tornion tehdasalueella ja sillä pystytään tekemään suoraan viimeistelyvalssattua nauhaa kuumanauhasta. Nauha ajetaan linjan läpi kahteen kertaan. Ensimmäisellä läpimenolla tehdään esihehkutus, kuulapuhallus ja peittaus kuumanauhasta, jonka jälkeen se ajetaan uudelleen valssaamalla se loppumittaan ennen uutta hehkutusta, jonka jälkeen nauha kulkee peittauksen läpi viimeistelyvalssaimelle ja päällekelaimelle. Kylmävalssauslinjojen vuosittainen yhteiskapasiteetti on 1,2 miljoonaa tonnia. Näistä kirkasta kuumanauhaa on 450 000 tonnia ja kylmävalssattua nauhaa 750 000 tonnia vuodessa. (Outokumpu Oy 2020.)

2.3 Hehkutus- ja peittauslinjat

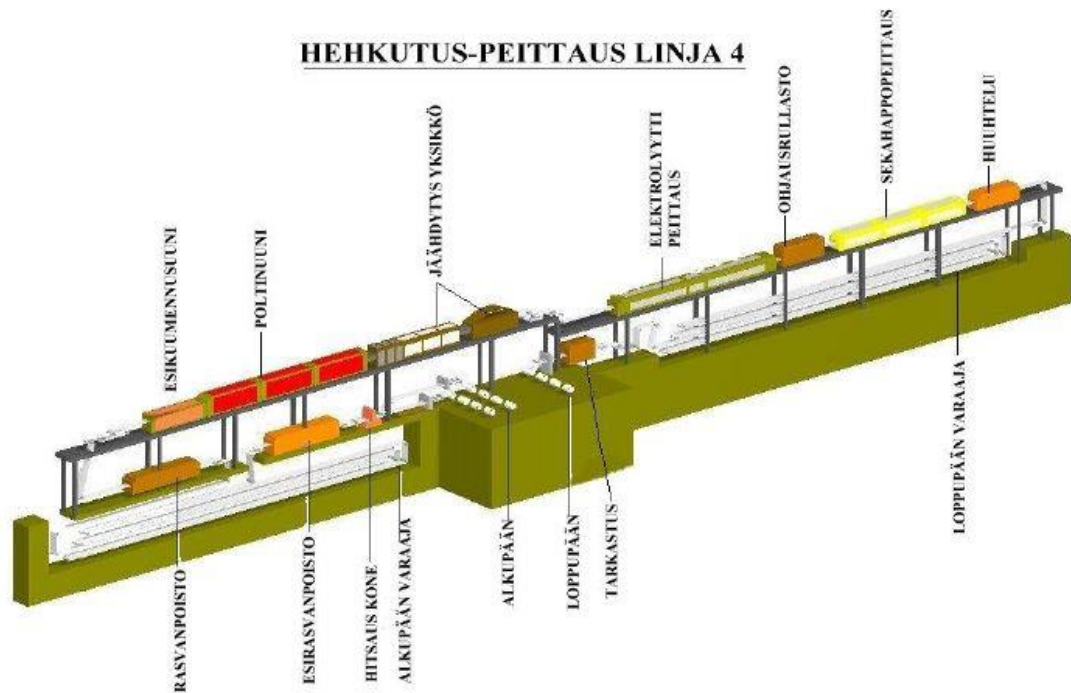
Hehkutus- ja peittauslinjat eli käsittelylinjat koostuvat KYVA 1:n rakennuksessa olevista HP1-, HP2-, HP3- ja HP4-linjoista, sekä RAP5-linjasta, joka sijaitsee omassa rakennuksessaan KYVA 1:n vieressä. Suoraan kuumanauhan ajoon soveltuvia linjoja ovat HP1, HP3 ja RAP5, kun taas HP2- ja HP4-linjoilla ajetaan jo kertaalleen kylmävalssattuja nauhoja. HP1 on valssaamon vanhin linja ja se so-

veltuu sekä kuumanauhojen, että kylmänauhojen ajoon. HP-linjojen toimintaperiaate on kaikissa sama, paitsi RAP5, johon on integroitu SZ-valssaus, venytysokaisu ja viimeistelyvalssaus. (Outokumpu Oy 2020.)

HP-linjalla nauha siirretään varastosta nosturilla aukikelaimelle, josta se pujotetaan eri laitteistoja apuna käyttäen hitsauskoneelle, jonka jälkeen pujotettu nauha liitetään edellä menevän perään. Linjan alku- ja loppupäätä voi pysäyttää liittämisen ja rullan poisoton ajaksi, kun prosessiosaa syötetään ja puretaan tämän ajan alku- ja loppupään nauhavaraajilla. Hitsauskoneelta nauha lähtee kohti uunia ja hehkutusvaihetta. HP4- ja HP2-linjoilla on ennen uunia rasvanpoistoyksiköt, joissa nauhan pinnasta poistetaan veden ja emäksisen kemikaalin seoksella kylmävalssauksessa käytetty öljy. Uunissa teräsnauha hehkutetaan sen mikrorakenteen tasaamiseksi ja mekaanisten ominaisuuksien muuttamiseksi, jonka jälkeen se jäädytetään jäädytysvyöhykkeellä vedellä ja ilmalla. Kuumanauhalinjoilla on tämän vaiheen jälkeen kuulapuhallus, jossa nauhan pintaan lingotaan pieniä teräskuulia. Seuraavaksi nauha kulkee elektrolyyttipeittauksen ja sekahappopeittauksen läpi, jossa sen pinnalta poistetaan hehkutuksessa kertynyttä oksidikerrosta. Peittausaltaiden välissä on vesihuuhtelut ja harjaukset molemmin puolin nauhaa erillisillä harjakonelaitteistoilla. Puhdas, hehkutettu ja peitattu nauha ajetaan linjan loppupäässä päällekelaimelle, jossa pinnantarkastaja tarkastaa mahdollisia virheitä ja kirjaa ne ylös RETU-järjestelmään, ennen kuin nauha jatkaa linjalta seuraavaan työvaiheeseen. (Outokumpu Oy 2020.)

2.4 Hehkutus- ja peittauslinja 4

Hehkutus- ja peittauslinja 4 on valmistunut tuotantoon vuonna 1997. Sen vuosikapasiteetti on 180 000 tonnia ja ajettavien kylmävalssattujen nauhojen paksuusalue 0,3–2,0 mm. Nauhan leveys voi vaihdella 800-1630 mm:n välillä. Maksimi ajonopeus linjalla on 100 m/min. Linjan sähköistys ja automaatio on ABB:n tekemä ja prosessin käyttöjärjestelmä on modernisoitu vuonna 2019. Nauhan liittämistä varten linjalla on kiekkohitsauskone, jonka toiminta perustuu vastushitsausmenetelmään. Linjan alunperin propaanitoimiset hehkutusunit on hiljattain muutettu ja säädetty toimimaan maakaasulla. Peittaus on toteutettu kahdella elektrolyyttipeittauksella ja kolmella sekahappopeittauksella toimivaksi. Kuva 3 HP4 toimintakuvaus (Outokumpu Oy 2020)



Kuva 3 HP4 toimintakuvaus (Outokumpu Oy 2020)

Jatkuvatoimisella HP4 linjalla työskentelee neljä käyttökäyttäjää vuorossa. He kierrättävät keskenään työtehtäviä kahden tunnin jaksoissa. Linja koostuu alkupäästä, prosessiosasta ja loppupäästä. Se on rakennettu kahteen kerrokseen ja uunialue sijaitsee alkupään toimintojen yläpuolella toisessa kerroksessa. Myös valvomo on rakennettu kahteen kerrokseen, jossa yläkerrassa työvuorossa olevat operaattorit ohjaavat prosessiosan toimintoja. Alakerran operaattorit hoitavat alkupään ja loppupään toiminnot sekä pinnantarkastuksen. Alkupäässä on kaksi aukikelainta, joilta nauhaa syötetään prosessiin ja loppupäässä on yksi päällekelain, johon valmistunut nauha kelataan, ennen kuin se poistetaan linjalta. Alku- ja loppupään pysäyttämiset mahdollistavat kaksi nauhavarajaa. Alkupään varaaja syöttää prosessia ja loppupään ollessa pysähtyneenä loppupään varaaja ottaa vastaan prosessista tulevaa nauhaa. (Outokumpu Oy 2020.)

2.4.1 Alkupää

Hehkutus- ja peittauslinja 4:n alkupäätä hoitaa aina yksi operaattori. SZ valvomoilta toimitetaan vihivaunujärjestelmän avulla ajoon tulevat kylmävalssatut te-

räsrullat linjan vierellä olevaan automaattivarastoon. Varastosta rullat tilataan automaattinosturilla linjan alkupään siirtovaunurampeille annetun ajo-ohjelman mukaisesti. Siirtovaunurampeilla on paikat kahdeksalle, eli neljälle rullalle per aukikelain. Aukikelaimista toinen on vuorollaan aina ajolla, eli syöttää nauhaa prosessiin ja toinen on pujotustilassa, jolloin operaattori pujottaa siihen uuden rullan, ennen kuin ajossa oleva loppuu. Aukikelaimet ja niiden toiminnot ovat toistensa kaltaiset. (Outokumpu Oy 2020.)

Rampilta rulla siirretään siirtovaunun avulla kelaimelle, josta se pujotetaan nauhanpään ohjainta, pujotuspöytää, vetorullia ja oikaisukoneita apuna käyttäen päätyleikkurille. Kun pujotetun nauhan pää on leikkurilla, aloitetaan paksun valssausprosessissa syntyneen pistopään romutus ottamalla nauhan päästä aluksi 8 metriä pitkä romu tai jatkopää. Tämä tapahtuu pujottamalla nauhaa ohi leikkurin automaattisekvenssillä, jolloin tietoihin syötetty 8 metrin pituus nauhasta leikkautuu ja kulkee kuljettimilla poistopöydälle. Jos pistopää on tarpeeksi paksu, yli 3,5 mm, se voidaan hyödyntää kuumanauhan valmistelussa VA-linjalla. Näitä kutsutaan jatkopäiksi ja ne kerätään erilliseen telineeseen, jolla ne voidaan kuljettaa VA-linjalle. Jos pistopää on ohuempi kuin 3,5 mm, se romutetaan, joko HP4-linjan omalla romutusleikkurilla tai alihankkijan toimesta, jolloin pitkät romut kerätään telineeseen ja toimitetaan alihankkijan romutuspisteeseen lavetilla. Pitkät romut ja jatkopäät kuljetetaan automaattisesti romutukseen tai telineisiin imukuppinosturilla. Pitkän romun oton jälkeen voidaan ottaa joko useampi pitkä romu tai lyhyttä 30 cm palaromua. Palaromu kulkee kuljettimilla romulavoille. Linjaan otetun rullan materiaalitietojen perusteella lavojen yllä sijaitseva kääntökuljetin ohjaa romupalat austeniittisen romun tai haponkestävän romun lavalle. Lavojen täytyessä operaattori tilaa niille tyhjennyksen ja romut kuljetetaan uudelleen sulatettavaksi. Kun nauhasta on romutettu tarpeellinen määrä, jotta on päästy tuotenuhan paksuuteen, pujotetaan sen pää automaattisekvenssillä kuljettimien avulla risteysasemalle, jonne se pysähtyy odottamaan ajossa olevan nauhan loppumista ja sen perään liittämistä. Ennen automaattipujotuksen käynnistämistä operaattori puhalttaa paineilmasuutinta käyttäen valssauksessa laitetun välipaperin irti nauhan pinnasta ja liittää paperin pään paperinkelaimelle. (Outokumpu Oy 2020.)

Ajossa olevan nauhan lopussa automaatiojärjestelmä kytkee päälle hännänajon, jolloin alkupään ajonopeus hidastuu sekä oikaisukone ja pistopään tunnistin menevät kiinni. Kun ensimmäiset valssauspistot ohittavat pistopääntunnistimen, automatiikka pysäyttää alkupään hieman ennen kuin pisto on päätyleikkurilla, jolloin leikattava kohta on vielä tuotenauhapaksuutta. Operaattori leikkaa nauhan hännänajon pysähtyttyä ja nauhan menevä pää lähtee kohti hitsauskonetta. Automatiikka hoitaa nauhan kuljetuksen, keskityksen ja nauhanpään hitsauskoneen leikkurin alle pysäyttämisen. Hännän paikoituttua kytkeytyy tulevan pään pujotussekvenssi ja risteysasemalla odottava nauhan pää tulee kuljettimien päällä hitsauskoneelle. Operaattori valvoo pujotustapahtuman ja myös nauhan liittämisen, koska materiaaleissa voi olla poikkeamia tasomaisuudessa ja nauhan pää voi törmätä linjan rakenteisiin, jolloin automaattiajo täytyy keskeyttää ja suorittaa työvaiheet manuaalisesti. (Outokumpu Oy 2020.)

Hitsauskone on vastushitsaustekniikkaan perustuva kiekkohitsauskone ja sen toiminta on täysin automaattinen. Ainoastaan hitsauksen aloituskäskyn antaa operaattori tarkastettuaan ensin, että menevän ja tulevan nauhan päät ovat oikein aseteltuna hitsausta varten ja hitsausarvot ovat tulleet oikein hitsauskoneen järjestelmästä. Koneen elektrodeina toimivat kuparikiekot, jotka liittävät nauhan niihin johdetun sähkövirran avulla, kulkemalla leikkauksen jälkeen hieman limityneiden nauhanpäiden ylä- ja alapinnalla. Hitsauksen jälkeen nauha kulkee lyhyen matkan pysähtyen loveajalle, jossa hitsauksen saumakohtaan molemmista reunoista lovetaan puolikuun muotoiset palaset, joissa on pätkä hitsausaamaa. Loveuspalat putoavat loveajan alla olevalle kuljettimelle, joka tuo ne linjan etupuolelle operaattorin tarkasteltavaksi. Operaattori testaa palaset sauman kohdalta erillisellä manuaalikäyttöisellä hydraulisella painimella. Mikäli sauma kestää testin molemmissa testipaloissa, operaattori starttaa alkupään ajon, jolloin alkupään ajonopeus nousee prosessiosan nopeutta suuremmaksi siksi aikaa, kun se on täyttänyt alkupään nauhavaraajan. Koko liittämistoimenpiteen ajan linjan prosessiosaan on syötetty tavaraa nauhavaraajasta, jotta sitä ei tarvitse pysäyttää, vaikka alkupää on pysähdyksissä. Linjan automaatiojärjestelmä seuraa sauman kulkua nauhanpäiden leikkauksen yhteydessä nauhan keskelle tehdyn reiän avulla. (Outokumpu Oy 2020.)

