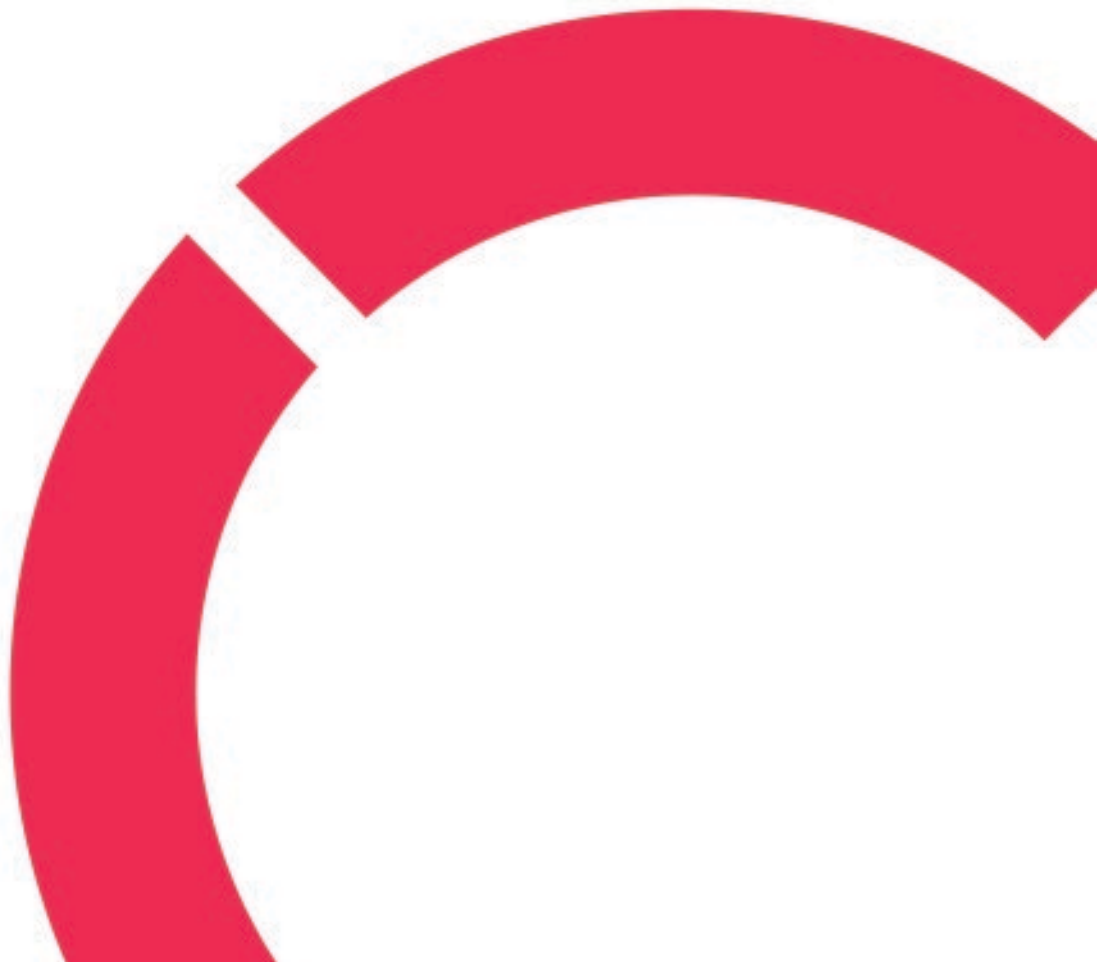


**Saku Kupari**

**BOLIDEN KOKKOLAN MUOVI- JA KUMIKUNNOSSAPITORYH-  
MÄN TYÖN LAADUN PARANTAMINEN**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Insinööri (AMK), konetekniikka  
Toukokuu 2024**



<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Toukokuu 2024	<b>Tekijä/tekijät</b> Saku Kupari
<b>Koulutus</b> Konetekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> BOLIDEN KOKKOLAN MUOVI- JA KUMIKUNNOSSAPITORYHMÄN TYÖN LAADUN PARANTAMINEN.		
<b>Työn ohjaaja</b> Ilkka Rasehorn		<b>Sivumäärä</b> 19 + 5
<b>Työelämäohjaaja</b> Jonas Kronqvist		
<p>Opinnäytetyö tehtiin Boliden Kokkolalle ja sen aiheena on muovi- ja kumikunnossapitoryhmän työn laadun parantaminen. Tavoitteena oli löytää parantavia ratkaisuja kunnossapitotöille, joita suoritetaan vähintään kaksi kertaa kuukaudessa. Parannettavia toimenpiteitä selvitettiin kunnossapitoryhmälle luodulla tutkimuskyselyllä ja oman kesätyökokemuksen perusteella, minkä seurauksena päätin tutkia 5S-menetelmien tuomia hyötyjä kunnossapitotöille.</p> <p>Opinnäytetyön aiheen rajaamisen vuoksi parantavien toimipiteiden toimivuutta testattiin membraani-levyjen kokoonpanoa simuloimalla. Toimenpiteiden piti olla helposti hyödynnettäviä myös muissa kunnossapitotöissä. Simulaatio suoritettiin ennen 5S-menetelmiä ja sen jälkeen. Simulaatiotulosten perusteella Boliden Kokkola voi suorittaa jatkotoimenpiteitä, miten parannukset vaikuttavat muihin kunnossapitotöihin ja miten se vaikuttaa Boliden Kokkolan kunnossapitostrategiaan.</p>		
<b>Asiasanat</b> 5S-menetelmä, kunnossapito, Lean, simulaatio		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> May 2024	<b>Author</b> Saku Kupari
<b>Degree programme</b> Mechanical engineering		
<b>Name of thesis</b> IMPROVING THE QUALITY OF WORK IN BOLIDEN KOKKOLA'S PLASTIC AND RUBBER MAINTENANCE GROUP		
<b>Centria supervisor</b> Ilkka Rasehorn		<b>Pages</b> 19 + 5
<b>Instructor representing commissioning institution or company</b> Jonas Kronqvist		
<p>This thesis was commissioned by Boliden Kokkola and the topic is how to improve the quality of work in the plastic and rubber maintenance group. The goal of this thesis was to find quality improvements for maintenance work that are carried out at least twice a month. Things to improve were mapped out by creating a survey for the maintenance group and through my own summer job experiences, which motivated me to research how can the 5S methods improve the quality of work in the maintenance group.</p> <p>To limit the topic of the thesis, the functionality of the improvements was tested by simulating the assembly of membraan plates. The improvements must also be easily applied to everyday maintenance jobs. The simulation was done before and after using the 5S methods. Boliden Kokkola can use the results of the simulation to conduct more research on the topic, and how the improvements affect other maintenance work and how it affects their current maintenance strategy.</p>		
<b>Key words</b> 5S method, Lean, maintenance, simulation		

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **5S-MENETELMÄT**

(Sortteeraus, systematisointi, siivoaminen standardisointi ja seuraaminen) 5S-menetelmien avulla parannetaan työnlaatua vähentämällä työhön kulutettua aikaa ja lisäämällä työviihtyvyyttä sekä turvallisuutta.

### **KIP**

(Kokkola Industry Park) on Kokkolassa sijaitseva alue, joka koostuu usean eri yrityksen tehtaista.

### **KUNNOSSAPITO**

Kunnossapidon tehtävä on palauttaa, ylläpitää ja parantaa kohteen suoritettavaa toimintoa.

### **LEAN**

Johtamisfilosofia, jonka tarkoitus on luoda yritykseen jatkuva oppimisen ja kehittämisen kulttuuri.

### **SIMULAATIO**

Simulaatiossa luodaan virtuaalinen malli tutkittavasta kohteesta tai toimenpiteestä.

