

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TUKES11

2016

Tuukka Venho

KUPARIN LIUKENEMINEN VIRTAKISKOLTA

Tuukka Venho

KUPARIN LIUKENEMINEN VIRTAKISKOLTA

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat kuparin liukenemiseen kuparisilta virtakiskoilta elektrolyyttiliuokseen ja miten liukenevan kuparin määrää saataisiin vähennettyä. Syynä liukenemiseen on hapan elektrolyyttiliuos, jota pääsee kiskoille anodin- ja katodinvaihdossa, kun ylikulkevassa nostovaunussa olevat levyt tiputtavat liuosta. Asiaa selvitettiin tarkastelemalla aiempia tutkimuksia ja ottamalla liuosnäytteitä altaiden ylivuodosta eri toimenpiteiden aikana.

Tuloksista selviää, että liuoksen kuparipitoisuus on pienempi, kun katodinvaihdossa puolipukkinosturin nostovaunussa on puolen minuutin viive ennen kuin se lähtee kuljettamaan levyjä altaiden yli. Tämä on käytössä oleva ja toimiva toimintamalli.

Aiemmin on kokeiltu, auttaako jos altaat peitetään katodinvaihdon ajaksi, jolloin virtakiskoille ei pääse tippumaan liuosta. Kuparipitoisuus pieneni, mutta altaiden kuumenemisen ja altaissa muodostuvan vedyn aiheuttaman räjähdysvaaran vuoksi tämä ei ole käytössä oleva tapa. Jatkossa voisi kokeilla, auttaako pelkästään virtakiskojen peittäminen, jolloin aiemmin mainittuja ongelmia ei pitäisi esiintyä.

Välivirtakiskon pinnoittamista lyijyllä on myös yritetty. Se auttoi kuparin liukenemiseen, mutta pinnoite oli liian lyhytikäinen. Pinnoite kului pois noin kahdeksassa kuukaudessa. Hallin olosuhteiden vuoksi kiskoille tuskin löytyy sellaista pinnoitetta, joka on toimiva, kestävä ja kannattava.

Etvirtakiskon päällä on suoja, jota pidetään yleensä paikallaan, altaan 15 katodinvaihtoa lukuun ottamatta. Näytteiden perusteella tämä vähentää kuparin määrää ylivuotoliuoksessa. Useimmat puolipukkinosturin käyttäjät toimivat juuri näin.

Virtakiskojen peseminen lisää kuparin liukenemistä pesuajankohdasta riippumatta. Pesemättä jättäminen ei kuitenkaan ole toimiva ratkaisu prosessin muun toiminnan kannalta. Likaiset virtakiskot huonontavat virtahyötysuhdetta ja aiheuttavat eristinpaloja. Etenkin etu- ja takavirtakiskot tulisi pestä aina katodinvaihdon yhteydessä.

ASIASANAT:

Kupari, virtakisko, elektrolyysi

Tuukka Venho

DISSOLUTION OF COPPER FROM THE BUSBAR

The goal for this thesis was to find out which factors affect copper dissolution from the copper-made busbars to an electrolytic solution and the possibility to reduce the amount of dissolving copper. The reason for the dissolution is the acidic electrolytic solution which has access to the busbars during the anode and cathode exchange. The solution drips from the anode and cathode plates to the busbars while the transfer car goes over them. This event is studied by examining previous researches and taking samples from the reservoirs' overflow during different measures.

The results show that the copper concentration of the solution is smaller when the semi-gantry crane's transfer car has thirty seconds delay before it transfers plates over the reservoirs during the cathode exchange. This is practical way and it is in operational use.

It has been tried before to cover the reservoirs during the cathode exchange. This way the solution has no access to the busbars. The amount of copper is reduced but because of overheating and danger of explosion, due to hydrogen, this is not a functional approach. It is worth trying if covering of only the busbars would prevent these problems.

Coating the busbar with lead has also been tested. This reduced copper concentration but the coating was too short-aged. The coating wears off in about eight months. Because of the circumstances in the cell house hall, it is very challenging to find a coating which is functional and durable.

There is a cover on top of the frontal busbar, which is usually in place excluding the cathode exchange in the reservoir no. 15. According to the samples, this lowers the copper percentage in an overflow solution. Most semi-gantry crane operators work like this.

Washing the busbars increases the amount of dissolving copper, no matter how long it has taken since the last cathode exchange. But leaving the busbars unwashed is not good decision for the rest of the process. Dirty busbars decrease the efficiency of the current and cause insulator fires. Especially the frontal and rear busbars should always be washed after the cathode exchange.

KEYWORDS:

Copper, busbar, electrolysis

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 YRITYKSEN ESITTELY	7
2.1 Boliden	7
2.2 Boliden Kokkola	8
3 BOLIDEN KOKKOLAN TUOTANTOPROSESSI	10
3.1 Pasutto	10
3.2 Puhdistamo	11
3.3 Elektrolyysi	12
3.4 Valimo	13
4 KUPARIN LIUKENEMINEN	15
4.1 Syy	15
4.2 Katodinvaihto	16
4.3 Vaikuttavia tekijöitä	17
4.3.1 Valumisaika	17
4.3.2 Altaiden peittäminen	18
4.3.3 Virtakiskojen pinnoittaminen	20
4.3.4 Etuvirtakiskon suojaaminen	21
4.3.5 Virtakiskojen peseminen	22
5 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	28

KUVAT

Kuva 1. Bolidenin toimipaikat (Boliden 2016a.)	8
Kuva 2. Tuotannon vientireittejä (Boliden Kokkola 2016c.)	9
Kuva 3. Boliden Kokkolan sinkintuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2016f.)	10
Kuva 4. Pasuton prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)	11

Kuva 5. Puhdistamon prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)	11
Kuva 6. Elektrolyysin prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)	12
Kuva 7. Katodisinkkiä (Boliden 2016b.)	12
Kuva 8. Valimon prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)	13
Kuva 9. Sinkkijumboja (Boliden Kokkola 2016a.)	14
Kuva 10. Elektrolyyttiallas (Boliden Kokkola 2008a.)	15
Kuva 11. Puolipukkinosturi (Boliden Kokkola 2008a.)	16
Kuva 12. Katodit nostovaunussa altaiden päällä (Boliden Kokkola 2008a.)	16
Kuva 13. Viivetutkimuksen tulos (Cu-tutkimus 2003 2003.)	17
Kuva 14. Altaiden peittäminen, ennen irrotusta. (Cu liukeneminen 2002.)	18
Kuva 15. Altaiden peittäminen, ei peitettyä. (Cu liukeneminen 2002.)	19
Kuva 16. Altaiden peittäminen, peitettyä. (Cu liukeneminen 2002.)	19
Kuva 17. Cu-pitoisuudet lyijypinnoitteisella kiskolla (Välivirtakiskojen lyijypinnoitus 2008.)	20
Kuva 18. Pinnoite maaliskuussa ja marraskuussa (Välivirtakiskojen lyijypinnoitus 2008.)	21
Kuva 19. Etuvirtakiskon suoja paikallaan/pois	22
Kuva 20. Ilman pesuja/Pesu joka altaan jälkeen (1-pää)	23
Kuva 21. Ilman pesuja/Pesu joka altaan jälkeen (2-pää)	23
Kuva 22. Ennen ja jälkeen pesun (katodinvaihdosta 0–1,5h)	24
Kuva 23. Ennen ja jälkeen pesun (katodinvaihdosta 38–39h)	25