2.4.2 Rasvanpoisto ja varaaja 1

Hitsauskoneella liittämisen jälkeen nauha kulkee esirasvanpoistoon. Esirasvanpoisto käsittää lattiatasolla olevat altaat, joissa kussakin on suutinputket nauhan ylä- ja alapuolella ja kellarikerroksessa olevat kierrätys säiliöt ja -pumput sekä aputilat, jossa sijaitsee B31- ja B32-yksikköjen hienosuotimet ja rasvanpoistokeemikaalin annostelupumput ja kontit. Nauha kulkee puristusruullien välillä ja kahdessa allasyksikössä on harjarullat molemmin puolin nauhaa. Ensimmäiset allasyksiköt B31 ja B32, sekä niiden kierrätys säiliöt sisältävät rasvaa poistavaa kemikaalia ja vettä. Kierrätettävä pesuliuos suodatetaan aputiloissa olevien hienosuotimien avulla. Seuraavat allasyksiköt poistavat kemikaali- ja valssausöljyjäämiä mekaanisesti harjaamalla ja kuumalla vedellä suutinputkista ruiskuttaen. Esirasvanpoiston jälkeen nauha kulkee nauhankuivaimen läpi, jonka jälkeen se kääntyy alas kellarikerroksessa sijaitsevaan alkupään nauhavarajaan. (Outokumpu Oy 2020.)

Nauhavaraja 1:ssä nauha kulkee useassa kerroksessa ja sitä kannatellaan välivaunujen avulla. Päävaunu säätelee varaajan täyttöastetta ja se täyttää varaajan aina alkupään pysähdyksen jälkeen ajamalla suurempaa nopeutta kuin prosessiosan nopeus on. Välivaunut seuraavat päävaunun liikkumista ja paikoittuvat oikein rajakytkimien avulla. Varaajan täytyttyä nopeusohje muuttuu prosessin nopeuden mukaiseksi. Kun nauha on kulkenut varaajan läpi, se nousee jälleen lattiatasolle ja menee päärasvanpoistoon. Päärasvanpoisto on esirasvanpoiston kaltainen, mutta siinä ei yleensä käytetä kemikaalipuhdistusta, vaan pelkkää kuumavesi ruiskutusta. Päärasvanpoiston jälkeen nauha kuivataan jälleen nauhankuivaimella, jonka jälkeen se kääntyy kohti ylätasoa ja hehkutusuneja. (Outokumpu Oy 2020.)

2.4.3 Uunit ja jäähdytys

Hehkutus- ja peittauslinja 4:n uunialue sijaitsee ylätasolla linjan alkupään ja rasvanpistotoimintojen yläpuolella. Uunialue käsittää esikuumennusuunin, hehkutusunit ja jäähdytysvyöhykkeet. Hehkutusuunien energialähteenä käytetään maakaasua, joka tulee putkistoja pitkin linjan omalle jakeluasemalle Tornion tehdasalueella toimivasta LNG-terminaalista. Kaasun ja polttoilman seos ohjataan

hehkutusuunin polttimoille ja lämpötilan säätö tapahtuu pyrometrien avulla. Nauhan kulkua uunien välillä kannatellaan keraamisilla ja kuparivaippaisilla kannatinrullilla. Rullat ovat uunien välillä sijaitsevissa kahden paikan revolvereissa, joiden avulla voidaan aina pitää varalla uutta tai kunnostettua kannatinrullaa, kun toinen on käytössä. Kannatinrullissa on oma kiertovesijärjestelmä, joilla niitä jäähdytetään. Jos linjassa oleva kannatinrulla alkaa jättää painumaa tai muuta pintavirhettä nauhan pintaan, se voidaan nopeasti operaattorin toimesta kääntää pois linjasta, jolloin revolveriin aiemmin panostettu ehjä kannatinrulla menee vikaantuneen tilalle ja linjan ajo voi jatkua keskeytyksettä. Esikuumennusuunissa nauhan lämpötilaa nostetaan hehkutusuuneista poistuvien palokaasujen avulla. Hehkutusuunit on jaettu vyöhykkeisiin ja niissä nauhan lämpötila nostetaan riittävästi, jolloin nauhan mekaaniset ominaisuudet palautuvat kylmävalssauksen jälkeen ja tekee sen jälleen helpommin muokattavaksi. Hehkutuksessa tähdätään aina tiettyyn raekokoon teräksen mikrorakenteessa. Tähän vaikuttavat hehkutuslämpötila ja prosessin ajonopeus. (Outokumpu Oy 2021.)

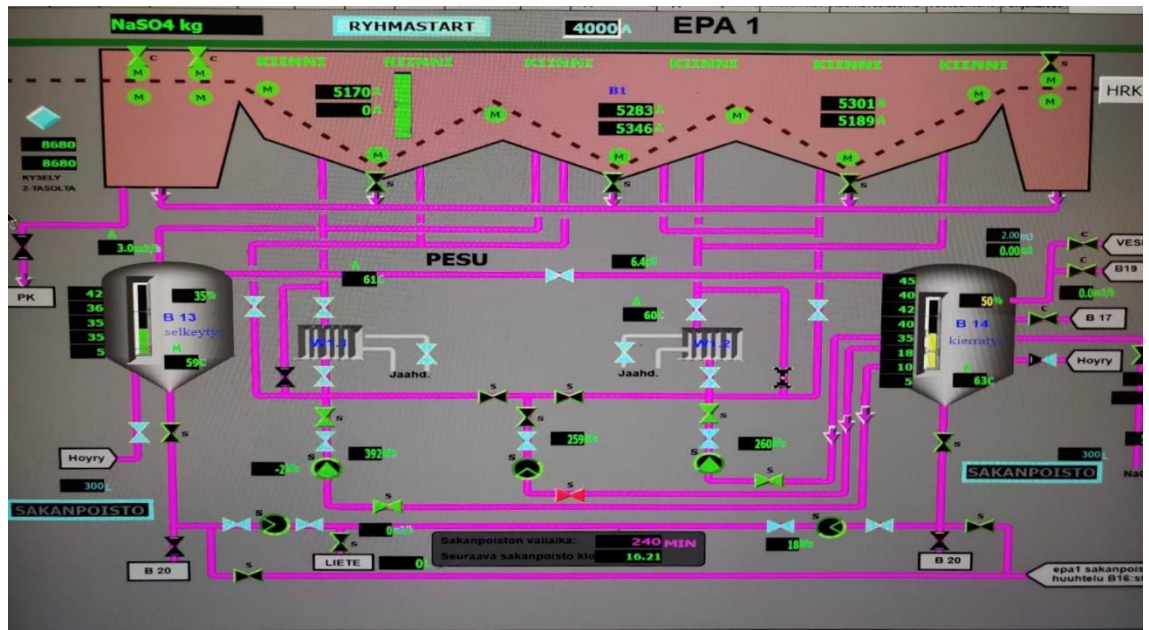
Nauhan jäähdytys alkaa heti hehkutusuunin jälkeen hallitusti ja vyöhykkeittäin. Nauhaa leijutetaan ilmapuhalluksilla jäähdytyksen alkupäässä Floater 1 ja 2 yksiköiden avulla. Niiden ilmapuhallukset ovat suljetuissa kierroissa, joita jäähdytetään lämmönvaihtimien läpi virtaavalla tornivedellä. Nauhan kulkiessa eteenpäin sitä jäähdytetään edelleen ulkoa tulevalla ilmalla kolmella eri vyöhykkeellä. Lopuksi nauha kulkee vielä runsasvesiyksikön läpi, jonka jälkeen vesi poistetaan nauhan pinnalta vedenpoistopuhaltimien ja -rullaston avulla. Jäähdytyksen jälkeen nauha jatkaa kulkuaan linjan yläkerroksessa kohti peittausta. Tässä vaiheessa ollaan jo takaisin linjan valvomon kohdalla. (Outokumpu Oy 2021.)

2.4.4 Peittäus

Peittäusalue koostuu kahdesta elektrolyyttipeittäuksesta EPA1 ja EPA2, kolmesta sekahappopeittäuksesta SHA1, SHA2, SHA3, sekä kolmesta harjakoneyksiköstä HRK1, HRK2, HRK3 ja loppuhuuhtelusta. Peittäusalueen altaat ja harjakoneyksiköt sijaitsevat peittäuksen ylätasanteella, joka on samassa tasossa valvomon yläkerroksen kanssa. Turvallisuussyistä kaikki pumput ja kierrätysäiliöt sijaitsevat peittäuksen kellarikerroksessa lattiatason alapuolella. Siellä on myös omat pohjakaivot EPA- ja SHA-alueille, joista kertyneet nesteet pumpataan

tehtaan regenerointi- ja neutralointilaitokselle erillisiä putkistoja pitkin jatkokäsittelyyn. (Outokumpu Oy 2021.)

Uunialueelta tulevalle nauhalle ensimmäinen käsittelyvaihe peittausalueella on elektrolyyttipeittäus. Sen tehtävänä on poistaa teräsnauhan pinnalta syntynyt oksidikerros sähkövirran ja neolyyttiliuoksen avulla. Liuoksen pH-arvoa tarkkaillaan, koska se prosessin ajon aikana happamoituu. Neolyyttiliuoksen seosta tarkastellaan mm. tiheysmittauksen avulla, jonka kenttäoperaattori käy tekemässä kerran vuorokaudessa. Nauha kulkee EPA-altaiden läpi, joissa kiertää kuuma neolyytti. Altaissa on vuoron perään lyijy- ja rautakiskoja yhdistettyinä paketeiksi ja niihin johdetaan sähkövirtaa sähkötiloissa olevilta tasasuuntaajilta. Nauhan kulkiessa ylä- ja alakiskojen välistä sen varaus muuttuu anodi- ja katodikiskojen kohdalla ja aina katodipaketin ohi kulkiessaan nauha toimii anodina. Tällöin pinnasta liukee pois oksidikerrosta. Liuennut aines kulkeutuu kierron mukana selkeytysäiliöön, jonka pohjalta sitä poistetaan aikasekvenssillä putkistoja pitkin erillisellä sakanpoistojärjestelmällä jatkokäsittelyyn. Sakka sisältää muun muassa kuudenarvoista kromia, ja se käsitellään neutralointilaitoksella. Elektrolyyttipeittäusten välissä on ensimmäinen vesiharjaus HRK1, jossa suljetussa yksikössä nauhan pintaan suihkutetaan vettä suutinputkista ja harjataan sen pintaa mekaanisesti poistaen neolyyttijäämiä ja liuennutta oksidikerrosta. EPA2:n jälkeen nauhan pinta harjataan vielä HRK2 yksikössä aiemman harjaustoimenpiteen kaltaisesti. Kuvio 2 HP4:n EPA1-prosessinäyttö, josta käy ilmi esimerkiksi neolyytin kierto säiliöstä altaalle ja takaisin. Kuviossa näkyviä lämmönvaihtimia käytetään neolyytin jäädyttämiseen ajon aikana. Kylmän neolyytin lämmitys tapahtuu kierrätysäiliöön ohjatun kuumen höyryn avulla. (Outokumpu Oy 2021.)

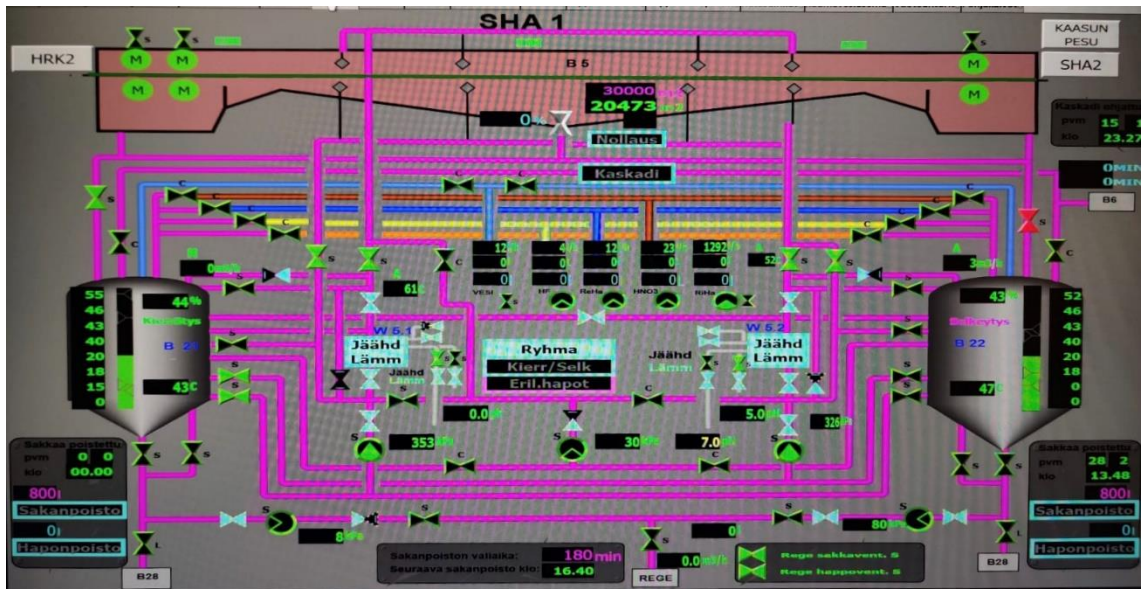


Kuvio 2 HP4:n EPA1-prosessinäyttö (Outokumpu Oy 2021)

Seuraavaksi nauha kulkee sekahappopeittauksen läpi. SHA-alue on jaettu kolmeen erilliseen yksikköön. Näistä kussakin on omat altaat, kierrätys ja selkeytys säiliöt ja pumpit. Happopeittaus perustuu teräksen pinnan syövyttämiseen ja kromiköyhän alueen poistamiseen nauhan pinnalta eri hapoista ja vedestä tehdyn liuoksen avulla. Outokummun Tornion tehtailla HP-linjoilla on käytössä typpi- (HNO_3), fluorivety- (HF) ja rikkihapon (H_2SO_4) muodostama liuos, jota kutsutaan sekahappoliuokseksi. Kaikki raakojen happojen varastointi tapahtuu regenerointi- ja neutralointilaitoksella ja niiden pumppaus tapahtuu operaattoreiden valvonnan alla putkistoja pitkin linjan kierrätys säiliöihin. Väkevöinnit tapahtuvat sekahappoliuoksesta otettujen laboratorioanalyysien, sekä prosessin läpi ajettujen nauhaneliömetrien mukaisesti. Pääsääntöisesti kierrätys säiliöiden pintaa hallitaan pumppaamalla niihin käsiteltyä eli regeneroitua sekahappoa, joka on sakanpoistojen ja pohjakaivojen pumppaamista hapoista regenerointi- ja neutralointilaitoksella uudelleen käyttökelpoiseksi käsiteltyä sekahappoa. (Outokumpu Oy 2021.)

