

Tuomas Parpala

**MUUTOSEHDOTUS KATODILEVYJEN
SYÖTTÖLAITTEISTOON**

Boliden Kokkola Oy

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Joulukuu 2011

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikka ja liiketalous, Kokkola	Aika Joulukuu 2011	Tekijä/tekijät Tuomas Parpala
Koulutusohjelma Kemiantekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Muutosehdotus katodilevyjen syöttölaitteistoon Boliden Kokkola Oy		
Työn ohjaaja Staffan Borg	Sivumäärä 33	
Työelämäohjaaja Raimo Ahola		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella parannusehdotus Boliden Kokkola Oy:n valimon sulatusuunien katodilevyjen syöttöjärjestelmään. Nykyinen syöttölaitteisto on aikanaan suunniteltu nykyistä selvästi pienemmän valutuotannon tarpeisiin. Tehtaan valutuotannon kasvaessa on myös katodilevyjen syöttötarve lisääntynyt. Katodilevyjen syöttölaitteisto kykenee edelleen syöttämään tarvittavan määrän katodilevyjä sulatusuuneihin, mutta se toimii nykyisin jo niin lähellä maksimisyöttökapasiteettiaan, että syöttöhäiriöillä voi olla vaikutusta valimon valutuotantoon.</p> <p>Opinnäytetyössä kerrotaan aluksi yleisesti syöttölaitteiston toiminnasta ja sen jälkeen syöttölaitteiston eri osien toiminnasta. Seuraavaksi kerrotaan syöttölaitteistossa ja sen eri osissa ilmenevistä syöttöhäiriöistä.</p> <p>Nykyisen syöttölaitteiston toimintaa ehdotettiin parannettavaksi tekemällä muutoksia syöttölaitteiston eri osiin. Lisäksi laadittiin kuvaus mahdollisesta tulevaisuuden syöttölaitteesta.</p> <p>Johtopäätöksissä pohdittiin syöttölaitteistoon tehtävien muutosten hyötyjä.</p>		

Asiasanat

katodilevy, sinkki, syöttölaitteisto, trukki

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date December 2011	Author Tuomas Parpala
Degree programme Chemical Engineering Degree Program		
Name of thesis Proposal to improve the cathode plate feeding system at Boliden Kokkola of a zinc production plant		
Instructor Staffan Borg		Pages 33
Supervisor Raimo Ahola		
<p>The aim of the thesis was to design a proposal to improve the cathode plate feeding system of the smelting furnaces of the foundry at Boliden Kokkola Inc. The existing feeding system was designed in the 1980s for the need of notably smaller casting production. The growth of the casting production of the factory has increased the need of feeding cathode plates. The system is still able to feed the required amount of cathode plates into the smelting furnaces, but it works so close to its maximum feeding capacity that feeding failures may have affect the casting production.</p> <p>In the thesis, the function of the feeding system is first described in overview, after which the functions of the different parts of the system are described in more detail. Next, the thesis deals with the feeding failures which appear in the system and its different parts.</p> <p>The aim of the proposal was to enhance the function of the existing feeding system by making changes in the different parts of the feeding system. The thesis report also includes the draft of a possible future feeding system.</p> <p>The conclusions of the thesis report includes a discussion of the benefits of the improvements that were suggested to the feeding system.</p>		

<p>Key words cathode plate, feeding system, zinc, truck</p>
--

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 TOIMEKSIANTAJA	3
3 PROSESSIKUVAUS	4
4 SYÖTTÖLOGISTIIKKA	6
5 NYKYINEN SYÖTTÖLAITTEISTO	8
5.1 SYÖTTÖLAITTEISTO 1.1/2.1	10
5.1.1 Kippi	11
5.1.2 Nippukuljetin	12
5.1.3 Siirtonosturi	13
5.1.4 Kasetti	14
5.2 SYÖTTÖLAITTEISTO 1.2/2.2	16
5.2.1 Syöttönostin	16
5.2.2 Nippukuljetin	17
5.2.3 Nostin 2	17
5.2.4 Kippi	17
6 NYKYISEN LAITTEISTON ONGELMAT	18
6.1 SYÖTTÖLAITTEISTO 1.1/2.1 ONGELMAT	19
6.1.1 Kasetin ongelmat	20
6.1.2 Siirtonosturin ongelmat	20
6.1.3 Nippukuljettimen ongelmat	21
6.1.4 Kipin ongelmat	22
6.2 SYÖTTÖLAITTEIDEN 1.2/2.2 ONGELMAT	22
6.2.1 Syöttönostimen ongelmat	22
6.2.2 Kuljettimen ongelmat	23
6.2.3 Nostin 2:n häiriöt	23
6.2.4 Kipin häiriöt	23
7 MUUTOSEHDOTUS SYÖTTÖLAITTEISTOLLE	24
7.1 LAITTEISTON KUVAUS	24
7.1.1 Kasetti	26
7.1.2 Siirtonosturi	26
7.1.3 Nippukuljetin	27
7.1.4 Kippi	29

	5
7.2 TULEVAISUUDEN VISIO	29
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	32
LÄHTEET	33
KUVIOT	
KUVIO 1. Sinkin tuotantoprosessi	4
KUVIO 2. Syöttölogistiikka	6
KUVIO 3. Nykyinen syöttölaitteisto	9
KUVIO 4. Katodilevynippu kippipöydällä	12
KUVIO 5. Nippukuljetin	13
KUVIO 6. Siirtonosturi	14
KUVIO 7. Kasetti	15
KUVIO 8. Huono katodilevynippu	19
KUVIO 9. Uudistettu laitteisto	25
KUVIO 10. Teleskoopinosturi	27
KUVIO 11. Rullakuljetin	28
KUVIO 12. Visio tulevaisuuden laitteistosta	30

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella parannusehdotus Boliden Kokkola Oy:n valimon sulatusuunien katodilevyjen syöttöjärjestelmään. Opinnäytetyön aiheen sain ollessani työharjoittelussa Boliden Kokkola Oy:n sinkkivalimolla.

Valimon valutuotanto on kasvanut tehtaan alkuaikojen noin 80 000 tonnista vuodessa nykyiseen 306 000 tonniin vuodessa. Tulevaisuudessa on odotettavissa valutuotannon edelleen kasvavan tehtaan prosessin kehittyessä.

Koska kaikki valimossa valettava sinkki syötetään katodilevyinä syöttölaitteiden kautta sulatusuuneihin, on myös syötettävien katodilevyjen määrä kasvanut valutuotannon kasvun mukana. Tehtaan toiminnan aikana on syöttölaitteistoon tehty uudistuksia ja parannuksia syöttökapasiteetin lisäämiseksi. Näiden uudistusten ja parannusten myötä on syöttölaitteisto muotoutunut nykyisen kaltaiseksi.

Nykyinen syöttölaitteisto on alun perin suunniteltu nykyistä selvästi pienemmälle valutuotannolle, mutta laitteisto kykenee edelleen syöttämään tarvittavan määrän sinkkiä katodilevyinä sulatusuuneihin. Laitteisto toimii kuitenkin jo niin lähellä maksimisyöttökapasiteettiinsa, että häiriöiden ilmaantuessa niillä voi olla vaikutusta valimon valutuotantoon. Tämän vuoksi tavoitteena on löytää laitteistossa olevat ongelmakohdat ja suunnitella laitteiston toimintaa parantavia uudistuksia.

Opinnäytetyössä on haettu vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Onko nykyistä laitteistoa mahdollista parantaa? Miten laitteistoa voisi parantaa? Kuinka laitteiston häiriöitä saadaan vähennettyä?

Opinnäytetyön toisessa luvussa on esitelty opinnäytetyön toimeksiantaja ja sitä seuraavassa luvussa on kerrottu sinkkitehtaan prosessista. Neljännessä luvussa on käsitelty syöttölaitteiston logistiikkaa. Viidennessä luvussa on käyty läpi nykyisin käytössä olevaa syöttölaitteistoa ja sen eri osia. Kuudennessa luvussa on tuotu esille nykyisen laitteiston suurimmat ongelmakohdat ja seitsemännessä luvussa on yritetty löytää ratkaisuja näihin ongelmakohditiin muutosehdotuksessa. Seitsemännessä luvussa on myös esitelty tulevaisuuden visio

siitä, millainen syöttölaitteisto voisi olla tulevaisuudessa. Viimeisessä luvussa on kerrottu johtopäätökset.

Syöttölaitteistoon tehtävät muutosehdotukset pohjautuvat sekä toimeksiantajan kertomiin näkemyksiin että opinnäytetyön tekijän omiin kokemuksiin. Opinnäytetyön tekijä työskenteli kyseisen laitteiston parissa koneenkäyttäjänä, ja siinä yhteydessä laitteisto tuli tutuksi. Valokuvat laitteistosta (KUVIOT 4–8) on opinnäytetyön tekijä kuvannut toimeksiantajan luvalla yrityksen tiloissa. Kuvissa esiintyy nykyinen syöttölaite, johon parannuksia suunnitellaan. Laitteistoa kuvaavat hahmotelmat (KUVIOT 2, 3, 9 ja 12) on tehty toimisto-ohjelmilla.

2 TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Boliden Kokkola Oy. Toimeksiantajan toimipiste sijaitsee Kokkolan suurteollisuusalueella osoitteessa Outokummuntie 8, 67101 Kokkola.

