

Johanna Koivusipilä

**SINKIN SISÄINEN KIERTO BOLIDEN KOKKOLA OY:N
VALIMOSSA**

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2010

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö	Aika	Tekijä/tekijät
Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Kokkola	Helmikuu 2010	Johanna Koivusipilä
Koulutusohjelma		
Kemiantekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi		
Sinkin sisäinen kierto Boliden Kokkola Oy:n valimossa		
Työn ohjaaja	Sivumäärä	
Kaj Jansson	29 + 15 liitettä	
Työelämäohjaaja		
Käyttöinsinööri Jorma Harju		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Boliden Kokkola Oy:n sinkki-valimossa prosessiin takaisin palavaan sinkin määrä ja sille seurantamenetelmä.</p> <p>Tavoitteena oli saada selville, kuinka paljon valimossa syntyy takaisin valimon prosessiin palautettavaa sinkkiä, sekä kehittää seurantamenetelmä tämän kiertävän sinkin seurantaan.</p> <p>Valimossa uudelleen sulatetaan kuona ja laaduttomat tuotteet eli ns. sudet. Työn aikana seurattiin, kuinka paljon valimossa palautetaan uudelleen sulattamalla sinkkiä valimon prosessiin kehitetyn laskentaohjelman avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi seurantamenetelmä, jonka avulla voidaan seurata prosessiin palautuvan sinkin määrää.</p>		
Asiasanat		
Jatkuva parantaminen, laatu, kuona.		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA	Date	Author
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	February 2010	Johanna Koivusipilä
Degree programme		
Chemical Engineering		
Name of thesis		
Recycling of Zinc in Boliden Kokkola Oy's Foundry		
Instructor		Pages
Kaj Jansson		31+15 Appendices
Supervisor		
Jorma Harju		
<p>The aim of this thesis was to find out the amount of zinc recycled in Boliden Kokkola Oy's foundry and to devise a follow-up method for recycling.</p> <p>Slag from the surface of ingots and poor-quality products is re-melted. During this study the amount of this re-melted zinc was observed by using a follow-up program developed for the process in the foundry.</p> <p>As the result of the study an easy-to-use follow-up method was developed, with the help of which it is possible to observe the amount of zinc coming back to the process.</p>		
Key words		
Continuous improvement, quality, slag.		

SISÄLLYS	
TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
1 JOHDANTO	1
2 BOLIDEN KOKKOLA OY	2
2.1 Boliden-konserni	2
2.2 Boliden Kokkola Oy	3
2.3 Sinkin tuotantoprosessi	4
2.3.1 Pasutus	4
2.3.2 Liuotus ja liuospuhdistus	5
2.3.3 Elektrolyysi	6
2.4 Valimon prosessi	7
3 VALIMON PROSESSI	8
3.1 Sulatus.	8
3.2 Harkkovalu	9
3.3 Jumbovalu	10
3.3.1 JVK 1	10
3.3.2 Seosvalurata 2	11
3.4 Seosvalu	12
3.5 Kierrätysuuni	12
3.6 Rakeistus	13
3.7 Tuhkankäsittely	13
3.8 Tuotteiden luokittelu	13
3.9 Kuona	14
3.10 Sinkin takaisinpalautus prosessiin	15
4 PROSESSIN KEHITTÄMINEN	16
4.1 Jatkuva parantaminen	16
4.2 Tietojen keräämien	17
4.3 Mittaaminen	18
4.4 Tilastollisia käsitteitä	18
5 SEURANTAMENETELMÄ	20
5.1 Kiertävän sinkin määrittely	20
5.2 Seurantamenetelmä	21
5.3 Seuranta	22
6 TULOKSET	24
6.1 1.–6.12.2009	24
6.2 7.–13.12.2009	24
6.3 14.–20.12.2009	25
6.4 21.–27.12.2009	26
6.5 27–31.12.2009	26
6.6 Seurantajakson valumäärät	27
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	28
LÄHTEET	29

LIITTEET

LIITE 1. JVK1 susiseuranta

LIITE 2. SVR2 susiseuranta

LIITE 3. VK2 susiseuranta

LIITE 4. Kamien seuranta

LIITE 5. Kamien painot

LIITE 6. Sinkinkierto

LIITE 7. Sulatusuuneihin 1 ja 2 syötetyt kamit ja sudet

LIITE 8. Kiertouuniin syötetyt kamit ja sudet

LIITE 9. Sulatusuuni 1:n viikkoseuranta

LIITE 10. Sulatusuuni 2:n viikkoseuranta

LIITE 11. Kiertouunin viikkoseuranta

LIITE 12. JVK Viikoittainen susiseuranta

LIITE 13. VK2 Viikoittainen susiseuranta

LIITE 14. SVR2 Viikoittainen seoksien susiseuranta

LIITE 15. SVR2 Viikoittainen SHG:n susiseuranta

1 JOHDANTO

Boliden Kokkola Oy pyrkii olemaan maailman paras sinkkitehdas. Tätä tavoitetta toteutetaan korkeaan automaatioasteeseen, alan uusimman tuotantoteknologian hyödyntämisen ja prosessin kehittämiseen avulla. Koska energiakustannusten ovat tällä hetkellä kokonaiskustannuksista 41 % ja sähkön hintaan tulevaisuudessa kohdistuu voimakasta nousupainetta, Boliden Kokkola Oy:ssä tutkitaan mahdollisia energiansäästökohteita.

Valimossa sinkin sulatukseen sulatusuuneissa tarvittava lämpöenergia tuotetaan induktoreilla, ja yhden sinkki tonnin sulatukseen kuluu sähköä 110 kWh. Yhtenä vuoden 2009 tavoitteena valimossa oli sinkin sisäisen kiertoprosentin pienentäminen. Tarkoituksena oli kehittää mittaristo, jolla tuota sinkin valimon sisäistä kiertoa voidaan seurata ja tehdä parannustoimenpiteitä, jos ne nähdään tarpeellisiksi.