Peittausprosessissa nauha kulkee happoaltaissa kierrätys säiliöistä lämmönvaihtimien läpi pumpatussa kuumassa sekahapossa. Happoa lämmittävänä aineena käytetään linjan kuumavesiaseman suljetussa kierrossa olevaa vettä, jota taas vuorostaan lämmitetään höyryllä. Sekahappoaltaiden välillä on puristusruulat,

jotka estävät happojen kulkeutumisen nauhan päällä altaasta toiseen. Osa alueilta takaisin palaavasta haposta ohjataan selkeytyssäiliöihin, joiden pohjalle kertynyt sakka laskeutuu. Sakka poistuu säiliöiden pohjalta erillisellä aikasekvenssiohjatulla sakanpoistolla neutralointi- ja regenerointilaitokselle. Happopeittauksen jälkeen nauha huuhdellaan vielä vedellä ja harjataan loppuhuuhtelussa, jonka jälkeen se menee kuivurin läpi loppupään nauhavarajaan. Kuvio 3 HP4:n SHA1-prosessinäyttö, josta käy ilmi toimintaperiaatteesta kuvatut asiat. Raakojen happojen putkistot on merkattu omilla väreillä turvallisuuden ja selkeyden vuoksi. Keskellä näkyvät happojen annostelupumput ja määrälaskurit. Keskellä ylhäällä altaan kohdalla näkyy läpi ajetut neliömetrit. (Outokumpu Oy 2021.)



Kuvio 3 HP4:n SHA1-prosessinäyttö (Outokumpu Oy 2021)

2.4.5 Loppupää

Hehkutus- ja peittauslinja 4:n loppupää koostuu nauhavarajasta, pystytarkastuspaikasta, varsinaisesta pinnantarkastuspaikasta valvomossa, loppupään leikkurista ja päällekelaimesta. Lisäksi kelainalueen yläpuolella on 2 kpl välipaperin syöttökelaimeja ja automaattinen paperivarasto. Nauhan linjasta poisottoa varten on loppupäässä kelaimelle ajettava siirtovaunu ja valmiin rullan sitomiseen automaattinen sitomakone. Nauhavarajaan toiminta on samankaltainen, kuin alku-

päässä, mutta ajotilanteessa se on tyhjänä. Kun loppupää pysäytetään, prosessiosasta tulevaa nauhaa syötetään varaajaan. Operaattorit toimivat kukin vuorolleen pinnantarkastajina loppupään tarkastuspisteellä valvomon alakerrassa. Nauha pysäytetään määräjain ja sen leveys ja paksuus tarkistetaan manuaalisesti nauhamitalla ja mikrometrillä. Samalla tarkastaja tutkii pinnanlaadun pystytarkastuspaikalla. Kaikki havaitut virheet kirjataan ylös RETU-järjestelmään ja varsinkin linjalta tulevat pintavirheet pyritään jäljittämään ja poistamaan niiden aiheuttaja mahdollisimman nopeasti. Tarkastaja arvostelee nauhan pinnanlaadun perusteella ja katsoo, käykö se seuraavaan työvaiheeseen. Saumakohdan tullessa loppupäähän se pysähtyy automaattisesti loppupään leikkurille saumaseurannan avulla. Leikkuri leikkaa nauhan sauman kohdalta ja siirtovaunu siirtää valmistuneen teräsrullan päälekelaimelta vaa´alle ja sitomakoneelle. Operaattori merkkää rullaan painon ja rullanumeron, jonka jälkeen siirtovaunu vie rullan viivaunurampille. Valmistunut teräsrulla jatkaa linjalta seuraavaan työvaiheeseen. (Outokumpu Oy 2021.)

3 TYÖTURVALLISUUS JA TYÖSUOJELU

Hyvä työturvallisuus työpaikalla takaa työntekijälle hyvät fyysiset, sosiaaliset ja psyykkiset työolot. Turvallinen työympäristö vaikuttaa työn mielekkyyteen ja kuormittavuuteen. Jos työturvallisuus on yrityksessä hoidettu huonosti, se vaikuttaa työntekijöiden jaksamiseen ja näin ollen myös yrityksen valmiuteen tehdä hyvää tulosta. Tärkeänä osana työturvallisuutta on työnantajan ja työntekijän välinen toiminta, johon kuuluu työpaikan työsuojelu. Tämän avulla huolehditaan, että työtä voidaan tehdä turvallisesti ja vaarantamatta terveyttään. Hyvän työsuojelun kannalta on tärkeää, että tunnetaan, millaiset toimintatavat ja työolosuhteet työkohteessa on ja ennen kaikkea, miten prosessi ja sen laitteet toimivat. Vasta tällöin pystytään kartoittamaan mahdolliset vaaran paikat, laatimaan työohjeet ja ehkäisemään tehokkaasti tapaturmien syntyminen. Vaikka kaikki asiat olisi otettu huomioon työturvallisuuden ja työsuojelun puolelta, on avainasemassa aina työntekijä itse. Jos annettuja ohjeita ei noudateta, niin tapaturman riski kasvaa. (Raitio 2021, 5)

Työturvallisuus ja sen ennakointi olisi otettava huomioon jo tuotannon suunnittelussa. Tällöin se tulee alusta lähtien osaksi työpaikan tuotannon rakennetta ja se on ensimmäisenä asiana laitteistojen teknisissä toteutuksissa ja myöhemmin niiden avulla työskenneltäessä. Näin saadaan jokainen työntekijä ottamaan vastuu ja sitoutumaan noudattamaan turvallisuusohjeita, käyttämään suojarusteita ja huolehtimaan myös työtoverinsa turvallisesta työnteosta. Tärkein tavoite on vaaran poistaminen työn tekemisestä, mutta silloin kuin se ei ole täysin mahdollista, on käytettävä työsuojelun mukaisia turvavarusteita ja kartoitettava työpisteen turvallisuusriskit. Jokainen työ mitä tehdään, pitää sovittaa ihmiselle, eikä ihmistä työlle. Kukaan ei saa joutua työskentelemään hallitsemattomien riskien ja jatkuvan tapaturmavaaran alaisena. Matala tapaturmataajuus, hyvin hoidettu työturvallisuus ja henkilöstön yleinen hyvinvointi on jokaiselle yritykselle tärkeä asia myös tuotannon ja tuotteiden markkinoinnin kannalta. (Raitio 2021, 5)

3.1 Työturvallisuuslaki

Suomessa työturvallisuutta käsittelevä laki on säädetty vuonna 2002. Sitä noudattamalla pyritään parantamaan työolosuhteita ja työympäristöä, sekä ylläpitämään ja turvaamaan työntekijöiden työkykyä. Lain tarkoituksena on torjua ja ehkäistä työntekijöille työstä, tai työympäristöstä aiheutuvia haittoja, jotka vaikuttavat fyysiseen tai henkiseen terveyteen. Työturvallisuuslaissa on säännökset, miten työntekijän tulee hoitaa työsuojelu työpaikalla noudattaen työnantajan ja työntekijän välistä yhteistoimintaa ja miten työntekijän tulee toimia ja edistää työturvallisuutta toimissaan. Laissa on myös säännökset työolosuhteiden järjestämisestä, jotta esim. työn ergonomia on kunnossa, tai fyysinen ja henkinen kuormittavuus ei ole liiallista. Työturvallisuuslaissa on säädetty työnantajan rangaistuksista työturvallisuusrikkomuksen osalta ja rikoslaki puolestaan taas säättää työturvallisuusrikokset. (Työturvallisuuskeskus 2021.)

3.2 Outokummun ja Tornion tehtaiden työturvallisuus

Koko Outokumpu-konsernissa on käytössä tinkimätön työturvallisuuspolitiikka ja toimipaikkakohtaiset turvallisuusorganisaatiot huolehtivat, että henkilöstöä koulutetaan ja ohjeistetaan säännöllisesti turvalliseen työskentelyyn. Tavoitteena turvallisuusohjelmassa on 0-tapaturmaa ja hyvällä turvallisuusjohtamisella, sekä työntekijöiden yhteistyöllä yhtiö on pystynyt suuresta henkilöstömäärästään huolimatta lähestymään tätä tavoitetta suurin harppauksin. Tehdasalueille pääsy edellyttää hyväksytysti suoritettua turvallisuus- ja ympäristökoulutuksen. Se on pakollinen kaikille tehdasalueella työskenteleville, sekä alihankkijoille että Outokummun työntekijöille. Koulutuksen tavoitteena on tuoda esiin yrityksen työturvallisuusperiaatteet ja tehdasalueen erityiset vaaratekijät. Lisäksi siinä käydään läpi, millä tavalla työntekijä itse pystyy vaikuttamaan turvallisen työympäristön ja työskentelytapojen luomiseen ja ylläpitämiseen. (Outokumpu Oy 2021.)

Tornion tehtaalla käytössä olevat turvallisuuskierrokset, turvavartit ja tuumaustuokiokäytäntö ovat olleet hyvänä apuna herättämään henkilökunnan turvallisemman työskentelyn ajattelutapaan. Kaikista turvahavainnoista ja vaaratilanneilmoituksista pyritään poimimaan epäkohdat ja vaaran paikat, ennen kuin tapaturma

pääsee sattumaan. Turvallisuusbonusjärjestelmä onkin yksi kannustin henkilökunnalle Outokumpun työturvallisuuspolitiikassa. Suojavarusteisiin ja niiden käyttöön kiinnitetään tehtaalla erityistä huomiota ja niiden käyttämättä jättäminen johtaa huomautukseen tai sanktioihin. Riskien ja vaaratekijöiden ennakointia varten työkohteissa on laadittu tehtaan järjestelmän tietokantaan erilliset työhjeet. Tällä hetkellä koko Tornion tehtailla meneillään oleva LOTOTO-projekti tulee valmistuttuaan selkeyttämään ja parantamaan entisestään turvallista työskentelyä ja työkohteiden turvalukitusten tekemistä. Turvavarttien pitäminen tuo esille koko henkilökunnalle osastoittain tapaturmatilanteen. Safety Flash -esittelyssä käydään läpi, miten ja missä mahdollisia tapaturmia on sattunut sekä miten ne olisi pystytty välttämään. Tehtaan sisällä toimivat omat palo- ja ensiapuryhmät, joihin kuuluu työntekijöitä alueittain koko tehdasalueelta. Nämä ryhmät koulutautuvat säännöllisesti ja pitävät harjoituksia, jotta osaavat paremmin toimia tositilanteissa palontorjunnassa ja tapaturmien tai sairaskohtausten sattuessa. Tämä toiminta on todella tärkeää ja sillä on pelastettu henkiä, sekä estetty materiaalisten vahinkojen syntyä. Paikallinen pelastuslaitos ja ensihoito toimivat yhteistyössä tehtaiden palo- ja ensiapuryhmien kanssa. Taulukko 1 on esitetty Turvavarttiaineistoon kuuluva ajankohtainen tiedote, mistä käy ilmi kuluvan kuukauden tapaturmat ja tapaturmataajuus luku. (Outokumpu Oy 2021.)