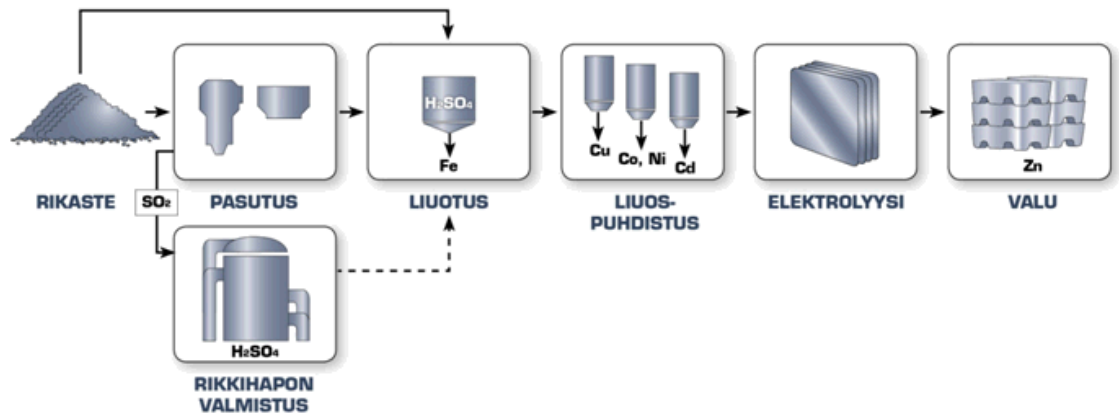
Nykyisin Kokkolan sinkkitehdas on osa ruotsalaista Boliden AB –konsernia. Boliden AB on Euroopan johtavia metallialan yrityksiä, jolla on sulattoja Suomessa (Kokkola ja Harjavalta), Ruotsissa (Bergsöe ja Rönnskär) ja Norjassa (Odda) sekä kaivoksia Ruotsissa (Aitik, Bolidenin alue ja Garpenberg) ja Irlannissa (Tara). Bolidenin toiminta keskittyy metallin jalostuksen alkuvaiheisiin eli malminetsintään, kaivostoimintaan ja sulattotoimintaan, lisäksi Boliden on myös merkittävä metallien kierrättäjä. Vuoden 2010 tietojen mukaan Boliden työllistää yhteensä noin 4400 henkeä. Konsernin päämetallituotteita ovat kupari ja sinkki, mutta niiden lisäksi tuotetaan myös lyijyä, kultaa ja hopeaa. (New Boliden 2011, 2–3.)

Kokkolan sinkkitehdas perustettiin vuonna 1969 Outokumpu Oyj:n toimesta. Vuonna 2003 Outokumpu myi sinkkitehtaan Boliden AB:lle, jossa Outokumpu pysyi vähemmistöomistajana vuoteen 2005 saakka, jolloin myi loputkin omistuksensa. (New Boliden 2011, 32–33.)

Kokkolan Bolidenin tehdas on keskittynyt sinkin ja sinkkiseosten tuotantoon. Sinkkimetalli toimitetaan asiakkaille 25 kilon harkkoina sekä jumboina, jotka painavat 1400–4300 kilogrammaa. Tehdas on 306 000 tonnin tuotantokapasiteetillaan Euroopan toiseksi suurin ja maailman neljänneksi suurin sinkkitehdas. Vuoden 2010 lopussa tehdas työllisti 544 henkeä, ja se on Kokkolan suurin yksityinen työnantaja. (New Boliden e 2011.)

3 PROSESSIKUVAUS

Boliden Kokkola Oy:n sinkin tuotantoprosessi koostuu kuvion 1 mukaisista vaiheista. Keskeisimmät tuotantovaiheet ovat pasutus, liuotus, elektrolyysi ja valu.



KUVIO 1. Sinkin tuotantoprosessi (New Boliden d 2011.)

Tehtaalle tulevan sinkkirikasteen sinkkipitoisuus on noin 50 %. Rikaste saadaan suurimaksi osaksi Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista ja Taran sinkkikaivoksesta Irlannista, mutta rikastetta hankitaan myös muilta tuottajilta. Pyhäsalmen kaivos on nykyään ainoa suomalainen tuottaja, joka toimittaa sinkkirikastetta Boliden Kokkola Oy:lle. (New Boliden f 2011.)

Pasutossa sinkkirikaste pasutetaan eli poltetaan pasutusuunissa 950 °C:n lämpötilassa. Rikasteessa sulfidisena esiintyvä sinkki muuttuu pasutuksessa sinkkioksidiksi ja rikki rikkidioksidiksi. Rikkidioksidi ja rikasteessa oleva elohopea höyrystyvät ja erottuvat muusta rikasteesta pasutuskaasuina, jolloin pasutosta saatavan pasutteen sinkkipitoisuus nousee 60 prosenttiin. Kuumista pasutuskaasuista otetaan jätelämpökattilassa lämpö talteen höyrynä, joka toimitetaan voimalaitokselle sähköntuotantoa varten. Jäähtyneistä pasutuskaasuista poistetaan kiinteät hiukkaset syklonissa ja sähkösuotimissa. (New Boliden c 2011.) Elohopea käsitellään puhtaaksi myyntituotteeksi ja rikkidioksidi toimitetaan rikkihappotehtaalle (Boliden Kokkola Oy 2008, 4.)

Liutossa sinkkipasute ja suoraliuotukseen kelpaava sinkkirikaste liuotetaan rikkihappoon, jota saadaan elektrolyysistä paluuhappona. Liuotuksessa rauta poistetaan liuksesta saostamalla jarosiittina. (Boliden Kokkola Oy 2008, 4.)

Liuospuhdistuksessa liuksesta poistetaan sinkin mukana lienneet epäpuhtaudet. Puhdistus suoritetaan kolmivaiheisesti. Kupari, koboltti, nikkeli ja kadmium ovat tärkeimmät poistettavat metallit. Kupari toimitetaan Boliden Harjavalta Oy:lle jalostettavaksi. (New Boliden b 2011.)

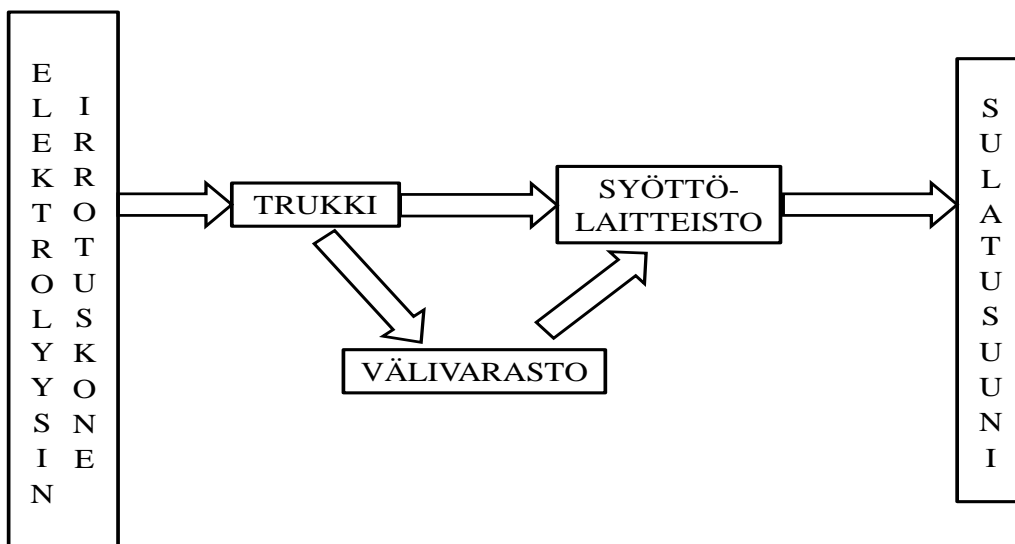
Elektrolyysissä sinkki pelkistetään sähkövirran avulla alumiinisen katodilevyn pinnalle. Sinkkilevyjen kasvu-aika on noin 36 tuntia, minkä jälkeen katodilevyt nostetaan liuosaltaasta ja vaihdetaan uusiin. Liuosaltaasta poistetut katodilevyt nostetaan automatisoidulle irrotuskoneelle, joka irrottaa sinkkilevyn katodilevyn pinnalta. Elektrolyysin tuottamia sinkkilevyjä kutsutaan katodilevyiksi, ja niiden sinkkipitoisuus on 99,95 %. (New Boliden a 2011.)

Valimossa elektrolyysin tuottamat katodilevyt syötetään syöttölaitteiston kautta sulatusuuneihin, joissa ne sulatetaan. Sulasta sinkistä valetaan 1400–4300 kg:n painoisia sinkkijumboja tai 25 kg:n painoisia sinkkiharkkoja. Asiakkaan tilaamiin tuotteisiin voidaan lisätä seosmetalleja asiakkaan toiveiden mukaisesti. Suurin osa Kokkolan laitoksessa valmistetusta sinkistä viedään EU:n alueelle. (Boliden Kokkola Oy 2008, 5.)

4 SYÖTTÖLOGISTIIKKA

Logistiikka on materiaali- ja informaatiovirtojen hallintaa. Tehokkaalla logistiikan hallinnalla yritys voi pitää toiminnastaan aiheutuvat kulut alhaisina. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 14–24.)

Katodilevyjen syöttöjärjestelmän logistiikkaa voidaan havainnollistaa kuviolla 2. Kuviossa 2 nuolet kuvaavat materiaalivirtaa eli tässä tapauksessa katodilevyjä.



KUVIO 2. Syöttölogistiikka

Valimon syöttötoiminnassa on interproduktiivista eli tuotannonvälistä kuljetusta. Tämän kaltainen kuljetus tapahtuu kesken jotain tiettyä valmistusprosessin osaa tai koko valmistusprosessin eri osa-alueiden välillä. Kuljetuksen kohteena on keskeneräinen tuote. Syöttötoiminnassa elektrolyysin irrotuskoneiden tuottamat katodilevyniput kuljetetaan syötön välityksellä valimon sulatusuuneihin. (Hokkanen ym. 2004, 101.)