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 BOLIDEN KOKKOLA</b> .....	<b>2</b>
<b>3 BOLIDENIN PROSESSI</b> .....	<b>3</b>
3.1 Pasutto .....	3
3.2 Happotuotanto .....	4
3.3 Puhdistamo .....	5
3.4 Elektrolyysi .....	5
3.5 Valimo .....	6
<b>4 KUNNOSSAPITO</b> .....	<b>7</b>
4.1 Kunnossapitolajit .....	7
4.1.1 Korjaava kunnossapito .....	8
4.1.2 Kuntoon perustuva kunnossapito .....	8
4.1.3 Jaksotettu kunnossapito .....	8
4.1.4 Parantava kunnossapito .....	8
4.1.5 Muu kunnossapito .....	9
4.2 Bolidenin kunnossapitostrategia .....	10
<b>5 LEAN</b> .....	<b>11</b>
5.1 Leanin pääperiaatteet .....	11
5.2 Lean 5S .....	12
5.2.1 Sortteeraus .....	12
5.2.2 Systematisointi .....	12
5.2.3 Siivoaminen .....	13
5.2.4 Standardisointi .....	13
5.2.5 Seuranta .....	13
<b>6 TUTKIMUSMENETELMÄT</b> .....	<b>14</b>
6.1 Määrällinen tutkimus .....	14
6.2 Laadullinen tutkimus .....	14
<b>7 KYSELYTUTKIMUS</b> .....	<b>15</b>
<b>8 5S-SIMULOINTI MEMBRAANILEVYJEN KOKOONPANOSSA</b> .....	<b>16</b>
8.1 Nykyinen kokoonpanoprosessi simuloituna .....	16
8.2 Kokoonpanoprosessi 5S:n avulla .....	17
<b>9 POHDINTA</b> .....	<b>18</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>19</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>KUVIOT</b>	

KUVIO 1. Kunnossapitolajit ja niiden toimenpidetyypit .....	9
KUVIO 2. Leanin pääperiaatteet .....	11

### **KUVAT**

KUVA 1. Sinkin tuotantoprosessi.....	3
KUVA 2. Pasutusprosessi .....	4
KUVA 3. Rikkihapon tuotanto .....	4
KUVA 4. Puhdistamon prosessi .....	5
KUVA 5. Elektrolyysin prosessi.....	6
KUVA 6. Valimon tuotantoprosessi .....	6

### **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Lähtökohta simulaatiotulokset.....	17
TAULUKKO 2. 5S simulaatiotulokset.....	17

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö aiheen idea on syntynyt kesän 2023 kesätöiden aikana, jolloin olen ollut muovi- ja kumikunnossapitoryhmässä kesäharjoittelussa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on löytää Boliden Kokkola Oy:n muovi- ja kumikunnossapidon työryhmälle kokonaisvaltaisesti työn laatua parantavia ratkaisuja. Ratkaisujen tarkoitus on lisätä kunnossapidon tuottavuutta.

Opinnäytetyön alussa perehdytään Boliden Kokkolaan yrityksenä ja sen tuotantoprosesseihin. Neljännessä luvussa tutustutaan kunnossapidon eri lajeihin, niiden sisältämään teoriaan ja Boliden Kokkola Oy:n kunnossapitostrategiaan. Tämän jälkeen kerrotaan Lean- ja 5S-metodien teoriasta ja käyttötarkoituksista. Opinnäytetyössä tutustutaan määrällisen ja laadullisen tutkimuksen teoriaan, sen eroihin ja käsitteisiin.

Tutkimuskyselyn ja oman kesätyökokemuksen perusteella päätin tutkia, miten 5S parantaisi kunnossapitoryhmän työn laatua. 5S:n tuomia etuja tutkittiin Enterprise Dynamics simulaatio-ohjelmalla, missä vertailin nykyistä membraanilevyjen kokoonpanoa ja 5S-metodein uudistettua versiota. Viimeisessä luvussa pohdin, miten Boliden Kokkola Oy voi käyttää saatuja tuloksia muiden kunnossapitotöiden tarkastelemiseen ja parantamiseen.

## 2 BOLIDEN KOKKOLA

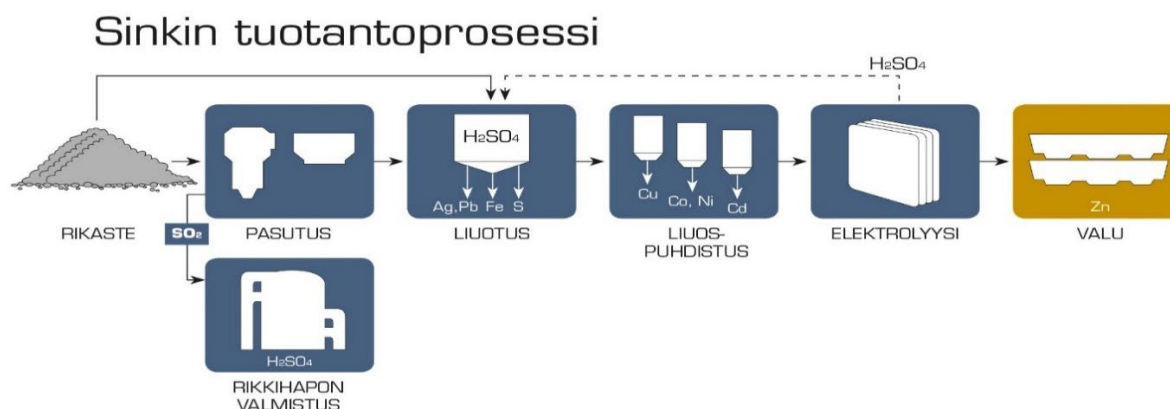
Kokkolassa on valmistettu sinkkiä vuodesta 1969 lähtien, ensin Outokummun toimesta vuoteen 2004 saakka. Vuonna 2004 Boliden AB konserni osti Outokummun Kokkolan tehtaan toiminnan ja toiminta jatkuu edelleen tänä päivänä Bolidenin omistuksessa. Vuonna 2010 Boliden osti KIP-alueella sijaitsevan rikkihappotehtaan Kemiralta ja vuonna 2014 Boliden Kokkola Oy aloitti hopearikasteen talteenoton sinkin tuotantoprosessista. Boliden Kokkola on Euroopan toiseksi suurin sinkin valmistaja. Vuonna 2023 se valmisti 294 000 tonnia sinkkiä ja 316 000 tonnia rikkihappoa. Boliden Kokkolan henkilöstömäärä vuonna 2023 oli 560 ja liike-tulos 168 miljoonaa euroa. (Boliden Kokkola 2024a.)

Boliden Kokkolan perusarvo on vastuullisuus, ja sitä sinkkitehdas on noudattanut vuosikymmeniä. Vastuullisuuteen kuuluu huolehtiminen ihmisistä, ympäristöstä ja prosessitekniikan kehittämisestä. Työntekijöistä huolehditaan työturvallisuuden kehittämisellä, työtapojen kehittämisellä, työkyvyn ylläpitämisellä ja tukemisella. (Boliden Kokkola 2024b.)

Boliden Kokkola huolehtii ympäristöstä kestäväen kehityksen periaattein. Kestävässä kehityksessä pyritään vähentämään prosessin ympäristövaikutuksia pitämällä prosessi vakaana, päästömäärät pienenä, tuotantoprosessin materiaalitehokkuus korkealla ja energiatehokkuuden maksimoimisella. Prosessitekniikan kehittämisessä tärkeintä on saada tuotannosta mahdollisimman vakaa ja helposti ennustettava. Tämä onnistuu panostamalla tulevaisuuden teknologiaan automatiikkaan ja robotiikkaan. Näillä perusarvoilla Boliden Kokkola pyrkii vastaamaan markkinoiden ja asiakkaiden odotuksiin. Perusarvot myös luovat jatkuvuuden toiminnan ja työpaikkojen jatkuvuudelle tulevaisuuteen. (Boliden Kokkola 2024b.)

### 3 BOLIDENIN PROSESSI

Bolidenin tuotantoprosessi (KUVA 1) koostuu viidestä eri vaiheesta; pasutus, rikkihapon valmistus, liuotus ja liuotuspuhdistus, elektrolyysi ja viimeisenä sinkkiharkkojen valaminen. Pasutuksessa rikaste valmistellaan liuotusta varten. Rikkihappo auttaa pasutuksessa käsittelemään muodostuvien rikkidioksikaasujen muuttumisen rikkihapoksi. Liuotuksessa pasute ja suoraliuotuksen kautta tuleva rikaste liuotetaan rikkihappoon, näin syntyy puhdasta sinkkisulfaattiliuosta mikä ajetaan elektrolyysiin. Elektrolyysillä saostetaan sinkkisulfaattiliuoksesta sähkövirran avulla metallista sinkkiä. Valimolla elektrolyysistä tulleet sinkkilevyt sulatetaan ja valetaan. Suurin osa Kokkolasta tehty sinkki menee terästeollisuuteen. (Boliden Kokkola 2024c.)