Taulukko 1 Turvallisuusvartti KYVA (Outokumpu Oy 2021)


Turvallisuusvartti – Kylmävalssaamo
Helmikuu 2021

Kylmävalssaamon tapaturma tilanne 1.2.2021

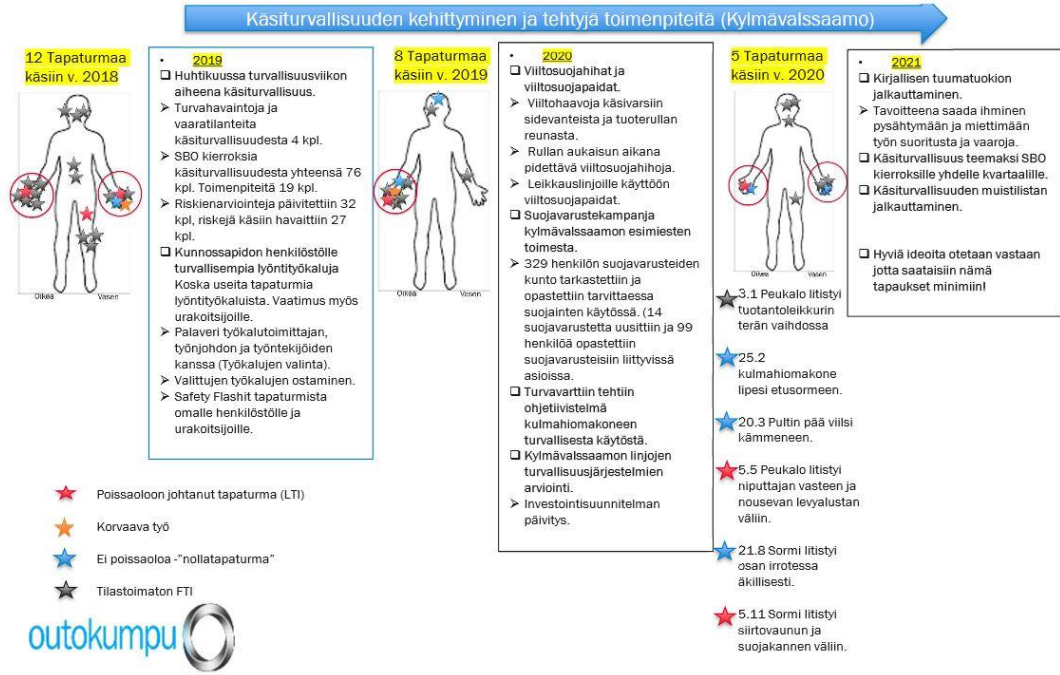
	Omat kpl	Taajuudet omat Kpl/1000000h		Urakoitsijat kpl	Yhteensä Omat + urakoitsijat kpl
		Tot.	Tav.		
TRI (Kaikki tilastoitavat työpaikkatapaturmat)		0	≤ 2,2	0	0
LTI (Poissaoloon johtaneet työpaikkatapaturmat)		0	≤ 1,2	0	0
FTI (Ensiapua vaatineet tapaukset, ei tilastoida)				0	0

Linjan viimeisimmän tapaturman (TRI) päivämäärä.



outokumpu 

Lisäksi tehtaalla on aina jokin työturvallisuuteen liittyvä teema, johon panostetaan erityistä huomiota kiinnittäen. Hyvänä esimerkkinä on käsiin sattuneet tapaturmat ja mitä kehitystä työturvallisuuteen liittyvällä toiminnalla on saatu aikaan tapaturmien vähentämiseksi. Kuva 4 Käsiin liittyvien tapaturmien vähentäminen v.2018-2020 KYVA (Outokumpu Oy 2021)



Kuva 4 Käsiin liittyvien tapaturmien vähentäminen v.2018-2020 KYVA (Outokumpu Oy 2021)

3.3 HP4 työturvallisuus

Hehkutus- ja peittauslinjan työturvallisuusohjeet noudattavat tehtaan yleistä työsuojeluohjetta. Linjalla työskentelee neljä operaattoria, joista kukin hoitaa yhtä työpistettä kahden tunnin ajan, jonka jälkeen työpistettä vaihdetaan jälleen seuraavaan. Linjalla on useita valvontakameroita, joten prosessia voidaan valvoa laajalta alueelta samanaikaisesti valvomosta käsin. Operaattoreiden käytössä on radiopuhelimet, joilla saadaan tarvittaessa helposti ja nopeasti yhteys toisiin. Koska prosessi on jatkuvatoiminen, on häiriötilanteiden poisto tehtävä usein kii-reellä. Tämä synnyttää osaltaan tahattomia vaaratilanteita ja siksi käyttöön on otettu tuumatuokiomenettely, jossa pysähdytään hetkeksi suunnittelemaan tehtävän työn mahdollisimman turvallinen toteutustapa. Kylmävalssaamolla vaadit-tavan pakollisen suojavarustuksen lisäksi tulee peittausalueella käyttää kypä-rässä niskasuojusta, kemikaalin kestäviä suojakäsineitä ja visiiriä. Sekahappoal-taiden ja -säiliöiden pesussa tulee käyttää raitisilmamaskia. Uunialueella on käy-tössä keraamisia kuituja, jolloin siellä työskenneltäessä käytetään vaadittavia hengityssuojaimia. Eri laitteistoille on olemassa omat mekaaniset suojalukitukset,

sähköiset turvakytkimet ja sulkuventtiilit putkistoille. Automaattialueilla on käytössä turvaportteja, valoverhoja ja turvamattoja. Kaikki ylimääräinen henkilökulku linjan alueella ilmoitetaan keskusvalvomoon operaattoreille ja samoin tehdään myös, kun linjalta poistutaan. (Outokumpu Oy 2021.)

Tehtaalla käytössä olevat kemikaalit ja niiden käyttöturvatieotteet ovat listattuna tehtaan sisäiseen tietojärjestelmään. Hehkutus- ja peittauslinjoilla käytetään rasvanpoiston ja peittauksen alueilla terveydelle vaarallisia kemikaaleja. Niiden käsittelyyn ja niiltä suojautumiseen on tarkat säädökset ja niitä tulee ehdottomasti noudattaa, niin kunnossapidossa, kuin prosessissa työskennellessä. Uusille työntekijöille pidetään perehdytyskoulutus vaarallisten kemikaalien alueilla työskentelystä, jossa käsitellään edellä mainittujen asioiden lisäksi myös sitä, millaista ensiapua kemikaaleihin liittyvissä tapaturmissa altistuneelle henkilölle tulee antaa. Tehtaan sisäinen ensiapuryhmä huolehtii HP-linjojen ensiaputarvikkeista, jotta niitä on saatavilla nopeasti mahdollisen altistumisen sattuessa. Kemikaalitai palohälytyksen sattuessa on perehdytyksessä annettu ohjeet poistumisreiteille ja kokoontumispaikoille. Ohjeet annetaan myös keskusradion kautta hälytyksen sattuessa. Linjan eri alueilla on lukuisia vuodon ilmaisimia kaasuille ja kemikaaleille. Näiden toimintaa valvotaan operaattoreiden toimesta prosessinäytöltä. Alueille, joissa on käytössä kemikaaleja, on sijoitettuna hätäsuihkuja ja silmänhuuhtelupisteitä nopean ensiavun saamiseksi, jos kemikaalia jostain syystä roiskuu työskentelevän henkilön päälle. Kuva 5 HP4-prosessialue varoituskyltit (Outokumpu Oy 2021)



Kuva 5 HP4-prosessialue varoituskyltit (Outokumpu Oy 2021)

Jos kemikaalien käsittelyalueilla tehdään huoltotöitä, on laitteistojen pesu ja putkistojen puulaus ensiarvoisen tärkeää ennen töiden aloittamista. Ennen töiden aloittamista sulkuventtiilien pitävyys varmistetaan ja tehdään turvalukitukset oikein, ettei pumppuja voi käynnistää ja varmistetaan myös, että operaattoreilla on tieto meneillään olevasta työstä. Käytön operaattoreiden vaihtaessa vuoroa tulee töistä lähtevän vuoron ilmoittaa seuraavalle töihin tulevalle mahdollisista kesken-eräisistä töistä, vioista ja vuodoista. Hehkutus- ja peittäuslinja 4:lla on käytössä sähköinen valvomopäiväkirja johon operaattorit merkitsevät havaitsemansa viat ja puutteet linjalla. Päiväkirjan ylläpito lisää työturvallisuutta, jos jokin laite toimii poikkeuksellisella tavalla, eikä sitä ole ollut mahdollista korjata nopealla aikataululla. Tällöin tehdään kyseiselle laitteelle ja sen käytölle poikkeava työohje ja se on voimassa niin kauan kuin laite saadaan toimimaan jälleen normaalisti. Linjan

eri alueilla on lisäksi runsaasti vuotoantureita, jotka ilmaisevat vuodot prosessin-ohjausjärjestelmään, jolloin operaattori käy tarkistamassa kohteen mistä hälytys tuli. (Outokumpu Oy 2021.)

Hehkutus- ja peittäuslinjalla on lukuisia eri rutiinityötehtäviä ja niihin kaikkiin on laadittu työohjeet. Uusien työntekijöiden perehdytyksessä käydään läpi työohjeet ja heille annetaan henkilökohtaista opastusta töiden suorittamiseen turvallisesti. Lisäksi uudet operaattorit käyvät eri koulutuksia linjan aputoimintoihin liittyen, kuten vihivaunukoulutus ja radio-ohjattavien nostureiden koulutus. Vuoroesimiehet huolehtivat turvallisuusvarttien pitämisen kaikille linjalla työskenteleville operaattoreille. Tehtaan turvallisuusbonuksen saaminen edellyttää jokaiselta operaattorilta vähintään yhden turvallisuushavainnon kirjaamista per vuosikvartaali. HP-linjojen alueella toimii työntekijöiden keskuudesta valittu työsuojeluasiamies, joka toimii yhteistyössä tehtaan työsuojeluvaltuutetun kanssa ja tiedottaa työturvallisuuteen liittyvistä asioista eteenpäin alueen esimiehille. Hän osallistuu myös alueella sattuneiden tapaturmien tutkintaan. (Outokumpu Oy 2021.)

4 TURVALUKITUSET JA ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYMISEN ESTÄMINEN

Kaikki koneet ja laitteet tulee rakentaa laadittujen turvallisuusstandardien ja direktiivien ohjeistusta ja sääntöjä noudattaen, jotta ne olisivat turvallisia käyttää. Koneet, tai koneenosat pitää pystyä erottamaan energialähteistään, jotta niiden häiriönpoisto, huoltaminen ja uusiminen on turvallista. Odottamattomaan käynnistykseen liittyvät standardit on tarkoitettu alun perin ohjeistamaan suunnittelijoita ja rakentajia, mutta viranomaiset vaativat yleensä niiden noudattamista, ennen kuin tuotteet, tai rakennetut koneet pääsevät markkinoille ja tuotantoon. Suomessa standardisointi on Suomen Standardisoimisliiton SFS ry:n alaisena. SFS ry laatii ja julkaisee standardeja, vahvistaa laadittuja standardeja, sekä hoitaa standardeihin liittyvää tiedottamista. SFS ry:llä on myös verkkokauppa, jossa se myy standardeihin käyttöoikeuksia. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2021.)

Yhdysvalloissa kehitetty LoTo -menetelmä (Lock out Tack out) on työturvallisuusviranomaisen Occupational Safety and Health Ministration (OSHA) hyväksymä järjestelmä. Outokummun tehtailta olevassa LOTOTO-projektissa tähän amerikkalaiseen menetelmään on lisätty vielä yksi olennainen asia, mikä tulee tehdä lukituissa ja erotetuissa kohteissa ennen töiden aloittamista, jotta nähdään lukitusten toimivuus. Tämä on lukitusten testaaminen, eli Test out. (OSHA 2021.)

Koneturvallisuuden standardit jakautuvat kolmeen eri pääryhmään;

- A-tyyppiset, jotka käsittelevät koneensuunnittelun perusteita ja periaatteita, sekä antavat turvallisuusnäkökohdat kaikelle koneensuunnittelulle.
- B-tyyppiset turvallisuusryhmästandardit, jotka jakautuvat B1 standardeihin ja B2 standardeihin. B1 standardit käsittelevät yksittäisiä turvallisuuteen liittyviä näkökohtia, kuten melu, pintalämpö ja etäisyydet. B2 standardit taas käsittelevät lähinnä työnsuojaukseen liittyviä laitteita, kuten koneiden suojuukset ja turvamatot.
- C-tyyppiset konekohtaiset standardit, jotka käsittelevät jonkin koneen tai laitteiston yksityiskohtaisia turvallisuusvaatimuksia.

Turvalukituksien vaatimuksille ja koneiden odottamattoman käynnistyksen estämiselle on laadittu eurooppalainen standardi SFS-EN ISO 14118:2018. Se on B-tyyppin standardi ja pitää sisällään tärkeää tietoa ja ohjeistuksia koneenvalmistajille ja terveys- ja turvallisuus laitoksille. Tämän standardin mukainen taso koneeturvallisuudessa voi vaikuttaa moneen eri toiminnalliseen tahoon, kuten työnantajat, työntekijät, ammattiliitot, palveluntarjoajat ja myös kuluttajat koneen ollessa kuluttajakäyttöön suunnattu. Tämä standardi toimii myös apuna laadittaessa C-tyyppin standardeja. SFS-EN ISO 14118:2018 standardi huomioi kaikenlaiset energiamuodot ja lähteet, joista odottamaton käynnistys saattaa johtua. Näitä ovat syötettynä tehona pneumaattinen, sähköinen ja hydraulinen energia. Kohteissa voi olla myös varastoitunutta energiaa, jotka on otettava huomioon esim. paineakut, jouset ja painovoimasta johtuvaa energiaa. Standardista löytyvät ohjeistukset koneen tai sen osan erottamiseen, erotuslaitteiden lukitsemiseen, varastoituneen energian purkamiseen ja varmistamiseen, jotta tehdyt erotukset estävät erotetun koneenosan kaikki toiminnot. (Suomen Standardisointiliitto [SFS], 2018.)

5 TUOTANNON ENERGIAMUODOT

Teollisuudessa koneet ja laitteet tarvitsevat toimiakseen useita eri energiamuotoja. Näistä yleisimpiä ovat sähkö, hydrauliiikka, pneumatiikka, sekä mekaaninen energia. Koska nämä energiamuodot ovat olleet pitkään käytössä teollisuudessa, niiden vaarat ja käyttäytyminen tunnetaan hyvin, joten niiltä osataan myös suojautua sen mukaisesti. Automaatiojärjestelmien jatkuvassa kehityksessä vaaditaan yhä enemmän suojauksia laitteiden ympärille ja tarkempaa huollon turvallisuuteen panostamista. (Canadian Centre for Occupational Health and Safety 2021.)

5.1 Hydrauliiikka

Hydrauliiikka on yksi fluiditekniiikan piiriin kuuluva osa-alue. Hydrostatiikka, eli yleisemmin kutsuttu hydrauliiikka käyttää tehon siirrossa paineen alaista nestettä. Järjestelmässä saavutettavan paine-energian avulla pysytään esim. siirtelemään hyvin suuria massoja muuntamalla energia mekaaniseksi erilaisten toimilaiteratkaisujen myötä. Hydrauliiikka on käytössä hyvin monessa paikassa, pientarvikkeista suuriin teollisuuden laitekokonaisuuksiin. Hydrauliiikan käytön alkulähteillä 1700-luvulla väliaineena käytettiin vettä, mutta tärkein ja yleisin väliaine nykyään on mineraaliöljy. Hydrauliiikan väliaineen puhtaus on hyvin tärkeä asia, jotta kaikki toimilaitteet, venttiilit ja pumput toimisivat moitteettomasti. Hydrauliiikan käytön etuja on tehon siirto, jolloin pumpulla tuotettu tilavuusvirta voidaan siirtää putkistoa pitkin pikiäkin matkoja laitteistoille. Tämä säästää tilaa, sillä öljysäiliöt, pumput ja niiden moottorit voidaan keskittää erikseen niille varattuun tilaan. Hydrauliiikan haittapuolia ovat mm. järjestelmien suuren paineen vuoksi vuotoalttius, sekä letkurikkojen aiheuttamat palo ja muut turvallisuusriskit. Kehittyvän automaation ja hydrauliiikkaventtiilien sähköisten ohjauksien myötä kunnossapito ja huoltotoimenpiteet työllistävät entistä enemmän myös sähkö- ja automaatiotekniikan kunnossapitohenkilöstöä perinteisen mekaanisen kunnossapidon lisäksi. (Fluid Finland 2014a.)