Katodilevyjen välivarasto on puolivalmistevarasto. Siellä säilytetään tuotannon välivaiheiden välillä olevaa keskeneräistä tuotantoa eli tässä tapauksessa katodilevyjä. Katodilevyjen välivarasto täyttää lähde-teoksessa puolivalmistevarastolle esitetyt ominaispiirteet. Välivarasto toimii tuotannon mukaisesti, eli sen koko vaihtelee katodilevytuotannon ja valutuotannon erojen mukaisesti. Valutuotanto ja katodilevytuotanto ovat normaalisti lähes yhtä suuria. Välivaraston kokoa tarkkaillaan mittausten avulla. Välivaraston koko pyritään pitämään pienenä varastointikulujen minimoimiseksi. Toimitusten varmistamiseksi ylläpidetään pientä varmuusvarastoa. (Hokkanen ym. 2004, 140–145.)

Välivarasto toimii lifo–periaatteella (last in – first out), eli viimeisimpänä varastoon tullut tavara poistuu varastosta ensimmäisenä. Tämä johtuu siitä, että varastoa täytetään ja tyhjennetään samasta suunnasta. Varasto on tyypiltään pinovarasto. Elektrolyysin irrotuskoneiden tuottamia katodilevynippuja pinotaan kolme kappaletta päällekkäin ja ne varastoidaan varastoon peräkkäin. (Hokkanen ym. 2004, 146.)

Trukkia ja syöttölaitteistoa voidaan pitää logistisina työvälineinä. Katodilevyjen kuljetus irrotuskoneilta sulatusuuneihin suoritetaan näitä työvälineitä apuna käyttäen. (Hokkanen ym. 2004, 166.)

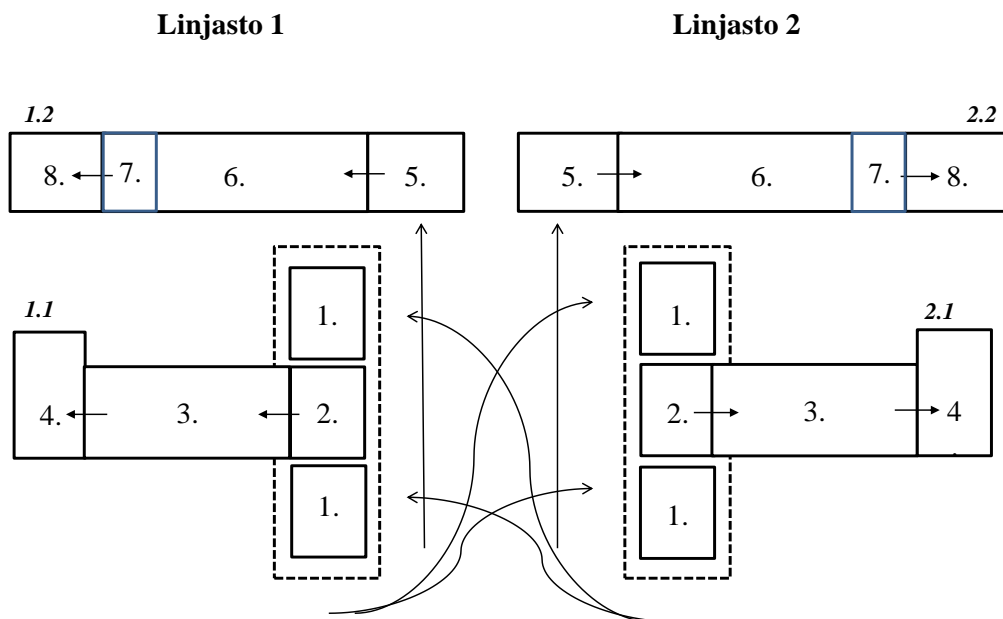
5 NYKYINEN SYÖTTÖLAITTEISTO

Syöttölaitteiston kanssa samassa tasossa toimii elektrolyysin irrotuskone, jonka tuottamia katodilevynippuja kuljetetaan trukilla syöttölaitteistoon. Katodilevyjä otetaan trukin piikkeihin enintään kolme kappaletta kerrallaan ja kuljetetaan kasetteihin.

Syöttäjän työtehtävä on prosessikaavion mukaisesti ensimmäinen työvaihe valimon prosessissa. Syöttäjän työtehtävänä on poistaa elektrolyysin irrotuskoneiden tuottamat katodilevyniput irrotuskoneiden kuljettimilta ja kuljettaa katodilevyniput joko valimon sulatusuunien syöttölaitteille tai katodilevyjen välivarastoon. Lisäksi syöttäjän työtehtäviin kuuluu huolehtia syöttölaitteiston toimivuudesta.

Syöttäjän tärkein työväline työtehtävässään on trukki. Trukkia käyttäen syöttäjä hakee katodilevyniput elektrolyysin irrotuskoneilta ja syöttää ne syöttölaitteiden syöttöpaikkoihin tai kuljettaa ne katodilevyjen välivarastoon myöhempää käyttöä varten. Syöttäjän on käytettävä trukkia myös joidenkin syöttölaitteiston häiriöiden selvittämiseen.

Elektrolyysin irrotuskone irrottaa katodin pinnalle elektrolyysin prosessissa kasvaneen sinkkipinnan. Sinkkipinta irtoaa katodilevyn pinnalta levynä irrotuskoneen iskiessä pintaa hakkurilla. Ironneita sinkkipintoja kutsutaan katodilevyiksi. Ironneet katodilevyt ovat elektrolyysiprosessissa kasvaneet päästään kiinni toisiinsa. Yleensä katodilevyt irtoavat toisistaan, mutta osassa levyistä näin ei tapahdu. Nämä toisissaan kiinni pysyneet katodilevyt aiheuttavat roikkulevyongelmia syöttölaitteen siirtonosturilla. Irrotuskone pinoaa irrottamansa katodilevyt katodilevynipuiksi ja siirtää ne poistokuljettimelle, josta valimon syöttäjä poistaa katodilevyniput trukkia käyttäen. Kuviossa 3 on esitetty katodilevyjen nykyinen syöttölaitteisto ja sen eri osat.



KUVIO 3. Nykyinen syöttölaitteisto

1. Kasetti
2. Siirtonosturi (katkoviiva kuvastaa siirtonosturin toiminta-alueita)
3. Nippukuljetin
4. Kippi
5. Syöttönostin
6. Nippukuljetin
7. Nostin 2
8. Kippi

Trukin ajolinjat on merkitty kuvioon nuolilla. →

Nykyisessä syöttölaitteistossa on kaksi erillistä linjastoa. Linjasto yhden kautta syötetään katodilevyjä valimon ykkössulatusuuniin ja linjasto kahden kautta kakkössulatusuuniin. Linjastot ovat lähestulkoon toistensa peilikuvia. Molemmat linjastot koostuvat kahdesta erillisestä syöttölaitteesta. Syöttölaitteet on rakennettu eri aikoina. Uudemmat syöttölaitteet on nimetty kuviossa 3 linjaston mukaan 1.1:ksi ja 2.1:ksi ja vanhemmat syöttölaitteet on nimetty 1.2:ksi ja 2.2:ksi.

Syöttölaitteisto toimii automaattisesti. Kun sulatusuunin pinnanmittaus ilmoittaa, että sulatusuunissa olevan sulan sinkin pinnankorkeus on laskenut tiettyyn raja-arvoon saakka, syöttölaitteisto saa käskyn syöttää katodilevynipun sulatusuuniin. Tämän jälkeen syöttölaitteisto syöttää katodilevynipun sulatusuuniin linjaston syöttövuorossa olevalta syöttölaitteelta. Syöttökuilun tukkeutumisen välttämiseksi syöttölaitteet syöttävät katodilevynippuja vuorotellen. Seuraavaksi kerron tarkemmin syöttölaitteiden 1.1/2.1 ja 1.2/2.2 toiminnasta sekä syöttölaitteiston eri osista ja niiden toiminnasta.

5.1 Syöttölaitteisto 1.1/2.1

Syöttölaitteiden 1.1/2.1 (kuviossa 3 merkitty 1.1 ja 2.1) nippukuljettimille mahtuu yhtä aikaa viisi katodilevynippua, ja syöttölaitteet toimivat seuraavalla tavalla. Kun sulan sinkin pinta sulatusuunissa on laskenut raja-arvoon saakka, syöttölaite saa automaattisesti syöttökäskyn. Syöttökäskyn saatuaan nippukuljetin siirtyy yhden asemapykälän eli nipun verran eteenpäin. Tällöin nippukuljettimella etummaisena oleva katodilevynippu siirtyy kippiasemaan ja takimmaisena oleva nippu poistuu nipunlaskupaikasta ja siirtyy yhden asemapykälän verran eteenpäin nippukuljettimella. Kun kuljetin on suorittanut yhden asemapykälän siirtymän, kippi ja siirtonosturi alkavat toimia.

Siirtonosturi alkaa toimia, kun anturi ilmaisee nipunlaskupaikan olevan tyhjä. Siirtonosturi siirtyy kotiasemastaan kasetin päälle, jonka jälkeen se laskeutuu alas kasettiin. Laskeutuminen pysähtyy, kun siirtonosturin pohjassa olevat tunnistimet tunnistavat saavuttaneensa ylimmän katodilevyn. Tällöin siirtonosturin kourat sulkeutuvat ja ottavat kasetista nipullisen katodilevyn. Kourien sulkeuduttua siirtonosturi nousee ylös, ulos kasetista. Tämän jälkeen siirtonosturi siirtyy nipunlaskupaikan ylle, jonka jälkeen siirtonosturi laskeutuu nipunlaskupaikkaan. Laskeuduttuaan nipunlaskupaikkaan siirtonosturin kourat avautuvat jättäen katodilevynipun nippukuljettimelle. Tämän jälkeen siirtonosturi nousee ylös kotiasemaansa, joka sijaitsee siirtonosturin yläasemassa suoraan nipunlaskupaikan yllä.

