

SAF2-KAASULINJOJEN TURVALLISTAMINEN VUOSI-  
HUOLTOSEISOKKIIN

Alaluukas Jesse

Opinnäytetyö  
Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

2021

Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jesse Alaluukas	Vuosi	2021
<b>Ohjaaja</b>	DI Mari-Selina Kantanen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Outokumpu Chrome Oy		
	DI Joni Raiskio		
<b>Työn nimi</b>	SAF2-kaasulinjojen turvallistaminen	vuosihuolto	
	seisokkiin		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	40 + 5		

---

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Outokumpu Chrome Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli turvallistaa ferrokromisulaton VKU2-kaasulinjat vuosihuoltoseisokkia varten, sekä tehdä LOTOTO-mallin mukaiset turvalukituskortit lukituksista BRADY-lukituskorttien teko-ohjelmalla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa VKU2-sulaton alueen turvallisuutta vuosihuollon aikana turvalukituskorttien avulla. Turvalukituskortteja voidaan käyttää hyödyksi muissa kunnossapitoseisokeissa sekä häiriönpoistoissa. Turvalukituskortteihin merkittiin teksti- ja kuvaohjeet laitteiden energioden lukitusmenetelmistä sekä sijainneista ja niiden avulla pystytään ehkäisemään sulatolla mahdollisesti tapahtuvia odottamattomia käynnistyksiä.

Opinnäytetyö aloitettiin toimeksiantajanedustajan haastattelulla, missä määriteltiin vuosihuoltoseisokkiin liittyvät työt. Tämän jälkeen tutustuttiin laitteisiin, koneisiin sekä niihin liittyviin piirustuksiin. Työn tarkentamiseksi haastateltiin operaatoreita. Seuraavaksi opinnäytetyössä tehtiin alustava suunnitelma laitteiden ja koneiden turvalukituksista. Ennen turvalukituskorttien tekoa laitteet, koneet ja lukittavat venttiilit käytiin kuvaamassa turvalukituskortteja varten. Tämän jälkeen alkoi turvalukituskorttien tekeminen BRADY-ohjelmalla.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin 10 kappaletta turvalukituskortteja VKU2-sulaton vuosihuoltoseisokkia varten. Turvalukituskortit tehtiin mahdollisimman selkeiksi, jotta niitä voidaan käyttää jatkossa lukituksia tehdessä. Turvalukituskorttien avulla VKU2-sulaton vuosihuoltotyöt saadaan suoritettua turvallisesti alusta loppuun asti, kun jokaisella sulatolla työskentelevällä on tarvittavat tiedot turvallisista varten.

Opinnäytetyössä saavutettiin sille asetetut tehtävät ja tavoitteet. Opinnäytetyö parantaa VKU2-sulaton alueen työturvallisuutta huomattavasti vuosihuoltoseisokeissa.

Avainsanat                      työturvallisuus, käynnistyksen esto, LOTO, teollisuuden kaasulinjat

Mechanical Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Jesse Alaluukas	Year	2021
<b>Supervisor</b>	Mari-Selina Kantanen, M.Sc. (Tech.)		
<b>Commissioned by</b>	Joni Raiskio, M.Sc. (Tech.)		
<b>Subject of thesis</b>	Safety of SAF2 gas lines for annual maintenance downtime		
<b>Number of pages</b>	40 + 5		

---

The commissioner of the thesis is Outokumpu Chrome Oy. The goal of the thesis was to secure the gas lines of the SAF2 ferrochrome smelter for annual maintenance downtime as well as to develop the LOTOTO model compatible safety locking cards with the BRADY locking card program.

The purpose of the thesis was to improve the safety of the SAF2 smelter area during the annual maintenance with the safety locking cards. The safety locking cards can be used for other downtime maintenances and error cancellations. The safety locking cards were marked with text and illustrated instructions on different locking methods and locations of energy sources of the equipment. By means of the safety locking cards unexpected start-ups can be prevented on the smelter.

The thesis began with an interview with the representative of the commissioner. The interview defined the tasks related to the annual maintenance downtime. After that, the equipment, machines and drawings were familiarized. Operators were interviewed to clarify the work. After that, a preliminary plan for the safety lockings of equipment and machines were made in the thesis. Before making safety locking cards, the equipment, machines and locking valves were photographed for the safety locking cards. After that, making safety locking cards started with BRADY.

The result of the thesis gave 10 different kinds of safety locking cards for downtime maintenance of the SAF2 smelter. The safety locking cards were made easy to understand. Therefore, the cards can be used when making the locks in the future. Due to these safety locking cards the annual maintenance tasks of the SAF2 smelter can be carried out safely from start to finish. Everyone who works in the smelter has the necessary information on safety.

The tasks and goals were achieved in the thesis. The thesis improves the occupational safety of the SAF2 smelter area significantly during annual maintenance downtime.

**Key words** occupational safety, unexpected start, LOTO, industrial gas lines

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	7
2 OUTOKUMPU OYJ .....	8
2.1 Outokummun historia .....	8
2.2 Outokumpu yrityksenä .....	9
2.3 Outokumpu Tornion tehtaat .....	10
3 FERROCHROME .....	12
3.1 Tornion tehdas .....	14
3.2 VKU2-sulatto .....	14
4 TYÖTURVALLISUUS .....	16
4.1 Lainsäädäntö .....	16
4.2 Koneturvallisuus .....	18
4.3 Työturvallisuus Outokummulla .....	20
5 LOTO – ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYKSEN ESTO .....	22
5.1 Virtaavien aineiden erotusperiaatteet .....	24
5.2 Esiintyminen laissa .....	26
5.3 LOTOTO-menettely Outokummulla .....	27
6 TEOLLISUUDEN KAASULINJAT .....	29
6.1 Putkistojen varusteet .....	30
6.2 Putkistojen merkitseminen .....	30
7 LOTOTO-LUKITUSKORTIT .....	32
8 TULOKSET .....	36
8.1 Mallikortti CO-uunikaasupuhaltimen 2 huolto .....	36
9 POHDINTA .....	38
LÄHTEET .....	39
LIITTEET .....	41

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpua erittäin mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta aiheesta, toimeksiantajan edustajaa Joni Raiskiota, opinnäytetyön ohjaajaa Mari-Selina Kantasta upeasta työstä ohjaajana sekä erityisesti perhettä ja läheisiäni kannustuksesta opinnäytetyön aikana.

Torniossa 23.04.2021

*Jesse Alaluukas*

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

SAF	Submerged Arc Furnace, valokaariuuni
VKU	valokaariuuni
LOTOTO	lockout/tagout/testout, merkitse/lukitse/testaa
FeCr	ferrochrome
KUTI	kunnossapitotietojärjestelmä
PI-kaavio	putkitus- ja instrumentointikaavio

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on turvallistaa Outokumpu Chrome Oy:n ferrokromisulatto VKU2:n kaasulinjat vuosihuoltoseisokkia varten sekä tehdä LOTOTO-mallin mukaiset turvalukituskortit lukituksista BRADY-lukituskorttien teko-ohjelmalla. VKU2-sulaton kaasulinjoja ovat happi-, typpi, maa- ja häkäkaasulinjat. Kaasulinjoista tehtyjen turvalukituskorttien avulla kaikilla työntekijöillä on yhtenäinen tieto VKU2-sulaton oikeaoppisesta kaasulinjojen turvallistamisesta. Turvallistamisen avulla estetään odottamattomat käynnistykset. Esimerkiksi Outokummussa työskenteleville urakoitsijoille ja uusille työntekijöille sulatto ei ole todennäköisesti tuttu alue, joten turvalukituskortit tulevat tarpeeseen. Tehokkuus lisääntyy turvalukituskorttien ansiosta, kun turvalukituksien etsimiseen ei mene turhaa aikaa ja tällöin huoltotoimenpiteet voidaan aloittaa tehokkaasti.

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa ferrokromisulatto VKU2-alueen turvallisuutta vuosihuollon aikana turvalukituskorttien avulla. Turvalukituskortteista on hyötyä myös muihin kunnossapitoseisokkeihin sekä häiriönpoistoihin. Turvalukituskortteihin merkitään teksti- ja kuvaohjeet laitteiden energioiden lukitusmenetelmistä ja sijainneista ja niiden avulla pystytään ehkäisemään sulatolla mahdollisesti tapahtuvia odottamattomia käynnistyskäyntejä.

Opinnäytetyö perustuu odottamattoman käynnistyskäynnin eston parantamiseen, mistä Outokummulla on käynnissä LOTOTO-projekti. Projektin mukaisesti laitteiden ja koneiden lukituksista tehdään turvalukituskortit, joiden avulla jokaisella työntekijällä on tarvittavat tiedot lukituksia varten, jolloin odottamattomilta käynnistyskäynneiltä estytään.

Opinnäytetyön aihe on mielenkiintoinen ja tekemisen arvoinen, koska siitä on paljon hyötyä Outokummulle työturvallisuuden kannalta. Aihe on myös ajankohtainen ja sillä on yhteiskunnallista merkitystä, koska työturvallisuus on Outokummussa ja myös muissa työpaikoissa aina etusijalla. Outokummussa on käytössä nolla tapaturmaa -periaate eli kaikki tehtävät suoritetaan työturvallisuus edellä.

## 2 OUTOKUMPU OYJ

Outokumpu on maailman johtava ruostumattoman teräksen tuottaja. Outokumpu toimii yli 30 eri maassa ja sen palveluksessa työskentelee jopa yli 10 000 henkilöä. Tornion tehtailla työskentelee yli 2000 työntekijää Kemmin kaivoksella, ferrokromitehtaalla, jaloterässulatolla, kuumavalssaamolla ja kylmävalssaamolla. (Outokumpu 2021c.)

### 2.1 Outokummun historia

Outokummun kukkulalta Itä-Suomen Kuusjärven kunnasta löydettiin rikas kupariesiintymä vuonna 1910, minkä johdosta Outokumpu aloitti ensimmäisen tuotantonsa eli kuparituotannon. Avoin yhtiö Outokumpu Kopparverk perustettiin vuonna 1914 Suomen valtion ja malmialueen omistajan Hackman & Co:n toimesta kuparituotannolle. Kolme vuotta myöhemmin yhtiö vuokrattiin neljäksi vuodeksi norjalaiselle Hybinette-yhtiölle, jonka tuotantomenetelmää Outokumpu käytti. Hybinette perusti Outokumpu Kupari Oy:n vuonna 1916. Outokumpu Kupari Oy:stä tuli myöhemmin Ab Outokumpu Oy. Norjalaiset jättäytyivät yhtiön toiminnasta pois vuonna 1921, joten toiminta jatkui suomalaisten avulla. Suomen valtio kansallisti Outokummun vuonna 1924. (Outokumpu 2021a.)