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin kehittämään tämä mittaristo, jonka avulla seurataan valimon sinkin sisäistä kiertoa. Opinnäytetyön aikana luotu laskenta- ja seurantamenetelmä huomioi valimossa syntyneen kierrätettävän sinkin sen eri muodoissa. Seurantamenetelmän avulla voidaan seurata valimossa muodostuvan kuonan ja laaduttomien tuotteiden määrää ja niiden takaisin palautumista valimon prosessiin.

2 BOLIDEN KOKKOLA OY

2.1 Boliden-konserni

Boliden on eurooppalainen metallialan yritys, erikoisalanaan malminetsintä, kaivostuotanto, sulattotoiminta ja metallien uusiokäyttö. Yrityksen päätuotteet ovat sinkki ja kupari. Yritys tuottaa myös kultaa, lyijyä ja hopeaa. Konsernin henkilöstön määrä on noin 4 600 ja vuosittainen liikevaihto noin 2,8 miljardia euroa. Konsernin osakkeet noteerataan sekä Tukholman että Toronton pörssissä. Konsernin pääkonttori sijaitsee Tukholmassa, ja markkinoinnin toiminnot on sijoitettu Ruotsiin, Iso-Britanniaan sekä Saksaan. Tuotantolaitokset sijaitsevat Ruotsissa, Suomessa, Norjassa ja Irlannissa. Kaivostoiminta käsittää seitsemän kaivosta, joista sinkkikaivoksia ovat kaivokset Bolidenin alueella, Garpenbergissä ja Tarassa sekä kuparikaivos Aitikissa (KUVIO 1). (Boliden Kokkola Oy 2009.)

Bolidenin toimipaikat



KUVIO 1. Boliden konsernin toimipaikat (Boliden Kokkola Oy 2009.)

2.2 Boliden Kokkola Oy

Sinkkiä Kokkolassa on valmistettu vuodesta 1969, Kokkolan Suurteollisuusalueella (KUVIO 2). Boliden Kokkola Oy on Euroopan toiseksi suurin ja maailman neljänneksi suurin sinkkitehdas. Yrityksen päätuote on puhdas sinkki ja siitä valmistetut sinkitystuotteet. Tuotantokapasiteetti on 306 000 tonnia vuodessa. Henkilöstömäärä vuonna 2008 oli 583 henkilöä. Boliden Kokkola Oy:n pääasiakkaita ovat teräksenvalmistajat ArcelorMittal, Corus, Rautaruukki ja SSAB. (Boliden Kokkola Oy 2009.)

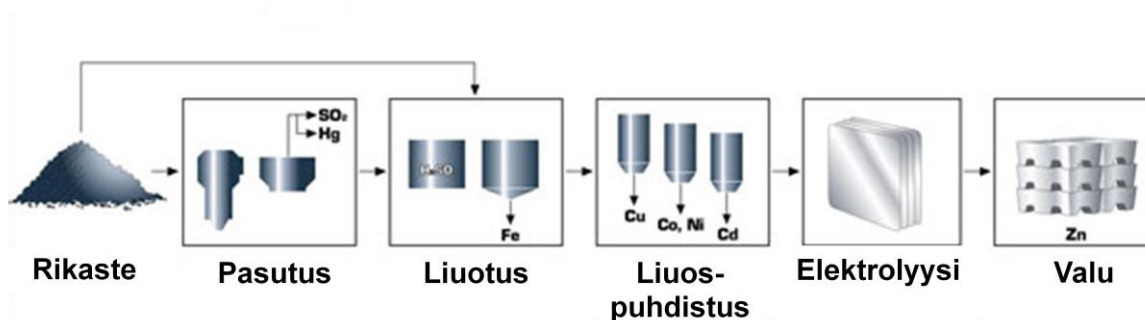
Boliden Kokkola Oy pyrkii olemaan maailman paras sinkintuottaja. Tätä tavoitetta toteutetaan korkeaan automaatioasteeseen, alan uusimman tuotantoteknologian hyödyntämisen ja prosessin kehittämiseen avulla. Tuotantolaitoksen toimintaa ohjaavat ISO9001:2000-laadunhallintajärjestelmä, ISO14001-ympäristöjärjestelmä ja OHSAS 18001 – työterveys ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmä. (Boliden Kokkola Oy 2008; Boliden Kokkola Oy 2009.)



KUVIO 2. Boliden Kokkola Oy (Boliden Kokkola Oy -2009.)

2.3 Sinkin tuotantoprosessi

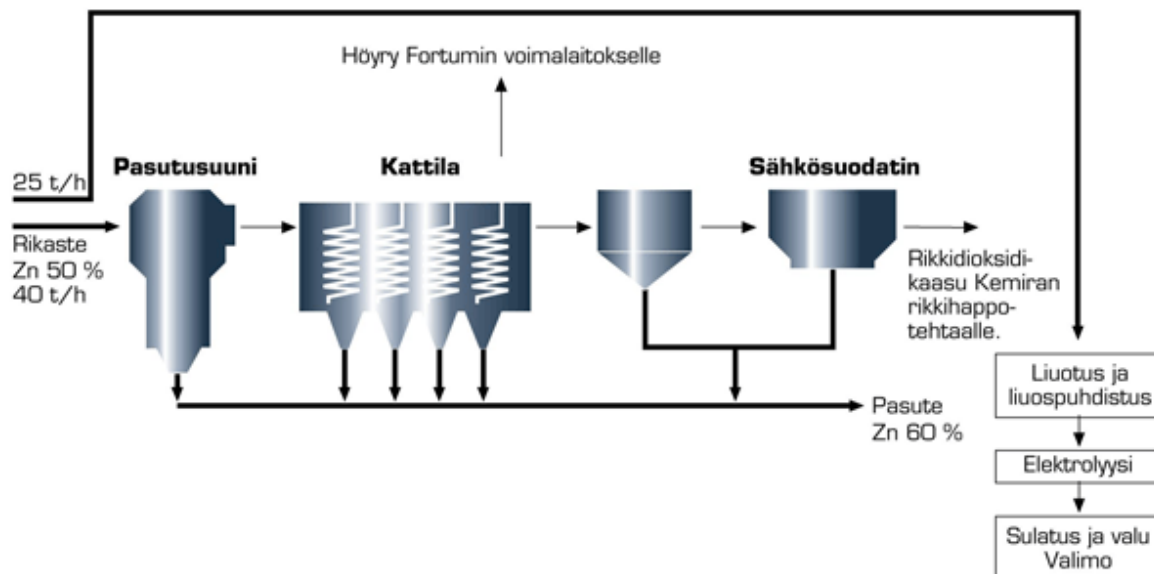
Tuotantoprosessin pääraaka-aineina ovat sulfidiset sinkkirikasteet, jotka sisältävät sinkkiä noin 50 prosenttia. Tuotantoprosessissa tuosta rikasteesta jalostetaan puhtausasteeltaan vähintään 99,995 -prosenttista sinkkiä. Sinkki toimitetaan asiakkaille 25 kilon sinkkiharkkoina tai 1,4 ja 2,0 tn sinkkijumboina. Tuotantoprosessin vaiheet ovat seuraavat: pasutus, liuotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja sulatus ja valu (KUVIO 3). (Boliden Kokkola Oy 2009.)