5.2 Pneumatiikka

Pneumatiikassa kehitetään sähkö- tai polttomoottorin avulla mekaanista energiaa, joka muutetaan kompressorin avulla pneumaattiseksi energiaksi eli paineilmaksi. Johtamalla paineilmaa sylintereihin ja moottoreihin muunnetaan pneumaattinen energia mekaaniseksi työksi. Paineenalaisen ilman energian määrä on suoraan verrannollinen paineen ja ilmatilavuuden määrään. Paineilman käyttö jakautuu sylinteripneumatiikkaan, pyörivien liikkeiden aikaansaamiseen ja paineilman itse suorittamaan työhön. Miltei jokainen teollisuuden ala käyttää hyväksi paineilmatekniikkaa. Yksi paineilman hyvä ominaisuus on, että sitä voidaan kehittää kaikkialla. Putkistojen avulla paineilman siirtäminen on helppoa ja koska ilman dynaaminen viskositeetti on pieni, painehäviö on vähäinen suurillakin virtausnopeuksilla ja siirtoetäisyyksillä. Putkistojen vetoa helpottava ja kustannuksia laskeva seikka on myös, että paineilmalle ei tarvitse rakentaa paluulinjaa. Paineilma voidaan varastoida säiliöön, josta sitä voidaan ottaa tarvittaessa. Paineilmaalla toimivia laitteita voidaan myös korkeammissa lämpötiloissa ja se on paloturvallista vuotojen sattuessa. Nopeus ja sen helppo säädettävyys on myös yksi paineilman etu. Liikevoimia voidaan hallita helposti ja siksi paineilma on yleisesti käytössä automaattisten linjastojen toistuvien toimintojen energianlähteenä. Paineilman hyötysuhde on huono ja se on suhteellisen kallis energiamuoto. Suurten voimien tuottaminen ei ole paineilman avulla kannattavaa ja jos vaaditaan tasaista liikettä, vaatii se yleensä nestevakautuksen pneumatiikan yhteyteen. Paineilman poistosta syntyy jonkin verran meluhaittaa, mutta se on hallittavissa äänenvaimentimia käyttämällä. (Fluid Finland 2014b.)

5.3 Mekaaninen energia

Mekaaninen energia on kineettisen ja potentiaalienergian yhdistelmää, jossa esim. kappaleen nostaminen ylöspäin maan vetovoimakentässä saa aikaan sen, että kappaleeseen varastoituu potentiaalienergiaa. Mitä ylemmäksi kappaletta nostetaan, sitä suuremman työn nostaminen vaatii ja sitä suuremmaksi potentiaalienergian määrä kasvaa. Jos kappale vapautetaan ja se putoaa maan vetovoiman vaikutuksesta alas, siihen varastoitunut energia muuntuu kineettiseksi energiaksi, eli liike-energiaksi. Teollisuudessa käytetään paljon laitteita, jotka

ovat esim. jousikuormitteisia, jolloin ne liikkuvat toiseen suuntaan varastoituneen potentiaalienergian avulla. Yleisesti ottaen, kun jonkin koneenosan liikuttamiseen tehdään tietty määrä työtä, on se työn energiamäärä varastoituneena osaan, kunnes se vapautetaan. Tämä on tärkeää tietää huoltotilanteissa, joissa on tehtävä mekaanisia lukituksia, ennen kuin varsinaisen energialähteen esim. hydrauliiikan lukituksia tehdään. (Helin 2015)

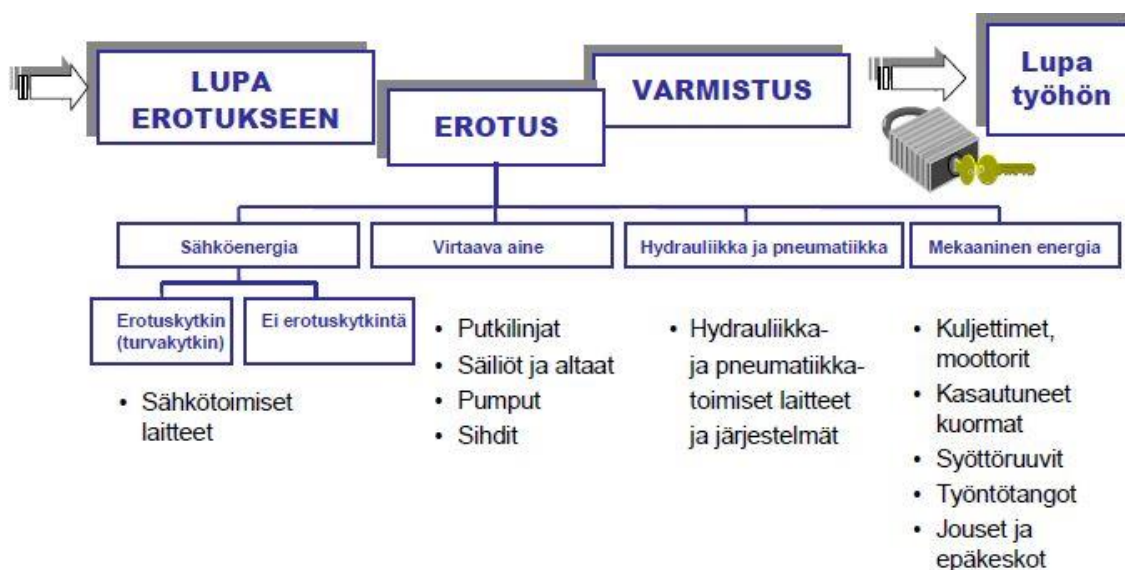
5.4 Sähkö

Yksi tärkeimmistä luonnonilmiöistä on sähkö. Se on sähköisesti varattujen hiukasten liikettä. Sähköä tarvitaan yhä enemmän kehittyvän teollisuuden ja tiedon siirron tarpeisiin, sekä tulevaisuudessa myös ihmisten liikkumiseen kulkuvälineiden avulla. Energialähteenä sähkö on ominaisuuksiltaan hyvä, mutta se voi myös olla hengenvaarallista väärin käytettynä. Sähkön käsittelyn vaarallisuus johtuu sähköiskun, tai valokaaren mahdollisuudesta. Sähköiskussa henkilö koskettaa saman aikaisesti jännitteistä ja maadoitettua osaa, jolloin sähkövirta kulkee kehon läpi aiheuttaen pahimmassa tapauksessa kuoleman. Valokaaren synnyessä kaksi jännitteistä osaa viedään niin lähelle toisiaan, ettei välillä oleva ilma toimi enää eristeenä niiden välillä. Valokaaren pituus riippuu osien jännite-erosta ja voimakkuus verkosta tulevan sähkön jännitteestä. Sähkön välillisiä vaaroja henkilöille ovat esim. lievien sähköiskujen aiheuttamat kaatumiset, tai putoamiset ja materiaaleille taas tulipalot ja laiterikot. Teollisuudessa sähköä käytetään monien tarkoitukseen. Prosessiteollisuudessa sen päätehtävänä on pyörittää sähkömoottoreita pumpuille, sekä puhaltimille ja toimia energialähteenä eri tietojärjestelmille, jotta prosessia pystytään ohjaamaan. (Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry 2021.)

6 LOTOTO TURVALUKITUSJÄRJESTELMÄ OUTOKUMMULLA

LOTOTO turvalukitusjärjestelmän nimi tulee englanninkielisistä lyhenteistä: Lock out, Tack out ja Test out, eli suomennettuna lukitse, merkitse ja testaa. Näistä viimeisin, Test out, on lisätty Outokummulla tehtaan sisäiseen turvallisuusohjeistukseen. Yleisesti maailmalla käytössä olevan lukitse ja merkitse -käytännön yhteydessä on Outokummulla todettu tärkeäksi myös testata lukituksen toimivuus, jotta saataisiin täysi varmuus työkohteen turvallisuudesta ennen töiden aloittamista. Kaikki koneet, tai laiteryhvät on kunnossapitotöiden tai häiriönpoiston ajaksi lukittava erottamalla ne energian lähteistä. Tämä ohje, sekä vaatimus käyttää sitä, koskee kaikkia alueella työskenteleviä ja vierailevia henkilöitä kaikkina vuorokauden aikoina. Myös laitteiden toiminta-alueilla tehtävät siivoustyöt edellyttävät tätä. (Outokumpu Oy 2021.)

Outokummun sisäinen turvallisuusohjeistus perustuu lakiin ja säädöksiin koneiden ja laitteiden odottamattomasta käynnistyksestä. Odottamaton käynnistyminen voi johtua monesta eri tekijästä. Inhimillisen erehdyksen vaara, eli jonkun tekemä tarkoitukseton käynnistäminen, on hyvin mahdollinen varsinkin isommilla linjoilla, joilla ei aina ole näköyhteyttä operaattorien kesken. Laitteistot sisältävät paljon automatiikkaa ja automaattisekvenssien keskeytymistä eri häiriötekijöiden syistä tapahtuu päivittäin. Sekvenssin keskeytyminen aiheuttaa aina vaaran, jos toiminta-alueelle mennään poistamaan häiriötä pysäyttämättä laitteen toimintaa ja tekemättä lukituksia. Myös laitteiden ohjausjärjestelmän vikaantuminen, odottamaton energiansyötön palaaminen (esim. sähkökatkot), tai virtaavan aineen purkautuminen (esim. putkirikot, säiliöt), tulee ottaa huomioon turvallisessa työskentelyssä. Kuvio 4 Odottamattoman käynnistyksen pääperiaatteet. (Outokumpu Oy 2021)



Kuvio 4 Odottamattoman käynnistyksen pääperiaatteet. (Outokumpu Oy 2021)

Tämän toimintamallin mukaisesti työkohteeseen laaditaan työ lupa, joko kirjallisesti, tai suullisesti määriteltynä. Työkohteen turvallisesti saattamisen tekee työnsuorittaja, mutta esimiehen velvollisuus on varmistaa, että turvallistaminen osataan tehdä oikein. Jos työn suorittaja ei osaa tehdä lukituksia kohteeseen, on hänen otettava yhteys esimieheen. Apuna lukitusten tekemiseen käytetään esim. työohjetta, lukituskorttia, KUTI-työmääräintä tai kirjallista työ lupaa. Jos kohteessa on useita eri työryhmiä, sopivat ne keskenään töiden tekemisestä ja LOTOTO-menettelystä. Ennen töiden aloittamista on ilmoitettava käyttöhenkilöstölle alueen valvomoon työkohteeseen menemisestä. Valvomon tiloissa on yleensä taulu, jonne kirjataan paikalle menevän henkilön nimi, puhelinnumero, työkohde ja aika, milloin kohteeseen on menty. Lukitukset kirjataan erilliseen lukituslistaan ja mikäli sähköenergian syötössä joudutaan irrottamaan sulakkeita, kirjataan ne erilliseen sulakelistaan. Lukitukset tehdään erillisillä yksilöidyillä turvalukoilla ja kohteisiin sopivilla lukitustarvikkeilla. Lisäksi käytetään Älä kytke -turvakylttiä. Jokainen kohteessa työskentelevä laittaa omat henkilökohtaiset lukkonsa kaikkia tarvittavia lukituksia varten. Mikäli lukitukset tehdään pitempi kestoiseksi ennalta määrittelemättömäksi ajaksi operaattorien toimesta, esim. laiterikon ja varaosapuutteen takia, tehdään tarvittavat lukitukset valvomosta saatavia kilpiä ja lukkoja käyttäen. Lukitukset saa purkaa samaa vakanssia hoitava operaattori, jolle avaimet on luovutettu edellisen poistuessa työpaikalta. (Outokumpu Oy 2021.)

Koekäynnistystilanteissa lukitusten ja erotusten jälkeen, operaattori tekee koekäynnistyksen, jos se on mahdollista ja tehty käynnistys kirjataan lukitus- tai sulakelistaan suoritetuksi. Kun tehdään koekäynnistys, on kaikkien työntekijöiden poistettava vaara-alueelta. Jos laitteistoon tehtävät työt vaativat testauskäyttöä, on lukitukset purettava väliaikaisesti sopimalla siitä ensin alueen työnjohtajan tai työn valvojan kanssa. Alueen työnjohtaja tiedottaa tarvittaville osapuolille lukitusten poistamisesta ja laitteiden testauksista. Kun työ on saatu valmiiksi, pääsääntöisesti lukitusten purkamisen tekee ne tehnyt henkilö, jollei ole käytetty operaattorin tekemiä lukituksia. Tällöin lukitukset voi purkaa samaa vakanssia tekevä henkilö saatuaan ensin luvan esimieheltään. Kun lukitukset on poistettu, ilmoitetaan alueen valvomoon ja kirjataan poistuminen työkohteesta, sekä tehdään ilmoitus työn valmistumisesta alueen työnjohtajalle. Tämän toimintamallin noudattamista seurataan mm. tekemällä tehdasalueiden SBO-kierroksia. (Outokumpu Oy 2021.)

6.1 LOTOTO-lukitukset eri energiamuodoille

Sähköenergiaa käyttävien laitteiden odottamattoman käynnistyksen estämiseksi on erikseen ohjeistus laitteille, joissa on turvakytkin ja sellaisille laitteille, joissa ei ole erotuskytkintä. Turvakytkin erottaa laitteen päävirtapiiristä ja kytkimen ollessa 0-asennossa se tekee laitteen jännitteettömäksi. Kun kytkin on lukittu ja merkitty Älä kytke -kyltillä, voidaan työt aloittaa koekäynnistyksen ja muiden ympärillä olevien laitteiden lukitustarpeen huomioinnin jälkeen. Vahinkokäynnistyksen estokytkin katkaisee 0-asennossa laitteelle tulevan ohjausvirran ja vaatii lisäksi myös sulakkeenpoiston sähkötiloista sähköasentajan toimesta, jotta laite saadaan täysin erotettua jännitteettömäksi. Lukittu vahinkokäynnistyksen estokytkin ja sähkötiloissa tehtävät erotustoimenpiteet merkitään Älä kytke -kyltillä. On olemassa myös laitteita, joiden erotustoimenpiteet pitää tehdä ainoastaan sähkötiloista, jolloin sen tekee sähköasentaja. Kaikissa sähköalan töissä noudatetaan sähköturvallisuusstandardia SFS6002, sekä Outokummun sähköturvallisuusohjetta ja -lakia. (Outokumpu Oy 2018.)