Outokummusta tuli merkittävä kuparintuottaja ja -viejä 1930-luvulla. Vuonna 1932 yhtiöstä tuli osakeyhtiö, minkä ansiosta toiminta laajentui kuparin tuotantoketjussa muun muassa putkiin, levyihin, lankoihin, tankoihin ja elektrolyyttikupariin. Suomen nopean teollistumisen myötä Outokummusta tuli Euroopan johtava kuparintuottaja. (Outokumpu 2021a.)

Outokumpu oli Euroopan johtava kaivosyhtiö 1950-luvulla, minkä myötä Outokumpu avasi uudet kupari-, sinkki- ja nikkeli-kaivokset sekä kobolttitehtaan. Vuonna 1959 Martti Matilainen löysi kromilohkareen Kemmin makeavesikanavasta, mikä oli alku Tornion tehtaiden syntymiselle. Vuosi myöhemmin Outokumpu sai oikeudet tutkia esiintymää, ja vuonna 1964 kaivostoimintaa alettiin jo valmistella. Ferrokromisulatto rakennettiin Tornioon Röyttään, jossa tuotanto alkoi vuonna 1968. Outokummulla oli hallussaan kaksi tärkeää ruostumattoman teräksen raaka-ainetta, joten ruostumattoman teräksen kannattavuutta alettiin



tutkia. Tornion ruostumattoman teräksen tehtaalla ensimmäinen sulatuserä valmistui vuonna 1976. Tehdas oli ainoa, jonka tuotantoketjuun kuului oma kromikaivos sekä ferrokromituotanto samalla tehdasalueella. Tehtaan tuotantokapasiteetti oli aluksi 50 000 tonnia ruostumatonta terästä. Ruostumattoman teräksen integraation täydensivät lopulta kuumavalssaamo sekä kylmävalssaamo, jotka valmistuivat terässulattoa myöhemmin. (Outokumpu 2021a.)

Outokummun liiketoiminta koostui kuparista, perusmetalleista, ruostumattomasta teräksestä sekä teknologiasta 1990-luvulla. 2000-luvun alussa Outokumpu oli kansainvälinen kaivos- ja monimetalliyhtiö, jonka palveluksessa työskenteli 21 000 työntekijää. Avesta Sheffieldi ja Outokumpu yhdistivät ruostumattoman teräksen toimintonsa AvestaPolarit-yhtiön alle vuonna 2001. Sopimuksen aikaansaannokseksi AvestaPolaritista tuli maailman toiseksi suurin jaloteräsyhtiö, sekä kolme vuotta myöhemmin Outokumpu päätti keskittää toimintonsa ainoastaan ruostumattomaan teräkseen tullakseen maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen tuottajaksi. Outokumpu luopui teknologista, kaivostoiminnasta ja muista metalleista 2000-luvulla. Outokumpu osti saksalaisen Inoxum GmbH:n ThyssenKruppin ruostumattoman teräksen toiminnot vuonna 2011. (Outokumpu 2021a.)

## 2.2 Outokumpu yrityksenä

Outokummun liiketoiminta jakaantuu neljään eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Ferrochrome, Europe, Americas ja Long Products. Liiketoiminta-alueet ovat vastuussa tuotteiden myynnistä, tuotannosta ja toimitusketjusta. Organisaatioon kuuluvat myös johto sekä hallinto. (Outokumpu 2021b.)

Ferrochrome-liiketoiminta-alue vastaa ferrokromin tuotannosta. Liiketoiminta-alueeseen kuuluvat Kemin kaivos sekä Tornion ferrokromisulatto. Europe-liiketoiminta-alue kattaa Outokummun liikevaihdosta noin 60 %, joten se on Outokummun suurin liiketoiminta-alue. Liiketoiminta-alue vastaa ruostumattoman teräksen tuotannosta Avestan ja Tornion integroiduilla ruostumattoman teräksen tehtailla, Ruotsin ja Saksan kylmävalssaamoilla sekä Hollannin viimeistely-yksiköllä. Americas-liiketoiminta-alue vastaa ruostumattoman teräksen tuotannosta Calvertin integroidulla tehtaalla, San Luis Potosin kylmävalssaamolla sekä Buenos

Airesin palvelukeskuksella. Liiketoiminta-alue tunnetaan parhaiten teknisestä osaamisesta, joten se on keskittynyt täydentämään teollisuuden palvelut tekniseen tukeen, tuotekehitykseen ja materiaalin valintaan. Europe- ja Americas-liiketoiminta-alueiden tuotevalikoimiin kuuluvat nauha- ja levytuotteet. Long Products-liiketoiminta-alue kattaa pitkät tuotteet eli puolivalmiit tuotteet, betoniteräksiset, ohuet valssilangat, valssilangat ja tangot. Liiketoiminta-alue on tunnettu toimitusvarmuudesta, korkeasta laadusta, teknisestä osaamisesta sekä ratkaisukeskeisyydestä. Liiketoiminta-alue kattaa 10 % Outokummun liikevaihdosta. Liiketoiminta-alueeseen kuuluvat Sheffieldin sulatto, Fagerstan valssaamo, Degerforsin tankotehdas ja puolivalmiiden tuotteiden valmistus sekä Sheffieldin ja Richburgin tankotehtaat. (Outokumpu 2021b.)

Outokummun liiketoiminnan johtamisesta vastaavat toimitusjohtaja sekä johtoryhmä. Toimitusjohtajana toimii Heikki Malinen ja Ferrochrome-liiketoiminta-alueen johtajana Martti Sassi. Hallitus ohjaa Outokummun strategioita sekä liiketoimintaa siten, että yhtiön osakkeenomistajille saadaan kestävä ja suuri lisäarvonkasvu. (Outokumpu 2021b.)

### 2.3 Outokumpu Tornion tehtaat

Tornion tehdas (Kuva 1) on Outokummun suurin integroitu tehdas, joka on ainoa täysin integroitu ruostumattoman teräksen tuotantolaitos maailmassa. Tornion tehtaat koostuu kahdesta liiketoiminta-alueesta Outokumpu Chrome Oy:stä ja Outokumpu Stainless Oy:stä. Outokumpu Chrome Oy käsittää Kemin kaivoksen ja Tornion ferrokromisulaton, joka koostuu kolmesta ferrokromisulatosta. Outokumpu Stainless Oy sisältää kaksi jaloterässulattoa, kuumavalssaamon ja kaksi kylmävalssaamaa. Kemin kaivoksen vuotuinen kapasiteetti on 2,7 miljoonaa tonnia. Ferrokromitehtaan vuotuinen kapasiteetti tuplaantui 530 000 tonniin vuonna 2013, kun uusi VKU3-sulatto valmistui. Ferrokromitehtaan tuotantomäärä käsittää noin 5 % maailman ferrokromituotannosta. Kahden jaloterässulaton vuotuinen kapasiteetti on 1,65 tonnia, niin kuin myös kuumavalssaamon. Kylmävalssaamon vuotuinen kapasiteetti on arvioltaan 1,2 miljoonaa tonnia. (Outokumpu 2021c.)



Kuva 1. Outokummun tehdasalue (Outokumpu 2021d)

Tehdasalueen pinta-ala on laaja noin yli 600 hehtaaria, josta rakennukset peittävät yli 56 hehtaaria. Alueella on tiestöä noin 60 km, josta kuudesosa on kevyen liikenteen väyliä. Tornion tehtailla työskentelee yli 2100 työntekijää sekä noin 600 urakoitsijaa päivittäin. Arvioiden mukaan Outokummun työllisyysvaikutus on yli 7000 henkilöä. (Outokumpu 2021c.)

### 3 FERROCHROME

Ferrochrome-liiketoiminta-alueen päätuotteesta ferrokromista suurin osa menee jaloterässulatolle ruostumattoman teräksen valmistukseen ja noin 25 % myydään ulkopuolisille asiakkaille. Ferrokromitehdas (Kuva 2) ja ruostumattoman teräksen tehdas ovat samalla tehdasalueella, joten ferrokromi voidaan käyttää jaloterässulattolla sulana. Tämän avulla Outokumpu säästää huomattavasti kuljetus- sekä energiakustannuksissa. (Outokumpu 2021b.)

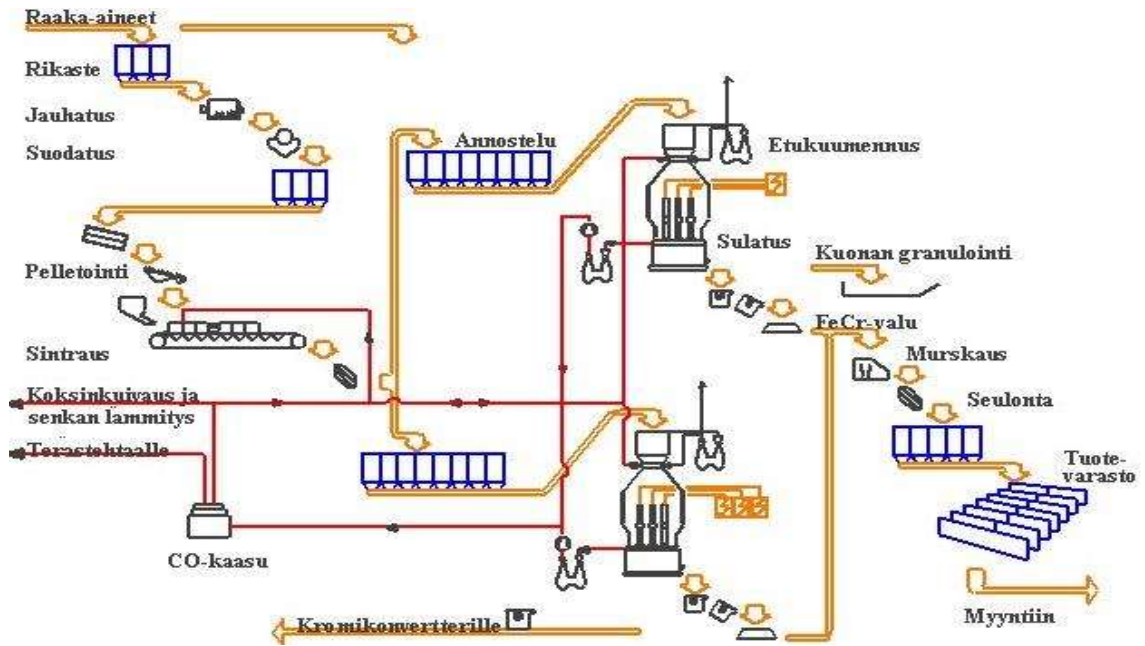


Kuva 2. Tornion ferrokromitehdas (Outokumpu 2021c)

Ferrochromen tuotantoprosessi alkaa Kemin kaivokselta krominmalmin louhinnalla. Kemin kaivoksella kromimalmi murskataan pala- ja hienorikasteeksi. Pala- ja hienorikaste kuljetetaan kuorma-autoilla Tornion ferrokromitehtaalle, jossa niitä käytetään ferrokromin raaka-aineena. Ferrokromin tuotantotarveaineina käytetään koksia, kvartsia, bentoniittia, uunien elektrodimassoja sekä jauhatuksen jauhinkuulia. Rikasteet, bentoniitti ja kvartsi varastoidaan annostelusiiloihin. Koksi ja muut tuotantotarveaineet varastoidaan omille varastopakoille. Palarikaste sekä kvartsi ovat sellaisenaan jo valmiita sulatusprosessiin, kun taas hienorikaste sekä koksi täytyy käsitellä ennen kuin ne ovat valmiita prosessia varten. Hienorikaste

täytyy saada suurempaan partikkelikokoon sulatusta varten ja koksi täytyy kuivata sekä seuloa ennen kuin sitä voidaan käyttää prosessissa. Hienorikaste jauhetaan märkäjauhatuksessa kaksin ja veden kanssa partikkelikooltaan pienemmäksi, jolla taataan hyvä pelletoitavuus. Ennen pelletointia jauhatuksesta saatu liete suodatetaan sekä kosteusprosentti hienosäädetään raja-arvoihin. Pelletointi suoritetaan pelletointirummulla, jonka avulla bentoniittia sisältävä rikaste pelletoituu sekä kappaleen koko kasvaa. Pelletit seulotaan rullaseuloilla, joiden kautta pelletit syötetään sintrausuuniin. Sintrausuunilla pelletteihin saadaan tarvittava lujuus ja kuumuudenkestävyys. Sintratut pelletit seulotaan, jonka jälkeen ne varastoidaan tai kuljetetaan suoraan sulatusuunien annostelusiiloihin. (Outokumpu 2021d.)