KUVIO 3. Sinkintuotantoprosessi (Rikasteesta harkoiksi.2009.)

2.3.1 Pasutus

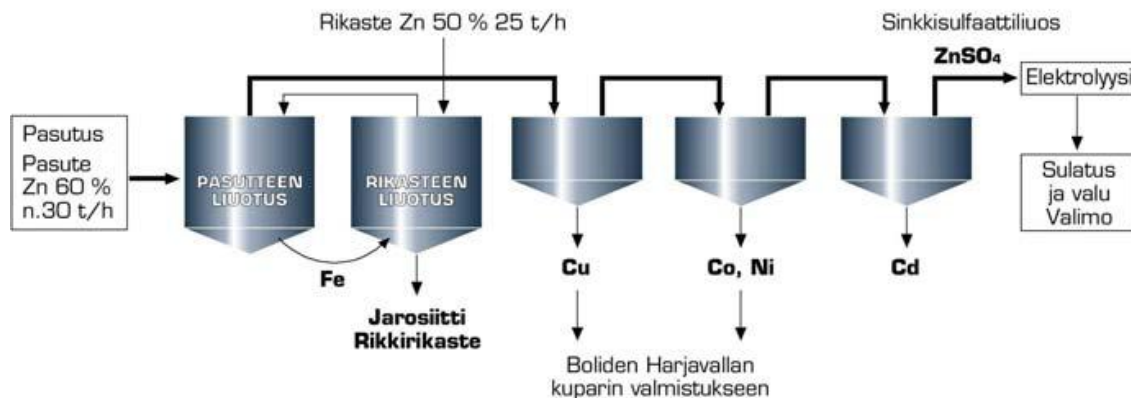
Pasutettaessa sinkkirikaste (ZnS) poltetaan pasutusuunissa ilman hapen avulla 900–950 °C:ssa, jolloin syntyy helpommin liuotettavaa pasutetta eli sinkkioksidia (ZnO) ja rikkidioksidikaasua (SO_2). Pasute jatkaa edelleen liuotukseen, ja kuumasta rikkidioksidikaasusta otetaan energia talteen jätelämpökattilassa höyrynä, joka johdetaan Fortumin voimalaitokselle. Jäähdytynyt rikkidioksidikaasu puolestaan johdetaan Kemiran rikkihappotehtaalle rikkihapon raaka-aineeksi (KUVIO 4). (Rikasteesta harkoiksi 2009.)



KUVIO 4. Pasutus (Rikasteesta harkoiksi 2009.)

2.3.2 Liutus ja liuospuhdistus

Pasutteen liutus jakautuu neutraaliliuotukseen ja konversioon (KUVIO 5). Pasute (ZnO) liuotetaan elektrolyysistä saatavaan rikkihappoliuokseen eli ns. paluuhappoon noin $80\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa. Pasutteen sisältämä rauta saostetaan konversiossa rautasakkana eli jarosiittina. Rikasteen suoraliuotus on pasutukselle rinnakkainen tuotantolinja. Siinä rikaste (ZnS) liuotetaan konversiosta saatavaan liuokseen ja elektrolyysin paluuhappoon hapen avulla n. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa. Rikasteen sisältämä rikki saadaan liuoksesta erilleen rikkirikasteena. Liuospuhdistuksessa poistetaan liuoksesta sinkin mukana liuenneita epäpuhtauksia, kuten kuparia (Cu), kobolttia (Co), nikkeliä (Ni) ja kadmiumia (Cd). Liuospuhdistuksen jälkeen puhdas sinkkisulfaattiliuos (ZnSO_4) pumpataan elektrolyysiin. (Rikasteesta harkoiksi 2009.)



KUVIO 5. Liuotus ja liuospuhdistus.(Rikasteesta harkoiksi 2009.)