Kun ketjukuljetin on siirtänyt katodilevynipun kipille, kippi alkaa toimia. Ensiksi avautuu uunin luukku, joka peittää uunikuilun kipin ollessa passiivisessa tilassa. Seuraavaksi kippi laskeutuu ala-asemaan uuninkuilun päälle nostaen samalla katodinipun pystyyn kuilun ylle.

Seuraavaksi kipin pohja aukeaa päästäen katodilevyt tippumaan kuilua pitkin uuniin. Lopuksi kippi palautuu takaisin ylös kotiasemaansa sulkemalla pohjan, nousemalla yläasemaan ja sulkemalla uuninluukun.

5.1.1 Kippi

Kipin (merkitty kuvioon 3 numerolla 4) tehtävänä on kipata katodilevynippu uunin kuilun kautta sulatusuuniin. Ketjukuljetin kuljettaa katodilevynipun kippipöydälle, josta kippi ottaa katodilevynipun, kun se aloittaa toimintonsa. Kun kippaustoiminto alkaa, ensiksi aukeaa uunin luukku, joka estää uunikaasujen leviämisen syöttötilaan, silloin kun syöttölaitteiston syöttötoiminto ei ole aktiivinen. Kun uuninluukku on kokonaan auennut, kippaustoiminto alkaa. Kippi alkaa liikkua ala-asemaansa uunin kuilun päälle ja kaataa samalla rakenteensa ansiosta katodilevynipun pohjaluukkunsa päälle. Kipin saavutettua ala-asemansa kipin pohjaluukku alkaa aueta. Aukeamisen aikana alkavat katodilevynipun katodilevyt tippua pienissä erissä uunin kuiluun. Siihen mennessä kun pohjaluukku on kokonaan auennut, ovat kaikki katodilevyt normaalisti jo tippuneet uunin kuiluun. Kun pohjaluukku on saavuttanut auki asemansa, se odottaa asetetun viiveajan verran, ennen kuin alkaa sulkeutua. Pohjaluukun sulkeuduttua puoliksi myös kippi alkaa nousta yläaseemaansa. Kipin saavuttua yläaseemaansa ja pohjaluukun sulkeuduttua uunin luukku sulkeutuu peittäen uunin kuilun. Tällöin kippi on saavuttanut kotiasemansa ja on valmis uuteen syöttöön. Kippi koostuu kippiä liikuttavista hydraulikalaitteista, kippikehikosta, uuninluukusta sekä kipin toimintoja valvovista antureista. Kuviossa 4 katodilevynippu on saapunut kippipöydälle, ja on valmiina syötettäväksi kipillä uuniin.



KUVIO 4. Katodilevynippu kippipöydällä

5.1.2 Nippukuljetin

Nippukuljetin (merkitty kuvioon 3 numerolla 3) koostuu kahdesta ketjusta, joiden päällä katodilevyniput liikkuvat, ja ketjuja pyörittävästä hammasrataslaitteistosta. Nippukuljettimella on tilaa viidelle katodilevynipulle. Toimiessaan nippukuljetin liikkuu yhden askelpykälän verran eteenpäin. Tällöin katodilevyniput siirtyvät nippukuljettimella eteenpäin seuraavalla tavalla. Lähinnä kippiä oleva katodilevynippu siirtyy kippipöydälle, ja sen takana olevat katodilevyniput siirtyvät kukin yhden askelpykälän verran eteenpäin edellä olevan katodilevynipun aiemmalle paikalle. Kippipöydälle siirtynyt katodilevynippu kipaataan uuniin edellisessä luvussa kerrotulla tavalla ja nippukuljettimen toiseen päähän vapautuneeseen asemapaikkaan nostetaan uusi katodilevynippu siirtonosturilla. Kuviossa 5 on kuva nippukuljettimesta, ja sillä olevista katodilevynipuista.



KUVIO 5. Nippukuljetin

5.1.3 Siirtonosturi

Siirtonosturin (merkitty kuvioon 3 numerolla 2) tehtävänä on siirtää ja annostella katodilevyjä kasetista nippukuljettimelle kipille mahtuvina katodilevynippuina. Nippukuljettimen liikkua eteenpäin jää viimeisen katodilevynipun asemapaikka eli nipunlaskupaikka nippukuljettimella tyhjäksi. Tähän asemapaikkaan siirtonosturi hakee uuden katodilevynipun, kun anturi ilmaisee nipunlaskupaikan olevan tyhjä. Siirtonosturi hakee katodilevynipun kaseteista, joihin syöttäjä ajaa katodilevyjä. Hakiessaan katodilevyjä siirtonosturi siirtyy kotiasemastaan kasetin ylle. Tämän jälkeen siirtonosturi laskeutuu alas kasettiin, kunnes sen pohjassa olevat kosketusanturit ilmaisevat nosturin saavuttaneen ylimmän katodilevyn. Silloin laskeutuminen pysähtyy ja nosturin kourat alkavat sulkeutua. Kourien sulkeuduttua on siirtonosturi annostellut automaattisesti kipille sopivan kokoisen katodilevynipun.

Seuraavaksi siirtonosturi nousee ylös pois kasetista, jonka jälkeen se siirtyy nippukuljettimen ylle. Sitten siirtonosturi laskeutuu nippukuljettimen nipunlaskupaikkaan, jonka saavutettuaan se avaa kouransa ja nousee kotiasemaansa jättäen katodilevynipun nippukuljettimelle. Siirtonosturin kotiasema sijaitsee nipunlaskupaikan yläpuolella nosturin yläasemassa. Siirtonosturin tärkeimmät osat ovat nosturi rakenteineen ja nosturiin kiinteästi liitetty koura. Kuviossa 6 on kuva katodilevynippua siirtävästä siirtonosturista.



KUVIO 6. Siirtonosturi

5.1.4 Kasetti

Kasetti (merkitty kuvioon 3 numerolla 1) on laite tai pikemminkin kehikko, johon syöttäjä ajaa trukilla elektrolyysin tuottamia katodilevynippuja joko suoraan elektrolyysin irrotuskoneelta tai katodilevyjen välivarastosta. Kasetista siirtonosturi hakee syötettäviä katodilevynippuja.

Molemmilla uusilla syöttölaitteilla on kaksi kasettia. Tämän ansiosta syöttäjä voi rauhassa täyttää toista kasettia siirtonosturin hakiessa katodilevynippuja toiselta kasetilta. Lisäksi kasetteihin on asennettu liikennevalot työturvallisuuden lisäämiseksi. Kun liikennevalo palaa vihreänä, kasettiin on turvallista ajaa trukilla katodilevynippuja. Punainen valo ilmoittaa, että siirtonosturi on tulossa hakemaan katodilevynippua kyseisestä kasetista ja syöttäjän tulee odottaa tai syöttää katodilevyt toiseen syöttöpaikkaan.

Kasetti on teräksestä rakennettu tukeva kehikko. Yhteen kasettiin mahtuu kuusi elektrolyysin irrotuskoneen tuottamaa katodilevynippua, joten kasetin rakenteisiin kohdistuu suuri massa. Sortumisen estämiseksi on kasetteihin syöttöaukkoon asennettu sivulle heiluriportit, jotka väistyvät syötettäessä sivuun mutta vastustavat kasetista ulospäin suuntautuvaa liikettä. Kasetti, kasetin heiluriportti ja liikennevalot on nähtävissä kuviossa 7, joka on kuva kasetista.



KUVIO 7. Kasetti

5.2 Syöttölaitteisto 1.2/2.2

Vanhempi syöttölaitteisto on merkitty kuvioon 3 numeroilla 1.2 ja 2.2, ja se toimii seuraavalla tavalla. Syöttäjä ajaa trukilla katodilevynippuja syöttönostimelle, jossa syöttäjä leikkaa katodilevyniput trukinpiikkejä apuna käyttäen pienemmiksi uuninkuilusta mahtuviksi nipuiksi. Trukissa on lähetin, jota painamalla syöttäjä antaa kuljettimelle käskyn hakea valmis nippu pois syöttönostimelta. Kun kuljetin on hakenut valmiin nipun pois syöttönostimelta, syöttäjä voi tehdä uuden nipun. Kun laitteisto saa syöttökäskyn, kippi pudottaa jo kippiasemassa valmiina olevan katodilevynipun uuniin. Kipin palaututtua kuljetin ajaa nostinasemassa olevan nipun kipille. Seuraavaksi kuljetin ajaa itseään niin kauan eteenpäin, että seuraava nippu saapuu nostinasemaan. Nostin nostaa nipun ylös, jolloin nippu ei palaudu kuljettimen mukana takaisin kuljettimen palautuessa hakemaan nippua syöttönostimelta. Syöttölaitteiden 1.2/2.2 kautta voidaan syöttää irrotuskoneiden tuottamia huonoja katodilevynippuja paremmin kuin syöttölaitteilla 1.1/2.1. Tämä johtuu siitä, että huonojen nippujen ajaminen kasetteihin kunnolla on hankalaa, ja siitä, että ne aiheuttavat ongelmia siirtonosturin toiminnassa.