Annostelusiiloista palarikaste, pelletit, kvartsi ja koksi syötetään ennalta määrättyssä suhteessa sulatusuunin etukuumennussiiloihin. Etukuumennussiiloissa syötetyt materiaalit kuivataan ja esilämmitetään CO-kaasun avulla 500 asteeseen. Etukuumennussiiloista materiaalit valuvat painovoiman avulla syöttöputkia pitkin sulatusuuneihin. Sulatusuuni on tyypiltään uppokaariuuni, jossa elektrodien ja sulatuspanoksen läpi kulkeva valokaarien lämpösäteily ja vaihtovirta kuumentavat sulatuspanoksen. Sulatusprosessissa koksi toimii pelkistimenä, minkä johdosta raskaampi materiaali ferrokromi virtaa uunin pohjalle ja kuona jää pinnalle. Noin 2,5 tunnin välein tapahtuu sulanlasku, jossa sula ferrokromi ja kuona lasketaan senkkoihin. Ferrokromi valuu senkan pohjimmaisiksi ja kuona valuu ylivuotona granulointialtaisiin, joissa se rakeistetaan vesisuihkun avulla. Rakeistettua kuonaa, jota myös kutsutaan OKTO-eristeeksi, käytetään eristävänä materiaalina muun muassa talojen ja autoteiden pohjissa. Sulatusprosessin aikana tapahtuvissa reaktioissa koksi hapettuu hiilimonoksidiksi ja muodostaa häkäkaasua, jota käytetään hyväksi polttoenergiana ferrokromitehtaalla ja kuuma- ja kylmävalsaamalla. Sula ferrokromi viedään kiskoja pitkin terässulatolle ja myyntiin menevä ferrokromi kaadetaan senkoista valukouruihin jäähtymään. Ferrokromi jäähtyy valukouruissa noin 1–2 tuntia, jonka jälkeen jäähtynyt ferrokromi viedään pyöräkuormaajilla murskaamolle, jossa se murskataan asiakkaan haluamaan kokoon. Murskattu ferrokromi varastoidaan koon mukaisesti laareihin. (Outokumpu 2021d.) Ferrokromitehtaan tuotantoprosessi on kuvattu alla olevassa kuviossa (Kuvio 1).



Kuvio 1. Ferrokromitehtaan prosessikaavio (Outokumpu 2021d)

### 3.1 Tornion tehdas

Ferrokromitehtaan pääalueita ovat ferrokromisulatto VKU1, VKU2 ja VKU3, sint-raamo 2 ja 3 sekä niiden toimintaa tukevat pienemmät osastot: annostelu 1, 2 ja 3, koksiasema, vesienkäsittelyt ja murskaamo. VKU1-sulatusuuni tuli käyttöön vuonna 1968 ja se kattaa 15 % ferrokromin tuotannosta. VKU2-sulatusuuni kattaa 35 % ferrokromin tuotannosta ja se tuli käyttöön vuonna 1985. Uusin sulatusuuni VKU3 tuli käyttöön marraskuussa 2012 ja se käsittää puolet ferrokromin tuotannosta. Sintraamo 2 tuli käyttöön vuonna 1989 ja sintraamo 3 elokuussa vuonna 2012. (Outokumpu 2021c.)

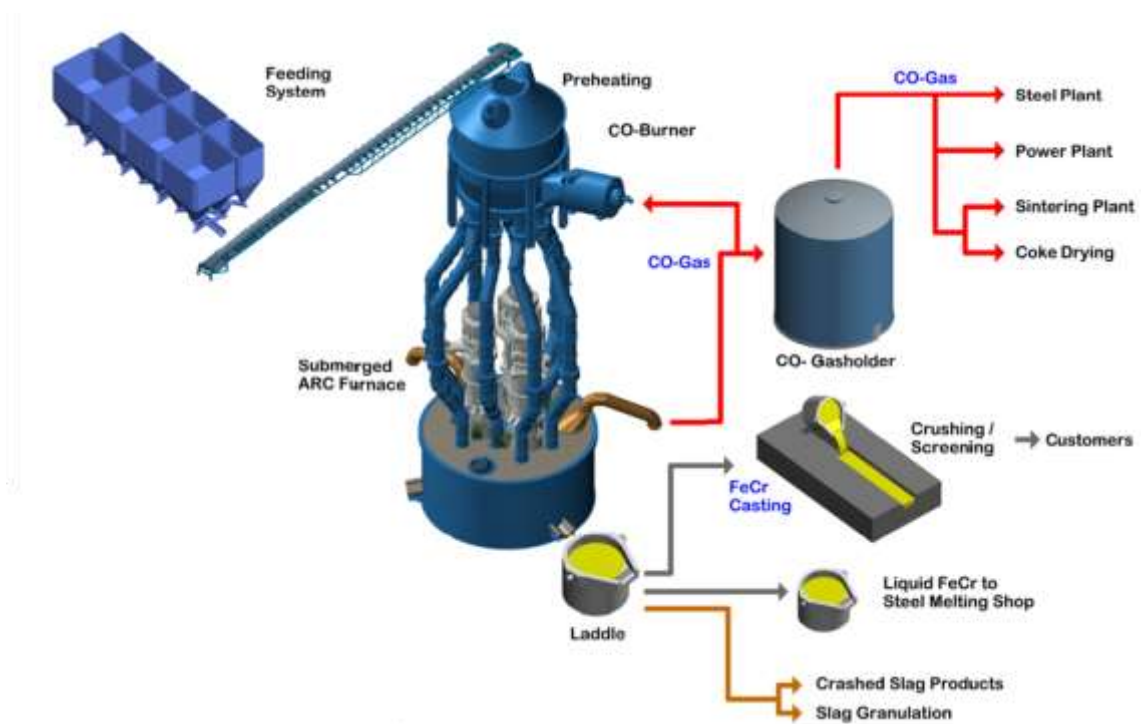
VKU1, VKU2 ja VKU3 -sulatusuunien pätöteho on yhteensä noin 200 MW. VKU3-sulatusuuni on tehokkain ja isoin sulatusuuni, minkä voi havaita sulatusuunien muuntajien tehoarvoista. VKU1:sen muuntajan teho on 40 MVA, VKU2:sen 75 MVA ja VKU3:sen 135 MVA. Laskureikiä VKU1:sellä on 1, VKU2:sella 2 ja VKU3:sella 3. (Outokumpu 2021d.)

### 3.2 VKU2-sulatto

Opinnäytetyössä käsitellään VKU2-sulatusuunin (Kuvio 2) turvalukituksia kaasulinjojen osalta. Sulatusuuni on tyypiltään suljettu uppokaariuuni. Uunin padan



päällä olevan kannen läpi syöttöputket ja elektrodit kulkevat uuniin. Sulatukseen tarvittava energia tuodaan sulatuspanokseen sähkönä elektrodien kautta. Elektrodien halkaisija VKU2:lla on 1,7 metriä. Syötettä on uunissa niin paljon, että se peittää elektrodit sekä elektrodien päissä palavat valokaaret. Tästä uuni saa nimityksensä ”uppokaariuuni”. Uppokaariuunin sulatustehoon vaikuttavat elektrodien jännitteet sekä panoksen sähkönjohtavuus, jotka määrittävät sulatustehon ja kulkevan virran. (Outokumpu 2021d.)



Kuvio 2. VKU2-sulatusuuni (Outokumpu 2021d)

Valokaariuunien vaihtojännitteen suurentaminen ja pienentäminen suoritetaan säädettävillä muuntajilla. VKU2-sulatusuunilla on kolme 25 MVA:n yksivaihemuuntajaa. Jännitettä säädetään muuntajan käämikytkimillä, joita sulatusuunilla on kuusi. Käämikytkimen 69 muuntosuhteella pääjännite säädetään alueella 90–440 V. Käämikytkimen ohjaus tapahtuu asetettujen teho- ja toisiovirtarajojen avulla. Sääto toisiovirtojen osalta tapahtuu korkeimman sallitun virran mukaan. Mikäli virta ja teho ovat alle minimiraja-arvonsa, säädetään käämikytkintä ylöspäin. Käämikytkintä säädetään alas, kun teho tai virta ovat yli maksimiraja-arvonsa. (Outokumpu 2021d.)