2.3.3 Elektrolyysi

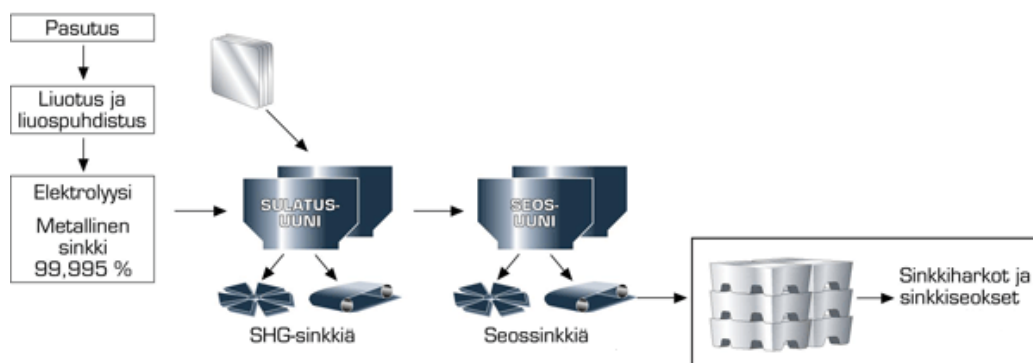
Elektrolyysissä sinkkisulfaattiliuos jäähdytetään (n. 37 °C:een) ja pumpataan elektrolyysin allasliuoskiertoon (KUVIO 6). Sähkövirran avulla sinkki saostuu liuoksesta alumiinilevyjen eli ns. katodien pinnalle. Katodien pinnalle kasvaneet sinkkilevyt irrotetaan automaattisten irrotuskoneiden avulla n. 35 tunnin välein. (Rikasteesta harkoiksi 2009.)



KUVIO 6. Elektrolyysi (Rikasteesta harkoiksi 2009.)

2.4 Valimon prosessi

Valimon prosessissa katodisinkki sulatetaan ja valetaan tuotteiksi (KUVIO 7). Katodisinkki sulatetaan kahdessa identtisisessä sulatusuunissa, joista sulanut sinkki pumpataan rännejä pitkin valulinjoille. Sinkki valetaan joko puhtaana sinkkinä tai seostetaan asiakkaan toivomuksen mukaiseksi seokseksi. Valimon tuotteita ovat puhtas sinkkiharkko, 25 kg, puhtas sinkkiharkko (jumbo) 1–2 tn, seossinkkiharkko 1,4–2 tn sekä sinkkipulveri. (Rikasteesta harkoiksi 2009.)



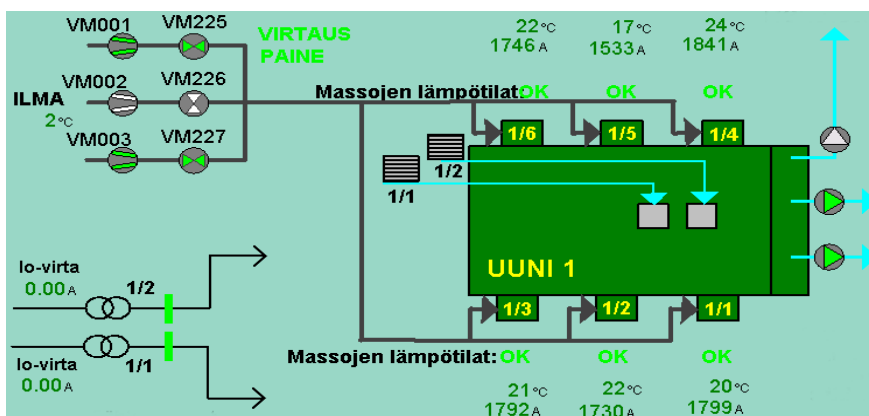
KUVIO 7. Valimon prosessi (Mukailten Rikasteesta harkoiksi 2009.)

3 VALIMON PROSESSI

3.1 Sulatus.

Elektrolyysin katodeista irrotuskoneilla irrotetut sinkkilevyt siirretään katodivarastoon, joka toimii välivarastona katodituotannon ja sulatuksen välissä. Välivarastosta sinkkilevyt syötetään noin yhden ja kahden tonnin painoisina nippuina syöttökuljettimien avulla syöttökuilujen kautta sulatusuuniin. Uunin pinnan ja lämpötilan avulla pyritään löytämään optimisyöttö. (Katodin syöttö 2008.)

Uuniin syötetään ammoniumkloridia, salmiakkia (NH_4Cl), jonka tarkoituksena on nopeuttaa sinkkikatodin sulamista. Salmiakki edesauttaa myös tuhkan kerääntymistä sulan sinkin pinnalle. Tuhka toimii lämmöneristeenä ja pitää uunin pinnan pehmeänä. Salmiakin syöttöä säädellään tuhkan olomuodon mukaan. Sinkin sulatukseen käytettäviä uuneja on kaksi kappaletta: AJAX I ja AJAX II -uunit. Uunit ovat samanlaisia ja vetoisuudeltaan 75 tonnia. Kumpaakin uunia lämmitetään kuudella induktorilla (KUVIO 8). Uunien sulatuskapasiteetti on n. 25 tn/h. (Katodien sulatus 2008.)



KUVIO 8. Sulatusuuni 1. Proscon näyttö.

Sinkin lämpötila uuneissa pidetään alueella 490–520 °C ja sinkin sulamispisteen on 419,3 °C. Lämpötilan säätö tapahtuu pitämällä sinkin syöttö ja toisaalta sulan otto tasapainossa. Sula sinkki siirretään valukohteisiin pumppaamalla sula sähkökäyttöisillä keskipakopumpuilla sulansiirtoränneihin. Pumput ovat ns. grafiittipumpuja. (Katodien sulatus 2008.)

3.2 Harkkovalu

Harkkovalulinja muodostuu kolmesta perusyksiköstä: sulatusuunista, valukoneesta ja latomisrobotista. Valukoneeseen kuuluu kahden taittopyöräparin väliin kiristetty kokilliketju, jossa on 160 kpl valurautaisia kokilleja ja kannatinrullia, kokilliketjun käyttölaitteet, automaattinen kuonankaavauslaite eli skimmausrobotti, jäähdytysvesijärjestelmä, jäähdytyskuljetin, latojarobotti ja varastokuljetin. (Valimon prosessi 2008.)