1 JOHDANTO

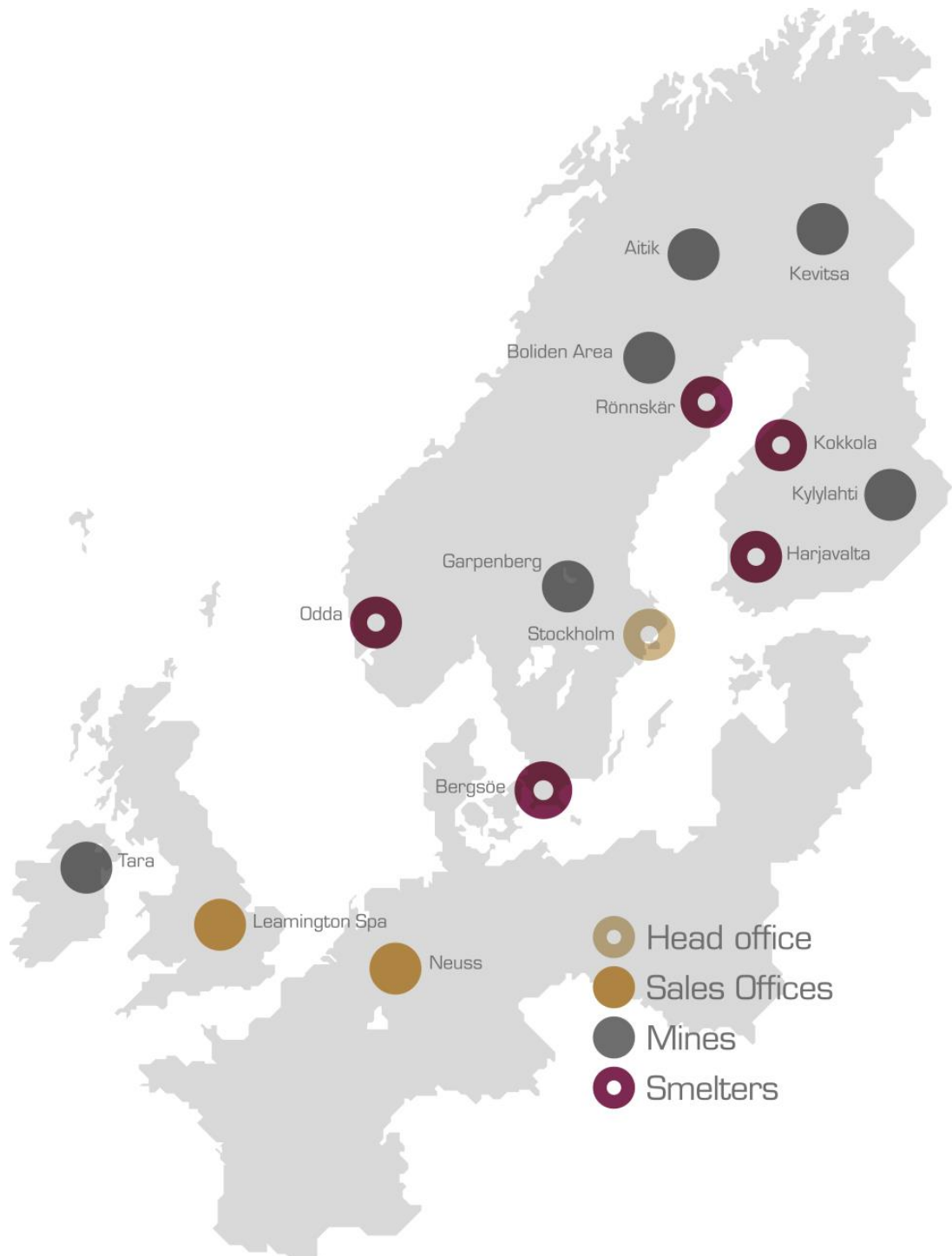
Tämän opinnäytetyön aiheena on kuparin liukeneminen virtakiskoilta. Boliden Kokkolan elektrolyysillä ei ole aiemmin tutkittu kovin kattavasti, miten katodisinkkiin päätyvän kuparin määrää voidaan vähentää. Aihetta on tärkeä tutkia, koska tehtaassa valmistamassa erityispuhtaassa sinkissä (Zn-% >99,995) sallitaan erittäin vähän epäpuhtauksia ja kupari on yksi niistä.

Työn tavoitteena on saada uutta tietoa kuparin liukenemisestä ja selvittää miten, sen määrää voisi vähentää. Kuparin määrään vaikuttavia tekijöitä on erittäin monia. Tässä työssä keskityn tutkimaan valumisaikaa, alaiden peittämistä, virtakiskojen pinnoittamista, etuvirtakiskon suojaamista ja virtakiskojen pesemistä. Lähdeaineistona käytän pääasiassa aiemmin tehtyjä tutkimuksia, omia tutkimuksiani aiheesta sekä Boliden Kokkolan QF-tietokantaa (Quality First). Yhteenvedossa pohdin, millaisia tuloksia saatiin ja miten niiden perusteella voisi päivittää toimintatapoja.

2 YRITYKSEN ESITTELY

2.1 Boliden

Boliden on pohjoismainen kaivos- ja sulattoyhtiö. Sen päätuotteita ovat sinkki ja kupari, joiden lisäksi se tuottaa myös kultaa, hopeaa ja lyijyä. Yhtiön henkilöstömäärä on 4900 henkeä, joista 1100 Suomessa. Boliden on listattu Tukholman pörssissä, ja sen liikevaihto on 3,9 miljardia euroa. Toiminta on saanut alkunsa vuonna 1924 Ruotsin Bolidenissä tehdystä kultalöydöstä. Boliden omistaa kuusi kaivosaluetta ja viisi sulattoa Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Irlannissa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Tukholmassa. (Boliden Kokkola 2016c.)

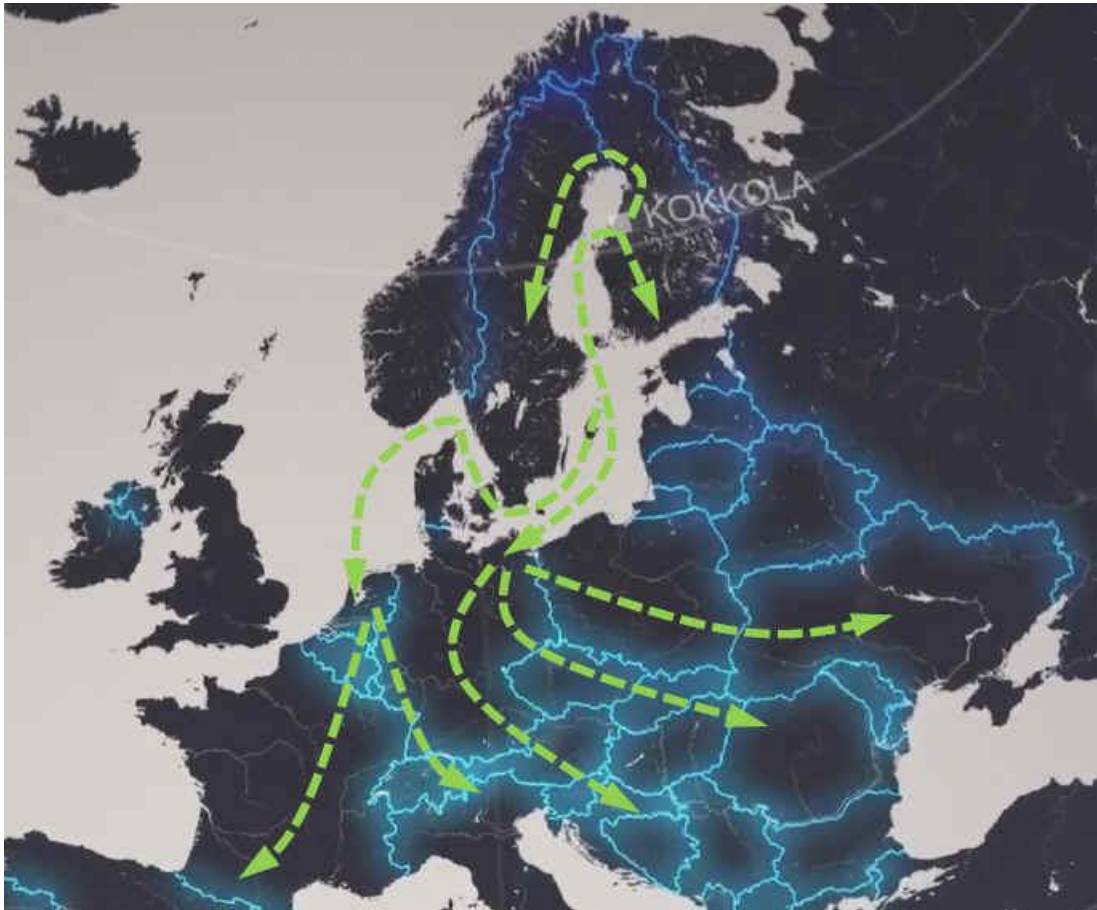


Kuva 1. Bolidenin toimipaikat (Boliden 2016a.)

2.2 Boliden Kokkola

Boliden Kokkola on perustettu vuonna 1969, ja se työllistää 540 henkeä. Tehtaan päätuotteet ovat puhdas sinkki ja sinkitystuotteet. Sen vuosittainen tuotantokapasiteetti on

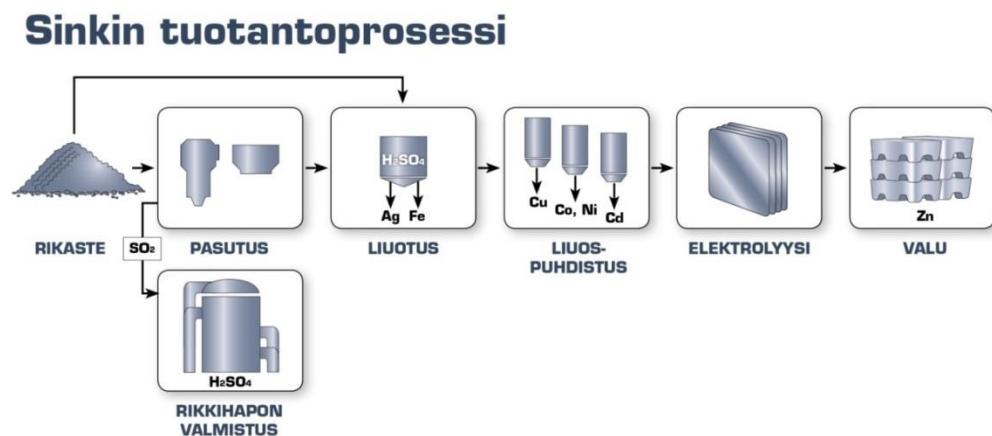
315000 tonnia, jonka arvo on yli 400 miljoonaa euroa. Boliden Kokkola onkin Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Tuotevalikoima sisältää yhteensä noin 40 erilaista tuotetta, joista pienin on 25 kiloa painava sinkkiharkko ja suurin 4000 kiloinen jättijumbo. Tehtaan tuotannosta 85 % menee vientiin EU:n alueelle Keski-Eurooppaan ja Pohjoismaihin rekka- tai laivakuljetuksina. Suurimmat asiakkaat ovat isoja teräsyhtiöitä, joiden tuotteet menevät rakennus- ja autoteollisuuden käyttöön. (Boliden Kokkola 2016b.)