## 4 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuus on tärkeä osa jokaisella työpaikalla päivittäistä toimintaa sekä johtamisjärjestelmää. Työturvallisuus koostuu fyysisistä, sosiaalisista ja psyykkisistä työolosuhteista. Työsuojelu on yhteistoimintaa työnantajan sekä työntekijän välillä ja sillä taataan turvallinen ja terveellinen työympäristö. Työkykyä ylläpitävällä toiminnalla edistetään ja vaalitaan työntekijöiden psyykkisten ja fyysisten voimavarojen sekä työn vaatimusten yhteensovittamista koko työuran aikana. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

Työturvallisuuden, työsuojelun ja työkykyä ylläpitävän toiminnan päämääränä on taata työn terveellisyys sekä motivaatio työn tekemiseen. Työn tekeminen on mielekästä, tuottaa tulosta ja palkitsee, kun työympäristön turvallisuuteen ja terveellisyyteen, työyhteisön toimivuuteen sekä työn kuormittavuuteen on panostettu riittävästi. Työturvallisuuden, työsuojelun ja työkykyä ylläpitävän toiminnan päämäärän toteutumisen edellytyksenä on, että työt ja niiden vaatimukset, työolot, työympäristö sekä työprosessit tunnetaan hyvin. Edellytyksiin sisältyy myös tuntee eri toimijoiden vastuut ja velvoitteet. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

Töihin liittyvät vaarat, kuormitustekijät ja haitat täytyy selvittää, jotta työpaikalla on turvallista ja terveellistä työskennellä. Selvityksen avulla saadaan työpaikan työturvallisuuden sekä työsuojelun kokonaiskuva, jonka avulla voidaan korjata toimintaa suunnitelmallisesti sekä asettaa tavoitteita. Työympäristöä ja työoloja täytyy havainnoida, jotta varmistetaan haitta- ja vaaratekijöiden hallinta sekä tunnistetaan ajoissa mahdolliset häiriöt. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

### 4.1 Lainsäädäntö

Jokaisella työpaikalla kaikkien työntekijöiden tehtävä on huolehtia omasta ja muiden turvallisuudesta sekä työn haittojen ja vaarojen havainnoinnista ja ennakoinnista. Työpaikan työturvallisuutta ja työsuojelua ohjaavat lait, joita ovat työturvallisuuslaki, laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta, laki työsuojeluhenkilörekisteristä sekä työterveyshuoltolaki. (Työturvallisuuskeskus 2019.)



Työturvallisuuslaki on perustana työturvallisuudelle ja työsuojelulle. Laki määrittelee työsuojelun yhteistoiminnan perusteita sekä työnantajan ja työntekijän velvollisuuksia työturvallisuuden toteuttamiseen. Laki sisältää myös säännöksiä työolosuhteiden ja työympäristön haitta- ja vaaratekijöiden sekä työn psykososiaalisten ja fyysisten kuormitustekijöiden hallintaan ja ennakointiin. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

Työturvallisuuslain tarkoituksena on ylläpitää työntekijän fyysistä ja henkistä terveyttä ja työkykyä koko työuran ajan sillä tavoin, että työntekijä pääsee terveenä eläkkeelle. Lain tarkoitus on myös ehkäistä ammattitauteja, työtapaturmia sekä työympäristön aiheuttamia terveyshaittoja. (Yty 2021.) Lain tarkoitus määriteltyinä työturvallisuuslaissa:

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

Työturvallisuuslaissa ilmenee yleistä huolehtimisvelvoitetta koskeva säännös. Työnantajan vastuuna on taata turvalliset ja terveelliset työolot sekä toimiva työyhteisö. Työturvallisuuslain mukaisesti työnantajan täytyy huolehtia työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä tarpeellisin keinoin. Keinoja valitessaan työnantajan täytyy ottaa huomioon työhön, työympäristöön, työolosuhteisiin ja työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät asiat. Huolehtimisvelvollisuuden eivät kuulu epätavalliset ja ennalta arvaamattomat tapahtumat ja olosuhteet, joihin työnantajalla ei ole mahdollista vaikuttaa kaikista aiheellisista varotoimista huolimatta. (Työturvallisuuskeskus 2019; Yty 2021.) Asia määriteltyinä alla olevassa työturvallisuuslaissa:

*Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat.*

*Huolehtimisvelvollisuuden laajuutta rajaavina tekijöinä otetaan huomioon epätavalliset ja ennalta arvaamattomat olosuhteet, joihin työnantaja ei voi vaikuttaa, ja poikkeukselliset tapahtumat, joiden seurauksia ei olisi voitu välttää huolimatta kaikista aiheellisista varotoimista. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §)*

Työturvallisuuden kehittämiseen käytetään ennakoivaa menettelytapaa, joka noudattaa neljää eri periaatetta. (Työturvallisuuskeskus 2019.) Periaatteet määriteltynä alla olevassa työturvallisuuslaissa:

- 1) vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään;*
- 2) vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;*
- 3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä; ja*
- 4) tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 8 §)*

Työturvallisuustoiminta täytyy olla järjestelmällistä, suunnitelmallista sekä dokumentoitua. Työnantajan täytyy olla aina tietoinen työolojen ja työympäristön haitta- ja vaaratekijöistä ja työn kuormitustekijöistä. Huolehtimisvelvoite toteutuu työsuojelun toimintaohjelmalla, haitta- ja vaaratekijöiden tunnistamisella ja arvioinnilla sekä työntekijöiden opetuksella ja ohjauksella, jotka työturvallisuuslaki edellyttää. (Työturvallisuuskeskus 2019.)

#### 4.2 Koneturvallisuus

Koneiden turvallisuuteen liittyvien säädöksiensä mukaisesti vastuu turvallisuudesta on koneiden suunnittelijoilla ja valmistajilla sekä koneita hankkivilla ja käytävillä työnantajilla. Koneeseen liittyvien vaarojen ja niistä aiheutuvien riskien tunnistaminen on koneen suunnittelijan ja valmistajan velvollisuutena. Koneen suunnitteluun ja rankentamiseen täytyy panostaa, jotta koneeseen jäisi mahdollisimman vähän riskejä. Riskienhallintaan käytetään teknisiä menetelmiä, joita ovat turvalaitteet ja suojuukset. Käyttöasetusten mukaisesti työnantajalla on vastuu valita

työntekijälle erilaisiin töihin ja työolosuhteisiin tarkoitettu ja turvallinen työväline. Työnantajan täytyy selvittää ja arvioida koneiden ja työvälineiden turvallisuus. Koneiden tyypillisenä riskinä voidaan pitää liikkuvista osista aiheutuvaa tapaturmaa. (Työturvallisuuskeskus 2019; Työturvallisuuskeskus 2021.) Asia määriteltynä alla olevassa työturvallisuuslaissa:

*Työssä saadaan käyttää vain sellaisia koneita, työvälineitä ja muita laitteita, jotka ovat niitä koskevien säännösten mukaisia sekä kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia ja tarkoituksenmukaisia. Myös niiden oikeasta asennuksesta sekä tarpeellisista suojalaitteista ja merkinnöistä on huolehdittava. Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö ei muutenkaan saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa niillä työskenteleville työpaikan työntekijöille tai muille työpaikalla oleville henkilöille. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 41 §)*

Huolto-, korjaus- ja puhdistustöiden vaarojen tunnistamiseen sekä vaaratilanteiden ennakointiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Turvallinen kulku portailla, tasoilla ja kaiteilla koneen eri osiin täytyy varmistaa vaarojen tunnistamisen ja vaaratilanteiden ennakkoinnin mukaisesti. Koneen turvallisuuden takaamiseksi työnantajan täytyy huolehtia koneen säännöllisestä huollosta ja kunnossapidosta koko sen käyttöajan ajan. Työnantajan vastuulla on opastaa työntekijät koneiden ja työvälineiden turvalliseen käyttöön. Työnantajan täytyy huolehtia siitä, että työntekijät tietävät käyttämiensä koneiden ja työvälineiden vaaratekijät. Opastuksen tärkeimpinä asioina ovat huolto- ja korjaustöiden turvallisuus, koneiden vaarakohdat sekä toiminta häiriötilanteessa. Odottamattoman käynnistyksen estosta on huolehdittava koneiden käytössä sekä huolto- ja korjaustöissä. Säättö- ja huoltotoimenpiteiden aikana konetta joskus joudutaan käyttämään päällä siten, että turvalaitteet on kytketty pois. Kyseisiin tilanteisiin on oltava käyttötapa, johon tarvitaan erillinen avain. (Työturvallisuuskeskus 2019; Työturvallisuuskeskus 2021.) Asia määriteltynä alla olevassa työturvallisuuslaissa:

*Koneita, työvälineitä ja muita laitteita on käytettävä, hoidettava, puhdistettava ja huollettava asianmukaisesti. Pääsyä koneen tai työvälineen vaara-alueelle on rajoitettava niiden rakenteen, sijoituksen, suojusten tai turvalaitteiden avulla tai muulla sopivalla tavalla.*

*Huolto-, säätö-, korjaus-, puhdistus-, häiriö- ja poikkeustilanteisiin on varauduttava niin, että ne eivät aiheuta vaaraa tai haittaa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.*

*Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden hankinnasta, turvallista käytöstä ja huollosta. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 41 §)*

### 4.3 Työturvallisuus Outokummulla

Työturvallisuus on Outokummulla suuri osa päivittäistä toimintaa. Työkulttuuri on rakennettu työturvallisuus edellä, mikä näkyy alhaisissa tapaturmaluvuissa. Outokummun tavoitteena on nolla poissaoloon johtanutta tapaturmaa, mikä yrittään saavuttaa turvallisuusperiaatteiden avulla. (Outokumpu 2021c; Outokumpu 2021d.) Alla on kuva Outokummun turvallisuusperiaatteista (Kuva 3).

**Outokumpu konsernin turvallisuusperiaatteet**

- Turvallisuus ennen tonneja
  - Turvallisuus on aina etusijalla, myös tuotannossa.
- Turvallisuus alkaa minusta
  - Olemme kaikki vastuussa niin omasta kuin työkaverinkin turvallisuudesta.
- Ei oikoteitä
  - Noudatamme työohjeita ja arvioimme riskit ennen kuin toimimme.
- Ei toistoa
  - Tutkimme kaikki tapaukset ja toimimme niin, ettei vastaava toistu –missään.

**OUTOKUMPU**  
**TURVALLISUUS ENNEN KAIKKEA**  
 Jokaisella – Joka hetki – Joka paikassa

**NOLLA TAPATURMAA**

TURVALLISUUS ALKAA MINUSTA | TURVALLISUUS ENNEN TONNEJA

EI OIKOTEITÄ | EI VIRHEIDEN TOISTOA

Kuva 3. Outokummun turvallisuusperiaatteet (Outokumpu 2021d)

Outokummulla on panostettu hyvin ennakoivaan riskien kartoittamiseen. Useasti suoritettaviin töihin löytyy tarvittavat työohjeet ja riskien arviointi tietokannasta. Tuomatuokiokorttien avulla työntekijät pystyvät kartoittamaan työnvaarat ja riskit.

Työnjohtajat kirjaavat työmääräimeen tarvittavat turvallisuusohjeet kunnossapitotöihin, jotta työt saa suoritettua turvallisesti loppuun asti. (Outokumpu 2021c.) Alla kuvassa esitettynä tuumatuokiokortti (Kuva 4).

**Tornion hälytysnumero +358 16 452300**  
**Kemin Kaivos hälytysnumero +358 16 453737**

**Mieti ennen kuin teet!**

Kun olet vastannut seuraaviin kysymyksiin myöntävästi, voit suorittaa työn turvallisesti:

1. Tunnenko työn turvallisen suoritustavan?
2. Onko minulla lupa aloittaa työ?
3. Ovatko työkalut ehjät ja oikeat tähän työhön?
4. Onko minulla oikea suojavarustus?
5. Onko työalue turvallinen?
6. Tunnistanko kaksi (2) työhön liittyvää vaaratekijää?