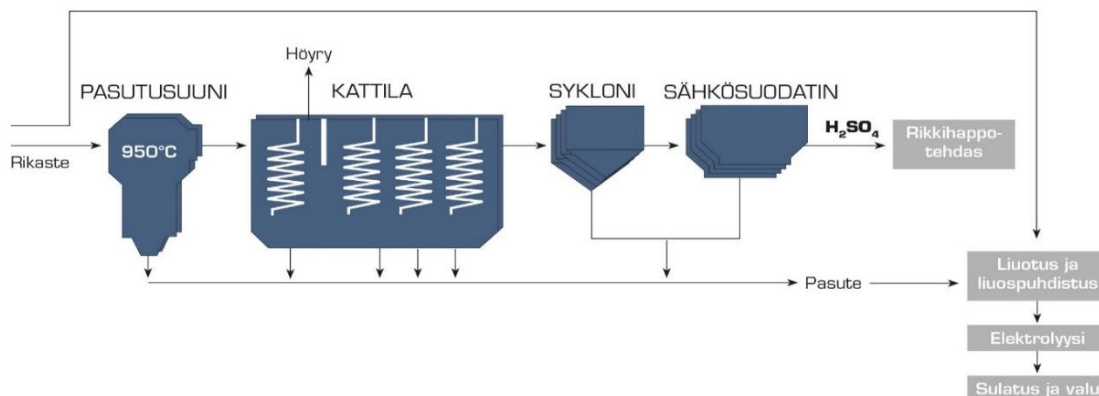


KUVA 1. Sinkin tuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2024c.)

#### 3.1 Pasutto

Tuotantoprosessi alkaa pasutuksesta, missä sinkkirikastetta poltetaan uuneissa (KUVA 2). Uunien lämpötila on noin 950 astetta. Uunien tehtävä on muuttaa sinkkirikaste sinkkidioksidiksi, mikä parantaa sen liukenevuutta. Pasutuksen sivutuotteena syntyy rikkidioksidikaasua, mikä jäädytetään ja käytetään rikkihappotehtaalla raaka-aineena. Jäähdytysprosessissa vapautuva lämpö otetaan talteen höyrynä ja ohjataan voimalaitokselle. (Boliden Kokkola 2024c.)

## Pasutus

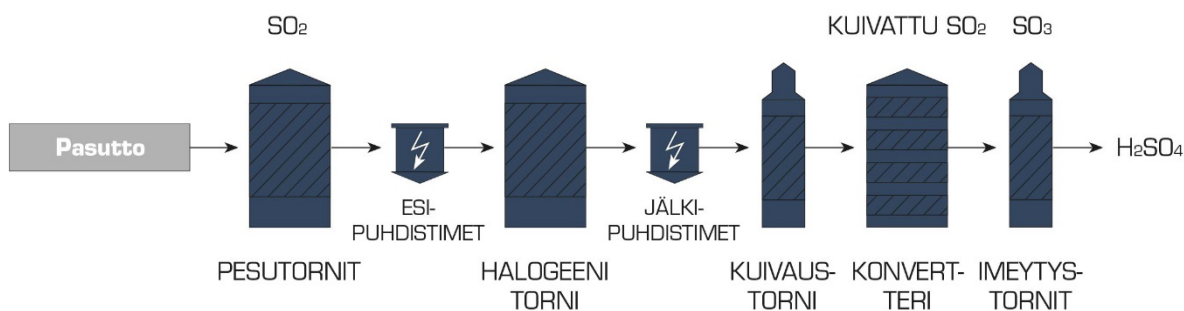


KUVA 2. Pasutusprosessi (Boliden Kokkola 2024c)

## 3.2 Happotuotanto

Pasutusprosessista saatu rikkidioksidikaasu hapetetaan rikkihappotehtaalla konverterissa rikkitrioksidiksi. Rikkitrioksidi imeytetään imeytystornissa väkevään rikkihappoon, missä se reagoi hapossa olevan veden kanssa ja muodostaa lisää rikkihappoa (Kuva 3). (Boliden Kokkola 2024c.)

## Rikkihapon tuotanto

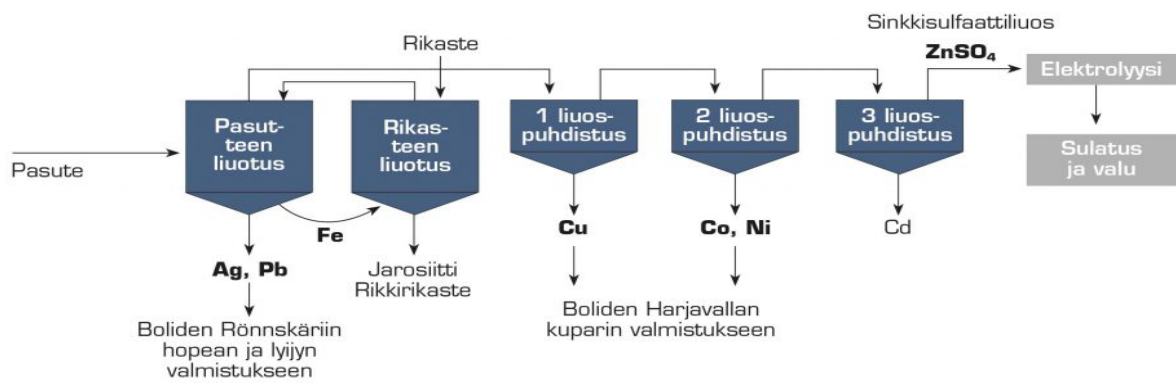


KUVA 3. Rikkihapon tuotanto (Boliden Kokkola 2024c)

### 3.3 Puhdistamo

Liutus- ja liuospuhdistuksessa pasutteesta sekä suoraliuotusmenetelmällä käsitellystä rikasteesta valmistetaan sinkkisulfaattiliuosta (KUVA 4). Pasute ja käsitelty rikaste liuotetaan elektrolyysiltä palautuvaan rikkihappoon. Puhdistusprosessissa liuksesta eritellään hopea, lyijy, rauta, kupari, nikkeli, koboltti ja kadmium. Kaikki edellä mainitut sivutuotteet paitsi rauta ja kadmium hyödynnetään muilla Bolidenin toimipaikoilla. (Boliden Kokkola 2024c.)

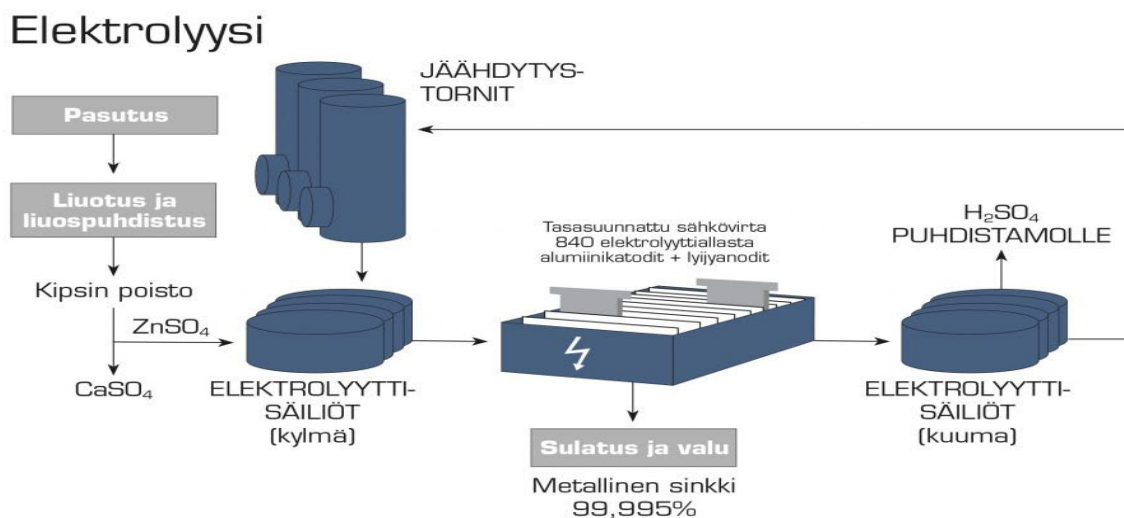
#### Liutus ja liuospuhdistus



KUVA 4. Puhdistamon prosessi (Boliden Kokkola 2024c)