Kuva 2. Tuotannon vientireittejä (Boliden Kokkola 2016c.)

3 BOLIDEN KOKKOLAN TUOTANTOPROSESSI

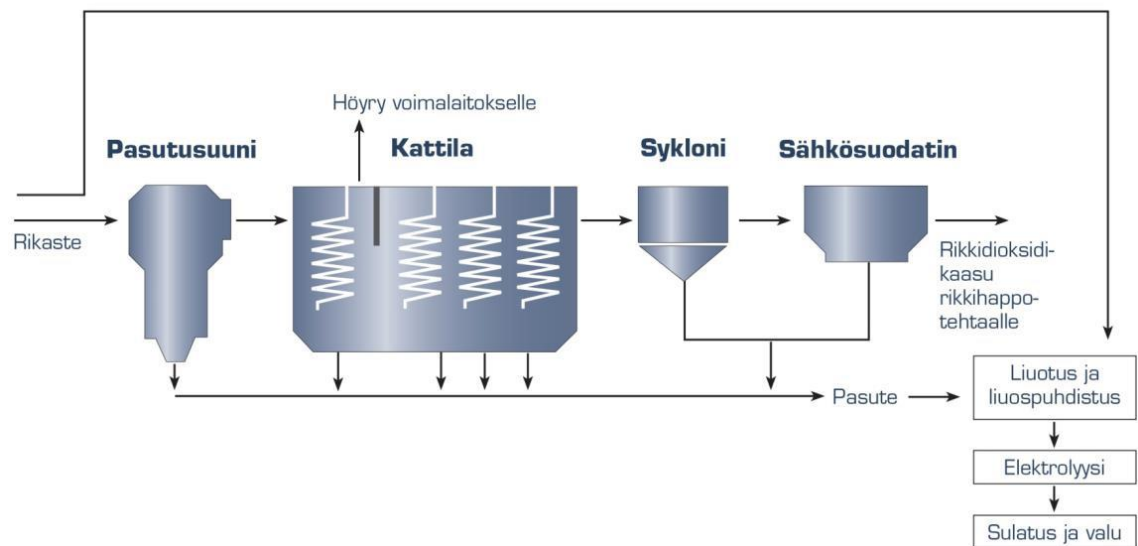
Boliden Kokkola saa suurimman osan raaka-aineena käytettävästä sinkkirikasteesta suoraan Bolidenin omilta kaivoksilta Irlannista, Suomesta ja Ruotsista. Rikastetta ostetaan myös muilta kaivosyhtiöiltä Pohjois-Amerikasta, Perusta sekä Euroopasta. Ostetun rikasteen sinkkipitoisuus on noin 50 %. Tuotantoprosessin läpimenoaika on kymmenen päivää, jonka jälkeen valmiin lopputuotteen sinkkipitoisuus on vähintään 99,995 %. (Boliden Kokkola 2016d.)



Kuva 3. Boliden Kokkolan sinkintuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2016f.)

3.1 Pasutto

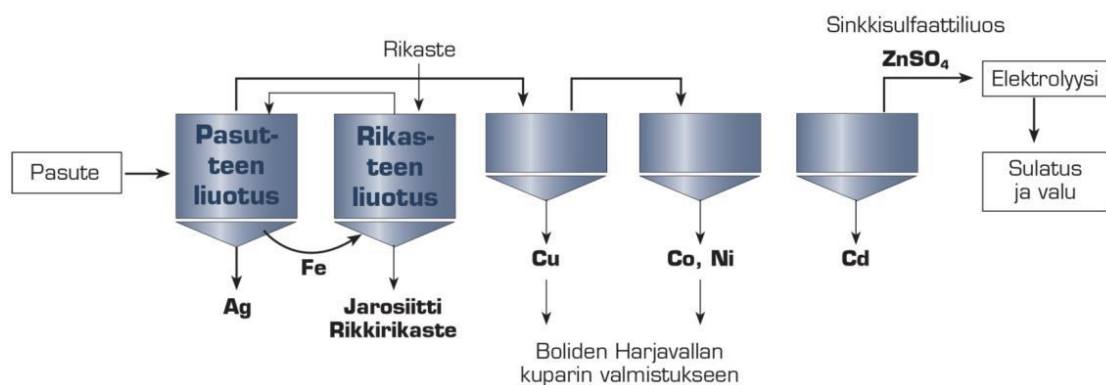
Pasuton tärkein tehtävä on tuottaa sinkkirikasteista pasutetta puhdistamon käyttöön. Tämä tapahtuu pasuttamalla rikasteen metallisulfidit, pääasiassa sinkkisulfidi, happoliukoiksi metallioksideiksi, pääasiassa sinkkioksidiksi. Kun sulfidinen sinkkirikaste (ZnS) on muutettu oksidiseen muotoon (ZnO) eli pasutteenksi, sinkki liukenee helpommin seuraavassa prosessivaiheessa eli liuotuksessa. (Boliden Kokkola 2016e.)



Kuva 4. Pasuton prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)

3.2 Puhdistamo

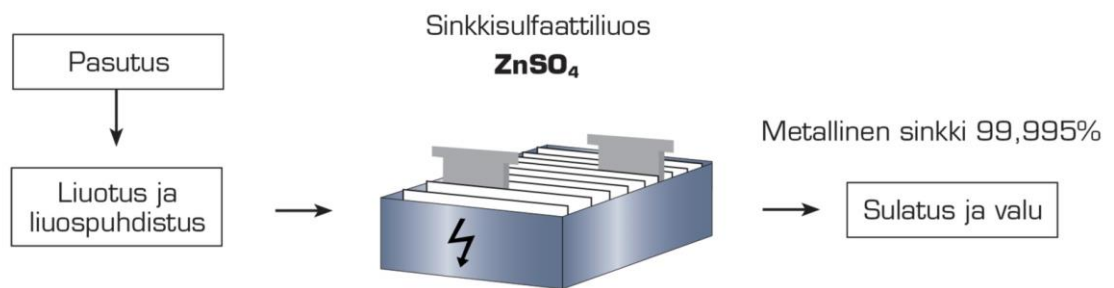
Puhdistamon tärkein tuotannollinen tehtävä on tuottaa elektrolyysin laatuvaatimukset täyttävää neutraaliliuosta. Raaka-aineena käytetään pasutolta saatavaa pasutetta ja suoraan kaivoksilta tulevaa sinkkirikastetta. Puhdistamolla on kolme päävaihetta: pasutteesta ja rikasteesta olevan sinkin liutus prosessiliuokseen, liuoksen puhdistaminen prosessia haittaavien epäpuhtauksien osalta sekä liuospuhdistuksessa syntyvien sakkojen käsittely ja jäteveden ja kiinteiden jätteiden käsittely. (Boliden Kokkola 2016e.)



Kuva 5. Puhdistamon prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)

3.3 Elektrolyysi

Elektrolyysin tavoitteena on tuottaa puhdistamolta saatavasta sinkkisulfaattiliuoksesta katodisinkkiä valimon käytettäväksi. Sinkki saostetaan alumiiniselle katodilevyille sähkövirran avulla. Katodisinkki irrotetaan katodilevyistä automaattisilla irrotuskoneilla, jonka jälkeen niputetut sinkkilevyt siirretään välivarastoon odottamaan sulatusta. (Boliden Kokkola 2016e.)