**Tee työ turvallisesti!**  
 Mikäli yksikin vastaus on Ei: Käännäl!

**outokumpu**

**TUUMAA!**

1. Selvitä työn turvallinen suoritustapa.
2. Tutustu työohjeisiin.
3. Korjaa havaittu puute.
4. Pyydä tarvittaessa työnjohtajalta lisäohjeita.

Mieti, voiko jokin muuttua työn edetessä!

**Noudata ohjeita!**  
**Tee työ turvallisesti**

**outokumpu**

Kuva 4. Tuumatuokiokortti (Outokumpu 2021c)

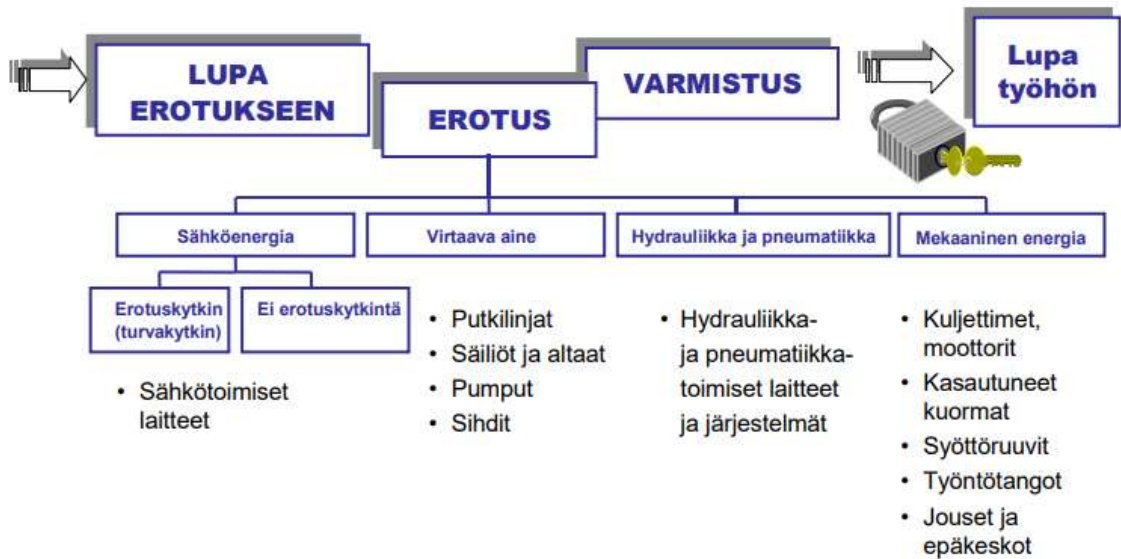
Outokumpu kannustaa työntekijöitään oma-aloitteeseen työturvallisuuden parantamiseen. Työntekijöillä on mahdollisuus ilmoittaa havaitsemistaan vaaratilanteista tai turvallisuushavainnoista Outokummun omaan Safety Log -tietokantaan. Tietokantaan tallentuu kaikki tehdyt turvallisuus- ja vaaratilannehavainnot. Safety Login avulla pystytään tutkimaan sattuneita vaara- ja turvallisuushavainnoja ja varmistamaan, että kyseisiä tilanteita ei jatkossa pääse tapahtumaan. (Outokumpu 2021c.)

Outokummulla järjestetään työntekijöille kuukausittain turvallisuusvartti, jossa käydään läpi vaaratilanteet, tapaturmat, turvallisuushavainnot sekä myös uudet ohjeistukset turvallisuuteen liittyen. Turvallisuusvarteissa käydään läpi koko Tornion tehtaiden vaaratilanteet, tapaturmat ja havainnot. Tällä tavalla pyritään estämään, ettei samoja tapaturmia ja vaaratilanteita sattuisi jokaisessa tehtaan osastoissa. (Outokumpu 2021c.)

## 5 LOTO – ODOTTAMATTOMAN KÄYNNISTYKSEN ESTO

Odottamattomana käynnistykseenä voidaan pitää käynnistymistä, joka aiheutuu muun muassa energiasyötön palaamisesta, ohjausjärjestelmän vikaantumisesta, tarkoituksettomasta käynnistyskäskystä ja esimerkiksi kemikaalin tai muun virtaavan aineen purkautumisesta työkohteeseen. Käynnistys voi myös johtua normaalista automaatiojärjestelmän mukaisesta käynnistymisestä, joka voi olla kohteessa olevan näkökulmasta odottamaton. Odottamattoman käynnistykseen eston päämääränä on, että työkohteeseen on saatu turvalliseen nollaenergiatilaan eli niin sanottuun NET-tilaan ennen kuin työt voidaan aloittaa. Opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan kaasulinjojen turvallistamiseen. Kaasulinjat yhdistetään virtaavien aineiden kategoriaan. (OSHA 2021; Outokumpu 2021d.)

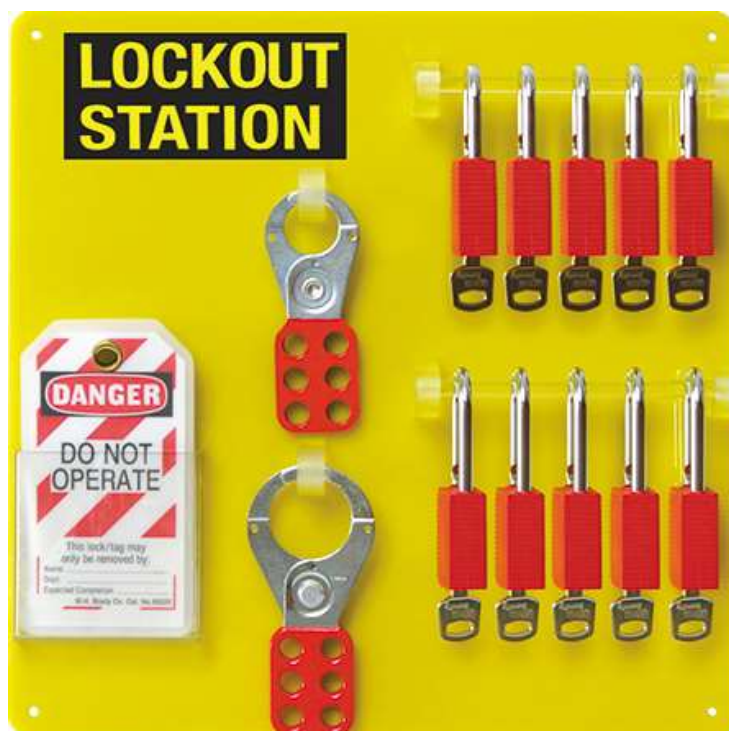
Odottamattoman käynnistykseen eston parantamiseksi on luotu lukitse ja merkitse -menettely (lockout/tagout), joka toimii kansainvälisenä standardina onnettomuusriskien hallintaan. Menettely on tullut käytäntöön Yhdysvaltain työsuojeluviranomaisen The Occupational Safety and Health Administrationin toimesta vuonna 1990. Menettely perustuu käytäntöihin ja menettelyihin, joilla eristetään laitteiden ja koneiden energiat, jotta ne eivät pääse missään tapauksessa vapautumaan hallitsemattomasti laitteiden ja koneiden huolto- sekä häiriönpoistotyöissä. Koneet ja laitteet sisältävät niin sanottua vaarallista energiaa, joka voi vapautua koneesta tai laitteesta ja siten vahingoittaa koneiden ja laitteiden lähellä olevia ihmisiä. Energiamuotoja ovat kemiallinen, sähköinen, hydraulinen, mekaaninen, pneumaattinen sekä terminen energia. Menettely edellyttää, että koneesta tai laitteesta katkaistaan yhteys sen energianlähteeseen, lukitaan energian erotuslaite lukolla sekä merkitään se. Merkitsemisessä käytetään kylttiä, johon kirjataan ylös lukituksen tekijän nimi sekä puhelinnumero. Tällä tavoin tiedetään, kuka turvallituksen on tehnyt ja henkilön saa tarvittaessa kiinni puhelimitse. Menettelyllä taataan laitteiden ja koneiden energiaton tila, jonka ansiosta huolto- ja häiriönpoistotyöt saadaan suoritettua turvallisesti alusta loppuun asti. (OSHA 2002; Dalto 2017; OSHA 2021.) Alla olevassa kuviossa odottamattoman käynnistykseen pääperiaatteet (Kuvio 3).



Kuvio 3. Odottamattoman käynnistyksen pääperiaatteet (Outokumpu 2021d)

Lukitse ja merkitse -menettely voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen, joita ovat valmistautuminen, sammuttaminen, eristäminen, lukitus ja merkintä, varastoituneen energian tarkistus ja eristyksen todentaminen. Ensimmäisessä vaiheessa eli valmistautumisessa työnkohde täytyy tutkia tarkasti, jotta kohteesta saa täydellisen käsityksen mahdollisista vaarallisista energioista. Myös työnkohteen eri vaaroihin ja niiden estämiseen täytyy panostaa. Valmistautumisen jälkeen koneiden ja laitteiden virrat sammutetaan valvomosta operaattoreiden toimesta. Tieto sammuttamisesta täytyy olla myös työntekijöillä, jotka koneen ja laitteen alueella työskentelevät. Seuraavaksi kone tai laite eristetään energianlähteestään esimerkiksi turvakytkintä kääntämällä tai venttiilin sulkemisella. Tämän jälkeen turvakytkin tai venttiili lukitaan lukolla ja merkitään kyltillä, joka sisältää lukituksen suorittaneen henkilön nimen ja puhelinnumeron. Lukituksissa käytetään yksilöityjä turvalukkoja ja tarvittaessa turvahakasia tai muita käytössä olevia lukitustarvikkeita. Turvahakasia käytetään, kun työkohteella työskentelee useampi työryhmä. Lukitusboksia käytetään apuna isommissa lukitustarpeissa. (Dalto 2017; Outokumpu 2021d.) Alla olevassa kuvassa lukitusasema, josta löytyy yksilöidyt turvalukot, turvahakaset sekä kyltit turvalukituksia varten (Kuva 5).





Kuva 5. Lukitusasema (BRADY 2021)

Lukituksen jälkeen koneessa tai laitteessa voi olla vielä varastoitunutta tai jäännösenergiaa, joten mahdolliset energiat on palautettava, irrotettava, pidettävä tai muutettava vaarattomiksi muulla keinoin. Viimeisessä vaiheessa tarkistetaan, että kaikki toimenpiteet on tehty oikein, millä taataan turvallinen työskentely koneella tai laitteella. Lopuksi valtuutettu työntekijä tarkistaa, että kone tai laite on eristetty ja kytketty jännittömäksi. (Dalto 2017.)