### 3.4 Elektrolyysi

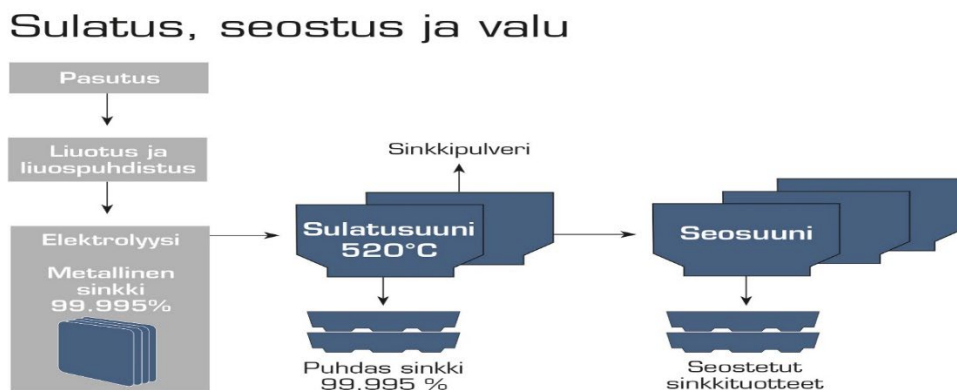
Elektrolyysi-osastolla altaisiin pumpataan sinkkisulfaattiliuosta, mistä saostetaan sinkki alumiinisiin katodilevyihin sähkövirran avulla (KUVA 5). Sinkkilevyn valmistamiseen kuluu noin 35 tuntia, minkä jälkeen sinkki irrotetaan levystä irrotuskoneen avulla ja levy laitetaan takaisin altaaseen. Irrotettu sinkki siirretään välivaraston kautta valimolle. Sähkövirralla käsitelty liuos palaa puhdistamolle. (Boliden Kokkola 2024c.)



KUVA 5. Elektrolyysin prosessi (Boliden Kokkola 2024c)

### 3.5 Valimo

Elektrolyysiltä saapuvat sinkkilevyt ovat 99,995 % puhdasta sinkkiä. Levyt sulatetaan induktiouunissa, minkä jälkeen sinkki ohjataan rännejä pitkin haluttuun harkkokokoon (KUVA 6). Pienimmät sinkkiharkot painavat 25 kg ja suurimmat 2000 kg. Valimolla on myös seosuuneja, missä voidaan lisätä sulatettuun sinkkiin eri metalleja antamaan seokselle asiakkaan toivomia ominaisuuksia. Lopuksi jähmettynyt sinkki irrotetaan muotista ja siirretään satamassa sijaitsevaan tuotetoimistoon, mistä se jatkaa matkaa asiakkaille. (Boliden Kokkola 2024c.)



KUVA 6. Valimon tuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2024c)

## 4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidosta on ajan kuluessa ja tekniikan kehittyessä tullut varsin laaja käsite. Teollisuudessa kunnossapitoon liittyviä standardeja määrittelevät Suomen Standardisoimisliitto SFS ja PSK Standardisointiyhdistys. Molemmilla on omat määritelmänsä kunnossapitoon liittyvistä standardeista, joiden sisältö vastaavat toisiaan. Kunnossapitoon kuuluu viisi kunnossapitolajia, jotka pitävät sisällään useita toimenpidetyyppejä.

PSK 6201 -standardin määritelmä kunnossapidosta:

*Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. (PSK 6201.)*

SFS-EN 13306 -standardin kunnossapito määritelmä:

*Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. (13306 SFS-EN.)*

### 4.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan: suunniteltuun ja suunnittelemattomaan (KUVIO 1). Suunnittelematon kunnossapito koostuu korjattavasta kunnossapidosta ja kahdesta toimenpidetyypistä, mitkä kuuluvat kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Suunniteltu kunnossapito pitää sisällään neljä kunnossapitolajia: kuntoon perustuva kunnossapito, jaksotettu kunnossapito, parantava kunnossapito ja muu kunnossapito. (PSK 6201.)

#### **4.1.1 Korjaava kunnossapito**

Korjaava kunnossapito on reaktiivinen lähestymistapa, missä vauriot tai viat korjataan vasta niiden ilmennettyä. Korjaavassa kunnossapidossa on kaksi toimenpidetyyppiä: Välitön suunnittelemaan korjaus ja Siirretty suunnittelemaan korjaus. Toimenpidetyyppien ero tulee korjattavan kohteen kiireellisyydestä. (PSK 6201.)

#### **4.1.2 Kuntoon perustuva kunnossapito**

Kuntoon perustuva kunnossapito pohjautuu kohteen määräaikaiseen tai jatkuvaan tarkkailuun. Tarkkailusta saatujen tuloksien avulla voidaan arvioida ja suunnitella kohteen huollon tarvetta. Tämän strategian avulla vähennetään suunnittelemtomia korjauksia ja siirretään jaksotetun kunnossapidon huoltotoimenpiteet kuntoon perustuvaan huoltotoimenpiteeksi. (PSK 6201.)

#### **4.1.3 Jaksotettu kunnossapito**

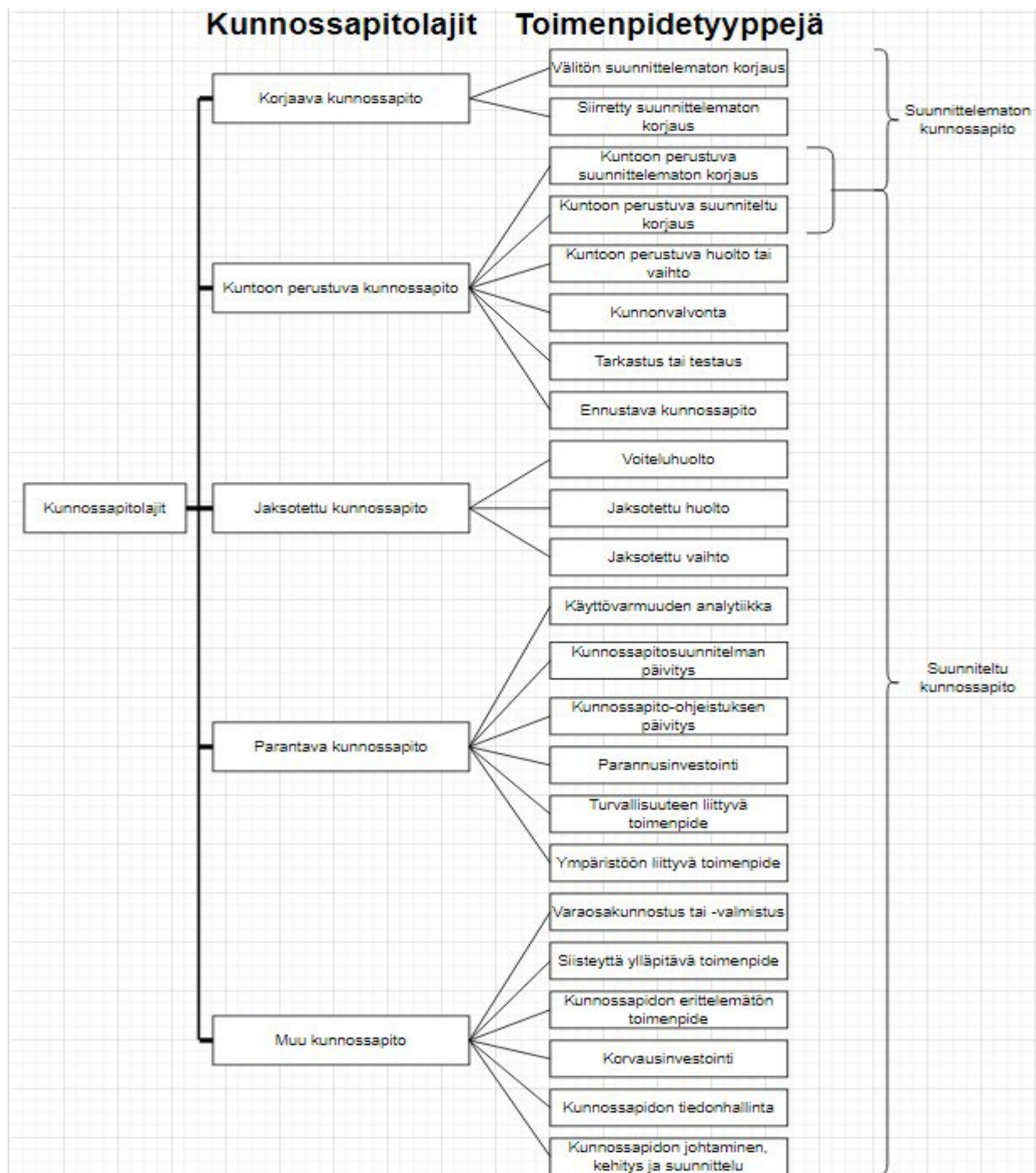
Jaksotetussa kunnossapidossa kohteen toimintoja pyritään huoltamaan tietyn väliajoin tai käyttömäärän mukaan. Tämän avulla voidaan vähentää kohteen vikaantumista ja ylläpitää toimintakykyä. Huoltotoimenpiteet voivat olla kohteen voiteluhuolto, osien huolto, tai kohteen vaihtaminen uuteen tai kunnostettuun vaihtoyksilöön. (PSK 6201.)