Valukoneelle sula sinkki ohjautuu sulansiirtoränniä pitkin ja valuu avorännistä pyörivän jakopyörän kautta kokilleihin. Jakopyörän jälkeen skimmausrobotti poistaa lastojen avulla kuonan sulan sinkkiharkon pinnalta. Kuonauksen jälkeen harkot kulkeutuvat jäähdytysvesisuuttimien välistä, jossa kokilleja jäähdytetään sekä ylä- että alapuolelta. Kokilliketjun taittopyörien kohdalla olevat irrotusvasarat täräyttävät harkot irti kokilleista, jonka jälkeen harkot kulkeutuvat kääntörummun lokeroiden kautta jäähdytyskuljettimen ketjulle. Jäähdytyskuljettimella kääntölaite kääntää harkot jalkaharkkoja lukuun ottamatta. (Valimon prosessi 2008.)

Latojarobotti latoo harkot päällekkäin kymmeneen kerrokseen, ja jokaisessa kerroksessa on neljä harkkoa. Varastokuljettimella harkkonippu joutuu nipunoikojan

leukojen väliin, jotka puristuessaan vastakkain ja nostaessaan nippua yläpuolella olevaa levyä vasten oikaisevat harkkonipun. Nippuihin merkitään työnnumero, joka koostuu tuotekoodista, vuosiluvun viimeisestä numerosta, juoksevasta päiväyksestä, valulinjan numerosta sekä järjestysnumerosta. Tämän jälkeen niput siirretään tuotevarastoon. (Valimon prosessi 2008.)

3.3 Jumbovalu

Jumbovalu tapahtuu joko automaattisella jumbovalukoneella (JVK1) tai käsin va-
laen seosvalurata 2:lla (SVR2). Molemmilla valulinjoilla valetaan jumboja, joiden paino on välillä 1,4–2 tn. JVK1:llä sekä SVR2:lla valetaan joko puhtaita sinkkijum-
boja tai seosjumboja. (Valimon prosessi 2008.)

3.3.1 JVK 1

Automaattinen jumbonvalukone koostuu seuraavista laitteista: sulan annostelu-
kaukalo ja lämmityspoltin, kokillin nosto/laskulaite punnitusantureineen, valu-
pöytä, skimmausrobotti ja kuonakaruselli sekä näytteenottoasema, kokillin siirto-
vaunu, siirtonosturi, 20 kpl jäähdytysaltaita lämmityskansineen, jumbon irrotus-
laite, kiilapuristin ja siirtopöytä, askelkuljetin sekä varastokuljetin merkkauslait-
teineen ja kokillien syöttö- ja poistolaitteisto. (Harju 2008.)

Sinkki pumpataan jatkuvana pumppauksena avoränniä pitkin JVK1:n sulan an-
nostelukaukaloon. Valukaukalon pinnankorkeuden ollessa riittävä nostetaan ko-
killi punnitusantureiden päälle valuasentoon. Kokilli valutetaan täyteen punni-

tusantureiden varassa, ja kokillin täyttyä se lasketaan valupöydälle. Valupöytä on karusellityyppinen laite, jossa on paikka neljälle kokillille. Valupöytä pyörähtää 90°, jolloin valettu kokilli siirtyy kuonan poistoon. Kuonanpoistossa skimmausrobotti nostaa sulan sinkin pinnasta kuonan pois. Kun seuraava kokilli on täyttynyt, valupöytä pyörähtää jälleen 90 ° ja kuonauksessa ollut kokilli pyörähtää paikkaan, josta siirtovaunu noutaa sen ja kuljettaa jäähdytysallasalueelle. (Harju 2008.)

Siirtovaunu pysähtyy vapaana olevan jäähdytysaltaan kohdalle, jonka jälkeen siirtonosturi nostaa kokillin jäähdytysaltaaseen. Kokilli jää altaaseen jäähdytyssekvenssin mukaan noin 1–1,5 tunniksi. Jäähdytys tapahtuu johtamalla noin 25-asteinen vesi altaaseen. Kun kokilli on siirretty jäähdytysaltaaseen, lasketaan altaan päälle lämmityskansi, jossa on sähköinen lämmitysvastus. (Harju 2008.)

Jäähdytyssekvenssin jälkeen siirtonosturi noutaa kokillin, jossa on jähmettynyt sinkkijumbo, ja siirtää sen irrotukseen. Irrotuksessa jumbo nostetaan kokillista ulos irrotuslaiteella ja siirretään kiilojen irrotuspöydälle. Kiilat painetaan ulos jumbosta hydraulisesti ja palautetaan takaisin kokilliin. Kokilli palautuu siirtovaunulla takaisin alkuun valupöydälle ja on valmis uudelleen täytettäväksi. Jumbo nostetaan askelpalkkikuljettimella varastokuljettimelle, jossa siihen merkitään työnumero. (Harju 2008.)

3.3.2 Seosvalurata 2

Seosvalurata 2:lla on seitsemän jäähdytysallasta, joissa on jatkuva jäähdytysvesikierto. Seosvalurata 2:lla jumbot valetaan manuaalisesti. Jäähdytysaltaissa on joko yksi tai kaksi valukokillia valettavan tuotteen kokillin mukaan. Sula sinkki valuu kokeilleihin sulansiirtoränniä pitkin jatkuvana valuna. Valaja poistaa kuo-

nan käsityökaluilla harkon pinnasta. Kokillin täytyttyä valaja siirtää siirtorännin seuraavaan valettavaan kokilliin. Jäähtyneet jumbot nostetaan kokillista siltanosturilla ja nostokiilat irrotetaan lekalla lyömällä. Jumboon merkitään työnnumero. (Harju 2008.)

3.4 Seosvalu

Seosvalu tapahtuu joko JVK1:llä tai SVR2:lla. Seosvalussa sinkki sulatetaan sulausuuunissa, josta se pumpataan seostusuuniin johtavaan ränniin. Seostusuuniin lisätään alumiinigranulia. Granuli syötetään jatkuvatoimisella annostelulaitteella seosuuniin. Seostusuuni 1 on tilavuudeltaan 30 tn:n induktiouuni ja seostusuuni 2 40 tn:n. Uuneissa sinkki ja seosaineet saadaan homogeeniseksi induktorivirtauksen ja lapasekoittimen avulla. Uunista seos valuu ylivirtauksena ränniä pitkin valukaukaloon tai kokilliin. (Seostus 2008.)