### 5.1 Virtaavien aineiden erotusperiaatteet

Virtaaviksi aineiksi luokitellaan kaasut, nesteet, kemikaalit ja höyryt. Opinnäytetyössä keskitytään happi-, typpi-, maa- ja häkäkaasulinjojen turvallistamiseen. Venttiilien lukitusmenetelmät riippuvat venttiilien eri malleista, joita ovat muun muassa käsipyöräventtiili, palloventtiili sekä läppäventtiili. Säädetty vaijerilukitsin on monipuolisin ja sitä voidaan käyttää jokaisen venttiilin lukitsemiseen. Venttiilien lukitsemiseen voidaan käyttää myös eri venttiileille tarkoitettuja säädettyjä lukitteita. (BRADY 2021; Outokumpu 2021d; Sareskoski 2021.) Alla olevassa kuvassa vaijerilukitsin (Kuva 6).





Kuva 6. Vaijerilukitsin (Sareskoski 2021)

Virtaavien aineiden erottaminen työkohteesta aloitetaan selvittämällä, onko kyseessä erityisen luvan vaativa työ esimerkiksi kemikaaliputkistot, säiliöt, häkä- ja nestekaasulinjat. Seuraavaksi pumpput sekä muut painetta tuottavat laitteet kytetään pois käytöstä, jonka jälkeen ne lukitaan ja merkitään. Tämän jälkeen työkohteeseen tehdään paineettomaksi sekä tyhjennetään ja puhdistetaan tarkoituksen mukaisella tavalla. Seuraavaksi erottavat sulkuventtiilit suljetaan ja lukitaan tarkoituksenmukaisella lukitusvälineellä sekä merkitään ne. Täytyy muistaa, että vain yhden sulkuventtiilin varassa työskentely on kiellettyä. Tarvittaessa tehdään myös sokeointi ja lukitus merkitään sokeointikyltillä. Sokeoinnilla tarkoitetaan laitteen tai koneen eristämistä huolto- ja kunnossapitotöitä varten. Putkea tai laitetta aukaistaessa täytyy suojautua mahdollisen purkauksen varalta henkilökohtaisilla suojaimeilla sekä laipan aukaisu täytyy ensin tehdä putken vastakkaiselta puolelta. Lopuksi täytyy selvittää työhön ja työympäristöön liittyvät muut mahdolliset vaaratekijät. (Outokumpu 2021d.)

## 5.2 Esiintyminen laissa

Euroopassa odottamattoman käynnistyksen esto määritellään laissa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2009/104/EY sekä standardissa SFS-EN ISO 14118:2018. EU-direktiivissä määritellään työntekijöiden työssä käyttämille työvälineille terveyttä ja turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset. EU-direktiivissä kerrotaan hyvin, mitä täytyy ottaa huomioon muun muassa koneiden ja laitteiden huolto- ja säätötoimenpiteitä suorittaessa. Tämän havaitsee EU-direktiivin kohdista 2.12, 2.13, 2.15 sekä 2.16, jotka ovat esitettynä EU-direktiivissä näin:

*Yleiset työvälineisiin sovellettavat vähimmäisvaatimukset:*

*2.12 Työvälinettä saa käyttää vain niihin töihin ja niissä olosuhteissa, joihin se on tarkoituksenmukainen.*

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

*Jos koneeseen kuuluu huoltokirja, se on pidettävä ajan tasalla.*

*2.15 Työvälineissä on oltava työntekijöiden turvallisuuden varmistamiseksi olennaiset varoitukset ja merkinnät.*

*2.16 Työntekijöiden on voitava mennä turvallisesti kaikkiin paikkoihin, joihin pitää mennä tuotannon, säädön tai huollon vuoksi, ja olla niissä turvallisesti. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY)*

Standardissa SFS-EN ISO 14118:2018 ”Koneturvallisuus, odottamattoman käynnistymisen estäminen” esitetään vaatimuksia rakenteellisille keinoille, jotka on tarkoitettu koneen odottamattoman käynnistymisen estämiseen, jotta henkilöt voivat mennä turvallisesti vaaravyöhykkeelle. Standardia sovelletaan kaikentyypp-

pisistä energialähteistä johtuviin odottamattomiin käynnistykseen. Standardin mukaisesti laitteiden ja koneiden erottaminen ja energian purkaminen käsittää neljä eri toimenpidettä. (SFS-EN ISO 14118:2018, 7–8.) Toimenpiteet selitettynä standardissa:

*a) koneen (tai koneen tietyn osan) erottaminen [irrottaminen, eristäminen] kaikista energialähteistä*

*b) tarvittaessa (esim. jos käyttäjä ei pysty jokaisesta sijaintipaikastaan tarkastamaan, että tehonsyöttö on katkaistu) kaikkien erotuslaitteiden lukitseminen (tai muulla tavalla varmistaminen) erotusasentoon*

*c) varastoituneen energian purkaminen tai sen aikaan saamien toimintojen estäminen [energian pidättäminen], jos energiasta voi aiheutua vaaraa.*

*Huom Kohdassa c) tarkasteltava energia voi olla varastoituneena esim. hitausvoimien ansiosta liikettään jatkavissa mekaanisissa osissa, esim. tuulettimen jälkikäynti, mekaanisissa osissa, jotka voivat liikkua painovoiman vaikutuksesta, kondensaattoreissa ja akuissa, paineen alaisissa nesteissä tai kaasuissa ja jousissa.*

*d) varmistaminen turvallisia työmenetelmiä (esim. mittauksia) käyttäen, että kohtien a), b) ja c) mukaisesti toteutetut toimenpiteet ovat johtaneet haluttuun tulokseen. (SFS-EN ISO 14118:2018)*

### 5.3 LOTOTO-menettely Outokummulla

Outokummulla odottamattoman käynnistuksen estosta on tehty ohje, jota tulee noudattaa kaikissa koneiden ja laitteiden puhdistus-, kunnossapito- ja huoltotöissä Tornion ja Kemin tehdasalueilla. Koneiden ja laitteiden vaara-alueilla ei saa liikkua tai työskennellä ennen odottamattoman käynnistuksen estoa. Ohjeen tarkoitus on suojella henkilöstöä laitteen tai koneen odottamattomalta käynnistymiseltä vaara-alueella työskenneltäessä sekä vaaralliselta energian vapautumiselta. (Outokumpu 2021d.)

Outokummulla odottamattoman käynnistymisen estämisen toimintatapaa täytyy noudattaa jokaisena työpäivänä ja se koskee jokaista Outokummun työntekijää, urakoitsijaa sekä vierailijaa. Outokummulla lukitse ja merkitse -menettelyyn (lockout/tagout) on lisätty testaa osio eli tällöin puhutaan LOTOTO:sta (lockout/tagout/testout). LOTOTO-menettelyssä tehdään lopuksi koekäynnistys turvalliselle kohteelle erotusten ja lukitusten jälkeen. Työnsuorittaja pyytää operaattoria tekemään koekäynnistyksen. Koekäynnistys täytyy kirjata lukitus- tai sulakelistaan operaattorien toimesta. Toimintatavan mukaisesti koneet ja laitteet on erotettava kaikista energianlähteistään ennen puhdistusta, huoltoa ja kunnossapitoa. Tällä tavoin voidaan estää koneiden ja laitteiden odottamaton käynnistyminen ja välttää niiden aiheuttamat vaaratilanteet ja tapaturmat. (Outokumpu 2021d.)

## 6 TEOLLISUUDEN KAASULINJAT

Opinnäytetyössä perehdytään VKU2-sulaton kaasulinjojen turvallistamiseen, joita ovat happi-, typpi-, maa- ja häkäkaasulinjat. Kyseiset kaasulinjat voidaan yhdistää kemikaaliputkistoihin.

Kemikaaliputkistoja voidaan pitää putkistoina, joissa sisältönä on vaarallista kemikaalia. Kemikaaliputkistoon kuuluvat putket, putkiston osat, kuten tiivisteet, laipat, paljetasaimet sekä haaroituskappaleet. Lisäksi putkistoon kuuluu erilaisia varusteita, joita ovat venttiilit, suodattimet ja valvonta- ja varolaitteet. Kemikaaliputkistot luokitellaan kolmen eri tekijän perusteella, joita ovat putken paine, sisältö ja halkaisija. Luokka määrittää moduulin eli soveltuvan vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn. Luokitus määräytyy kasvavan riskin mukaisesti SEP-alueelle eli hyvän konepajakäytännön alueelle tai I, II, III luokkiin. Kemikaalisäädösten mukaisesti kaikkien vaarallista kemikaalia sisältävien putkistojen arvioimiseen täytyy käyttää vähintään luokan I moduulia. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017; Luhtala 2019; Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021.)

Kemikaaliputkistoja koskevat kemikaaliturvallisuussäädökset ja painelaitesäädökset, jotka vaikuttavat paineenkeston mitoittamiseen, putkiston rakentamiseen sekä muiden putkistoon mahdollisesti vaikuttavien kuormien huomioon ottamiseen. Kemikaaleja käsitteleville laitoksille, varastoille ja niiden putkistoille erityisen säädöslähtökohdan muodostaa laki (390/2005) vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta. Onnettomuuksiin varautumiseen liittyvät velvoitteet, täydentävät turvallisuusvaatimukset sekä putkistoihin liittyvät velvoitteet ja vaatimukset käy ilmi valtioneuvoston asetuksesta vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015) sekä valtioneuvoston asetuksesta vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012). (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017.)

## 6.1 Putkistojen varusteet

Kemikaaliputkistot sijoitetaan yleensä maan päälle, jotta putkiston tarkastaminen, kunnossapito ja valvonta ovat helpommin ja luotettavammin toteutettavissa verrattuna maanalaiseen putkistoon. Putkistot on varustettu sulkuventtiileillä, suodattimilla, pumpuilla, varolaitteilla sekä määramittareilla. Kyseisten laitteiden suunnittelu ja sijoittelu riippuu laitteen paineesta, kemikaalikestävyydestä ja lämpötilasta. Myös putkiston käytöstä johtuvat rasitukset, kuten lämpölaajeneminen, tärinä, kunnossapidon ja mekaanisen suojauksen vaatimukset vaikuttavat laitteiden suunnitteluun ja sijoitteluun. Putkistojen paine ei saa missään nimessä nousta yli suunnitteluarvojen, joten suunnittelussa sekä varustelussa täytyy ottaa huomioon putken sisällön lämpölaajeneminen ja tarvittaessa putkisto voidaan varustaa ylipaineventtiilillä tai saman tyyppisellä suojausjärjestelyllä. Mikäli siirtopumpun paineputki sisältää sulkuventtiilin eikä siirtopumpun varustukseen kuulu sisäänrakennettua ohivirtausventtiiliä, täytyy pumpun ja sulkuventtiilin välisessä putkessa olla ylipaineventtiili, josta muun muassa virtaava neste pääsee purkautumaan esteettömästi turvalliseen paikkaan esimerkiksi säiliöön. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017.)