#### **4.1.4 Parantava kunnossapito**

Parantavan kunnossapidon tarkoitus on optimoida kohteen toimintavarmuutta, kunnossapidettävyyttä, sekä ympäristön- ja työntekijänturvallisuutta muuttamatta kohteen suorittamaa toimintoa. Tämä onnistuu kohteen analysoimisella, missä selvitetään vikaantumisen johtavia kriittisiä tekijöitä. Analyysin avulla voidaan kohteeseen kohdistaa tarvittavat kunnossapidolliset toimenpiteet, päivittää kunnossapitosuunnitelmaa sekä ohjeistusta, ja arvioimaan niiden vaikutusta kohteen käyttövarmuuteen ja toimintaan. (PSK 6201.)

#### 4.1.5 Muu kunnossapito

Kunnossapitoa joka ei liity aikaisemmin määriteltyihin kunnossapitolajeihin. Tähän kunnossapitolajiin kuuluu siisteyden ja järjestyksen ylläpitäminen, varaosienkunnostaminen tai -valmistaminen, tiedonhallinta, kehitys ja suunnitleminen, sekä korvausinvestoinnit missä kohde korvataan samanlaista toimintoa suorittavalla kohteella. (PSK 6201.)



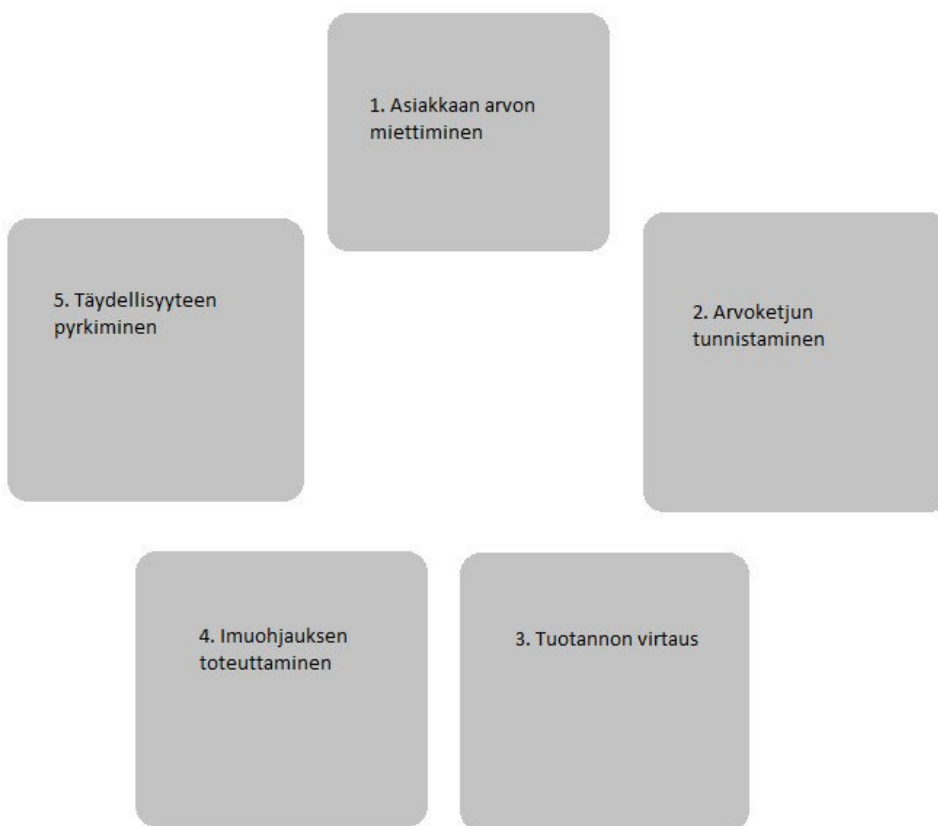
KUVIO 1. Kunnossapitolajit ja niiden toimenpidetyypit (mukaiillen PSK 6201)

## 4.2 Bolidenin kunnossapitostrategia

Boliden Kokkolan vuoden 2024 kunnossapitostrategian tehtävänä on varmistaa tuotantoprosessin häiriötön toiminta. Tämä pyritään saavuttamaan laitteiden ja tuotantoprosessin jaksotetulla kunnossapidolla, parantavalla kunnossapidolla, häiriökorjauksilla ja muulla kunnossapidolla. Strategian toiminnan kannalta on tärkeää, että jaksotettu kunnossapito toimii suunnitellusti, kunnossapitotöiden toimitusajat ovat oikein määritelty ja niitä noudatetaan, tuotantoprosessille kriittisistä laitteiden häiriökorjauksista tehdään juurisyyanalyyskejä ja kunnossapitotöistä raportoidaan säännöllisesti yrityksen sisäisille asiakkaille. (Boliden 2024d.)

## 5 LEAN

Lean on johtamisfilosofia, joka on saanut alkunsa Toyotan tehtaalla 1940-luvulla Japanissa. Leanfilosofian tarkoitus on luoda yrityksen kulttuuri jatkuvasta oppimisesta ja prosessin kehittämisestä, mikä korreloi yrityksen suorituskyvyn kanssa vähentämällä prosessista turhia vaiheita. Turhiksi vaiheiksi voidaan luokitella kaikki ne, jotka eivät tuota asiakkaalle lisäarvoa. Leanin pääperiaatteet voidaan jakaa viiteen eri osaan (KUVIO 2). (Vuorinen 2014, 71.)



KUVIO 2. Leanin pääperiaatteet. (mukaillen Vuorinen 2014, 72)

### 5.1 Leanin pääperiaatteet

Leanin käyttöönotossa yrityksen tulee ensimmäiseksi tarkastella asiakkaan arvoa, sillä asiakas määrittelee tuotteen arvon. Yrityksen tulee selvittää, minkälaisia vaatimuksia asiakkaalla on tuotteen ominaisuuksiin liittyen, koska prosessin kehitystyötä ohjaa asiakasarvo. Yrityksen tulee tunnistaa oma arvoketju, jotta se voi poistaa ylimääräiset vaiheet prosessista, jotka eivät tuota lisäarvoa. Arvoketjua tulee

tarkastella kokonaisuutena; raaka-aineiden hankinnasta, tuotteen suunnittelun kautta aina tuotteen luovutushetkeen saakka. (Vuorinen 2014, 73.)