5.2.1 Syöttönostin

Syöttönostimella (merkitty kuviossa 3 numerolla 5) syöttäjä syöttää trukilla tuomiaan katodilevyjä vanhalle syöttölaitteelle. Syöttäjä ajaa trukilla kasan katodilevyjä syöttönostimelle, ja sen jälkeen kasa leikataan trukin piikeillä takapanssarilevyä vasten sopivan kokoiseksi. Syöttäjä jättää piikkien alapuolelle sopivaksi arvioimansa määrän katodilevyjä. Syöttäjän apuna arvioinnissa toimii takapanssarilevyyn leikattu neliönmuotoinen aukko. Jos aukko näkyy selvästi, on katodilevynippu silloin sopivan kokoinen. Uudemmassa syöttölaitteessa laite osasi ottaa automaattisesti oikean määrän katodilevyjä, mutta vanhemmassa syöttäjän täytyy manuaalisesti ottaa sopivan kokoinen määrä katodilevyjä.

Saatuaan katodilevynipun sopivan kokoiseksi, syöttäjä painaa trukissa olevan lähettimen nappia, jolloin nippukuljetin palautuu hakemaan katodilevynippua. Kun nippukuljetin on palautunut oikeaan kohtaan, nostin laskeutuu ala-asemaansa laskien katodilevynipun nostimensa välissä kulkevan nippukuljettimen ketjuille, jonka jälkeen nippukuljetin siirtyy yhden askelpykälän eteenpäin tyhjentäen syöttönostimen asemapaikan. Sen jälkeen nostin

nousee jälleen ylös, jolloin syöttäjä voi syöttää lisää katodilevyjä. Syöttönostin koostuu hydraulisesta nostinkoneistosta ja takapanssarilevystä.

5.2.2 Nippukuljetin

Nippukuljetin (merkitty kuviossa 3 numerolla 6) kuljettaa katodilevyniput syöttönostimelta askelodotuspaikkojen kautta nostin 2:lle ja siitä edelleen kipin kippipöydälle. Nippukuljetin toimii automaattisesti anturien tarkkaillessa kuljettimella olevien nippujen määrää ja asemapaikkaa. Automatiikan ohjaamana nippukuljetin palautuu hakemaan katodilevynipuja syöttönostimelta ja siirtää ne kippipöydälle. Nippukuljetin koostuu kahdesta ketjusta, niitä pyörittävästä hammasrataskoneistosta ja useasta nippujen asemaa tarkkailevasta anturista.

5.2.3 Nostin 2

Nostin 2 (merkitty kuviossa 3 numerolla 7) on ns. odotuspaikkanostin. Nostin sijaitsee nippukuljettimen kipinpuoleisessa päässä kuljettimen viimeisessä asemapaikassa ennen kippiä. Nostin nostaa kuljettimella olevan nipun, joka olisi seuraavaksi menossa kippipöydälle ylös, ja pitää nipun paikallaan, kunnes sen on aika mennä kippipöydälle. Tällöin nostin laskee nipun alas nippukuljettimelle, joka kuljettaa nipun kippipöydälle. Nostin koostuu hydraulisesta nostimesta, joka nostaa nipun irti nippukuljettimesta.

5.2.4 Kippi

Syöttölaitteilla 1.2/2.2 katodilevynippu on aina valmiina kipillä (merkitty kuviossa 3 numerolla 8) odottamassa syöttöä uunin kuiluun. Kippi toimii yksinkertaisesti kipin tavalla, eli saadessaan toimintakäskyn se kippaa katodilevynipun uunin kuiluun. Kippi koostuu kippipöydästä ja sitä liikuttavasta hydraulikkakoneistosta. Kippipöydän pinta koostuu teräsrullista, jotka parantavat nipun liukumista uunin kuiluun ja perille kippipöydälle.

6 NYKYISEN LAITTEISTON ONGELMAT

Nykyinen syöttölaitteisto on otettu käyttöön vuonna 1986 ja modifioitu vuonna 1995, joten ajantasaistaminen on toimeksiantajan mukaan tarpeellista. Uudet turvallisuusmääräykset vaikuttavat muutoksiin, ja lisäksi laitteisto voitaisiin saada nykyistä kustannustehokkaammaksi.

Nykyinen syöttölaitteisto on suunniteltu nykyistä pienemmän valutuotannon tarpeisiin. Syöttölaitteistolla ei ole enää ylimääräistä syöttökapasiteettia häiriötilanteiden tai pysyvän tuotannon kasvun tarpeisiin. Laitteistolla esiintyy säännöllisesti toistuvia syöttöhäiriöitä. Syöttöhäiriöt johtuvat itse syöttölaitteen toiminnasta tai irrotuskoneen tuottamista huonoista katodilevynipuista.

Syöttöhäiriöiden poistaminen kuuluu syöttäjän työtehtäviin. Havaitessaan syöttöhäiriön syöttäjän tulee poistaa se mahdollisimman pian. Syöttöhäiriöiden poistamiseen kuluu aikaa, joka on poissa syöttäjän muiden työtehtävien hoidosta. Vaikean syöttöhäiriön poistamiseen voi kulua jopa niin paljon aikaa, että sillä on vaikutusta valimon valutuotantoon ja elektrolyysin irrotuskoneiden toimintaan.

Elektrolyysin irrotuskoneiden tuottamissa katodilevynipuissa on laadullisia eroja. Hyvä irrotuskoneiden tuottama katodilevynippu koostuu katodilevyistä, jotka ovat sopivan paksuisia ja ehjiä, ja nippu itsessään on täysin suora. Katodilevyt eivät aina ole sopivan paksuisia, tai ne ovat rikkoutuneita tai vääntyneitä. Irrotuskone voi myös pinota koko katodilevynipun hieman vinoon tai pinota yksittäisen levyn vinottain nippuun. Nämä irrotuskoneen tuottamien katodilevynippujen huonot ominaisuudet aiheuttavat huomattavia ongelmia syöttölaitteilla. Kuviossa 8 on esimerkki irrotuskoneen tuottamasta huonosta katodilevynipusta.



KUVIO 8. Huono katodilevynippu

Ahdas syöttötila hidastaa katodilevyjen syöttämistä trukilla kasetteihin. Katodilevyjen syöttäminen trukilla syöttölaitteistoon on tilan puutteen vuoksi hankalaa. Ajolinjan epäonnistuksessa ei trukin korjausliikkeille ole ylimääräistä tilaa. Trukin piikkien varassa olevat katodilevyniput ovat herkästi kaatuvia, joten syöttäjän tulee ajaa trukkia huolellisesti ahtaassa työtilassa.

6.1 Syöttölaitteisto 1.1/2.1 ongelmat

Syöttölaitteilla 1.1/2.1 huomattavimmat laitteisto-ongelmat aiheutuvat siirtonosturin ja kipin toiminnan yhteydessä. Siirtonosturin nostaessa katodilevynippua kasetista saattaa siirtonosturissa olevasta nipusta jäädä roikkumaan yksittäisiä katodilevyjä. Nämä roikkuvat levyt ovat painavia ja saattavat pudota siirtonosturin otteesta korkealta siirron aikana, mikä on huomattava turvallisuusriski. Kipillä esiintyy häiriöitä rajojen toiminnassa. Kipissä on useita liikkuvia osia, joilla on kaikilla on omat rajansa. Jos jokin kipin osa ei saavuta omaa rajaansa, kipin toiminta keskeytyy siihen.

6.1.1 Kasetin ongelmat

Nykyisissä kaseteissa on suurimpana työturvallisuushkana kasetteihin syötettyjen katodilevyjen muodostaman pinon sortuminen. Tältä on suojauduttu rakentamalla kasetteihin heiluriportit, jotka estävät pinoa kaatumasta mutta sallivat syötön liukumalla syrjään syötettävän nipun edestä. Heiluriportit estävät kasetteihin pinotun katodilevypinon sortumisen tehokkaasti, kun katodilevypino on pinottu huolellisesti suoraksi ja kasetin perälle.

Nykyisiin kasetteihin on hidasta syöttää trukilla katodilevyjä, koska syöttötila on ahdas. Syöttötilassa olevien kasettien sijainnin vuoksi joutuu syöttäjä ajamaan trukilla tiettyjä ajolinjoja pitkin lähestyessään kasetteja. Nämä ajolinjat ovat kapeita suurelle trukille, jolla on katodilevynippu piikeissään. Trukinpiikeissä oleva katodilevynippu on lisäksi helposti kaatava ja rajoittaa näkyvyyttä trukista. Ajolinjojen kapeuden ja huonon näkyvyyden vuoksi syöttäjä joutuu ajamaan rauhallisesti syötettävät katodilevyniput kasetteihin, koska törmäykset ajolinjaa reunustaviin syöttöalueen rakenteisiin saattaisivat kaataa katodilevynipun syöttötilan lattialle, jolloin syöttäjältä kuluisi ylimääräistä aikaa kaatuneiden levyjen keräämiseen. Katodilevyjen huolellinen pinoaminen kasetteihin suoriksi pinoiksi vaikuttaa suoraan siirtonosturin tekemien nippujen suoruteen, mutta ennen kaikkea se tekee pinosta vakaan ja näin ehkäisee pinon sortumavaaraa.

Siirtonosturilta tippuvat roikkulevyt aiheuttavat syöttäjälle ylimääräistä työtä, sillä kasettiin tippuvat levyt jäävät joskus poikittain pinoon. Kasettiin poikittain jääneet levyt on suoritettava, koska ne voivat aiheuttaa ongelmia siirtonosturin toiminnalle, minkä lisäksi ne myös vaikeuttavat katodilevyjen syöttämistä kasetteihin.

6.1.2 Siirtonosturin ongelmat

Siirtonosturilla eniten ongelmia aiheuttavat ”roikkulevyt”. Roikkulevyt jäävät roikkumaan siirtonosturin kasetista ottaman katodilevynipun pohjasta. Elektrolyysin irrotuskoneen irrottaessa katodilevyt katodin pinnalta jäävät katodilevyt yhä toisesta päästä kiinni toisiinsa, jolloin siirtonosturin kourien ottaessa kiinni tällaisten levyjen välistä jää alempi katodilevy roikkumaan katodilevynipun pohjalta.