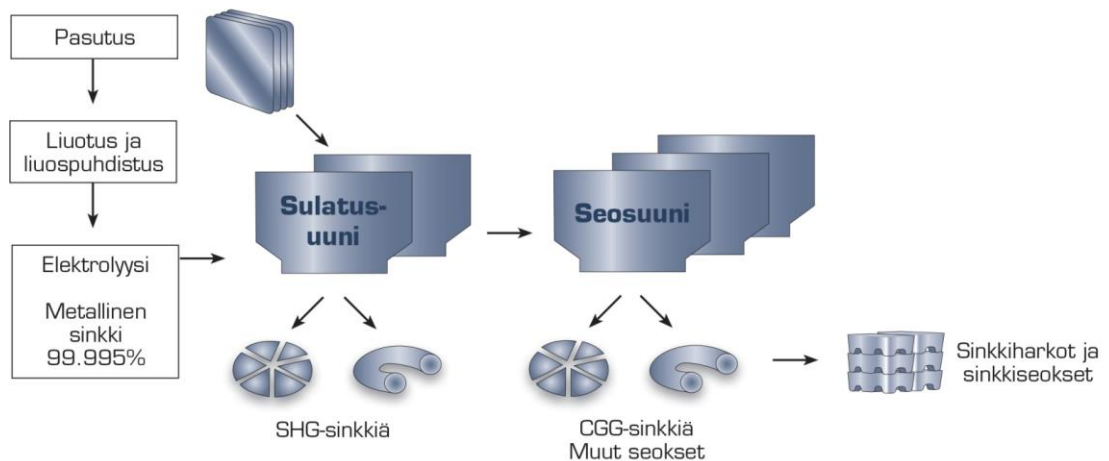
Kuva 6. Elektrolyysin prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)



Kuva 7. Katodisinkkiä (Boliden 2016b.)

3.4 Valimo

Valimon tehtävänä on sulattaa elektrolyysiltä saadut katodisinkkilevyt ja valaa niistä asiakkaiden tilaamia lopputuotteita. Tuotteet voivat olla puhdasta SHG-sinkkiä (Special High Grade) tai asiakkaille räätälöityjä erikoistuotteita, esimerkiksi erityispuhtaat patterilaadut ja muilla metalleilla seostetut tuotteet, kuten sinkkialumiiniseos (CGG). (Boliden Kokkola 2016f.)



Kuva 8. Valimon prosessikaavio (Boliden Kokkola 2016f.)

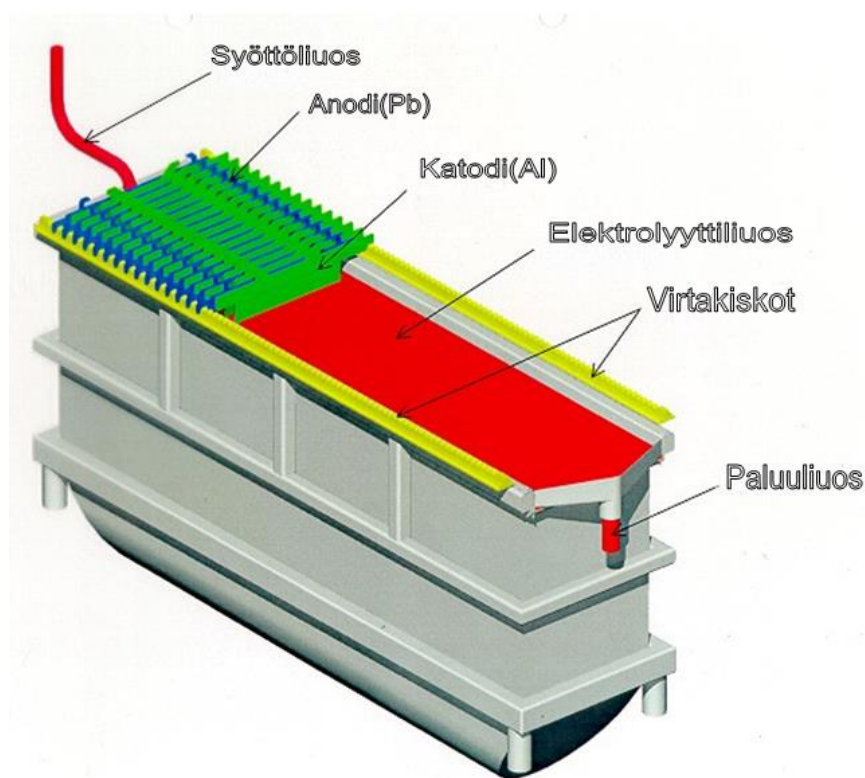


Kuva 9. Sinkkijumboja (Boliden Kokkola 2016a.)

4 KUPARIN LIUKENEMINEN

4.1 Syy

Puhdistamolta elektrolyysille tulevassa liuoksessa on normaalitilanteessa hyvin pieni kuparipitoisuus (0,05 mg/l), joten syy sinkkivalujen kuparipitoisuuksiin (yleensä 2–3 ppm) löytyy elektrolyysiltä. Suurin syy ovat kupariset virtakiskot, joista liukenee kuparia elektrolyyttiliuokseen, josta se saostuu katodille. Virtakiskot eivät ole suorassa kontaktissa liuokseen, joten liukenemista tapahtuu kun hapanta liuosta (H_2SO_4 - % ~12) pääsee virtakiskoille, pääasiassa katodin- ja anodinvaihdon yhteydessä. Myös halli-ilman epäpuhtaudet, muun muassa rikkihapposumu, fluori ja kloridi, aiheuttavat kiskojen syöpymistä. Katodit vaihdetaan huomattavasti useammin kuin anodit (noin 40 h vs. 40 vrk), joten keskityin tutkimaan katodinvaihdossa tapahtuvaa liukenemista.



Elektrolyyttiallas (kenno)

Kuva 10. Elektrolyyttiallas (Boliden Kokkola 2008a.)

4.2 Katodinvaihto

Katodinvaihdossa puolipukkinosturin (PN) nostovaunu (NV) nostaa puolet altaassa olevista katodeista kerrallaan ja kuljettaa ne PN:n välivarastoon. Tämä toistuu kaikkien viidentoista altaan kohdalla, joten NV kulkee altaiden 14 ja 15 välisen välivirtakiskon yli 30 kertaa tiputtaen joka kerralla rikkihappopitoista liuosta kiskolle.



Kuva 11. Puolipukkinosturi (Boliden Kokkola 2008a.)

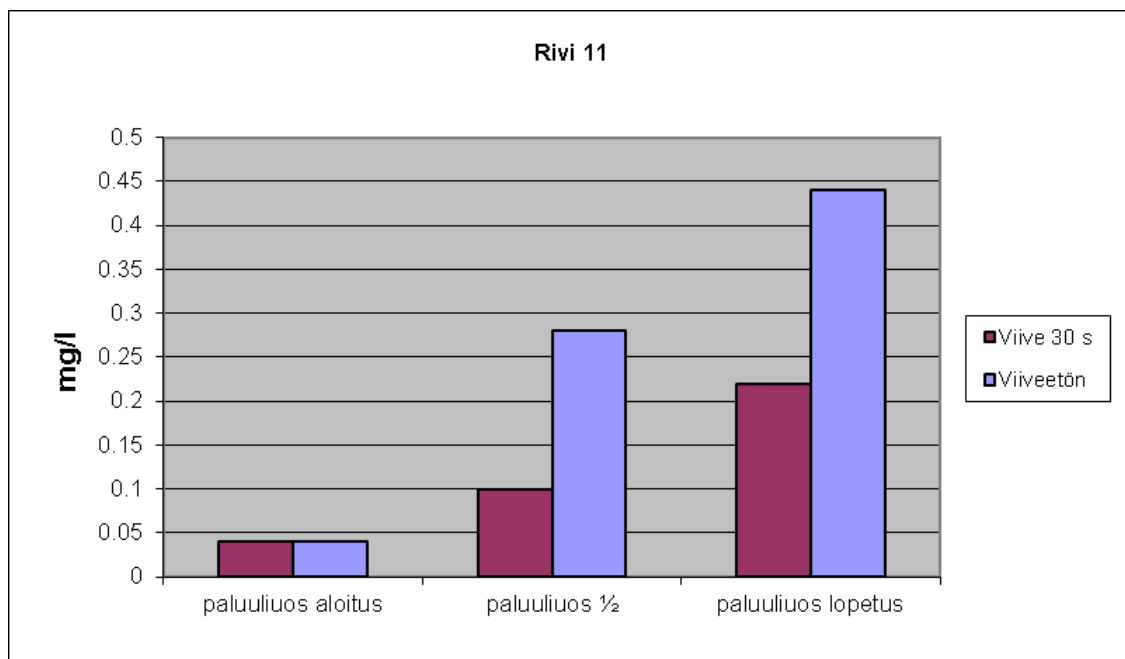


Kuva 12. Katodit nostovaunussa altaiden päällä (Boliden Kokkola 2008a.)