3.5 Kierrätysuuni

Kierrätysuunissa sulatetaan osa valuissa syntyneistä skimmauskameista, seosuu-
nin pesusta laadunvaihdon yhteydessä tulevat seosjumbot, kuulamylyjen syöttö-
ritilöiltä tulevat kamit ja kuulamylyjen alitteet, uudelleen sulatukseen menevät
vialliset tuotteet ja muu susitettu sinkki. Uunin vetoisuus on 22 tn. (Kierrätysuu-
nin työohje 2008.)

3.6 Rakeistus

Rakeistamossa valmistetaan puhdistamon tarpeisiin sinkkipulveria. Rakeistusuunissa on sulatusuunista pumpattu sula sinkki, joka siirretään paineilman avulla kolmella suuttimella rakeistuskammioon. Paineilma hajottaa sinkin pisaroiksi, jotka jähmettyvät rakeistuskammiossa. Syntynyt sinkkipulveri seulotaan kolmeksi eri fraktioksi: ylitteeksi, karkeapulveriksi ja hienopulveriksi. Ylite liuotetaan elektrolyysin liuotusaltaassa. Hieno- ja karkeapulveri johdetaan seulonnan jälkeen omiin silloihinsa, joista ne siirretään puhdistamolle. (Taipalharju 2007.)

3.7 Tuhkankäsittely

Tuhkankäsittelyssä sulatusuunista saadusta tuhkasta erotetaan sen sisältämää metallista sinkkiä. Tämä tapahtuu siten, että tuhkametallinen sinkkiseos jauhetaan, jolloin kevyempi pöly imeytyy kuulamylyssä olevan alipaineen takia ilman mukana pölynerotuslaitteiden kautta tuhkavaunuun, kun taas painavampi metallinen sinkki jää tuhkamyllyyn, kunnes se poistetaan kääntämällä myllyn pyörimissuuntaa. (Taipalharju 2007.)

3.8 Tuotteiden luokittelu

Tuotteiden luokittelu tapahtuu kaksivaiheisesti, ja ensimmäisessä vaiheessa tuotteet luokitellaan visuaalisesti. Visuaalinen luokittelu tapahtuu valimossa valujen yhteydessä, ja varsinainen luokittelu laboratorion tiedonhallintajärjestelmällä analyysien perusteella. Visuaalisessa luokittelussa tarkastetaan tuotteiden ulkoinen

laatu: koko, halkeamat ja kuonajäänteet pinnassa. Hylätyt tuotteet uudelleen sulatetaan. (Näytteiden otto, merkintäohjeet sekä tuotteiden luokittelu 2004.)

Laboratorion analyysitulokset syötetään laboratorion tiedonhallintajärjestelmään, joka niiden perusteella luokittelee tuotteet niille annettujen analyysirajojen puitteissa. Vuorokauden aikana analysoidaan kaikista valueristä ensimmäinen ja viimeinen kolli (harkkonippu tai jumbo) seuraavin välein: puhdas sinkki kahden tunnin välein ja seossinkki neljän jumbon välein. Luokattomat tuotteet, ns. sudet, palautetaan prosessiin uudelleen sulattamalla. (Näytteiden otto, merkintäohjeet sekä tuotteiden luokittelu 2004.)

3.9 Kuona

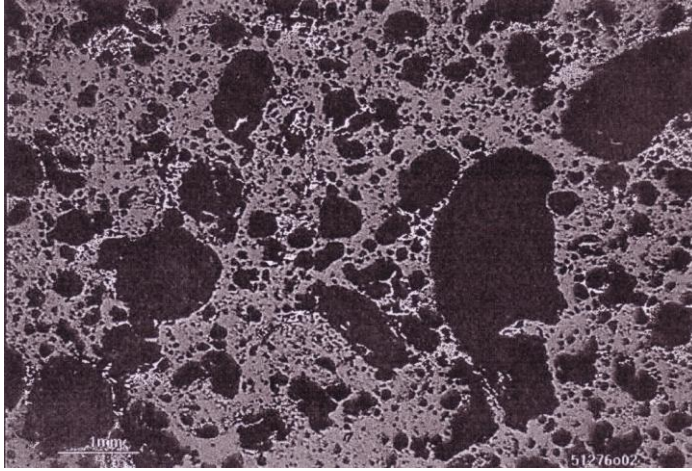
Puhdas sinkkipinta hapettuu nopeasti: $\text{Zn} + 1 \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$. Muodostuva tiivis sinkkioksidikalvo toisaalta estää hapettumisen jatkumisen, mutta vaikeuttaa huomattavasti sinkin sulamista. Sinkkioksidin sulamispiste on 1 950 °C. (Lintumaa 1975.)



KUVIO 9. Kuonanäyte (Osara 2002.)

Sulan sinkin pintaan muodostuu kuonaa, (KUVIO 9) joka on rakenteeltaan huokoista. (KUVIO 10) Kuona muodostuu metallisesta sinkistä sekä sinkkioksidista.

Seossinkin kuona pitää sisältää edellä mainittujen komponenttien lisäksi alumiinia ja alumiinioksidia. (Osara 2002.)



KUVIO 10. Rakennekuva kuonanäytteen huokoisesta alueesta (Osara 2002.)

3.10 Sinkin takaisinpalautus prosessiin

Puhtaan sinkin skimmauskamit ja vialliset tuotteet pyrintään palauttamaan prosessiin sulatusuunien kautta. Seossinkki palautetaan yleensä kierrätysuunin kautta, mutta olosuhteiden salliessa seossudet myös sulatetaan sulatusuuneissa. Tämä tarkoittaa sitä, että linjalla valetaan seossinkkiä ja ei rakeisteta.