Roikkulevyt muodostavat huomattavan vaaratekijän työturvallisuudelle, koska ne ovat painavia ja voivat siirron aikana tippua korkealta milloin vain ja mihin tahansa. Suurin osa roikkulevyistä tippuu jo kasetissa siirtonosturin noustessa suurempia ongelmia aiheuttamatta, mutta osa levyistä pysyy kiinni aina siihen asti, kunnes siirtonosturi aloittaa sivuttaisliikkeensä. Tällöin roikkulevyt törmäävät kasetin rakenteisiin ja saavat siirtonosturin huojumaan vajereidensa varassa. Huojuva siirtonosturi voi mennä jopa häiriötilaan, mutta useimmiten huojunta on niin vähäistä, että nosturi jatkaa nipun siirtoa loppuun saakka. Tällöin on vaarana, että huojuva nosturi laskee nipun vinoon nippukuljettimelle, mistä aiheutuu ongelmia myöhemmin nippukuljettimella ja kipillä.

Joskus roikkulevyt tippuvat nippukuljettimelle nipunlaskupaikkaan laskettavan nipun alle. Nipunlaskupaikkaan tippuneet levyt aiheuttavat ongelmia nipun laskemiselle nippukuljettimelle, nipun liikkumiselle nippukuljettimella ja nipun saapumiselle kippipöydälle.

Siirtonosturilla esiintyy myös rajoista johtuvia häiriöitä. Siirtonosturilla rajat tarkkailevat ja ohjaavat siirtonosturin liikkeitä. Kaikissa rajoissa voi ilmetä häiriöitä, niistä esimerkiksi yksi on nipunlaskupaikkaa tarkkailevan raja-anturin häiriö. Nipunlaskupaikan anturi liikkuu tärähdysten voimasta eikä enää osoita oikeaan kohtaan. Tällöin anturi ei enää tunnista, milloin nipunlaskupaikka on tyhjä, eikä välitä siirtonosturille toimintakäskyä.

6.1.3 Nippukuljettimen ongelmat

Nippukuljettimen ongelmat johtuvat enimmäkseen jo siirtonosturilla alkaneista ongelmista. Vinoniput ja kuljettimelle tippuneet katodilevyt aiheuttavat suurimman osan nippukuljettimen häiriöistä.

Nippukuljettimella syöttäjä poistaa trukin avulla vinoniput ja nippujen alle pudonneet irtolevyt. Vinonippujen poistamisen ajaksi syöttäjän on kytkettävä laitteisto pois automaattisesta ajotilasta, jottei nippukuljetin ala liikkua poistamisen aikana. Poistamisessa käytetään trukin lisävarusteisiin kuuluvia pitkiä piikkejä. Pitkien piikkien varaan otettu poistettava nippu on epävakaa ja hyvin helposti kaatuva, joten syöttäjä joutuu olemaan varovainen sen siirron aikana. Saatuaan poistetun nipun siirretyksi syöttäjä kytkee syöttölaitteen automaattitilaan ja syöttää poistetun nipun uudelleen syöttölaitteistoon. Yksittäisenkin vinonipun

poistamiseen kuluu syöttäjältä aikaa, ja koska vinonippuja esiintyy syöttölaitteistossa melko usein, niillä on työllistävä vaikutus.

6.1.4 Kipin ongelmat

Kipille tyypillisiä ongelmia ovat rajaongelmat. Kipissä on useita vuorollaan liikkuvia osia, joista jokaisen on saavutettava raja-asemansa, ennen kuin kipin seuraava osa kykenee aloittamaan oman toimintansa. Rajojen aiheuttamat häiriöt johtuvat raja-anturin rikkoutumisesta, anturin toiminnan sekoittavista roskista tai siitä, että kipin osa ei liiku raja-asemaansa saakka.

Vinoniput ja niput, joiden alla on vinottain olevia irtolevyjä, aiheuttavat kipille saakka tullessaan ongelmia. Kippipöydän anturi, jonka tehtävänä on tunnistaa kippipöydälle saapunut nippu, ei tunnista vinossa kippipöydälle saapunutta nippua. Nipun alle jäänyt pohjalevy törmää kippipöydällä kipin perään ja vastustaa nipun liikettä niin paljon, ettei nippu pääse perille asti kippipöydälle. Nämä niput joudutaan poistamaan myös trukin pitkiä lisäpiikkejä käyttäen.

6.2 Syöttölaitteiden 1.2/2.2 ongelmat

Syöttölaitteilla 1.2/2.2 esiintyy häiriötilanteita, jotka vaativat syöttäjän puuttumista asiaan. Kaikilla syöttölaitteiden osilla esiintyy häiriöitä. Eri osien häiriöistä on kerrottu alla tarkemmin. Häiriöiden poistamiseksi ja syöttölaitteiston saamiseksi takaisin automaattitilaan syöttölaitteistoa joudutaan ajamaan käsin.

6.2.1 Syöttönostimen ongelmat

Syöttönostimella nippujen tekeminen on hidasta. Syöttäjän on ensiksi ajettava katodilevynippu tarkasti syöttönostimelle opastinten avulla, koska syötettävä katodilevynippu peittää näkyvyyden. Seuraavaksi syöttäjän täytyy leikata katodilevynippu sopivan kokoiseksi

trukkia käyttäen. Nippua leikattaessa katodilevyjä voi tippua lattialle tai poikittain tehdyn nipun päälle, jolloin syöttäjä joutuu keräämään ja suoristamaan levyjä.

6.2.2 Kuljettimen ongelmat

Kuljettimella ongelmia aiheuttaa nippujen törmäily toisiinsa. Kuljettimen törmäykset johtuvat anturivioista ja huonoista nipuista. Huonoissa nipuissa on esimerkiksi harottavia katodilevyjä, jolloin nippu vie niin paljon tilaa, että se törmää sitä edeltävään tai seuraavaan nippuun.

6.2.3 Nostin 2:n häiriöt

Nostimella 2 ongelmia aiheutuu nostimen toiminnan yhteydessä. Kun nostin nostaa nostinpaikalle 2 tulleen nipun ylös, nostettava nippu voi osua takana olevaan nippuun. Kuten edellisinkin luvun kuljettimen ongelmissa, niin myös nostin 2:n ongelmat johtuvat nipuista, joissa on harottavia katodilevyjä. Niput ovat voineet törmätä jo kuljettimella, mutta ongelma ilmenee vasta silloin, kun nostin nostaa nipun ylös.

6.2.4 Kipin häiriöt

Syöttölaitteiden 1.2/2.2 kipeillä häiriöitä aiheutuu, kun nippu ei mene perille kippiin. Tällöin takana tuleva odotuspaikalle menevä nippu törmää kyseiseen nippuun ja aiheuttaa laitteiston menemisen häiriötilaan. Kyseisessä tilanteessa syöttäjä joutuu ajamaan nipun perille käsiajolla ja ajamaan laitteiston käsiajolla valmiustilaan, ennen kuin voi kytkeä automatiikan päälle. Laitteiston käsiajo on hidasta ja aikaa vievää.

Kippauksessa ylisuuri nippu voi tukkia koko uuninkuilun suuaukon ja jäädä siihen jumiin. Tällöin kippi ei pääse sulkeutumaan ja laitteisto ajautuu häiriötilaan. Suuaukolle jumiin jääneet niput voivat olla vaikeasti laukaistavissa, mutta syöttäjän on laukaistava tukos rautakangen avulla.

7 MUUTOSEHDOTUS SYÖTTÖLAITTEISTOLLE

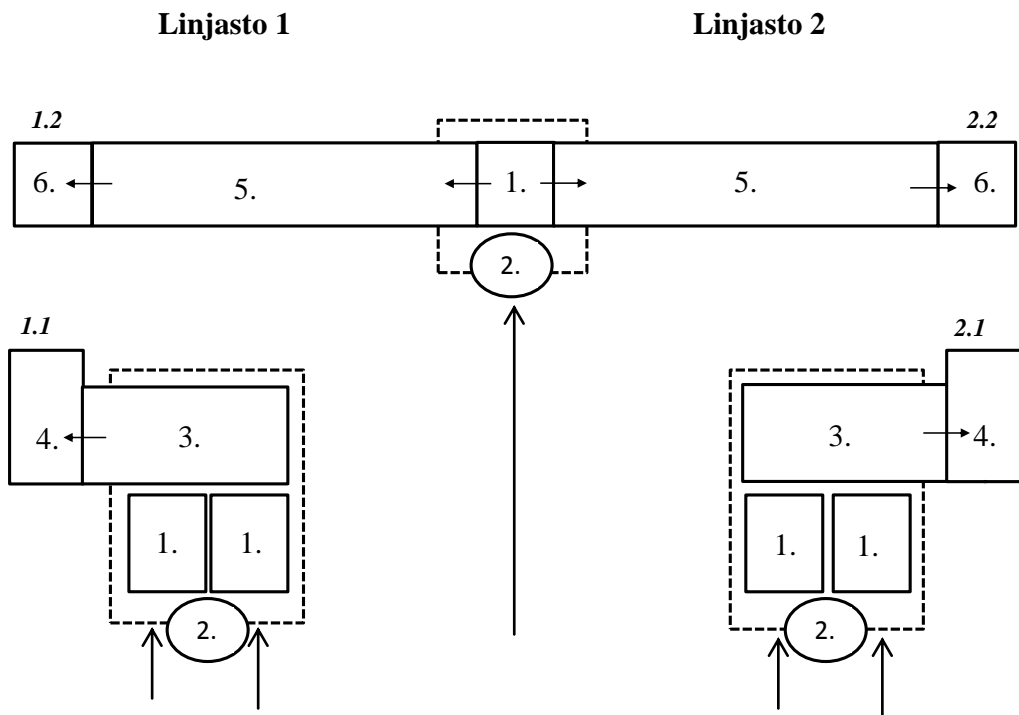
Syöttölaitteistolle tehdyssä muutosehdotuksessa keskityttiin parantamaan nykyisen syöttölaitteiston toimintaa. Laitteistoon tehtävillä muutoksilla on pyritty lisäämään syöttölaitteiston syöttökapasiteettia ja vähentämään syöttölaitteistossa esiintyvien häiriöiden määrää sekä helpottamaan syöttäjän työskentelyä. Lisäksi muutosehdotuksessa on mietitty ratkaisuja, joilla pystytään parantamaan syöttölaitteiston työturvallisuutta.