4.3 Vaikuttavia tekijöitä

4.3.1 Valumisaika

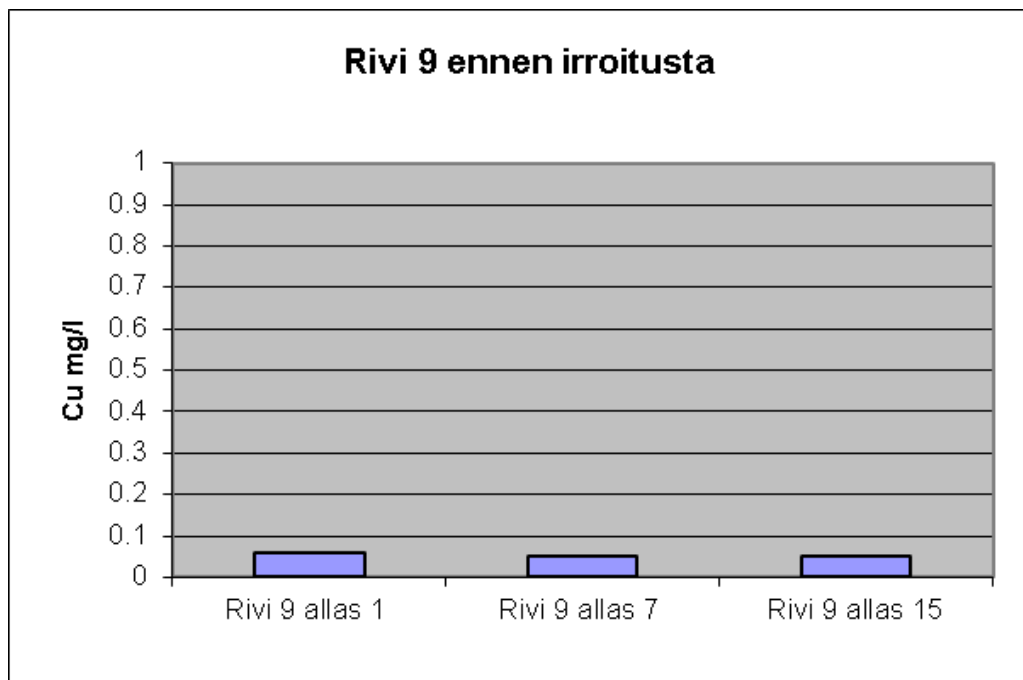
Aiemmin tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin, vaikuttaako nostovaunussa oleva viive kuparin liukenemisen määrään. Toisin sanoen kun NV on nostanut katodit altaasta, lähtee se välittömästi viemään niitä pukkiin vai odottaako tietyn ajan, jolloin osa liuoksesta ehtii valumaan takaisin kyseessä olevaan altaaseen eikä pääse kulkeutumaan muille kiskoille aiheuttaen liukenemistä. Tutkimuksessa testattiin tuloksia ilman viivettä ja viiveen ollessa 30 sekuntia. Tulokset näyttivät, että kuparia liukenee vähemmän viiveen ollessa 30 sekuntia. Tällä hetkellä nostovaunuissa käytetään kyseistä noin puolen minuutin viivettä. (Cu-tutkimus 2003 2003.)



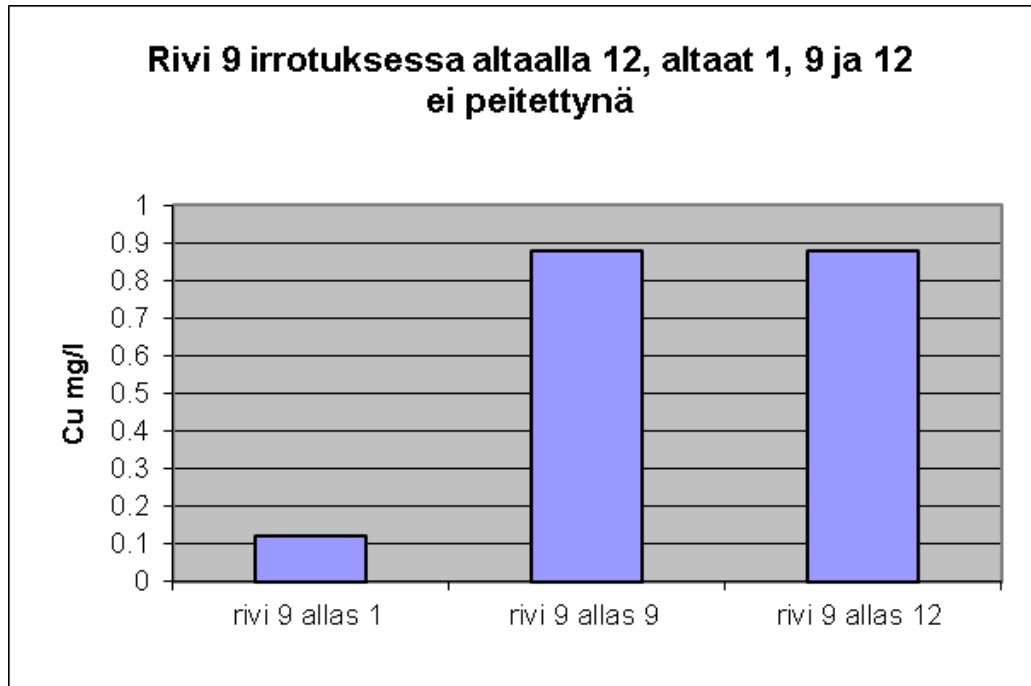
Kuva 13. Viivetutkimuksen tulos (Cu-tutkimus 2003 2003.)

4.3.2 Altaiden peittäminen

Vuonna 2002 kokeiltiin, pystyykö altaita peittämään irrotuksen ajaksi, ettei liuos pääse tippumaan suoraan virtakiskoille. Otettujen näytteiden perusteella altaiden peittäminen vähentäisi kiskoilta liukenevan kuparin määrää. (Cu liukeneminen 2002.)

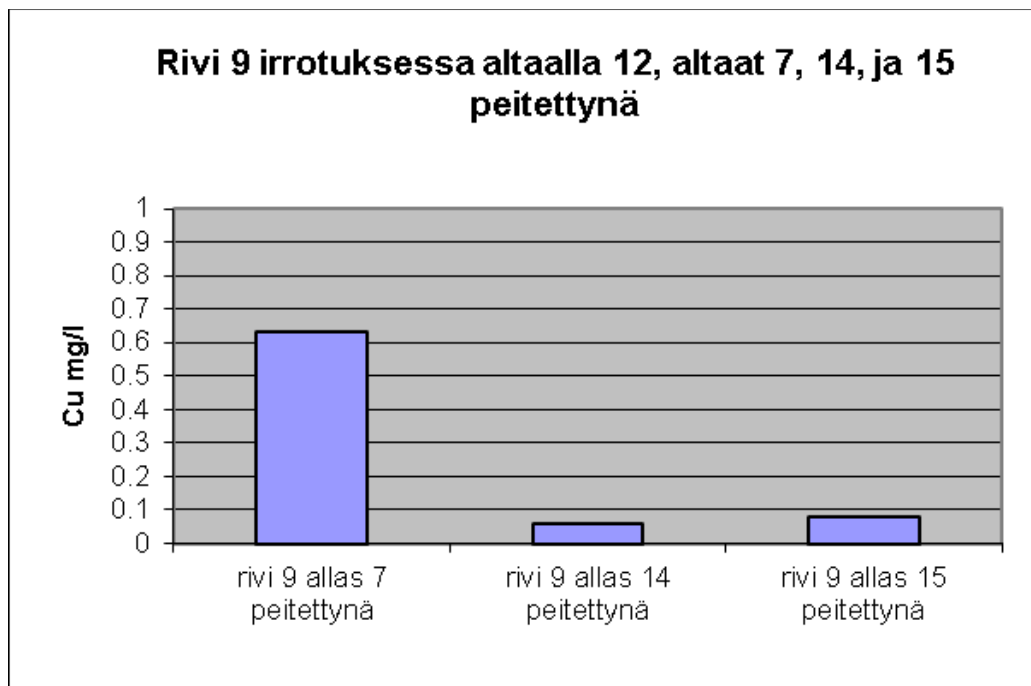


Kuva 14. Altaiden peittäminen, ennen irrotusta. (Cu liukeneminen 2002.)



Kuva 15. Altaiden peittäminen, ei peitettynä. (Cu liukeneminen 2002.)

Allas 1:n kuparipitoisuus on huomattavasti pienempi kuin muiden peittämättömien, koska sen altaan katodinvaihdosta on kulunut jo jonkin aikaa näytteenottohetkellä. Tässä ajassa kupari ehtii poistumaan paluuliuksen mukana.