Hydrauliikan ja pneumatiikan piirissä suoritettavien kunnossapitotöiden ja linjan ajon aikaisen häiriönpoistojen on laadittu oma turvallisuusohje. Hydrauliikan kun-

nossapitotöitä saa tehdä vain hydraulikkajärjestelmiin riittävän koulutuksen saanut henkilö. Jos on mahdollista, katkaistaan sähkövirrat kaikilta moottoreilta ja toimilaitteilta, lukitaan ja merkitään kytkimet Älä kytke -kyllillä. Putkistojen, säiliöiden ja painevaraajien paine puretaan, tai eristetään ja varmistetaan, että tämä on myös onnistunut. Hydraulikan varassa olevat taakat on laskettava alas tai tuettava riittävän hyvin ja luotettavasti. Laitteiden liikkeet lukitaan mekaanisesti esim. turvatapeilla, tai jollain muulla laitteen kiinteällä lukitusmekanismilla. Kaikissa hydraulikalla tai pneumatiikalla olevissa laitteissa ei ole mekaanisen lukituksen mahdollisuutta, jolloin kohde erotetaan sulkuventtiilit sulkemalla energialähteestä. Venttiilit käännetään kiinni, lukitaan ja varmistetaan erotuksen toimivuus, jonka jälkeen venttiilit merkitään lukituksen tehneen nimellä varustetulla kilvellä. Pelkästään hydraulikan varassa ilman tuentaa olevan taakan alle ei pidä missään tilanteessa mennä. (Outokumpu Oy 2018.)

Mekaaninen energia on laitteeseen, tai sen osaan varastoitunutta energiaa, joka voi aiheuttaa vaaratilanteen vapauduttuaan. Näitä laitteita ovat mm. moottorit, kuljettimet, jouset, työntötangot, nosto-ovet, syöttöruuvit ja kasautuneet kuormat. Mekaaninen energia erotetaan työkohteesta katkaisemalla sähkönsyöttö toimilaitteilta ja moottoreilta. Energiansyöttö katkaistaan kohteesta riippuen poistamalla käytön väliset hihnat, ketjut tai nivelakselit. Seuraavaksi lukitaan kaikki vaaraa aiheuttavat laitteen osat lukitustapeilla, tai muulla mekaanisella lukituksella ja merkitään tehdyt lukitukset. (Outokumpu Oy 2018.)

Mittalaitteet aiheuttavat vaaraa yleensä säteilyn muodossa. Säteily voi olla esim. radioaktiivista- tai röntgensäteilyä. Erilaisissa tunnistimissa ja etäisyyden mittauksessa käytetään usein laser-sädetä, joka voi silmiin osuessaan vahingoittaa näköä. Mittalaitteiden huoltotöissä on tärkeää perehtyä laitekohtaisiin turvaohjeisiin, joista käy selville mm. mittalaitteen vaara-alue ja mittalaitteen turvallistaminen huoltotöitä varten. (Outokumpu Oy 2018.)

Virtaavien aineiden, kuten kaasujen, kemikaalien, nesteiden ja höyryjen sisältämien työkohteiden turvallistamisen yhteydessä on selvitettävä myös kohteessa kulkevan aineen luokittelun perusteella tehdyt turvaohjeet. Ennen töiden aloittamista on selvitettävä, onko työ luvanvaraista. Tietyt työt vaativat lisäksi vielä erityisen luvan suorittamiseen, kuten esim. säiliötyöt, kemikaaliputkistotyöt, sekä

häkä- ja nestekaasulinjoihin liittyvät työt. Virtaava aine erotetaan työkohteesta kytkemällä pumpput tai muut painetta kehittävät laitteet pois käytöstä. Kytkimet lukitaan ja merkitään ja tarvittaessa poistetaan sulakkeet. Työkohde tehdään paineettomaksi ja puulataan tarvittaessa, tai riippuen virtaavasta aineesta, puhdistetaan kohde muulla tavalla. Työkohde erotetaan aina kahdella sulkuventtiilillä ja ne lukitaan ja merkitään kyltein. Tarvittaessa voidaan putkistoon tehdä sokeointi, jolloin se on merkittävä erillisellä kyltillä. Kun putkiston laippoja löysätään, on ne aukaistava aina ensin putken vastakkaiselta puolelta, jolloin mahdollisesti putkeen jäänyt aine purkautuu henkilöstä poispäin. Henkilökohtaiset suojaimet on myös oltava kohteeseen sopivat, jotta ne suojaavat mahdolliselta purkaukselta riittävän hyvin. (Outokumpu Oy 2018.)

6.2 Tehtaan sisäiset järjestelmät ja Brady LINK360-ohjelma



KUTI-järjestelmä on Outokummun sisäinen kunnossapidon hallintaohjelma. Sen avulla hallitaan työtilauksia kunnossapidolle. Jokaisen linjan laitteistot on koottu omaksi hierarkiaksi ja laitteistojen osakokoonpanot ovat kirjattuna järjestelmään. KUTI-järjestelmän avulla suunnitellaan huoltoseisokit, sekä varataan niihin materiaalit ja resurssit. Tehdyt työtilaukset priorisoidaan ja asetetaan omaan kategoriaan esim. turvallisuuteen liittyvät työtilaukset omaan ryhmäänsä. KUTI-järjestelmään kuuluvat myös päiväkirjat, joihin kirjataan linjoilla havaittuja vikoja ja kunnossapitoa vaativia töitä. Linjan käyttöhenkilöstö täyttää myös omaa valvomopäiväkirjaa kenttäkierroksilla havaituista vioista. LOTOTO-lukituskortit tehdään KUTI-järjestelmään luodun laitehierarkian mukaisesti. (Outokumpu Oy 2021.)

Webdoha on arkistointipalvelin, jonne on tallennettuna dokumentteja mm. linjojen koneenosista, laitteistoista, putkistoista ja säköistyksistä. Piirustuksien avulla voi helpommin selvittää esim. hydraulikan venttiiliryhmiä sijainnin linjalla. Käyttämällä osia layout kuvista LOTOTO-lukituskorttien laatimisessa, voidaan havainnollistaa kulkureitit suoraan sulkuventtiiliin luokse. Tämä säästää aikaa ja työ voidaan aloittaa nopeammin, kun lukitukseen tarvittavat venttiilit löytyvät helposti. (Outokumpu Oy 2021.)

LOTOTO-lukituskortit tehdään valmiiksi laaditulle korttipohjalle Brady LINK360-palvelimelle. Korttipohja on laadittu Outokummun turvallisuus standardien mukaisesti. Se on selkeä ja helppolukuinen. Korttiin laitetaan tiedot vaiheittain käyttäen kuvamateriaalia havainnoimaan eri lukituskohteita. Eri energiamuodot ovat merkittynä eri väreillä ja kirjainkoodilla. Kortit tallentuvat palvelimelle ja niihin voi tarvittaessa lisätä tai muuttaa jo olemassa olevia tietoja. Kuva 6 Brady LINK360 lukituskorttipohja, johon lisätään tiedot lukittavasta kohteesta. (LINK 360 safety software 2021, Outokumpu Oy 2021.)

1 Headers 2 Lockout Steps 3 Images 4 Footers 5 Preview

Enter all the steps for this procedure. (The height of each row in the printed procedure will be adjusted to fit the content.) [Set Start Values](#)

Lukituskohde	Toimenpide		Kuva
Energy Source Type: Sähkö <input type="text"/> Description: Select... <input type="text"/> ...or enter your own <input type="text"/> 	Energy Source Location: Select... <input type="text"/> ...or describe the action to take for this lockout step.	Lockout Method: Select... <input type="text"/> ...or provide additional information about this lockout step.	Lockout Device: Select... <input type="text"/> <input type="button" value="Add Image"/>
Energy Source Type: Hydraulikka <input type="text"/> Description: Select... <input type="text"/> ...or enter your own <input type="text"/> 	Energy Source Location: Select... <input type="text"/> ...or describe the action to take for this lockout step.	Lockout Method: Select... <input type="text"/> ...or provide additional information about this lockout step.	Lockout Device: Select... <input type="text"/> <input type="button" value="Add Image"/>

Kuva 6 Brady LINK360 lukituskorttipohja. (LINK 360 safety software 2021, Outokumpu Oy 2021.)

7 LUKITUSKORTTIEN LAATIMINEN

LOTOTO-lukituskorttien laatiminen on osa Outokummun turvallisuusohjelmaa ja jokainen tuotantolinja tulee tulevaisuudessa saamaan omat kortit. Tässä työssä laaditaan kortit HP4:n alkupään toiminnoille kevään 2021 aikana.

7.1 Työn suunnittelu

Opinnäytetyön suunnittelu aloitettiin palaverilla käyttöpäällikkö Kai Ekmanin ja turvallisuusinsinööri Janne Korholan kanssa. Hehkutus- ja peittäuslinja 4 on toiminnoiltaan ja osa-alueiltaan hyvin laaja, joten tästä syystä korttien teko päätettiin aloittaa johdonmukaisessa järjestyksessä linjan alkupäästä lähtien. Samasta aiheesta aiemmin tehtyjen opinnäytetöiden kaltaisesti korttien määrä päätettiin rajata kuuteentoista kappaleeseen. Opinnäytetyöstä tehtiin suunnitelma ja se hyväksyttiin ohjaaja Mari-Selina Kantasella Lapin AMK:ssa. Outokumpu toimi tämän opinnäytetyön toimeksiantajana ja ennen työn aloittamista laadittiin työn tekijän, Lapin AMK:n ja Outokummun kesken toimeksiantosopimus.

7.2 Työn toteutus

Työ toteutettiin kevätlukukauden 2021 aikana suurimmaksi osaksi etätyöskentelynä vallitsevan Covid-19 tilanteen vuoksi. Tehdaskäynnit pyrittiin rajoittamaan minimiin ja suurin osa kuvamateriaalista hankittiin linjan vuosihuollon aikana maaliskuussa 2021. Koska opinnäytetyön tekijä on työskennellyt kyseisellä linjalla operaattorina useita vuosia, olivat laitteiden nimikkeet ja sijainnit ennestään tuttuja. Turvallisuusinsinööri Janne Korholan kanssa tehtiin työn aloittamisvaiheessa kierros alkupään aukikelainryhmille ja kellarikerroksen venttiiliryhmille, sekä sovittiin alustavasti toteutustavasta korttien teossa.

Lukituskorttien tekeminen aloitettiin tutustumalla KUTI-järjestelmään ja sinne kirjattuihin linjan laitekokonaisuuksiin. Linjan alkupää käsittää 2 kpl aukikelainryhmiä, joiden toiminnot ovat osaltaan toistensa kaltaisia. Jotta valmiit kortit olisivat mahdollisimman helppolukuisia, ei lähdetty kuitenkaan yhdistelemään aivan kaik-

kia aukikelainryhmä 1:n ja aukikelainryhmä 2:n samoja toimintoja samaan korttiin. Tavoitteena oli edetä linjaa kortittamalla laitteet risteysasemalle asti, joka on kohta linjassa juuri ennen hitsauskonetta. Linjan operaattorit toimivat osaksi apuna kuvamateriaalin hankkimisessa ja oikeiden venttiiliposiitioiden löytämisessä. Webdoha palvelimelta saatiin tarvittaessa hydraulikkapiirustuksia tarkastelemalla tietoa epäselvissä tilanteissa. Kun tarvittava materiaali oli saatu kerätyksi, aloitettiin korttien tekeminen Brady LINK360 palvelimella oleviin korttipohjiin. Korttien valmistuttua käytiin vielä teams-palaveri turvallisuusinsinööri Janne Korholan ja käyttöpäällikkö Kai Ekmanin kanssa, jossa käytiin läpi tehtyjä kortteja ja niihin vielä tehtäviä muutoksia joiltain osin.

8 TULOKSET

Työn tuloksena saatiin tehtyä 17 kpl LOTOTO-lukituskortteja hehkutus- ja peit-
tauslinja 4:lle. Tavoitteena oli tehdä kortit alkupään toiminnoille aina risteysase-
malle saakka ja tähän tavoitteeseen myös päästiin. Lukituskorttien käyttäminen
parantaa linjan työturvallisuutta ja selkeyttää eri työkohteiden turvalukitusten te-
kemistä. Työt päästään aloittamaan nopeammin, kun esivalmisteluille ja lukitus-
toimenpiteille on olemassa hyvät ohjeet lukituskortissa. Linjan käytön aikaiset
häiriönpoistotilanteet ovat usein turvallisuusriski ja korttien avulla pyritään helpot-
tamaan ja nopeuttamaan lukituksen tekoa. Myös tuotannon häiriöajat lyhenevät,
kun kortista katsomalla operaattori tietää mennä suoraan oikeaan kohteeseen
tekemään tarvittavat turvalukitukset ennen linjan pysäyttäneen häiriön poistoa.
Laaditut kortit ovat myös tärkeä apuväline uusien operaattoreiden työhönopas-
tuksessa.