Laitteiston muutokset koostuvat syöttölaitteiston eri osiin tehtävistä parannuksista. Parannusten tavoitteena on parantaa syöttölaitteiston eri osien toimintaa nykyiseen verrattuna. Laitteiston eri osien parempi toiminta vähentää syöttöhäiriöiden määrää nykyiseen verrattuna ja mahdollistaa nykyistä suuremman syöttömäärän. Lisäksi syöttäjän työtehtävän helpottamiseksi on laitteistoon tehty muutoksia, joiden tarkoituksena tehdä katodilevyjen syöttäminen trukilla helpommaksi.

Muutosehdotuksen lisäksi laadittiin myös tulevaisuuden visio. Tulevaisuuden visio on tekijän ehdotus mahdolliseksi tulevaisuuden syöttölaitteeksi.

7.1 Laitteiston kuvaus

Muutosehdotuksessa syöttölaitteiston toiminta säilyy pääperiaatteeltaan nykyisen syöttölaitteiston kaltaisena. Huomattavimmat muutokset ovat syöttölaitteille 1.2/2.2 tuleva siirtonosturi sekä syöttölaitteiden 1.1/2.1 kasettien uudelleen sijoittelu. Nykyiset nippukuljettimet korvataan rullakuljettimilla kaikilla syöttölaitteilla. Kipit säilyvät muutosehdotuksessa entisen kaltaisina. Nykyiset siirtonosturit korvattaisiin teleskooppinostureilla, jolloin vajereiden heilunnasta aiheutuvista ongelmista siirtonosturilla päästäisiin eroon. Kuviossa 9 on esitetty hahmotelma muutosehdotuksen mukaisesta uudistetusta syöttölaitteistosta.



KUVIO 9. Muutosehdotuksen mukaisesti uudistettu laitteisto

1. Kasetti
2. Siirtonosturi (katkoviiva kuvastaa siirtonosturin toiminta-alueita)
3. Nippukuljetin
4. Kippi
5. Nippukuljetin
6. Kippi

Nuolet kuvaavat trukin ajolinjoja →

Työturvallisuuden vuoksi syöttölaitteisto ympäröidään turva-aidalla. Turva-aidan tarkoituksena on estää asiain liikkuminen syöttölaitteiston toiminta-alueella laitteiston toiminnan aikana. Trukin toiminta-alueita ei voida ympäröidä kiinteällä turva-aidalla. Siirrettävä turva-aita on mahdollinen ratkaisu trukin toiminta-alueilla, joissa trukilla ajo ei ole jatkuvaa. Kasettien luona trukiliikenne on jatkuvaa ja turva-aidan jatkuva siirtely ei tule kysymykseen. Kasettien kohdalla turva-aita voitaisiin jättää avoimeksi ja rakentaa kasetteihin itsessään aita vastaava turvamekanismi.

7.1.1 Kasetti

Kuviossa 9 kasetit on esitetty numerolla 1. Kasetit sijoitetaan nykyisten syöttölaitteiden 1.1/2.1 elektrolyysinpuoleiselle sivulle ja yksi kasetti sijoitetaan nykyisten syöttölaitteiden 1.2/2.2 väliin. Tällöin syöttäjän ei enää tarvitse syöttää katodilevyjä kasetteihin ahtaassa syöttötilassa. Tämän muutoksen tavoitteena on tehdä katodilevyjen syöttämisestä kasetteihin helpompaa ja tätä kautta nopeuttaa työskentelyä.

Syöttölaitteiden 1.2/2.2 väliin sijoitettavan kasetin tarkoitus on nopeuttaa syöttäjän työskentelyä poistamalla nykyisin syöttölaitteilla 1.2/2.2 tapahtuva nippujen leikkaaminen. Kasettiin ajettavat katodilevyt annostellaan uuden siirtonosturin avulla sopivan kokoisiksi nipuiksi ja siirretään syöttölaitteiden 1.2/2.2 kuljettimille.

Kasetit rakennettaisiin nykyisiä kasetteja matalammiksi, jolloin niiden sortumisesta aiheutuva vaara työturvallisuudelle vähenisi. Matalammassa kasetissa katodilevypino ei pääse vinoutumaan yhtä helposti kuin nykyisissä kaseteissa.

7.1.2 Siirtonosturi

Kuviossa 9 katkoviivat kuvaavat karkeasti siirtonostureiden uusia toiminta-alueita. Muutossuunnitelmassa siirtonostureita rakennetaan kolme kappaletta ja ne sijoitetaan kuvion 9 mukaisille paikoille. Nykyisten syöttölaitteiden 2.1/2.2 luokse rakennettava siirtonosturi annostelee ja siirtää katodilevyniput syöttölaitteiden väliin sijoitettavasta kasetista molemmille uusille rullakuljettimille. Nykyisten syöttölaitteiden 1.1/2.1 läheisyyteen sijoitettavat siirtonosturit nostelevat uudelleen sijoitetuista kaseteista sopivan kokoisiksi annostelemiin nippuja uusille rullakuljettimille. Rullakuljettimille määritetään asemapaikka tai –paikkoja, joihin siirtonosturi laskee niput.

Uudet siirtonosturit vaativat, että niitä varten on rakennettava kokonaan uusi nostureiden tukirakenne. Tukirakennetta suunniteltaessa on otettava huomioon, ettei tukirakenne saa estää trukin pääsyä kipille ja kippiä edeltävään nippukuljettimen nipunasemapaikkaan, koska näistä asemista on poistettava laitteiston tuottamia huonoja nippuja. Tukirakenne

rajoittaa myös kasettien sijoitusmahdollisuuksia, koska kasettien tulee sijaita siirtonosturin tukirakenteiden sisäpuolisella alueella.

Uudet siirtonosturit tulevat olemaan teleskooppinostureita. Teleskooppirakenteen ansiosta päästään eroon vajereiden heilunnasta irtolevyjen yhteydessä, mikä on aiheuttanut vinonippujen muodostumista nippukuljettimille nykyisessä laitteistossa syöttölaitteilla 1.1/2.1. Siirtonosturin päähän asennetaan koura, joka voi pyöriä vapaasti akselinsa ympäri vaakatasossa. Tämän ansiosta nosturi kykenee kääntämään siirrettävän nipun matkalla nippukuljettimelle mahdollistaen kasettien uudelleenlaisen sijoittelun.

Siirtonosturia hankittaessa täytyy ottaa huomioon massa, jota nosturi joutuu nostamaan. ”Nosturin nostokyvyn tulisi olla vähintään 10–15 % suurempi kuin nostettavan taakan paino” (Nostoapuvälineet Turvallisuus 2010, 13). Nostettava katodilevynippu painaa arviolta 1,5 tonnia. Esimerkki tähän tarkoitukseen sopivasta teleskooppinosturista löytyy Algol Technics -nimisen yrityksen tuotevalikoimasta (KUVIO 10).



KUVIO 10. Teleskooppinosturi (Algol Technics a 2011.)

7.1.3 Nippukuljetin

Nippukuljettimet muutetaan nykyään käytössä olevista ketjukuljettimista rullakuljettimiksi. Rullakuljettimet mahdollistavat logiikan, jossa siirretään vain yhtä katodilevynippua kerrallaan. Tästä ominaisuudesta voi olla hyötyä häiriötilanteiden selvittämisessä. Rullakuljettimissa saattavat rullien väleihin ajautuvat katodilevyt olla ongelma. Tältä voidaan suojautua asentamalla rullien väleihin teräslevyt.

Huonojen katodilevynippujen poistamiseksi tulee nippukuljettimelle suunnitella asemapaikka, josta huono katodilevynippu olisi helposti poistettavissa. Sopivia paikkoja katodilevynipun poistolle voisivat olla syöttölaitteilla 1.1/2.1 nippukuljettimen alkupäässä siirtonosturin nipunlaskupaikka sekä nippukuljettimen kippipöytää edeltävä nipunasemapaikka. Kippipöytää edeltävässä nipunasemapaikassa voidaan rullat sijoitella niin, että rullien välille jää paikat trukin piikeille. Tämän ansiosta voi syöttäjä poistaa huonon nipun nopeasti nippukuljettimelta. Nipunlaskupaikassa jouduttaneen käyttämään erikokoisia rullia, jotta trukin piikeille saadaan järjestettyä tilaa. Syöttölaitteilla 1.2/2.2 nipunpoistopaikka voidaan tehdä siirtonosturin nipunlaskupaikkaan. Trukin piikeille saadaan tilaa rullien sijoittelun avulla. Jotta trukille saadaan ajolinja tähän paikkaan, syöttölaitteiden 1.1/2.1 nippukuljettimet jouduttaneen rakentamaan nykyisiä nippukuljettimiä lyhemmiksi. Tämän vuoksi kyseisille nippukuljettimille jäisi todennäköisesti tilaa neljälle katodilevynipulle.