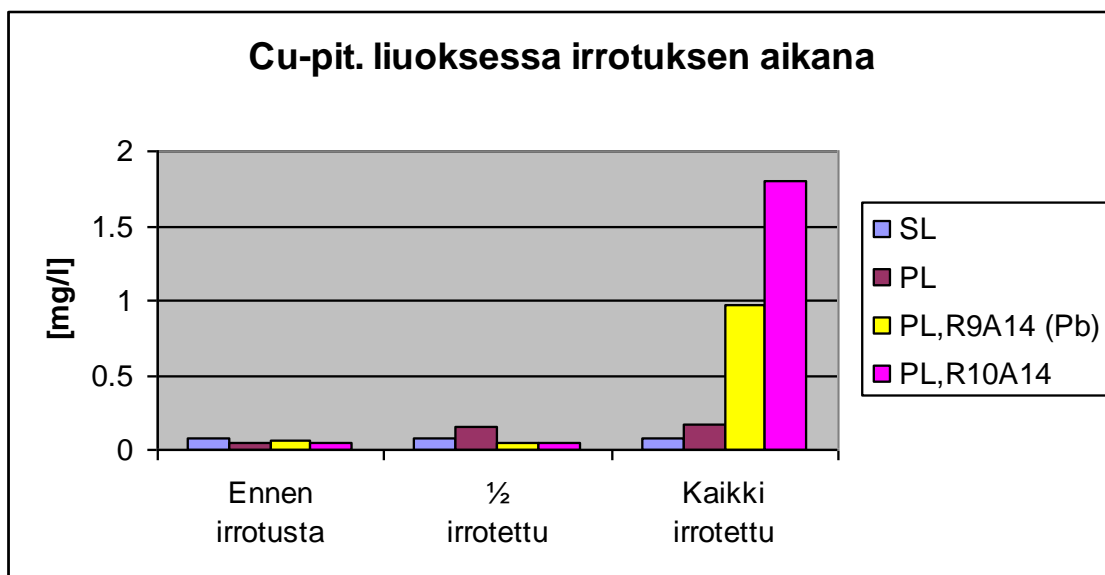
Kuva 16. Altaiden peittäminen, peitettynä. (Cu liukeneminen 2002.)

Allas 7:n Cu-pitoisuus on korkeampi kuin muiden peitettyjen, koska siitä on vaihdettu katodit hetki ennen näytteenottoa. Peitto pitää poistaa kyseisen altaan päältä siksi aikaa, jotta katodinvaihto on mahdollista.

Altaiden peittämistä ei kuitenkaan nykyään käytetä, koska altaat kuumentuvat liikaa. Levyihin johdettava sähkövirta kuumentaa liuosta ja mikäli liuoksen lämpötila nousee liikaa, sinkin laatu kärsii. Päältä avoimet altaat edesauttavat liuoksen lämpötilan pitämistä tavoitetasolla. Altaissa muodostuu myös herkästi syttyvää vetyä. Mikäli altaat ovat peitettyinä, räjähdysvaara nousee liian suureksi.

4.3.3 Virtakiskojen pinnoittaminen

Maaliskuussa 2008 testattiin yhden altaan välivirtakiskojen pinnoittamista lyijyllä. Tällä pyrittiin mm. suojaamaan kiskoa ja vähentämään kuparin liukenemista. Näytteiden perusteella tulokset näyttivät erittäin lupaavilta. Paluuliuoksen kuparipitoisuus väheni noin puoleen, kun välivirtakisko oli pinnoitettu lyijyllä. (Välivirtakiskojen lyijypinnoitus 2008.)



Kuva 17. Cu-pitoisuudet lyijypinnoitteisella kiskolla (Välivirtakiskojen lyijypinnoitus 2008.)

Välivirtakiskojen lyijypinnoite oli kuitenkin liian lyhytikäinen, jotta sitä olisi voitu käyttää muillakin altailla tai riveillä. Kiskon pinnalla on niin haastavat olosuhteet, muun muassa

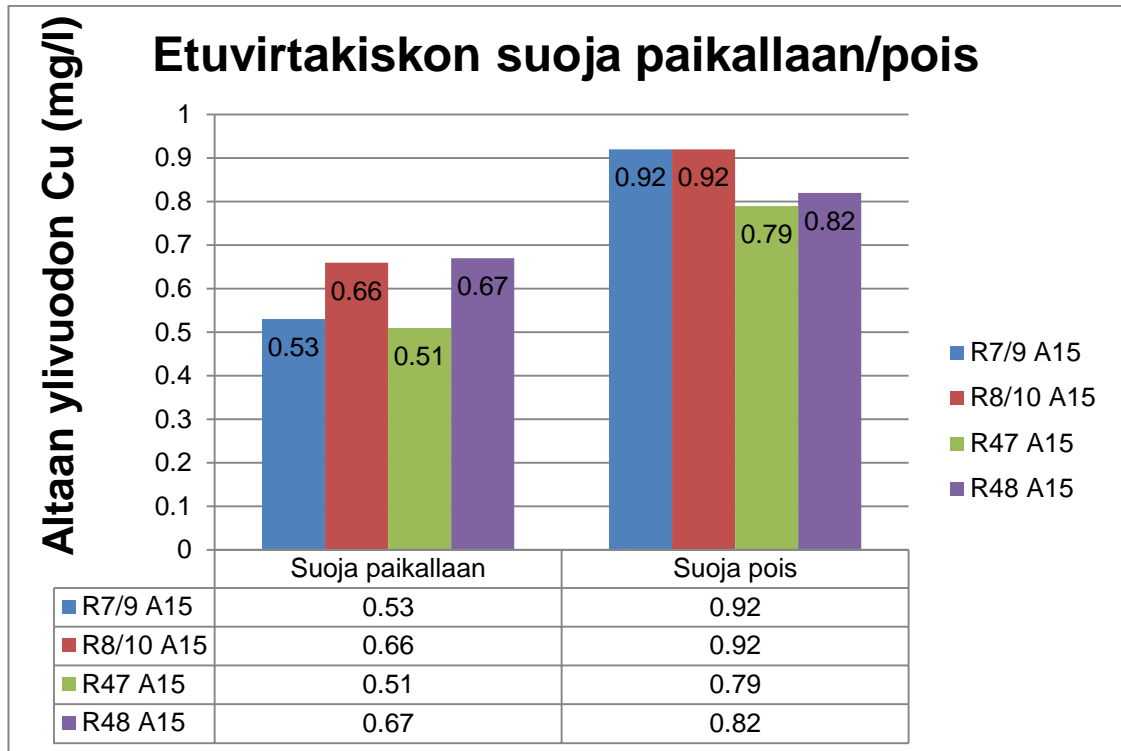
rikkihapposumun vuoksi, ettei pinnoite kestänyt. Kahdeksan kuukauden aikana lähes koko pinnoite oli kulunut pois. (Välivirtakiskojen lyijypinnoitus 2008.)



Kuva 18. Pinnoite maaliskuussa ja marraskuussa (Välivirtakiskojen lyijypinnoitus 2008.)

4.3.4 Etuvirtakiskon suojaaminen

Normaalitilanteessa, kun riviparilla ei ole anodin- tai katodinvaihto käynnissä, etuvirtakisko on suojattuna. Tällä ehkäistään muun muassa lian pääsemistä kiskolle, kuumasta kiskosta aiheutuvia palovammoja ja sähköiskuja. Tutkin, miten etuvirtakiskon suojan poisottoajankohta vaikuttaa liukenevan kuparin määrään, toisin sanoen otetaanko suoja pois heti katodinvaihdon alussa vai vasta, kun saavutaan altaalle 15.