Korttien laatimisessa noudatettiin KUTI-järjestelmän mukaista laitehierarkiaa,
mutta osaan korteista yhdisteltiin toistensa kaltaiset toiminnot molemmilta auki-
kelainryhmiltä. Tällaisen lukituskortin käyttäjän tulee valita kortista työkohde,
minne on menossa ja tehtävä valitun kohteen lukitukset ohjeen mukaisesti.
Koska HP4:n aukikelainryhmien laitteistot ovat sijoitettuna suhteellisen pienelle
alueelle, korttien teossa pyrittiin ottamaan huomioon toistensa vaikutusalueille
ulottuvat laitteet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa, jos niille ei tehdä turvalukituksia.
Samaan lukituskorttiin voi siis olla liitettynä useampi laite, mihin turvalukitukset
tulee tehdä, vaikka työnmääräin olisi pelkästään yhdelle laitteelle. LOTOTO-tur-
valukituskorttien alussa on kohta valmistelevat toimenpiteet, jossa kehoitetaan
kartoittamaan työkohteen ympärillä olevien laitteiden turvalukituksen tarpeelli-
suus.

8.1 Valmis lukituskortti



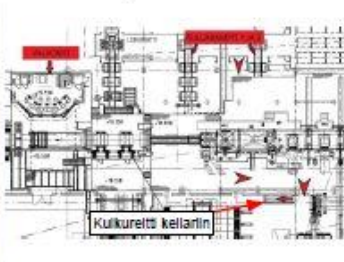
Valmis lukituskortti sisältää KUTI-järjestelmän mukaiset laite-ID numerot ja nimik-
keet. Siihen on myös merkitty, millä osastolla ja linjalla kohde sijaitsee, sekä koh-

teen tarkka nimi. Jokaisen kortin alussa on neljän kohdan ohjeistus ilmoitusvelvollisuudesta, luvasta työn aloittamiseen, muiden alueella työskentelevien huomioimisesta ja tuumatuokion pitämisestä. Lukituskortin vasemmassa ylä laidassa on numero, joka viittaa lukituskohteiden määrään. Tämä luku voi olla suurempi, jos kyseessä on kortti, mihin on yhdistetty molempien kelanryhmien samankaltaiset toiminnot esim. paperikelain 1 ja 2. Tällöin valitaan vain ne lukitukset kortista, jotka koskevat huoltokohteena olevaa laitetta. Jos pelkästään paperikelain 1 on huollettavana, ei paperikelain 2:n turvalukituksia tarvitse tehdä. Kortissa on myös esitettyä kuva kohteesta, sekä kulkureitti venttiiliryhmille, jotka sijaitsevat kellarikerroksessa alkupään toimintojen alapuolella. Kuva 7 Mallikortti valmistelevat työvaiheet. (Outokumpu Oy 2021)

outokumpu		Lukituskortti	
ID#:	4-HP4-01-1090 4-HP4-02-1390	Osasto:	Kylmävalsaamo - Käsittelylinjat
Liite:	4/6/2021	Alue:	Hehkutus-peittäuslinja 4_alkupää
Tarkastettu:	4/20/2021	Kohde:	Paperikelain 1 ja 2

8	Lukitus- kohtaa	<p>Huomioi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oletko ilmoittautunut 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
<p>Varmista, että työkohte on turvallisessa tilassa erotustoimenpiteitä varten. Lukitukset valitaan kortista työkohteen mukaan, joko paperikelain 1, tai paperikelain 2 laitteisto. Käännä paperikelaimen kytkintaulusta paperin automaattinen poisto -sekvenssi nolllille ja paperikelaimen veto nolllille. Paperikelain 2:lla työskenneltäessä on lukittava myös Painorulla 2 ylä asentoon, koska se sijaitsee työkohteen yläpuolella. Huom! Vahinkokäynnistyksen estokytin katkaisee kohteeseen tulevan ohjauvirran. Mikäli laite tulee tehdä täysin jännitteettömäksi, tulee sen sulakkeet poistaa sähkötiloissa sähköasentajan toimesta.</p>

HP4 Paperikelain 1	HP4 alkupää aputilat paperin purku	HP4 alkupää kulkureitti kellariin
		

Kuva 7 Mallikortti valmistelevat työvaiheet. (Outokumpu Oy 2021)



Lukituskortin lukitusvaiheet on listattu jokaiselle energiamuodolle erikseen ja ne on merkattu lisäksi väri- ja kirjainkoodein. Mallikortin laitteissa on käytössä sähköenergia, hydraulikka ja pneumatiikka. Kunkin lukituksen kohdalla on kerrottuna

lukituksen sijainti, positio ja kuvallinen informaatio lukitusten sijainnista. Mallikortin laitteista on tähän valittu paperikelain 1. Sähköenergian lukitusvaihe on merkitty korttiin punaisella värillä. Paperikelain 1:n käyttönä on sähkömoottori, jonka lukitus tehdään kääntämällä vahinkokäynnistyksen estokytkin 0-asentoon. Tämän jälkeen kytkin lukitaan ja merkitään Älä kytke -kyltillä. Vahinkokäynnistyksen estokytkin katkaisee laitteesta ohjausjännitteen. Jos sähkömoottori halutaan täysin jännitteettömäksi, on sähkötiloista poistettava päävirtapiirin sulakkeet. Tämän saa tehdä vain sähköasentaja. Sulakkeiden poisto merkataan sulakelistaan. Lukitusten toimivuus testataan ennen työn aloittamista. (Outokumpu Oy 2021.)

Hydrauliikan sulkuventtiilit sijaitsevat paperikelain 1:n toiminnoille kellarikerroksessa venttiiliryhmässä 1 (VP1). Lukituskortin hydraulisen lukituksen osiossa on tekstiosassa kerrottu venttiilien sijainti, niiden positiot ja lukituksen vaikutus. Lisäksi venttiilien sijainti venttiiliryhmässä on havainnollistettu kuvalla. Jokainen positio käsittää 2 kpl sulkuventtiiliä. Venttiilit käännetään kiinni, palataan takaisin laitteen luo ja testataan lukitusten toimivuus. Hydraulisen lukituksen symbolina on oranssin värinen venttiili valkoisella pohjalla. Kuva 8 Mallikortti lukitusvaiheet sähköenergia ja hydraulikka. (Outokumpu Oy 2021)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<p>1 Sähkö</p> 	<p>Paperikelain 1 käytön vahinkokäynnistyksen estokytkin 06.109B1M1 sijaitsee kelaimen takana moottoripuolella. Käännä kytkin OFF asentoon. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä.</p>	<p>Paperikelain 1 käytön vahinkokäynnistyksen estokytkin</p> 

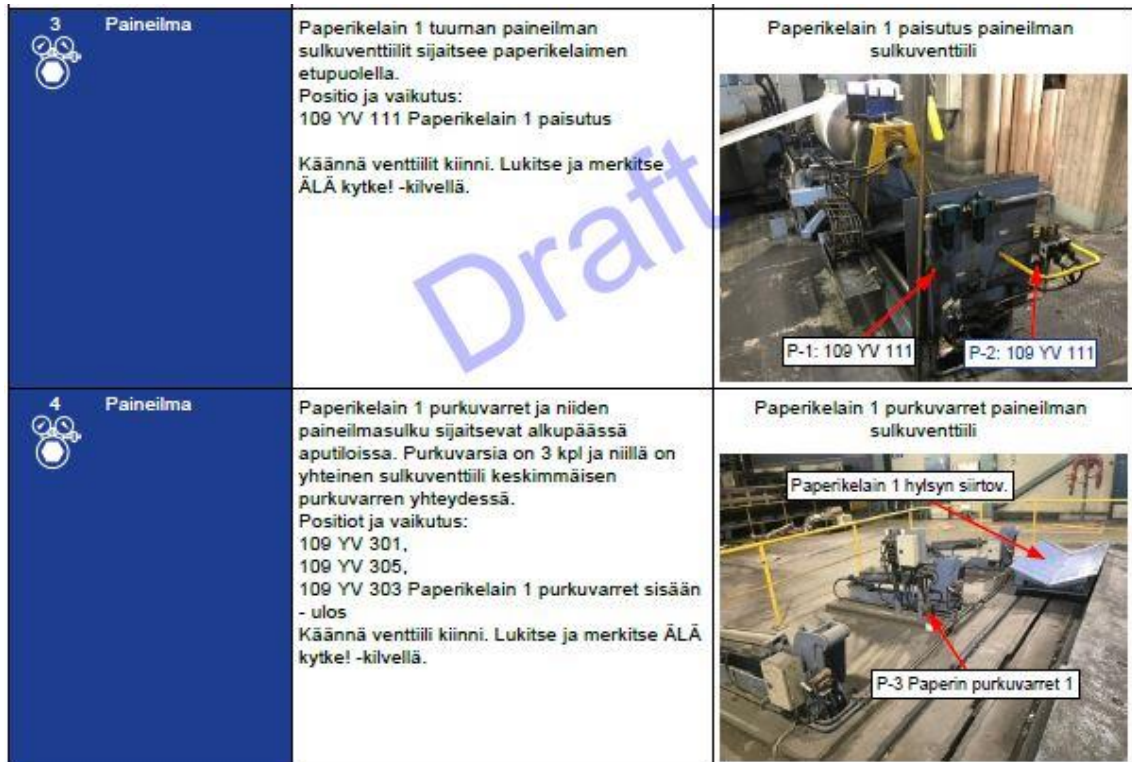
Page 1 of 4

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<p>2 Hydraulikka</p>  <p>VP1</p>	<p>Paperikelain 1 hydraulikan sulkuventtiilit sijaitsevat kellankerroksessa venttiiliryhmässä 1 (VP1). Jokainen positio käsittää 2 kpl sulkuventtiilejä.</p> <p>Positiot ja niiden vaikutus: 109 YV 121 Paperikelain 1 aseointi sisään - ulos 109 YV 231 Paperikelain 1 hylsyn siirtovaunu taakse - eteen 109 YV 221 Paperikelain 1 kaatopöytä alas - ylös 109 YV 223 Paperikelain 1 nosto alas - ylös 109 YV 131 Paperikelain 1 poikkeutus operointipuoli - moottoripuoli</p> <p>Käännä venttiilit kiinni. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä.</p>	<p>Paperikelain 1 sulkuventtiilit (VP1)</p> 

Kuva 8 Mallikortti lukitusvaiheet sähköenergia ja hydraulikka. (Outokumpu Oy 2021)

Paperikelain 1:n toimintoissa on käytössä myös pneumatiikkaa ja mallikortin lukitusvaiheissa tämä on merkittynä sinisellä värillä. Paperikelain 1:n tuurnan painetuksen paineilman sulkuventtiilit sijaitsevat kelaimen rungon päässä. Sulkuventtiilien positio ja vaikutus on selostettu lukitusvaiheessa ja venttiilien sijainti on esitetty kuvassa. Venttiilit käännetään kiinni, lukitaan ja merkitään Älä kytke -kylteillä. Tämän jälkeen testataan lukituksen toimivuus. Muut paperikelain 1:een liittyvät pneumatiikalla toimivat laitteet ovat paperinpurkuvarret, jotka sijaitsevat linjan takana aputiloissa. Purkuvarsille (3 kpl) tuleva paineilma katkaistaan yhdellä sulkuventtiilillä, joka on sijoitettuna keskimmäisen purkuvarren runkorakenteisiin.

Mallikortin lukitusvaiheissa on tekstiosaan listattuna positiot ja vaikutus, sekä sulkuventtiilin sijainnin näytävä kuva. Venttiili käännetään kiinni, lukitaan ja merkitään Älä kytke -kyltillä. Lukituksen toimivuus varmistetaan ennen töiden aloittamista. Kuva 9 Mallikortti lukitusvaiheet pneumatiikka. (Outokumpu Oy 2021)



Kuva 9 Mallikortti lukitusvaiheet pneumatiikka. (Outokumpu Oy 2021)

Lukituskortin eri lukitusvaiheiden jälkeen on vielä kortin lopussa muistutus testauksesta (Test Out). Jokaiselle koneelle ja laitteelle on tehtävä testaus, jolla todetaan lukitusten toimivuus ennen töiden aloittamista. Kun työt kohteessa saadaan valmiiksi, on kortin lopussa muistutus lukitusten purkamisesta ja ilmoitusvelvollisuudesta valvomoon, jonne annetaan selkeä tieto kohteesta poistumisesta ja työn valmistumisesta. Kuva 10 Mallikortti testaus ja työn lopetus. (Outokumpu Oy 2021)

Koekäynnistys
Erotusten ja lukitusten jälkeen tehdään koekäynnistys turvallistetulle kohteelle. Koekäynnistys kirjataan erotuslistaan. Kun erotustoimenpiteet ja koekäynnistys on suoritettu ja varmistettu, että työkohde on turvallisessa tilassa, voidaan työ aloittaa.
Työn lopetus ja lukitusten 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.

Kuva 10 Mallikortti testaus ja työn lopetus. (Outokumpu Oy 2021)

9 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena LOTOTO-korttien laatiminen oli mielenkiintoinen, koska pääsin laatimaan niitä samalle linjalle, jolla olen työskennellyt yli 20 vuotta. Hyvin monesti on linjalla ollut vuosien varrella tilanne, että lukitusten löytämisessä on ollut ongelmia ja varsinkin ajon aikana tapahtuvien häiriöiden poistoissa, kun on usein kiire. Pahimmassa tapauksessa automaattialueella käydään poistamassa häiriö tekemättä lukituksia, kun niitä ei löydetä tarpeeksi helposti. Näin ei saisi missään tapauksessa toimia. Nämä lukituskortit tuovat nyt ja jatkossa seikkaperäisen ohjeen lukitusten oikeaoppiseen tekemiseen kaikille linjan laitteille, sekä operaattoreille, että kunnossapitohenkilöille.

Korttien teon yhteydessä havaittiin muutamia eroavaisuuksia kenttämerkinnöissä verrattuna KUTI-järjestelmään kirjattuihin laitenimikkeisiin. Nämä voivat luoda epäselviä tilanteita esim. kunnossapitoasentajien keskuudessa, kun he menevät KUTI-työmääräimen kanssa etsimään oikeita venttiilejä kohteelle, joka onkin kentällä merkitty eri nimellä. Näistä havaituista puutteista tehtiin opinnäytetyön yhteydessä lista, joka toimitettiin linjan päivityönjohtajalle. Toinen havaittu puute oli mekaanisten lukitusten paikallistamisen vaikeus. Osasta puuttuivat keltaiset merkintämaalaukset ja turvatappien säilytykselle tulisi saada paikka lukitusreiän läheisyyteen.