## 6.2 Putkistojen merkitseminen

Vaarallisia kemikaaleja sisältävät putkistot täytyy merkitä selkeästi onnettomuustilanteiden ja turvallisen käytön varalta. Merkinnöistä täytyy selvittää putkiston sisältö, kemikaalin virtaussuunta sekä laite- ja linjatunnukset. Merkintöjen avulla putkistojen eri osat ja laitteet saadaan yksilöityä kunnossapitoa ja tarkastuksia varten. Putkiston kemikaalin täyttö- ja tyhjennyspaikoilla, venttiilikeskuksissa ja pumppaamoissa merkitseminen on erityisen tärkeää. Merkintöinä on hyvä käyttää putkiston sisältämän kemikaalin väritunnusta tai nimeä sekä lisäksi virtaussuuntaa osoittavaa merkintää. Merkinnät voi tehdä SFS 3701 standardin mukaisesti. Merkitseminen voi olla käyttöteknisistä tai muista perustelluista syistä täysin mahdoton toteuttaa, joten tällöin toiminnanharjoittajan täytyy huolehtia, että vastaavat tiedot ovat käytössä muilla keinoin. Putki- ja laitetunnusten täytyy olla samat kuin PI-kaaviossa sekä sulkuventtiilit täytyy yksilöidä itse laitteeseen ja PI-

kaavioon, jotta kunnossapitotyöt ovat helpompi ja nopeampi suorittaa. Maanalaisten putkistojen merkitseminen toteutetaan maastoon sijoitettavilla merkinnoillä tai kiintopistemerkinnöillä. Merkintä- tai suojanauhaa on hyvä käyttää maanalaisen putkiston yläpuolella putken ja suojarakenteiden havaitsemiseksi. Maanalaisten putkistojen sijainti ja reitti täytyy myös esittää piirustuksissa. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017; Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021.)

## 7 LOTOTO-LUKITUSKORTIT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli valmistella turvallistamista ferrokromisulatto VKU2-alueen kaasulinjoihin vuosihuoltoseisokkia varten sekä tehdä LOTOTO-mallin mukaiset turvalukituskortit lukituksista BRADY-lukituskorttien teko-ohjelmalla. Turvalukituskorttien tarkoituksena on parantaa tehokkuutta sekä työturvallisuutta VKU2-sulaton alueella. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada kaikille työntekijöille samat tiedot kaasulinjojen turvallistamisesta, olipa kyse kunnossapidon-työntekijöistä, operaattoreista tai urakoitsijoista. Outokummun odottamattoman käynnistyksen eston ohjeiden mukaisesti valmiit turvalukituskortit tulostetaan laminoituna ja laitetaan kentälle osastolla sovittuun paikkaan.

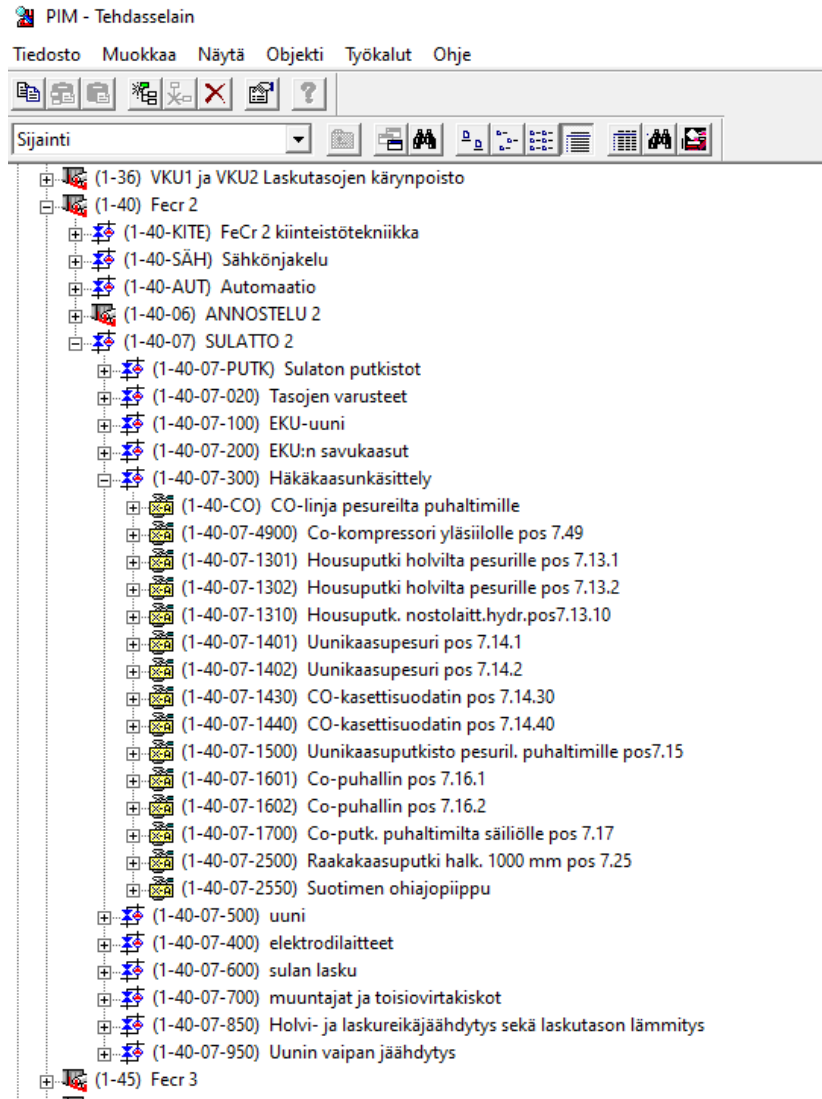
Työssä käytettiin apuna teollisuudessa käytettyjä ohjelmistoja, joita ovat WEBDOHA, KUTI ja BRADY. WEBDOHA on internet-pohjainen piirustusten arkistointi palvelu, josta löytyy aluekohtaisesti kaasulinjojen piirustuksia ja PI-kaavioita, laitekaavioita, laitteiden ja koneiden rakennepiirustuksia, sähköpiirustuksia ja hydraulikkakaavioita. Ohjelmistosta saatiin selville VKU2-sulaton laitekaavio, kaasulinjojen piirustukset ja PI-kaaviot, joiden avulla pystyttiin hahmottamaan kaasulinjoihin liittyvät laitteet ja niihin vaikuttavat venttiilit. Alla oleva kuva WEBDOHA-ohjelmistosta (Kuva 7).





Kuva 7. WEBDOHA-ohjelmisto (Outokumpu 2021c)

KUTI on Outokummun kunnossapitotietojärjestelmä, jonka avulla suunnitellaan seisokkeja, tehdään työtilauksia kunnossapidolle sekä varataan töihin tarpeellisia materiaaleja ja varaosia. KUTI laitehierarkiasta löytyy laitteiden positionumerot, jotka ovat hyödyksi piirustuksia tulkittaessa. Laitepositionumeroiden avulla laitteiden löytäminen piirustuksista helpottui huomattavasti. Alla oleva kuva KUTI-ohjelmistosta (Kuva 8).



Kuva 8. KUTI-ohjelmisto (Outokumpu 2021c)

BRADY on pilvipalvelun kautta toimiva lukituskorttien teko-ohjelma (Kuva 9). Ohjelmassa on valmiina Outokummun standardien mukaiset lukituskorttipohjat, joita täytetään vaihe vaiheelta. Lukituskorttien teko alkaa osaston, alueen ja laitteen määrittämisellä, jota lukituskortti koskee. Lukituskorttiin merkitään laitteen positionumero KUTI laitehierarkian mukaisesti. Tämän jälkeen määritellään lukituskohde energiamuodon mukaisesti ja määritellään lukitusvaiheet. Lopuksi lukittavasta laitteesta ja tehdyistä lukituksista otetaan kuvat lukituskorttia varten.



Kuva 9. BRADY-lukituskorttien teko-ohjelma (Outokumpu 2021c)

WEBDOHA- ja KUTI-ohjelmistot olivat aiempien työtehtävien kautta tuttuja, joten opinnäytetyössä pystyttiin käyttämään enemmän aikaa BRADY-ohjelmiston tutustumiseen. Opinnäytetyön alussa haastateltiin toimeksiantajanedustajaa vuosihoitoseisokkiin liittyvistä töistä, joihin kaasulinjojen turvallistamiset oli tarkoitus tehdä. Seuraavaksi KUTI-ohjelmistosta selvitettiin huollettavien laitteiden ja koneiden positionumerot, jotta huollettavat kohteet olisivat helpommin löydettävissä piirustuksista sekä kentältä. VKU2-sulaton kaasulinjoihin perehdyttiin piirustusten ja kenttäkierrosten avulla. Kenttäkierroksilla perehdyttiin operaattorien kanssa huollettaviin laitteisiin ja koneisiin sekä niihin vaikuttaviin putkistoihin. Opinnäytetyössä haastateltiin operaattoreita ja haastattelussa käytiin läpi, mitä laitteiden ja koneiden turvallistamisessa täytyy ottaa huomioon. Tämän jälkeen alkoi alustava suunnittelu vuosihoitotöiden turvallistamisiin, sekä niihin liittyviin turvalukitukseen. Lopuksi operaattoreita haastateltiin suunnitelluista turvalukituksista ja haastattelun pohjalta tehtiin tarvittavat korjaukset lukitukseen. Seuraavaksi operaattorien kanssa lähdettiin kentälle ottamaan tarvittavia kuvia laitteista ja koneista sekä niihin vaikuttavista venttiileistä turvalukituskortteja varten. Näiden toimenpiteiden jälkeen voitiin aloittaa turvalukituskorttien teko BRADY-ohjelmalla. Valmiit turvalukituskortit tarkastettiin toimeksiantajanedustajan toimesta sekä turvalukituskortteihin tehtiin mahdolliset viimeiset muutokset.

## 8 TULOKSET

Opinnäytetyössä saavutettiin työlle määritellyt tavoitteet ja tehtävät. Opinnäytetyön tuloksena saatiin 10 kappaletta turvalukituskortteja VKU2-sulatolle vuosihuoltotöitä varten. Työ rajattiin vuosihuoltotöiden kaasulinjojen turvallistamiseen, jotta työstä ei tulisi liian suurta kokonaisuutta. Turvalukituskorttien avulla kaasulinjojen lukituskäytännöt vakiintuvat, mikä parantaa työturvallisuutta VKU2-sulaton alueella. Turvalukituskortit ovat kaikkien saatavilla, jotka työskentelevät vuosihuolloissa, kunnossapitoseisokeissa sekä häiriönpoistotilanteissa.

VKU2-sulaton kaasulinjat sisältävät paljon erityyppisiä laitteita sekä laitekokonaisuuksia, joten työssä joutui selvittämään tarkasti, mikä venttiili vaikuttaa mihinkin laitteeseen. Outokummun sääntöjen mukaisesti kaasulinjojen turvallistamisessa täytyy sulkea aina kaksi venttiiliä yhtä laitetta kohden sekä tarvittaessa käyttää sokeointia turvallistamisen varmistamiseksi. CO-linjojen pesu ja CO-uunikaasupesureiden vuosihuoltotyöt yhdistettiin samaan turvalukituskorttiin, koska niiden huolto tehdään samaan aikaan. Venttiilien osalta tehtiin mallikortit erikseen etukuumennuspuolelle ja uunin puolelle. Näillä keinoin turvalukituskorttien määrää saatiin pienemmäksi.