Prosessista tulee karsia ylimääräinen materiaalin siirtely ja käsittely, sekä odottelu. Jatkuvan materiaa-  
livedin virtauksen takaamiseksi on tärkeää huolehtia laitteiden kunnossapidosta, toimintavarmuudesta ja vir-  
heettömästä informaationkulusta. Edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen voidaan toteuttaa imuoh-  
jaus. Imuohjauksessa tuotetta ruvetaan valmistamaan asiakkaiden kysynnän mukaan, minkä seurauk-  
sena tarve kustannuksia lisääville puskurivarastoille pienenee. Työntekijöiden on jatkuvasti kehitettävä  
prosessia, jotta yrityksen toiminta pysyy laadukkaana ja tehokkaana. (Vuorinen 2014, 73.)

## **5.2 Lean 5S**

5S on menetelmä, jonka avulla tehdään parannuksia organisaation siisteyden ja järjestelmällisyyden  
ylläpitoon. Menetelmä on suosittu usealla eri toimialalla sen käytännönläheisyyden vuoksi, mutta sen  
toiminnan takaamiseksi työntekijöiden tulee noudattaa 5S:n eri vaiheita. Vaiheiden noudattaminen li-  
sää työviihtyvyyttä, työturvallisuutta, informaationkulkua ja vähentää työkalujen etsimiseen käytettyä  
aikaa, minkä seurauksena tuotantotehokkuus kasvaa. (Tehos 2024.)

### **5.2.1 Sortteeraus**

Työpisteen sortteerauksessa on tarkoitus lajitella työkalut kolmeen eri kategoriaan: tarpeettomiin, hyvä  
olla olemassa ja tarpeellisiin. Tarpeettomat työkalut hävitetään työpisteeltä, mikä lisää järjestelmälli-  
syyttä ja nopeuttaa siivous prosessia. ”Hyvä olla olemassa” -kategoria pitää sisällään työkaluja, joita  
käytetään satunnaisesti, ja nämä työkalut siirretään työpisteen lähettävyyteen. Lopuksi työpisteelle jä-  
tetään vain tarpeelliset työkalut, jotka ovat työn suorittamiselle kriittisiä. (Tehos 2024.)

### **5.2.2 Systematisointi**

Toisessa vaiheessa suunnitellaan, minne sortteerauksessa lajitetut työkalut menevät ja niiden säilytys-  
paikat merkitään. Työpisteiden ja kulkureittien rajaaminen helpottaa kunnossapitotöiden virtausta ja

luo niille omat varastointipaikat: rikkiäiset, keskeneräiset ja kunnostetut. Kulkureittien rajaaminen tehdasympäristössä lisää turvallisuutta. (Tehos 2024.)

### **5.2.3 Siivoaminen**

Siivoaminen aloitetaan työntekijän omalta työpisteeltä, jonka jälkeen yhteiset työpisteet siivotaan. Siivottu alue luo työpaikalla standardin miltä tilojen tulisi näyttää työpäivän alkaessa ja loppuessa. Siivoaminen helpottaa Lean-filosofian käyttöönottoa työpaikalla, sillä työn tulokset ovat heti nähtävillä. Tehdasalueella siistityt tilat lisäävät työviihtyvyyttä ja toimivat työpaikan markkinointikeinona tehdaskiertueella oleville ulkopuolisille. (Tehos 2024.)

### **5.2.4 Standardisointi**

Neljännessä vaiheessa on tarkoitus vähentää satunnaisuutta ja yhtenäistää työntekijöiden työtavat ja -menetelmät. Standardisoinnissa työntekijät keskenään päättävät: kuinka usein tiloja siivotaan, toimilaitteita tarkastetaan ja mitkä ovat niiden huoltoväliajat. Rutiinilistan luominen eri vaiheista ja töistä luo järjestelmällisyyttä, mikä vähentää virheiden tapahtumista kunnossapitotöissä. (Tehos 2024.)

### **5.2.5 Seuranta**

Aikaisemmin mainittujen vaiheiden seuranta on 5S:n tärkein vaihe. Seurannasta vastaa erityisesti esihenkilöt ja yrityksen johto, jotta työpaikalla säilytetään standardisoitu järjestyksen ja siisteyden taso. Tämä myös mahdollistaa työtapojen ja -menetelmien kehittämisen. Vaiheiden seuraaminen ja auditointi luo jatkumoa työpaikalla, mikä helpottaa työntekijöiden asenne- ja kulttuurimuutosta uusiin työskentelytapoihin. (Tehos 2024.)

## 6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelmät jakautuvat kahteen kategoriaan: määrällisiin ja laadullisiin. Tutkimusmenetelmiä voidaan yhdistää, jolloin saadaan kokonaisvaltaisempi näkemys tutkittavasta aiheesta. Tutkimusmenetelmän valitseminen perustuu yleensä siihen, mitä tutkitaan ja kuinka laaja tietokannan tulee olla, jotta tutkimuksesta saatavat tulokset ovat luotettavia. Määrällisen tutkimuksen tarkoitus on saada vastauksia kysymyksiin mikä, missä, kuinka usein ja kuinka paljon. Laadullinen tutkimus pyrkii saamaan vastauksia kysymyksiin miksi, miten ja minkälainen. (Heikkilä 2014, 15–17.)

### 6.1 Määrällinen tutkimus

Määrällistä tutkimusta voidaan kutsua myös tilastolliseksi tutkimukseksi. Tutkimuksessa pyritään saamaan vastauksia prosentiosuuksiin ja lukumääriin liittyviin kysymyksiin. Tutkimus vaatii riittävän suurta otantaa, jotta saatuja tuloksia voidaan arvioida tilastollisen päättelyn keinoin. Menetelmää käytetään, kun pyritään selvittämään ”tällä hetkellä” oleva tilanne, mutta sillä ei voi selvittää ”tämä hetken” tilanteen syitä. (Heikkilä 2014, 15.)

### 6.2 Laadullinen tutkimus

Laadullisessa tutkimuksessa pyritään selvittämään tutkittavaa kohdetta, sen käyttäytymistä ja syitä sille miksi kyseisiin päätöksiin on päädytty. Tutkimus menetelmä keskittyy pienempään otantaan ja se pyritään analysoimaan mahdollisimman tarkasti. Laadullisesta tutkimuksesta on haastava tehdä tilastollisia päätelmiä, sillä otanta on pieni ja haastateltavien vastaukset ovat yleensä tekstimuodossa. Tutkimuksen avulla voidaan kehittää tutkittavan kohteen toimintaa tai löytää syitä jatkotutkimusten tekemiselle. (Heikkilä 2014, 15.)

## 7 KYSELYTUTKIMUS

Opinnäytetyössä käytetyllä kyselytutkimuksella pyrittiin selvittämään Boliden Kokkolan muovi- ja kumikunnossapidon tämänhetkistä tilannetta ja löytämään menetelmiä, miten työn laatua voidaan parantaa yleisellä tasolla. Kyselytutkimus tehtiin Microsoft Formsilla ja se piti sisällään viisi kysymystä. Kysely oli suunnattu muovi- ja kumikunnossapidon työntekijöille. Yleisillä töillä tarkoitetaan kunnossapitotöitä, joita tehdään minimissään kuukauden välein. Kyselytutkimuksen tuloksia ei julkaista.

Kyselytutkimuksen vastausten perusteella lieviä ongelmakohtia olivat informaation kulkuun käytetty aika osastojen välillä, työpisteiden siisteys ja työkalujen etsimiseen käytetty aika. Työntekijät pitivät töitä melko turvallisena. Edellä mainittuja ongelmakohtia tutkitaan, miten niitä voidaan parantaa 5S:n avulla.