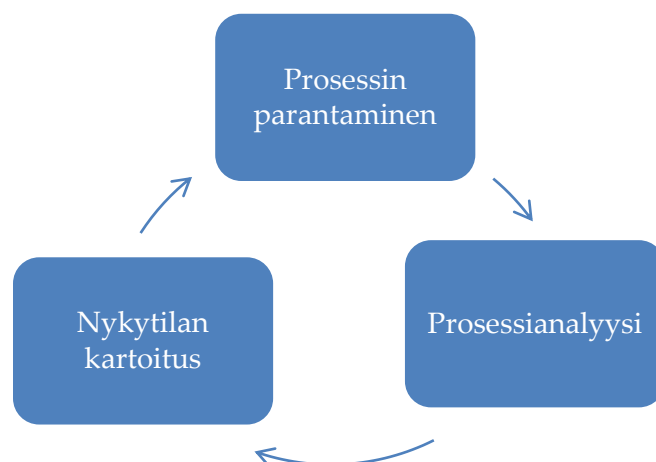
Kierrätysuunissa sulatetaan valuissa syntyvät seoskimmauskamit, seosuunin peusta laadunvaihdon yhteydessä tulevat seosjumbot, kuulamylyjen syöttöritilöiltä tulevat kamit ja kuulamylyjen alitteet, uudelleen sulatukseen menevät vialliset tuotteet ja muu susitettu sinkki.

4 PROSESSIN KEHITTÄMINEN

4.1 Jatkuva parantaminen

Jatkuvasti muuttavassa ja kiristyvässä kilpailutilanteessa yrityksen on käytettävä kaikki mahdolliset kehittämistilanteet. Yrityksen tulee ottaa tavoitteeksi organisaation ja toiminnan kehittämien sellaiseksi, että tällaiset tilanteet voidaan hyödyntää. Tavoitteena on jatkuva parantaminen. (Salomäki 2003, 44.)

Jatkuva parantaminen on sellaisten menettelyiden luomista, joiden avulla organisaatio pyrkii uudistumaan pienin askelin. Jotta organisaatio saisi aikaan yhä parempia tuloksia, sen tulee muuttaa toimintatapojaan. Jatkuvassa parantamisessa pyritään selvittämään toiminnan tarkoituksenmukaisuutta. Oleellista on se, että toimintaa ja sen tuloksia arvioidaan; on tiedettävä missä mennään (KUVIO 11). Vasta arviointien perusteella voidaan käynnistää prosessin ja toimintatapojen kehittämiseen tähtäviä projekteja. (Laamanen & Tinnilä 2002, 27.)



KUVIO 11. Jatkuva kehittämien (Mukaiillen Lecklin 2002.).

Jatkuvaa parantamista ilmaisee Demingen kehä, PDCA-kehä. Se on kehä, jota kiertäen prosessit kehittyvät. Demingen kehän vaiheet ovat:

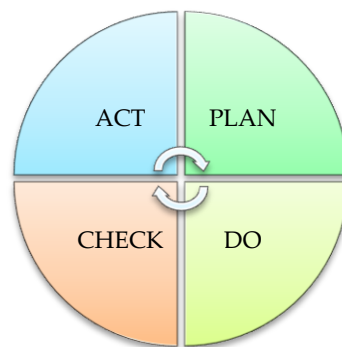
PLAN = suunnittele

DO = toteuta se

CHECK = tarkasta kehitystoimenpiteen teho

ACT = toimi kehittyneen toimintamallin mukaan .

(KUVIO 12). (Salomäki 2003, 45.)



KUVIO 12. Jatkuva parantaminen, PDCA-kehä (Mukailleen Salomäki 2003.)

4.2 Tietojen keräämien

Toimintoja ohjaavat tiedot, ja kerätystä tiedosta saadaan tosiasiat joiden perusteella tehdään tarkoituksenmukaiset toimenpiteet. Tiedon keräämisellä tulee olla selkeät määritellyt kohteet, joihin kerättyä tietoa käytetään. (Kume 1989, 12.)

Tietojen kerääminen pyritään suorittamaan mahdollisimman yksinkertaisella tavalla ja helppokäyttöisessä muodossa. Tarkastuskortti luodaan tätä tarkoitusta varten. Tarkastuskortista tehdään sellainen, johon helppo kerätä tietoa, ja tieto on samaa käyttäjästä riippumatta. (Kume 1989, 14–15.)

4.3 Mittaaminen

Mittaus on numeroilla esitettävän tiedon hankintaa, ja mittaamalla saatua tietoa voidaan hyödyntää prosessin kehittämisessä. Mittaamalla saadun tiedon käsitteilyssä ongelmana on mitatun tiedon tulkinta; saadun tiedon tulee vastata todellisuutta. Tiedon arvioimiseksi tarvitaan tilastollisia käsitteitä. (Laamanen & Tinnilä 2003, 25.)

4.4 Tilastollisia käsitteitä

Koko tutkittava joukko on perusjoukko, populaatio. Perusjoukko muodostuu alkiosta. Käytännössä on mahdotonta tutkia koko perusjoukkoa, ja tästä syystä perusjoukosta otetaan näyte(otos). Tilastotiede määrittelee otoksen perusjoukon osaksi, joka on valittu sillä todennäköisyydellä, millä jokaisella perusjoukon alkiolla on sama todennäköisyys tulla otokseen. Kun tämä vaatimus ei ole voimassa, kyseessä on näyte. Yhden näytteen tai näyte-erän perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä prosessin tilasta. On kerättävä useita näyte-eriä, jotta voidaan tehdä tilastollista tarkastelua. Yleensä näytteitä tai näyte-eriä on vähintään kaksikymmentä. (Salmäki 2003, 178–179.)

Aritmeettinen keskiarvo saadaan laskemalla kaikki mittaustulokset yhteen ja jakamalla summa yhteenlaskettujen tulosten määrällä.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

Keskihajonta on tunnusluku, joka ilmaisee tulosten hajoamista keskiarvon molemmin puolin.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

s = näyte-erän keskihajonta

n = näyte-erän koko

x_i = yksittäisen näytteen mittaustulos

\bar{x} = mittaustulosten keskiarvo (Salomäki 2003, 179–181.)