### 8.1 Mallikortti CO-uunikaasupuhaltimen 2 huolto

Liitteessä 1 esitetyssä lukituskortissa selviää, mihin osastoon, alueeseen ja laitteeseen lukituskortti on tehty sekä lukittavan kohteen positionumero. Lukituskortista selviää lukituskohtien määrä, yleiset ilmoittautumisen käytännöt sekä myös alueellemenosäännökset. Ennen lukitusvaiheita lukituskortissa mainitaan valmistelevat työvaiheet. Valmistelevien työvaiheiden mukaisesti täytyy varmistaa, että työkohte on turvallisessa tilassa erotustoimenpiteitä varten. Lukituskortin alussa on myös kuva lukittavasta laitteesta, joka helpottaa laitteen etsimistä kentällä. Lukituskortin lukitusvaiheeseen merkitään lukituskohteen energiatyyppi, lukitustoimenpiteet sekä kuva lukituksesta. Lukituksen jälkeen lukituskortin mukaisesti suoritetaan koekäynnistys, jotta taataan työkohteen turvallinen tila, jonka jälkeen työt voidaan aloittaa. Lukituskortin mukaisesti töiden valmistuttua poistetaan turvalukitukset, ilmoitaudutaan valvomoon ja kerrotaan, että työt on saatu valmiiksi. Lopuksi lukituskortti viedään takaisin kentälle osastolla sovittuun paikkaan.

CO-uunikaasupuhaltimen turvallistaminen alkaa putkiston typetyksellä sekä tyhjennyksellä ilmalla. Ennen lukituksia puhallin sammutetaan automaatiojärjestelmästä ja laitetaan operoinninensto päälle. Edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen suljetaan venttiilit PV-87 ja PV-91 ja laitetaan venttiilien operoinninenstot päälle. Tämän jälkeen ilmataan venttiilien PV-87 ja PV-91 välinen putkisto venttiilistä VGO672. Seuraavaksi suljetaan venttiilit PV-80 ja PV-80.2 ja laitetaan venttiilien operoinninenstot päälle. Tämän jälkeen ilmataan venttiilien PV-80 ja PV-80.2 välinen putkisto. Lopuksi suljetaan CO-uunikaasupuhaltimen hiilirengaspaaketille menevä typpilinja venttiilistä VGN154, joka lukitaan ja merkitään. Lukitusten jälkeen suoritetaan koekäynnistys, jonka jälkeen työt voidaan aloittaa. Töiden loputtua ilmoitetaan valvomoon ja puretaan lukitukset. Lopuksi lukituskortti viedään takaisin kentälle sovittuun paikkaan.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli erittäin innostava ja ajankohtainen, koska turvalukituskor-teista on hyötyä VKU2-sulaton vuosihuoltotöiden turvallisuuden kannalta. Opin-näytetyössä saatiin turvallistettua VKU2-sulaton kaasulinjat vuosihuoltoseisokkia varten sekä tehtyä turvalukituskortit lukituksista BRADY-lukituskorttien teko-oh-jelmalla. Lukituskorttien avulla turvallistaminen on helpompaa, selkeämpää, te-hokkaampaa, sekä kaikilla työntekijöillä on yhtenäinen tieto kaasulinjojen turval-listamisesta, jolloin VKU2-alueen turvallisuus paranee huomattavasti vuosihuol-lon aikana. Turvalukituskortit tehtiin mahdollisimman selkeiksi, jotta niitä on helppo käyttää jatkossa lukituksia tehdessä.

Opinnäytetyöhön haasteita toivat piirustuksien ajankohtaisuus sekä venttiilien löytäminen kentältä. Operaattorien avulla piirustusten hahmottaminen sekä vent-tiilien löytäminen kentältä helpottui huomattavasti. Työkokemus ferrokromiteh-taalta oli eduksi opinnäytetyön tekemisen kannalta, koska laitteiden ja koneiden toiminta oli pääpiirteittäin tuttua.

Opinnäytetyön avulla tuntemukseni Outokumpuun, ferrokromitehtaaseen, työtur-vallisuuteen, odottamattoman käynnistyksen estoon, LOTO-menettelyyn sekä te-ollisuuden kaasulinjoihin paranivat huomattavasti. Tuntemukseni VKU2-sulaton laitteisiin, koneisiin ja kaasulinjoihin kehittyivät huimasti.

## LÄHTEET

Brady 2021. Lockout Tagout. Viitattu 02.04.2021. <http://www.brady.eu/en-en/products/lockout-tagout>

Dalto, J. 2017. LOTO safety: The 6 Steps of Lockout/Tagout. Viitattu 29.03.2021. <https://www.convergencetraining.com/blog/loto-safety-6-steps-of-lockout-tagout>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/104/EY

Luhtala, M. 2019. Mikä on kemikaaliputkisto ja miksi se on oleellista tietää?. Viitattu 05.04.2021. <https://plasthouse.fi/mika-on-kemikaaliputkisto-ja-miksi-se-on-oleellista-tietaa/>

OSHA 2002. Publication 3120. Control of Hazardous Energy - Lockout/Tagout. Viitattu 26.03.2021. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3120.pdf>

OSHA 2021. Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout). Viitattu 26.03.2021. <https://www.osha.gov/control-hazardous-energy>

Outokumpu Oyj 2021a. Outokummun historia. Viitattu 8.02.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu>

Outokumpu Oyj 2021b. Outokummun organisaatio. Viitattu 16.02.2021 <https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization>

Outokumpu Oyj 2021c. O'net. Outokummun sisäinen intranet. Viitattu 10.02.2021.

Outokumpu Oyj 2021d. Outokummun sisäinen tietokanta, k-asema. Viitattu 8.02.2021.

Sareskoski 2021. Lockout/Tagout turvalukitteet. Viitattu 02.04.2021. <https://www.sareskoski.com/lockout-tagout-turvalukitteet/C176/?path=1589,176>

SFS-EN ISO 14118:2018. Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. Viitattu 02.04.2021. <https://online-sfs-fi.ez.lapinamk.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/719781.html.stx>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2017. Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset. Viitattu 05.04.2021. [https://tukes.fi/documents/5470659/6372605/Kemikaaliputkistojen\\_turvallisuusvaatimukset.pdf/b2bc9865-b89c-4231-9a36-38c90f60814c/Kemikaaliputkistojen\\_turvallisuusvaatimukset.pdf](https://tukes.fi/documents/5470659/6372605/Kemikaaliputkistojen_turvallisuusvaatimukset.pdf/b2bc9865-b89c-4231-9a36-38c90f60814c/Kemikaaliputkistojen_turvallisuusvaatimukset.pdf)

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021. Teollisuus. Kemikaaliputkiston turvallisuusvaatimukset. Viitattu 05.04.2021. <https://tukes.fi/teollisuus/kemikaaliputkistot>

Työturvallisuuskeskus 2019. Työturvallisuus ja työsuojelu. Viitattu 22.02.2021. [https://ttk.fi/files/7028/TTK\\_Tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu\\_WEB\\_LINKIT.pdf](https://ttk.fi/files/7028/TTK_Tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu_WEB_LINKIT.pdf)

Työturvallisuuskeskus 2021. Koneturvallisuus. Viitattu 11.03.2021. [https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyoturvallisuuden\\_perusteet/tyoymparisto/koneturvallisuus#a9f913cf](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto/koneturvallisuus#a9f913cf)

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738


Yty 2021. Työturvallisuus. Viitattu 08.03.2021. <https://www.yty.fi/tietopankki-tyosuhteesta-2/tyoturvallisuus>



LIITTEET

Liite 1      Mallikortti CO-uunikaasupuhaltimen 2 huolto


## Liite 1 1(4)

outokumpu		
<b>Lukituskortti</b>		
ID#: 7.16.2	Osasto: FeCr-tehdas - Sulatto 2	Alue: CO-uunikaasupuhallin 2
Luotu: 4/12/2021		huolto
Tarkastettu: 5/3/2021	Kohde: Häkäjärjestelmät	
<b>7</b>	<b>Lukitus- kohtaa</b>	<p><b>Huomioi:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oletko ilmoittautunut valvomoon ja muille tarvittaville henkilöille?</li> <li>2. Onko sinulla lupa aloittaa työ? Tarvitsetko kirjallisen työluvan, esim. työt ahtaissa / suljetuissa tiloissa tai kemikaali/kaasuputkistoihin tai -laitteisiin liittyvät työt?</li> <li>3. Huomioi muut alueella työskentelevät.</li> <li>4. Pidä Tuumatuokio!!</li> </ol>
<b>Valmistelevat työvaiheet</b>		
<p>Putkiston tyhjennys/typetus. Puhalletaan putkisto tyhjäksi ilmalla. Puhaltimen sammutus automaatiojärjestelmästä ja operoinneste päälle.</p>		
		
<b>Lukitusvaiheet</b>		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
<p>1 Kaasu Häkä</p> 	Venttiili PV-87 kiinni ja operoinneste.	<p>Venttiili PV-87</p> 

## Liite 1 2(4)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
2  Kaasu Haka	Venttiili PV-91 kiinni ja operoinninesto.	Venttiili PV-91 
3  Kaasu Haka	Venttiilien PV-87 ja PV-91 välistä ilmausventtiiliin VGO672 kautta.	Venttiili VGO672 
4  Kaasu Haka	Venttiili PV-80 kiinni ja operoinninesto.	Venttiili PV-80 

## Liite 1 3(4)

Lukitusvaiheet		
Lukituskohde	Toimenpide	Kuva
5  Kaasu Häkä	Venttiili PV-80.2 kiinni ja operoinnisto...	Venttiili PV-80.2 
6  Kaasu Häkä	Venttiilien PV-80 ja PV-80.2 linja paineettomaksi.	
7  Kaasu Typpi	CO-uunikaasupuhaltimen hiilirengaspaketille menevän linjan typpiventtiili VGN154 kiinni, lukitse ja merkitse (ÄLÄ KYTKE -kyltti)	Venttiili VGN154 

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.

Page 3 of 4

## Liite 1 4(4)

**Työn lopetus ja lukituksen purkaminen**

Turvalukitusten poisto ja ilmoittautuminen ohjaamoon. Lisäksi on ilmoitettava ohjaamonhoitajalle selkeästi, että korjaustyö on suoritettu, kaikki alueella työskennelleet ovat poistuneet alueelta ja kohde voidaan palauttaa normaaliin toimintaan.  
Turvalukot ja merkintäkilvet poistetaan ja palautetaan ohjaamoon. Sekä lukituskortti postilaatikkoon.

Draft