## 8 5S-SIMULOINTI MEMBRAANILEVYJEN KOKOONPANOSSA

Simulointi on prosessi, jossa järjestelmän tai ilmiön toimintaa mallinnetaan ja analysoidaan tietokoneella luodun mallin avulla. Simuloinnin avulla voidaan tutkia monenlaisia ilmiöitä ja järjestelmiä, kuten fyysisiä prosesseja, liikennettä ja taloudellisia tilanteita. Opinnäytetyössä käsitellään membraanilevyjen kokoonpanoa nykyisellä hetkellä ja 5S-parannusten jälkeen. Membraanilevyjen kokoonpano luokitellaan yleiseksi työksi, sillä niitä kasataan minimissään kerran kuukaudessa kunnossapitoryhmän toimesta. Simuloinnissa käytetyt parametrit on arvioitu omien kesätöiden perusteella vuonna 2023, sillä työn vaiheille ei ollut tehty yrityksen puolesta omia aikamääreitä. Simulointi on tehty Enterprise Dynamics-ohjelmalla. Simuloinnissa käytetään Product-atomia kuvaamaan osia, Source-atomia kuvaamaan tilannetta, jossa osia on valmiina, Server-atomi simuloi työnkestoa ja Assembler-atomilla esitetään kokoonpanon eri vaiheita. Kokoonpanosimulaatiossa on huomioitu lakisääteiset tauot käyttämällä Control ja Time Schedule atomeita. Kokoonpanoa suoritetaan yhdellä työntekijällä ja simuloinnissa tarkastellaan valmiiden levyjen tuotantomääriä. Kokoonpano tehdään hallissa, jossa on valmiille levyille, keskeneräisille levyille, levyn rungoille ja molemmille kumeille oma tilansa. Kumien muotoilut eroavat toisistansa, minkä seurauksena ne on jaettu omille paikoilleensa. Laipat, ruuvit, hylsy, massa-aine ja saranat mahtuvat pienemmälle tilalle.

### 8.1 Nykyinen kokoonpanoprosessi simuloituna

Kokoonpanoprosessin hitauteen vaikuttaa työpisteen siisteys; levyjä kasataan samoissa tiloissa, missä tehdään lasikuitutöitä, minkä seurauksena työpisteet ovat sotkuiset tai työtiloihin ei mahdu tekemään annettua työtä. Kokoonpanossa käytettävät laipat ja hylsy tulee hiekkapuhaltaa ennen niiden asennusta, tämä hidastaa kokoonpanoa, sillä hiekkapuhallus voidaan suorittaa etukäteen, mikäli työntekijällä on tieto niiden tarvittavuudesta. Kokoonpano tarvitsee omat työkalut, mitkä otetaan työntekijöiden työkalupakeista. Ongelma syntyy siitä, että työkalut ovat hyvin yleisiä ja niitä käytetään myös muissa kunnossapitotöissä tehdasalueella. Simulaatiossa on huomioitu työpisteen siivoaminen ja työkalujen hakeminen, näitten toimenpiteiden aikamääreet on arvioitu kyselytutkimuksen perusteella. Arvioitu aika on lisätty levyn kokoonpanon ensimmäiseen vaiheeseen. Nykyisellä toimintatavalla saadaan keskimäärin kolme levyä valmiiksi työpäivän aikana (TAULUKKO 1).

Results Table							
Observation	612000						
Warmup period	0						
Number of	20						
Simulation	Separate run						
Description							
Atom :	Valmiit levy						
		Average	St.Deviation	LB (95%)	UB (95%)	Minimum	Maximum
Valmiit levy		3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00

TAULUKKO 1. Lähtökohta simulaationtulokset.

## 8.2 Kokoonpanoprosessi 5S:n avulla

Simulaatiossa on hyödynnetty 5S-menetelmiä, minkä seurauksena laipat ja hylsyt ovat hiekkapuhallettu valmiiksi. Työpiste on etukäteen siistitty ja työkalut ovat omilla paikoillaan. Parannetussa simulaatio versiossa saadaan keskimäärin seitsemän levyä valmiiksi työpäivän aikana (TAULUKKO 2).

Results Table							
Observation	612000						
Warmup period	0						
Number of	20						
Simulation	Separate run						
Description							
Atom :	Valmiit levy						
		Average	St.Deviation	LB (95%)	UB (95%)	Minimum	Maximum
Valmiit levy		7.00	0.00	7.00	7.00	7.00	7.00

TAULUKKO 2. 5S simulaationtulokset.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyössäni selvitin Boliden Kokkola Oy:n muovi- ja kumikunnossapidon työryhmälle työn laatuun parantavia menetelmiä. Kunnossapitoryhmän nykytilannetta selvitin tutkimuskyselyllä ja omien kesätöiden perusteella. Päädyin tarkastelemaan parannuskeinoja 5S:n avulla, koska siitä löytyi kattavasti teoriaa ja sen tuomia etuja pystyin tarkastelemaan, niin itseni kuin yrityksen resurssit huomioon ottaen simuloinnin avulla.

Simuloinnin tulokset olivat positiivisia, sillä levyjen tuotantomäärä kasvoi kolmesta kappaleesta seitsemään. Nämä tulokset kuitenkin vaativat kokoonpanotyölle omat tilat, sillä nykyinen työpiste on samassa paikassa jossa tehdään lasikuitutöitä, mikä tekee työpisteestä ahtaan ja sotkuisen. Korjaamalla olevat esihenkilöt voisivat tiedustella, onko kokoonpanotyötä mahdollista tehdä viereisessä maalaustilassa. Kokoonpanotyötä tällä hetkellä tehdään trukkilavojen päällä. Kokoonpanoprosessin parantamiseksi työn voisi suorittaa rullattavalla tasolla, joka sisältäisi työkalulokerot tarvittaville työkaluille, näin työhön tarvittavat työkalut olisivat aina saatavilla. Simuloinnin tuloksista voidaan myös tehdä päätelmiä, miten työpisteiden siisteys ja työkalujen sijoittaminen määrätyille paikoilleen nopeuttavat kunnossapitotöitä.

Jatkotoimenpiteenä Boliden Kokkola Oy:n tulisi seurata 5S:n toimintaa; miten se vaikuttaa kunnossapitosuunnitelmiin? Tehdä järjestelmällistä kartoitusta toistuvista kunnossapitotöistä ja tutkia onko kunnossapitotöitä, jotka menevät useasti yli sallitun aikarajan ja mistä tämä johtuu.

## LÄHTEET

Boliden Kokkola. 2024a. *Maailmanluokan sinkkitehdas*. Saatavissa: <https://www.boliden.com/fi/operations/smelters/boliden-kokkola/>. Viitattu: 20.2.2024.

Boliden Kokkola. 2024b. *Boliden Kokkola - vastuullinen sinkintuottaja*. Saatavissa: <https://www.boliden.com/fi/operations/smelters/boliden-kokkola/vastuullisuus>. Viitattu: 21.2.2024.

Boliden Kokkola. 2024c. *Boliden Kokkola Sinkkiakatemia*. Saatavissa: <https://bolidenkokkola.fi/sinkkiakatemia/>. Viitattu: 21.2.2024.

Boliden Kokkola. 2024d. Boliden Kokkola Oy:n Kunnossapitostrategia 2024.

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9., uudistettu painos. Helsinki: Edita. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/book/978-951-37-6495-1>. Viitattu: 10.4.2024

PSK 6201. Kunnossapito: Käsitteet ja määritelmät. 4., uudistettu painos. Helsinki: PSK Standardisointi.

Tehos. 2024. Lean 5S. Saatavissa: <https://tehos.fi/lean-5s-opas/#hyodyt>. Viitattu: 20.3.2024.

Vuorinen, T. 2014. Strategiakirja: 20 Työkalua. 2., uudistettu painos. Helsinki: Talentum.