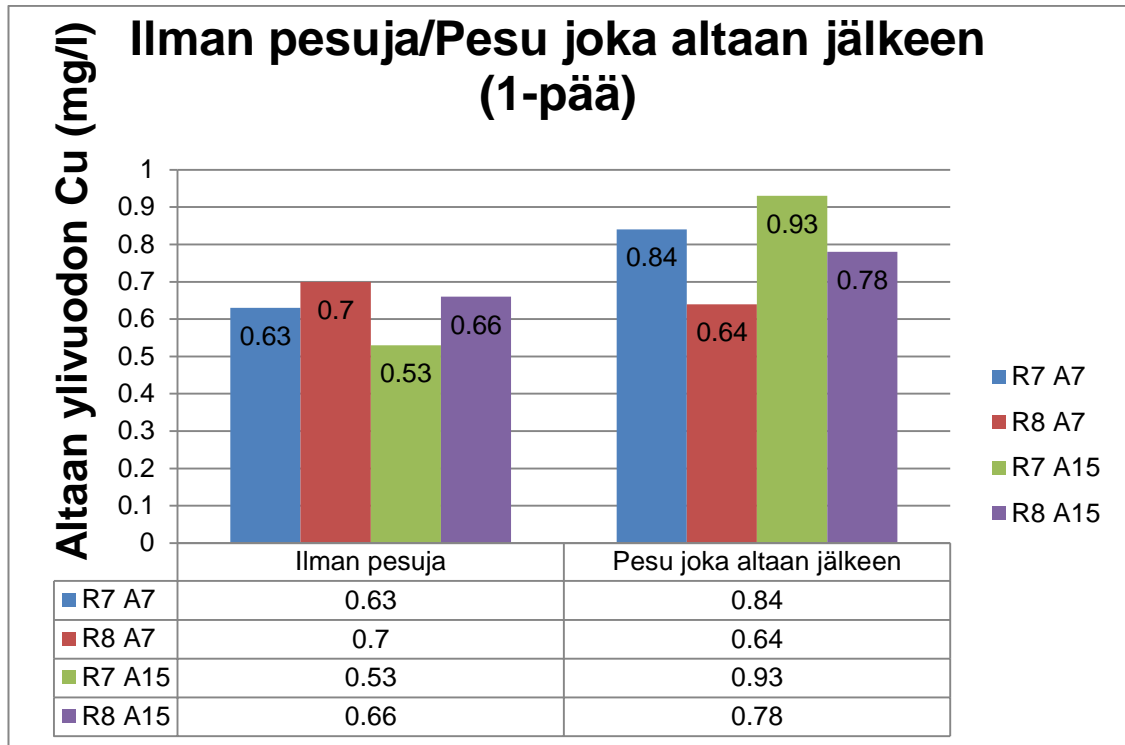


Kuva 19. Etuvirtakiskon suoja paikallaan/pois

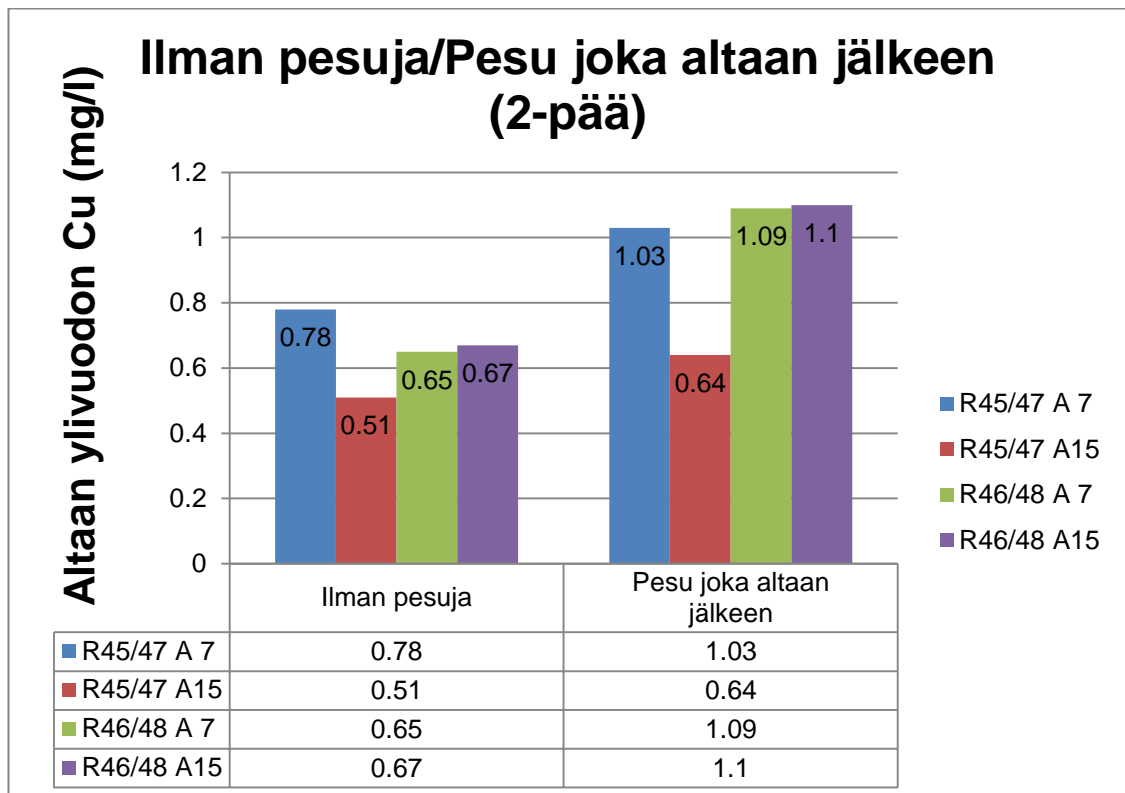
Altaaseen 15 liuenneen kuparin määrä on selkeästi pienempi, kun virtakiskon suoja otetaan pois juuri ennen kyseessä olevalle altaalle siirtymistä. Suurimmaksi osaksi tämä on käytössä oleva toimintamalli nykyään.

4.3.5 Virtakiskojen peseminen

Virtakiskojen pesemisestä katodinvaihdon yhteydessä on tällä hetkellä monia eri toimintatapoja. Selvitin, mikä vaikutus on virtakiskon pesemisellä heti NV:n siirryttyä seuraavalle altaalle. Näytteet on otettu välittömästi kyseisen altaan katodinvaihdon jälkeen, joko virtakiskojen pesemisen jälkeen (Pesu joka altaan jälkeen) tai ilman virtakiskon pesemistä (Ilman pesuja).



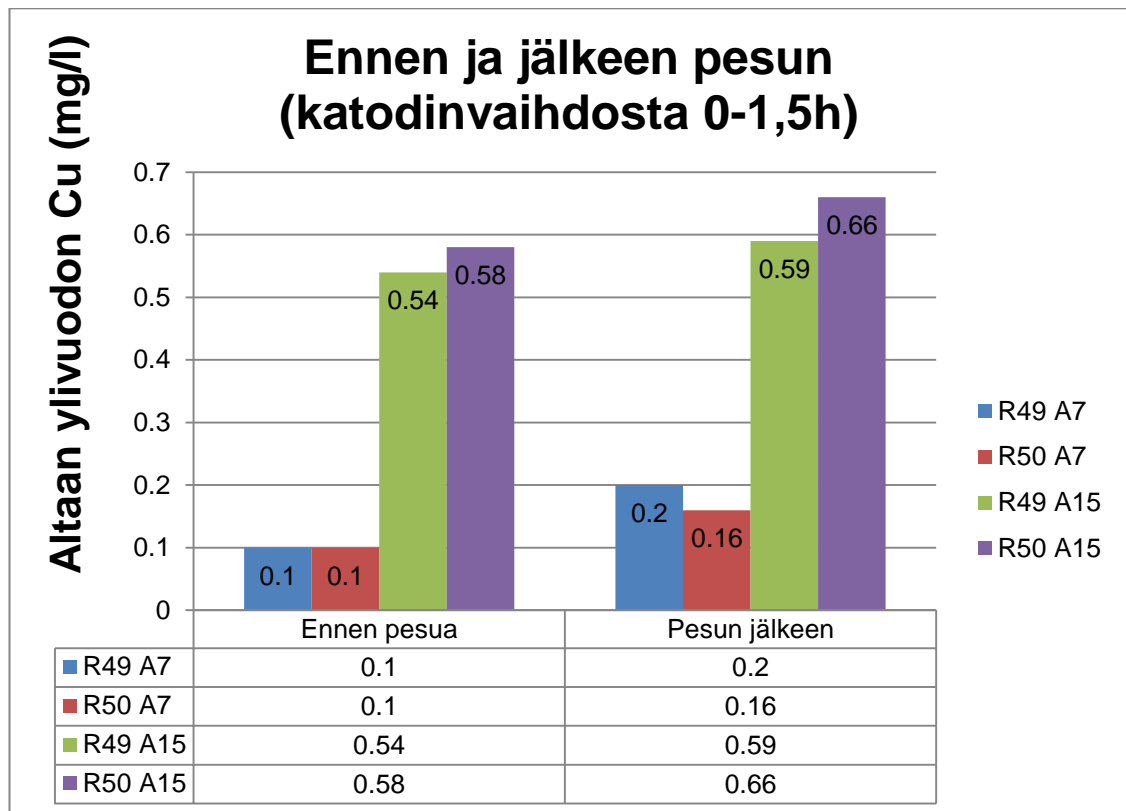
Kuva 20. Ilman pesuja/Pesu joka altaan jälkeen (1-pää)



Kuva 21. Ilman pesuja/Pesu joka altaan jälkeen (2-pää)