LOTOTO-korttien laatimisen ohella tutustuttiin työturvallisuuslakiin, säädöksiin ja standardeihin. Vaikka linja oli ennestään tuttu työympäristönä, opetti korttien tekeminen uusia asioita sen laitteista ja toiminnoista. Tarkoitus oli tehdä kortit linjan alkupäästä edeten risteysasemalle asti ja tähän tavoitteeseen myös päästiin.

LÄHTEET

Canadian Centre for Occupational Health and Safety 2021. Hazardous Energy Control Programs. Viitattu 14.03.2021 https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazardous_energy.html.

Fluid Finland 2014a. Fluid Klinikat/Hydrauliikan perusteet 2/2002. Viitattu 17.03.2021 <https://www.fluidfinland.fi/7>.

Fluid Finland 2014b. Fluid Klinikat/Pneumatiikan perusteita 4/2005. Viitattu 17.03.2021 <https://www.fluidfinland.fi/7>.

Helin, J. FYSIIKKA 2 energia ja työ 2015. Peda net. Viitattu 17.3.2021 <https://peda.net/p/Jarkko%20Helin/fysiikka/fy1-maks/km/kko/f2ejt2>.

LINK 360 safety software 2021. Viitattu 18.03.2021 <https://bradylink360eu.brad-yid.com/Home>.

Occupational Safety and Health Administration 2021. Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout). Viitattu 12.03.2021 <https://www.osha.gov/control-hazardous-energy>.

Outokumpu Oy 2018. O´net/intranet/turvaloki. Viitattu 15.03.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi>.

Outokumpu Oy 2020. Historia. Viitattu 28.12.2020 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu>.

Outokumpu Oy 2021. O´net/intranet. Viitattu 15.03.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi>.

Raitio, P. 2021. Nolla tapaturmaa. Tekijä-lehti 13.01.2021, 5.

SFS-EN 14118:2018:en. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen. Viitattu 14.03.2021 <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/719781.html.stx>.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2021. SFS – standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa. Viitattu 14.03.2021 <https://sfs.fi/sfs-ry/meista/>.

Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry 2021. Mitä sähkö on? Viitattu 19.03.2021 <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/mita-sahko-on/>.

Työturvallisuuskeskus 2021. Työturvallisuuden perusteet. Viitattu 12.03.2021 https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet.

LIITTEET

Liite 1. 1(6) LOTOTO-turvalukituskortti malli 2

Liite 1 1(6)

 <h2 style="margin: 0;">Lukituskortti</h2>		
ID#: 4-HP4-01-1170 4-HP4-01-1190 4-HP4-01-1200 4-HP4-01-1210 Luotu: 4/9/2021 Tarkastettu: 4/23/2021	Osasto: Kylmävalssaamo - Käsittelylinjat	Alue: Hehkutus-peittauslinja 4_alkupää
Kohde: Sivuohjaimet 1, Apuvetorulla 1, Leikkuri 1, Romuläppä 1(kippaus)		

12**Lukitus-
kohtaa**

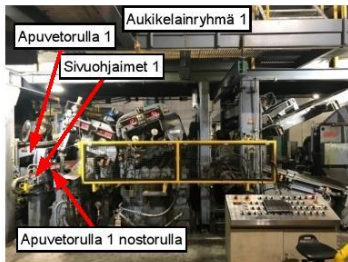
Huomioi:

1. Oletko ilmoittautunut valvomoon ja muille tarvittaville henkilöille?
2. Onko sinulla lupa aloittaa työ? Tarvitsetko kirjallisen työluvun, esim. työt ahtaissa / suljetuissa tiloissa tai kemikaali/kaasuputkistoihin tai -laitteisiin liittyvät työt?
3. Huomioi muut alueella työskentelevät.
4. Pidä Tuumatuokio!!

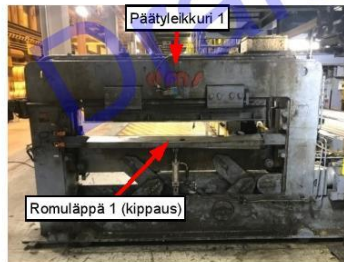
Valmistelevat työvaiheet

Varmista, että työkohte on turvallisessa tilassa ennen erotustoimenpiteitä. Kartoita myös työkohteen ympärillä olevien laitteiden lukituksen tarve. Päätyleikkuri 1 huoltotöissä leikkuri on ajettava ulos linjasta. Päätyleikkuri 1 turvaportin huoltoajo ja leikkauksen asettelukytkimet sijaitsevat operointipuolella leikkurin viereisessä kytkinpaneelissa 06P120. Paina turvaportti napista huoltoajolle ja siirrä se syrjään. Väännä leikkaus avaimesta asettelutilaan ja poista avain huoltotöiden ajaksi tai merkitse se ÄLÄ kytke! -kyttilä. Poista leikkurin mekaaninen lukitustappi etupuolelta alhaalta. Aja leikkuri ulos linjasta prosessinäytöltä ja aseta turvatappi takaisin paikalleen. Huom! Vahinkokäynnistyksen estokytin katkaisee kohteeseen tulevan ohjausvirran. Mikäli laite tulee tehdä täysin jännitteettömäksi, tulee sen sulakkeet poistaa sähkötiloissa sähköasentajan toimesta.

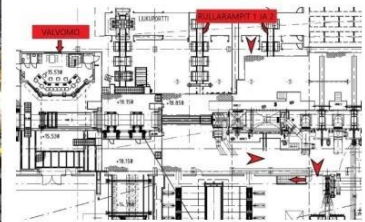
HP4 alkupää Sivuohjaimet 1,
 Apuvetorulla 1 ja Apuvetorulla 1
 nostorulla sijainnit




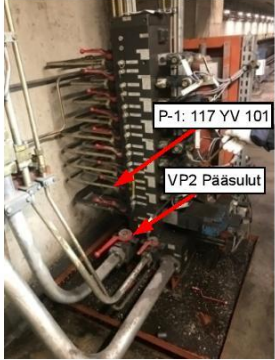




HP4 alkupää Päätyleikkuri 1 ja
 Romuläppä 1 sijainnit




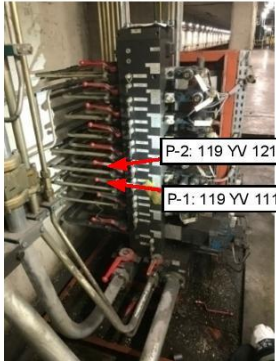




HP4 alkupää kulkureittiin kellariin



Liite 1 2(6)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<p>1</p> <p>Hydrauliikka</p> 	<p>Sivuohjaimet 1 hydrauliiikan sulkuventtiilit sijaitsevat kellarikerroksessa venttiiliryhmässä 2 (VP2). Positio käsittää 2kpl sulkuventtiilejä. HUOM! SIVUOHJAIMET EIVÄT OLE KÄYTÖSSÄ. Lukitus on kuitenkin varmistettava aina niiden toiminta-alueella työskennellessä.</p> <p>Positio ja vaikutus: 117 YV 101 Sivuoajimet 1 siirto kiinni - auki</p> <p>Käännä venttiilit kiinni. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kiivellä.</p>	<p>Sivuoajimet 1 siirto hydrauliiikan sulkuventtiilit (VP2)</p> 
<p>2</p> <p>Mekaaninen energia</p> 	<p>Sivuoajimet 1 siirto on mekaanisesti lukittuna, moottori- ja operointipuolelta, koska ne eivät ole käytössä. Varmista lukitustappien paikallaan olo sivuoajainten toiminta-alueella työskennellessä.</p> <p>Vaikutus: Sivuoajimet 1 siirto kiinni - auki lukitseminen aukiasentoon. Laita lukitustapit niille varattuihin reikiin.</p>	<p>Sivuoajimet 1 siirto mekaaninen lukitus operointipuoli</p> 
<p>3</p> <p>Sähkö</p> 	<p>Apuvetorulla 1 ylärullan käytön vahinkokäynnistyksen estokytin 06.119B1M1 sijaitsee apuvetorullan vieressä linjan moottoripuolella. Huomioi, että myös alarullan pyöritys on tämän saman käytön takana hammashihnavälitteisesti.</p> <p>Käännä kytkin 0-asentoon Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kiivellä.</p>	<p>Apuvetorulla 1 ylärullan käytön vahinkokäynnistyksen estokytin</p> 







Liite 1 3(6)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<p>4 Hydraulikka</p> 	<p>Apuvetorulla 1 hydraulikan sulkuventtiilit sijaitsevat kellarikerroksessa venttiiliyryhmässä 2 (VP2). Kukin positio käsittää 2kpl sulkuventtiilejä.</p> <p>Positiot ja vaikutus: 119 YV 111 Apuvetorulla 1 nostorulla ylös - alas 119 YV 121 Apuvetorulla 1 alarulla auki - kiinni</p> <p>Käännä venttiilit kiinni. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä.</p>	<p>Apuvetorulla 1 nosto- ja alarullan hydraulikan sulkuventtiilit (VP2)</p> 
<p>5 Mekaaninen energia</p> 	<p>Apuvetorulla 1 alarullan mekaaniset lukitukset sijaitsevat linjan moottori- ja operointipuolella. Turvatapit on merkitty keltaisella värillä. Rulla on ajettava kytkimestä oikeaan asentoon ennen mekaanista lukitsemista. Tämä on tehtävä ennen hydraulikan lukituksia.</p> <p>Vaikutus: Apuvetorulla 1 alarullan auki - kiinni liikkeen lukitseminen. Laita lukitustapit niille varattuihin reikiin.</p>	<p>Apuvetorulla 1 alarullan mekaaninen lukitus</p> 
<p>6 Mekaaninen energia</p> 	<p>Apuvetorulla 1 nostorullan mekaaniset lukitukset sijaitsevat linjan moottori- ja operointipuolella. Turvatapit on merkitty keltaisella värillä. Rulla on ajettava kytkimestä oikeaan asentoon ennen mekaanista lukitsemista. Tämä on tehtävä ennen hydraulikan lukituksia.</p> <p>Vaikutus: Apuvetorulla 1 nostorullan ylös - alas liikkeen lukitseminen. Laita lukitustapit niille varattuihin reikiin.</p>	<p>Apuvetorulla 1 nostorulla mekaaninen lukitus (moottoripuoli)</p> 

Liite 1 4(6)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<p>7 Sähkö</p> 	<p>Päätyleikkuri 1 terävälkyksen säädön turvakytkin 120A21M1 sijaitsee leikkurin takana linjan moottoripuolella. Käännä kytkin 0 -asentoon. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä.</p>	<p>Päätyleikkuri 1 välyksen säädön turvakytkin</p> 
<p>8 Hydraulikka</p> 	<p>Päätyleikkuri 1 hydraulikan sulkuventtiilit sijaitsevat kellarikerroksessa venttiiliryhmässä 2 (VP2). Jokainen positio käsittää 2 kpl sulkuventtiilejä.</p> <p>Positiot ja vaikutus: 120 YV 111 Päätyleikkuri 1 leikkaus auki - leikkaa 120 YV 231 Päätyleikkuri 1 siirto taaksepäin - eteenpäin</p> <p>HUOM! Päätyleikkuri 1 leikkaus toiminnolle on myös toiset hydraulikan sulkuventtiilit leikkurin takana!</p> <p>Käännä venttiilit kiinni. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä</p>	<p>Päätyleikkuri 1 hydraulikan sulkuventtiilit (VP2)</p> 
<p>9 Hydraulikka</p> 	<p>Päätyleikkuri 1 leikkaus hydraulikan sulkuventtiilit 2kpl leikkurilla sijaitsevat leikkurin takaosassa ja voidaan sulkea helpon sen jälkeen, kun leikkuri on ajettu linjasta ulos.</p> <p>Positiot? ja vaikutus: Päätyleikkuri 1 leikkaus auki - leikkaa</p> <p>Käännä venttiilit kiinni. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä</p>	<p>Päätyleikkuri 1 leikkaus hydraulikan sulkuventtiilit leikkurilla</p> 

Liite 1 5(6)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
10 Mekaaninen energia 	Päätyleikkuri 1 alaterän mekaaninen lukitus ala-asentoon sijaitsee leikkurin operointipuolen päätyssä ja on merkattuna keltaisella värillä. Vaikutus: Päätyleikkuri 1 leikkaus auki - leikkaa lukitus. Käännä turvatapin kahvaa ylös, työnnä tappia sisäänpäin ja käännä kahva takaisin alas.	Päätyleikkuri 1 leikkaus mekaaninen lukitus  K-1: Päätyleikkuri1 leikk. lukitus
11 Mekaaninen energia 	Päätyleikkuri 1 siirron mekaaninen lukitus sijaitsee operointipuolelta katsottuna leikkurin oikalla puolella alhaalla. Turvatappi tulee olla paikoillaan sekä leikkurin ollessa linjassa, että leikkurin ollessa huollossa ulkona linjasta. Vaikutus: Päätyleikkuri 1 siirto taaksepäin - eteenpäin lukitus. Laita lukitustappi sille varattuun reikään.	Päätyleikkuri 1 siirron mekaaninen lukitus  K-2: Päätyleikkuri 1 siirto lukitus
12 Paineilma 	Romun kippaus 1 (Romuläppä 1) paineilman sulkuventtiili sijaitsee Päätyleikkuri 1:n takaosassa ja on helpoin sulkea, kun leikkuri on ajettu ulos linjasta. Positio ja vaikutus: 120 YV 221 Romun kippaus 1 alas - ylös Käännä venttiili kiinni. Lukitse ja merkitse ÄLÄ kytke! -kilvellä.	Romun kippaus 1 paineilman sulkuventtiili  P-1: 120 YV 221

Liite 1 6(6)

Koekäynnistys
Erotusten ja lukitusten jälkeen tehdään koekäynnistys turvallistetulle kohteelle. Koekäynnistys kirjataan erotuslistaan. Kun erotustoimenpiteet ja koekäynnistys on suoritettu ja varmistettu, että työkohde on turvallisessa tilassa, voidaan työ aloittaa.
Työn lopetus ja lukituksien purkaminen
Turvalukitusten poisto ja ilmoittautuminen ohjaamoon. Lisäksi on ilmoitettava ohjaamohoitajalle 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.

Draft