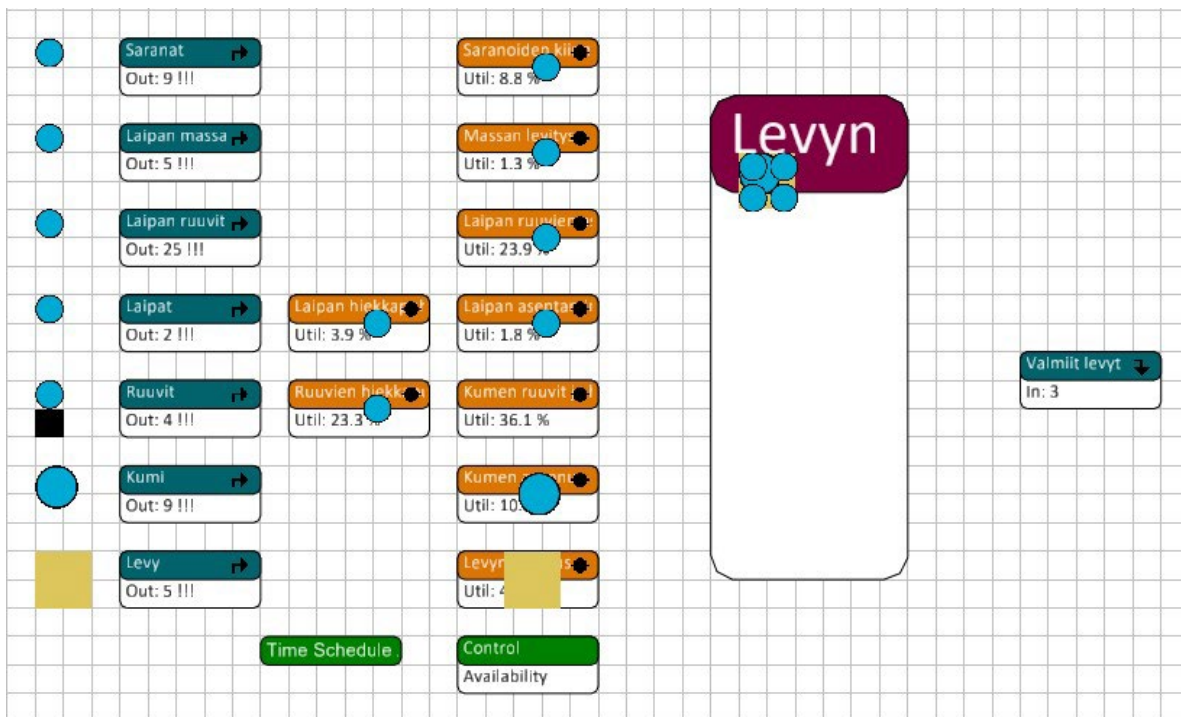
Kyselyn tarkoituksena on löytää kehityskohteita nykytilanteesta, jonka perusteella voidaan kehittää työn laatua yleisellä tasolla. Yleisillä töillä tarkoitetaan töitä, joita suoritetaan noin kuukauden välein.

1. Kuinka paljon aikaa mielestäsi kuluu yleisesti työkalujen löytämiseen ja valmisteluun ennen työn aloitusta?
2. Miten itse minimoisit ajankulun työkalujen löytämiseen ja valmisteluun?
3. Kuinka paljon aikaa mielestäsi kuluu yleisesti lupien saamiseen, valmisteluun ja yleiseen viestintään ennen työn aloittamista?
4. Kuinka paljon aikaa mielestäsi kuluu työpisteiden siivoamiseen, ennen työn aloittamista?
5. Ovatko yleiset työt turvallisia?

## SIMULAATIO

## Nykyinen

## Boliden Kokkola Oy



Source - Levy

General Visualization

Atom name: Levy

Settings

Inter-arrival time [s]: 4DS 0

Time till first product [s]: 4DS 2160

Number of products: 1. Unlimited

Send to: 1

Triggers

Trigger on creation: 10. Do Nothing

Trigger on exit: 4DS 0

Help Ok Cancel Apply

## SIMULAATIO

## Nykyinen

## Boliden Kokkola Oy

Server - Laipan hiekkapuhallus

General Specific Visualization

Atom name:

Settings

Setup time [s]:

Cycletime [s]:

Send to:

Input strategy:

Triggers

Trigger on entry:

Trigger on exit:

Trigger on end of setup:

Help Ok Cancel Apply

Server - Ruuvien hiekkapuhallus

General Specific Visualization

Atom name:

Settings

Setup time [s]:

Cycletime [s]:

Send to:

Input strategy:

Triggers

Trigger on entry:

Trigger on exit:

Trigger on end of setup:

Help Ok Cancel Apply

## SIMULAATIO

## Nykyinen

## Boliden Kokkola Oy

Table of Taukojen pituus

File Edit View

Dimensions

Rows:  Columns:

	Time	Down=1
1	hr(1)	0
2	hr(2)	0
3	hr(2.5)	1
4	hr(3)	0
5	hr(4.25)	1
6	hr(5.75)	0
7	hr(6.5)	1
8	hr(7)	0
9	hr(8)	0
10	hr(8.5)	0

Selected Cell Row:  Column:

Table of Levyn kasauspiste

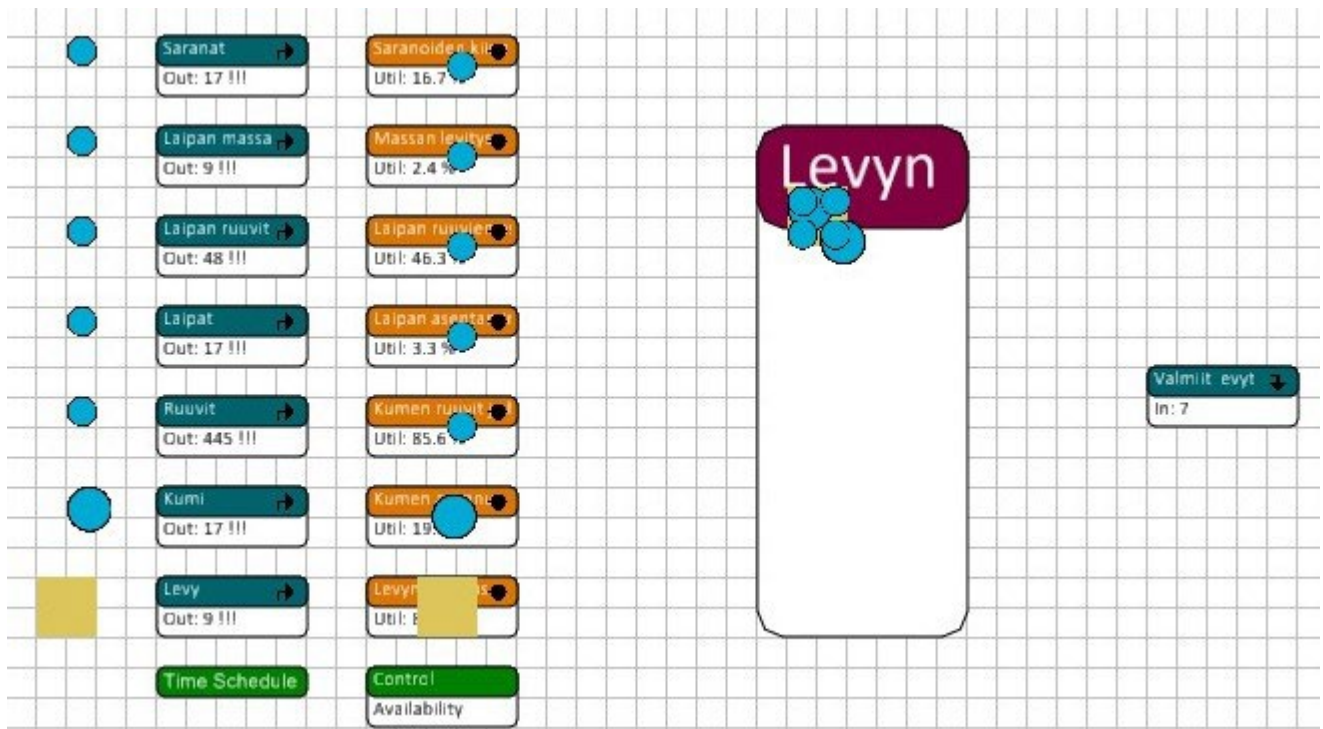
File Edit View

Dimensions

Rows:  Columns:

	Product 1
Input ch1	1
Input ch2	2
3	60
4	2
5	6
6	1
Input ch7	2

Selected Cell Row:  Column:



Source - Levy

General Visualization

Atom name: Levy

Settings

Inter-arrival time [s]: 4DS 0

Time till first product [s]: 4DS 0

Number of products: 1. Unlimited

Send to: 1

Triggers

Trigger on creation: 10. Do Nothing

Trigger on exit: 4DS 0

Help Ok Cancel Apply