Rullakuljetinta hankittaessa tulee varmistua, että kuljettimen maksimikuorman kantavuus on riittävän suuri. Syöttölaitteilla 1.1/2.1 yksittäisen katodilevynipun massa on keskimäärin yli 2 t. Laskettaessa nippukuljettimeen kohdistuvaa massaa olisi katodilevynipun massaksi syytä arvioida 2,5 t. Jos nippujen määrä nippukuljettimella on 4, kokonaismassa olisi tällöin 10 t. Jotta nippukuljettimen kestävyys saadaan varmistettua täytyy massaan vielä lisätä sopiva varmuuskerroin. Kuviossa 11 on esimerkki rullakuljettimesta.



KUVIO 11. Rullakuljetin (Algol Technics b 2011.)

7.1.4 Kippi

Syöttölaitteiden 1.1/2.1, että syöttölaitteiden 1.2/2.2 kippien rakenne jää muutosehdotuksessa nykyisenkaltaiseksi. Nykyiset kipit ovat perustoiminnaltaan toimivia. Ne tiputtavat katodilevyt uuniin sopivan kokoisina annoksina, jotka läpäisevät hyvin uunin tuhkatatjan mutta eivät roiski sulaa sinkkiä uunissa.

Nykyisellä syöttölaitteistolla osa kipin häiriöistä johtuu kippiä edeltävien syöttölaitteiston osien toiminnasta. Parantamalla näiden laitteiston osien toimintaa myös kipillä esiintyvät häiriöt vähenevät. Kipin itsessään aiheuttamista häiriöistä on osa antureiden toiminnasta johtuvia. Antureiden uudelleen sijoittelu voi parantaa antureiden toimintaa ja siten osaltaan vähentää kipin häiriöiden määrää.

7.2 Tulevaisuuden visio

Tulevaisuudessa syöttölaitteiston täydellinen uudistaminen tulee ajankohtaiseksi. Tässä luvussa kerron ehdotuksestani tulevaisuuden syöttölaitteistoksi, joka toimisi täysin automaattisesti ja syöttäjän työtehtävä olisi syöttölaitteiston toiminnan valvonta. Kuviossa 12 on hahmotelma tulevaisuuden kuvitteellisesta syöttölaitteistosta.

kuljetin, jossa on tilaa 4-5 katodilevynipulle. Nämä katodilevyniput toimivat syöttölaitteen välittömänä syöttövarana.

Toimiakseen rullakuljetin tarvitsee useita kääntöpöytiä, joilla ohjataan nippujen kulkua. Ensimmäisellä kääntöpöydällä (kuviossa merkitty numerolla 1) eri irrotuskoneilta tulevat kuljettimet yhdistetään syöttölaitteille johtavaan kuljettimeen. Toisella kääntöpöydällä (kuviossa merkitty numerolla 2) ohjataan nippuja syöttölaitteiden 1.1 ja 2.1 syöttökuljettimille ja eteenpäin kohti kolmatta kääntöpöytää. Kolmannella kääntöpöydällä (kuviossa merkitty numerolla 3) ohjataan nippuja syöttölaitteiden 1.2 ja 2.2 syöttökuljettimille. Neljäs kääntöpöytä (kuviossa merkitty numerolla 4) ohjaa nippuja välivarastoon rullakuljettimelta.

Kaikki syöttölaitteiston kipit suunnitellaan siten, että ne kykenevät syöttämään samankokoisia nippuja. Tällöin elektrolyysin irrotuskoneet voivat tuottaa suoraan syöttöön sopivia nippuja, koska nipuista ei tarvitse tehdä erikokoisia eri kipeille.

Välivarastossa toimii samanlainen nosturi kuin irrotuskoneillakin. Tämän nosturin tehtävänä on huolehtia katodilevynippujen välivarastoinnista. Kun nippu saapuu välivarastoon rullakuljetinta pitkin, nosturi noutaa nipun rullakuljettimelta ja kuljettaa sen välivarastoon. Välivarastossa nosturi asettaa niput hyllypaikkoihin. Välivarastoon rakennetaan hyllyköt, joiden väleissä nosturi mahtuu liikkumaan. Hyllypaikka rakennetaan siten, että laskiessaan nipun hyllypaikkaan nippu laskeutuu kolmen tukipienan päälle. Nosturi laskeutuu vielä vähän alaspäin ja pääsee sitten vapaasti peruuttamaan pois hyllypaikasta tukipienojen välistä. Hyllyjä voidaan rakentaa useaan kerrokseen hallin korkeuden ja lattian kantavuuden ollessa rajoittavina tekijöinä.

Suurimmat esteet tulevaisuuden vision syöttölaitteiston rakentamiselle ovat laitteiston sijoittuminen elektrolyysin huoltokulkureitille sekä katodilevyjen välivaraston lattian kantavuus.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin laatimaan parannusehdotus Boliden Kokkola Oy:n valimon sulatusuunien syöttölaitteistolle. Opinnäytetyössä käytiin läpi nykyisen syöttölaitteiston toimintaa ja syöttölaitteistossa esiintyviä häiriöitä sekä tarkasteltiin syöttöä logistisesti. Syöttölaitteistolle laadittiin muutosehdotus sekä tulevaisuuden visio. Logistisesti syötöllä on selkeä tehtävä. Syötön tehtävänä on kuljettaa elektrolyysin irrotuskoneiden tuottamat katodilevyniput valimon sulatusuuneihin.

Nykyistä syöttölaitteistoa on mahdollista parantaa tekemällä nykyiseen syöttölaitteistoon muutoksia. Muutosten avulla syöttölaitteistossa esiintyvien häiriöiden määrää saadaan vähennettyä, jolloin syöttölaitteiston toiminta paranee. Syöttölaitteiston parempi toiminta vähentää syötöstä johtuvia valutuotannon ongelmia. Kasettien uudelleen sijoittaminen parantaa kasetteihin johtavia trukin ajolinjoja, mikä helpottaa katodilevyjen syöttämistä kasetteihin. Tämä nopeuttaa syöttäjän työskentelyä.

Nykyiseen syöttölaitteistoon ehdotetut muutokset eivät poista roikkulevyjen muodostumista. Roikkulevyjen muodostuminen johtuu katodilevyn irrotuksesta katodin pinnalta sekä siirtonosturin kouran yhteisvaikutuksesta. Muutosehdotuksessa pyrittiin vähentämään roikkulevyistä aiheutuvia ongelmia. Erityisesti siirtonosturiin tehtävät muutokset vähentävät roikkulevyistä aiheutuvia ongelmia. Roikkulevyistä johtuvien häiriöiden väheneminen parantaa koko syöttölaitteiston toimintaa. Tulevaisuuden visiossa roikkulevyongelmasta päästään eroon, koska laitteistossa ei ole roikkulevyongelmaa aiheuttavaa siirtonosturia.

LÄHTEET

Algol Technics a. Teleskooppihaarukkanosturit. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.algoltechnics.fi/tuote?ala=01&id=04.01.01&tuote=11238774>. Luettu 14.10.2011.

Algol Technics b. Rullakuljetin RAZ. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.algoltechnics.fi/tuote?ala=01&id=01.01.02&tuote=11238703>. Luettu 14.10.2011

Boliden Kokkola Oy. 2008. Sinkkiteknologian edelläkävijä. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/\(WebSiteMapDocs\)/D94FCE15EA35D529C125720D00272B76/\\$file/Kokkola%20komp2008_fi.pdf](http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/(WebSiteMapDocs)/D94FCE15EA35D529C125720D00272B76/$file/Kokkola%20komp2008_fi.pdf). Luettu 28.9.2011.

Hokkanen, S., Karhunen J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

New Boliden. 2011. Bolidenin yhteiskuntavastuuraaportti 2010. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.com/www/en/bolidenen.nsf/\(WebSiteMapDocs\)/71E9D5B93745B9C8C125725E0050AE51/\\$file/Boliden_HR10_FIN.pdf](http://www.boliden.com/www/en/bolidenen.nsf/(WebSiteMapDocs)/71E9D5B93745B9C8C125725E0050AE51/$file/Boliden_HR10_FIN.pdf). Luettu 28.9.2011.

New Boliden a. Elektrolyysi. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/6a6d10da1982060ac125720d00328d36?OpenDocument>. Luettu 1.10.2011.

New Boliden b. Liuospuhdistus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/dcf92b4a139e3756c1256d9600213f86/dcc58443611fd7abc125720d0031f98d?OpenDocument>. Luettu 1.10.2011.

New Boliden c. Pasutus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/951b4d7cbfc58bc6c1256df80037d8f3/0f4e0a4a11cbb58ec125720d003beb9a?OpenDocument>. Luettu 1.10.2011.

New Boliden d. Tuotantoprosessi. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/%28WebPagesByID%29/EB0BE64732BDBF1CC125720D0031658B?OpenDocument&CategoryNr=03>. Luettu 1.10.2011.

New Boliden e. Yleistä. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/\(WebSiteMapDocs\)/d94fce15ea35d529c125720d00272b76](http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/(WebSiteMapDocs)/d94fce15ea35d529c125720d00272b76). Luettu 28.9.2011. Luettu 1.10.2011.

New Boliden f. Raaka-aineet. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/\(WebPagesByID\)/DCC58443611FD7ABC125720D0031F98D?OpenDocument&CategoryNr=03](http://www.boliden.se/www/bolidense.nsf/(WebPagesByID)/DCC58443611FD7ABC125720D0031F98D?OpenDocument&CategoryNr=03). Luettu 1.10.2011

Nostoapuvälineet Turvallisuus. 2010. Tampere: Työsuojeluhallinto