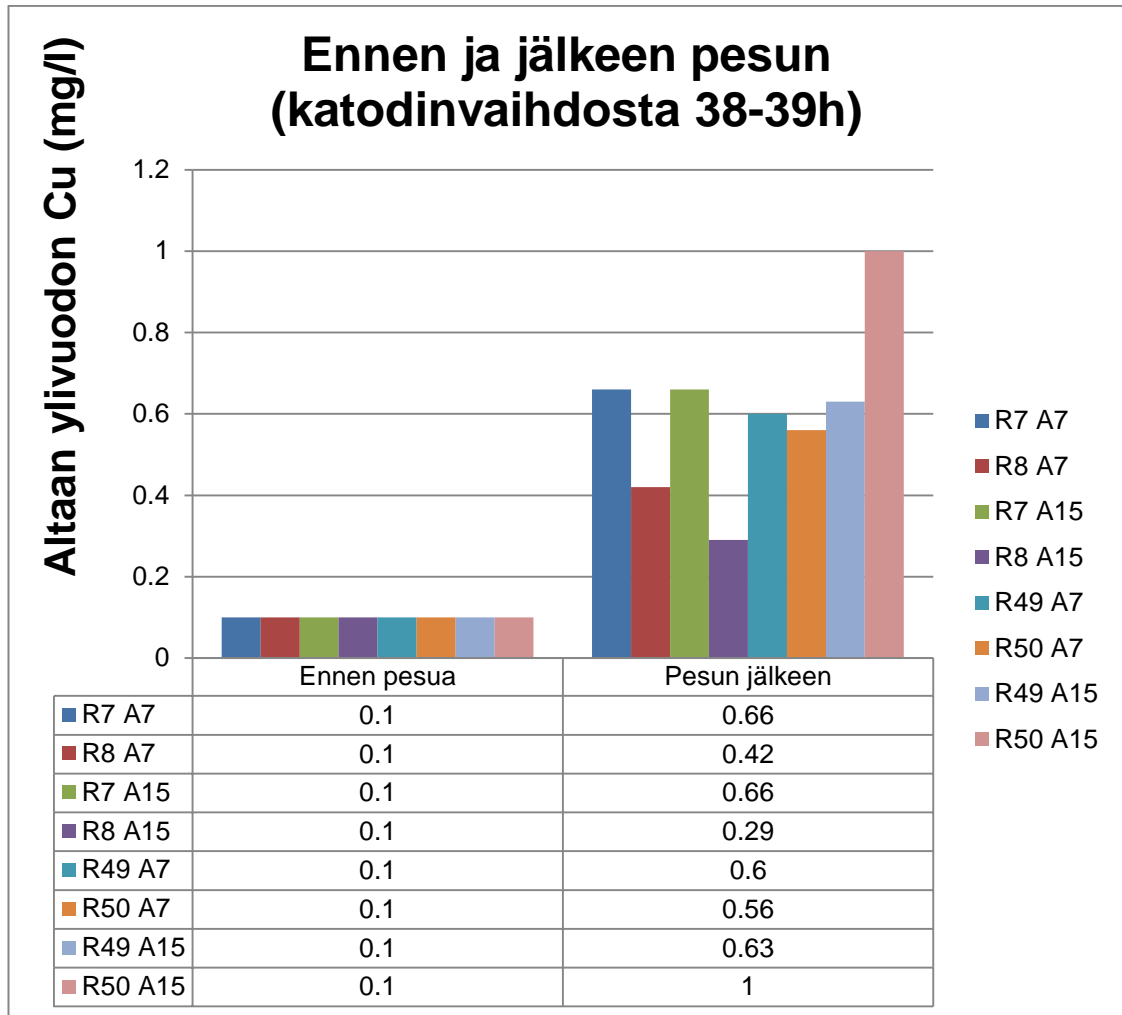
Lähes poikkeuksetta kuparipitoisuus on matalampi, jos virtakiskoa ei ole pesty katodinvaihdon jälkeen.

Kuvista 22 ja 23 nähdään, miten kuparin määrä muuttuu verrattuna ennen virtakiskon pesemistä ja pesemisen jälkeen. Näytteet on otettu juuri ennen kiskojen pesemistä ja välittömästi pesemisen jälkeen.



Kuva 22. Ennen ja jälkeen pesun (katodinvaihdosta 0–1,5h)

R49 A7 ja R50 A7 katodinvaihdosta on näytteenottohetkellä 1,5 tuntia, joten kuparipitoisuus on pienempi ennen pesua otetussa näytteessä, koska liuos on ehtinyt jo vaihtumaan. R49 A15 ja R50 A15 on irrotettu juuri ennen näytteenottoa, joten pitoisuus on valmiiksi korkealla.



Kuva 23. Ennen ja jälkeen pesun (katodinvaihdosta 38–39h)

Vaikka edellisestä katodinvaihdosta on 38–39 tuntia, eli virtakiskoille on todennäköisesti silloin viimeksi roiskunut liuosta, kuparin määrä altaan ylivuodosta otetussa näytteessä muuttuu silti huomattavasti. Kiskojen pinnalta luultavasti irtoaa kuparia, joka pesemisen yhteydessä päättyy altaaseen ja sitä kautta ylivuotoliuokseen. Tämä johtuu halli ilman korroosioivista aineista, kuten rikkihapposumusta, kloridista ja fluorista.

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä saatiin kuparin liukenemisestä paljon uutta tietoa, jonka perusteella voidaan ryhtyä jatkotoimenpiteisiin ja miettiä toimintamallien päivittämistä. Valumisajan osalta uskoisin, että nykyinen toimintatapa on optimaalinen. Puolen minuutin viive ei hidasta katodinvaihtoa olennaisesti, mutta kuparin määrä vähenee huomattavasti. Pidemmällä viiveellä määrä saattaisi pienentyä entisestään, mutta se hidastaisi vaihtoa, mikäli laitteisto muuten toimii moitteettomasti.

Altaiden peittäminen todettiin toimimattomaksi aiemmalla koejärjestelyllä. Jatkossa voisi testata, miten kuparipitoisuus muuttuu, jos pelkästään välivirtakiskot peitetään katodinvaihdon ajaksi. Tällöin allas olisi muuten avoin eli vety ja lämpö pääsee haihtumaan eikä ylikuumenemista tai räjähdysvaaraa pitäisi syntyä.

Välivirtakiskojen pinnoittaminen vähensi kuparin liukenemistä, mutta pinnoite todettiin liian lyhytikäiseksi. Hallin olosuhteet ovat erittäin haasteelliset muun muassa happaman liuoksen, halli-ilman epäpuhtauksien ja virtakiskoilla kulkevan sähkövirran takia. Tämän vuoksi toimivan ja kestävä pinnoitteen löytäminen on luultavasti lähes mahdotonta. Lisäksi pinnoitteen pitäisi olla sellainen, ettei se liuetessaan heikennä katodinsinkin laatua tai saostumista, virtahyötysuhdetta eikä analyyseja muiden alkuaineiden osalta.

Etuvirtakiskon suoja on hyvä pitää paikallaan kunnes nostovaunu siirtyy altaalta 14 altaalle 15. Tästä olen nähnyt monia eri toimintatapoja. Osa ottaa suojan pois heti katodinvaihdon alkaessa, osa siinä vaiheessa kun muutama allas on vielä jäljellä ja osa vasta altaan 14 jälkeen. Suurimmaksi osaksi toiminta on oikeaoppista, mutta voisi olla aiheellista muistuttaa tästä puolipukkinosturin käyttäjiä.

Virtakiskojen pesemisen yhteydessä otetuista näytteistä nähdään, että lähes poikkeuksetta altaan ylivuodon kuparipitoisuus on suurempi pesun jälkeen, riippumatta siitä, onko edellisestä katodinvaihdosta kulunut minuutti vai 40 tuntia. Jos liuoksessa on enemmän kuparia, voidaan olettaa, että sitä myös saostuu katodille enemmän. Mikäli keskitytään pelkästään kuparin vähentämiseen, kannattaa virtakiskojen peseminen lopettaa kokonaan. Likaiset virtakiskot kuitenkin heikentävät virtahyötysuhdetta, joka on erittäin tärkeä mittari elektrolyyysin toiminnan ja tuotannon kannalta. Virtakiskoilla tapahtuvat tulipalot tulevat myös lisääntymään, jos kiskoja ei pestä asianmukaisesti. Nyt jo

on havaittavissa, että etuvirtakiskolla syttyy eristinpaloja huomattavasti harvemmin kuin takavirtakiskolla, koska se on paremmin suojattu ja pestään joka katodinvaihdon yhteydessä. Olisi hyvä ottaa tavaksi myös takavirtakiskon peseminen sen jälkeen, kun nostovaunu on vaihtanut katodit altaalle 1. Virtakiskojen ihanteellista pesutiheyttä on vaikea määritellä näiden tulosten perusteella. Usein pestynä kiskot ovat puhtaampia ja sähkönjohtavuus on parempi, mutta jokaisella pesukerralla liuoksen kuparipitoisuus kasvaa hetkellisesti.

LÄHTEET

Boliden. 2016a. Boliden Group Presentation. Kalvosarja.

Boliden Kokkola. 2016a. Boliden Kokkola – Customer presentation 2015. Kalvosarja.

Boliden Kokkola. 2016b. Boliden Kokkola – vastuullinen sinkintuottaja. Esite.

Boliden Kokkola. 2016c. Boliden Kokkola – vastuullisen metallituotannon edelläkävijä - Yleisesittely 2016. Kalvosarja.

Boliden Kokkola. 2016d. Boliden Kokkola – Yhteiskuntavastuun raportti 2015. Esite.

Boliden Kokkola. 2002. Cu liukeneminen. Raportti Boliden Kokkolan tietojärjestelmässä

Boliden Kokkola. 2003. Cu-tutkimus 2003. Taulukko Boliden Kokkolan tietojärjestelmässä.

Boliden Kokkola. 2008a. Elektrolyysi(fin). Kalvosarja Boliden Kokkolan tietojärjestelmässä

Boliden Kokkola. 2016e. Quality First –tietokanta. Tietokanta Boliden Kokkolan tietojärjestelmässä.

Boliden Kokkola. 2016f. Rikasteesta metalliksi – Sinkin tuotantoprosessi. Kalvosarja.

Boliden Kokkola. 2008b. Välivirtakiskojen lyijypinnoitus. Raportti Boliden Kokkolan tietojärjestelmässä.

Boliden. 2016b. Zinc cathodes, Kokkola. Viitattu 28.10.2016

<http://www.boliden.com/Global/Press%20photos/Sm%c3%a4ltverk/Kokkola/zinkkatoder.jpg>