5 SEURANTAMENETELMÄ

5.1 Kiertävän sinkin määrittely

Työn tarkoituksena oli saada aikaan menetelmä, jonka avulla voidaan seurata valimon sisällä kiertävän sinkin määrää, joten aluksi tuli määritellä, mistä tätä kierrätettävää sinkkiä tulee ja mitkä näistä lähteistä otetaan huomioon. Valimossa uudelleen sulatetaan valutuotteiden pinnalta poistettu kuona, seosuuneista poistettu alumiinipitoinen kuona, luokattomat tuotteet sekä tuhkanjauhatuksen alitteet. Prosessiin palautetaan myös ns. rännikamit elektrolyysillä liottamalla.

Valanteista poistetaan kuonaa jokaisessa valupisteessä. JVK:lla skimmausrobotti poistaa kuonaa jumbon pinnasta, sekä valukaukalon pintaan kerääntyvän kuonan, ja se kerätään kuonakokilliin. Valun pysähtyessä JVK:lla valukaukalo ja sulansiirtoränni tyhjennetään ns. peräkokilliin. SVR2:lla valajan jumboharkon pinnalta poistama kuona kerätään kuonakärriin, ja samoin VK2:lla skimmausrobotin poistama kuona kerääntyy kuonakärriin. Valun pysähtyessä VK2:lla sulansiirtoränni valuu tyhjäksi ASTM-kokilliin. Valulinjoilla valetaan sekä SHG-sinkkiä että seos-sinkkiä, joten näistä syntyvät kuonat pidetään erillään. Luokattomia tuotteita, ns. susia, tulee vaihtelevia määriä jokaiselta valulinjalta.

Tuhkanjauhatuksen alitteet syötetään kierrätysuunin kautta takaisin prosessiin. Tämän kierrätettävän sinkin määrä ei oteta huomioon tässä seurantamenetelmässä, koska sen arviointiin olevan vähäinen. Samoin seosuunien kuonauksen kamit jätettiin niiden vähäisyyden vuoksi seurannan ulkopuolelle. Rännien pintaan kerääntyvä kuona muodostaa ns. rännikameja, jotka poistetaan ränneistä valujen pysähtyessä. Nämä liotetaan elektrolyysillä takaisin prosessiin. Koska rännikami-

en liuotus suoritetaan elektrolyysillä, myöskään rännikamien määrää ei huomioida seurantamenetelmässä.

5.2 Seurantamenetelmä

Seurantamenetelmä laadittiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Laskentaohjelmaan määriteltiin erilliset laskentataulukot jokaiselle valupisteelle: sekä kuonakameille että susille omansa. Jokainen seurantavälilehti ohjelmaan pyrittiin laatimaan sellaiseksi, että se olisi mahdollisimman helppo ja yksinkertainen käyttää.

Susiseuranta on laadittu tarkistuskorttipohjalta, jonka avulla voidaan seurata valupisteissä (JVK, SVR2 ja VK2) syntyvien susien määrää sekä syytä susitukseen (Liitteet 1–3). Taulukkoon merkitään vuorokauden aikana tulleiden susien kappalemäärä, jolla ohjelma kertoo valussa olleen kokillin painon perusteella susitetun sinkin tonnimäärän. Kokillityypit ja niiden painot ovat 3 (1,4 tn), 4 (1,4 tn), 5 (1,5 tn), 7 (2 tn), 8 (4,4 tn) sekä harkkonippu (1 tn).

Seurantamenetelmään myös määriteltiin kamiseurantataulukko, jolla lasketaan kustakin valupisteestä tulleet kamit (Liite 4). Taulukkoihin merkitään, kuten susiseurannassa päivittäinen jokaisessa valupisteessä tulleiden kamien kappalemäärä. Tämän kappalemäärän ja kunkin kamin keskipainon perusteella ohjelma laskee kamien yhteispainon. Kamien keskipaino määritettiin punnitsemalla (Liite 5). Kamit punnittiin syöttötrukkiin integroidulla vaa'alla.

Lisäksi kamiseurannassa on mukana JVK:n peräkokilli, VK2:lla käytetty ASTM-kokilli sekä SVR2:lla laadunvaihdon yhteydessä tulevat pesujumbot. JVK:lla ns.

peräkokillin painoksi arvioitiin 2 tn, koska siinä käytetään yleensä 7 kokillia. VK2:lla käytettyjen ASTM-kokillien paino on 1 tn.

Päivittäin tulleen kierrätettävän sinkin määrä ohjelmassa lasketaan sinkinkierto- välilehdellä, jossa lasketaan yhteen susien ja kamien painot (Liite 6). Näin saadaan laskettu vuorokauden aikana syntyneen kierrätettävä sinkin määrä.

Sulatettava sinkki palautetaan molempien sulatusuunien ja kierrätysuunin kautta. Ohjelmaan laadittiin laskentataulukot kullekin uunille, joka laskee uuneihin syötettyjen susien ja kamien kappalemäärien ja painon perusteella kunkin uunin kautta takaisin palautetun sinkin määrän. (Liitteet 7 ja 8). Seurantaohjelma laskee yhteen sinkinkiertovälilehdelle tämän kierrätetyn sinkin määrän. (Liite 6).

5.3 Seuranta

Seurantamenetelmän käyttöä opinnäytetyön merkeissä testattiin joulukuun 2009 ajan. Seurantajakson aika päätettiin ottaa huomioon vain sulatusuuneihin ja kierrätysuuniin syötetyt sudet ja kamit. Tähän päädyttiin, koska haluttiin karsia päällekkäisyydet ja varmistaa, että valimon käyttöhenkilökunnan kannalta seurannan toteuttaminen olisi mahdollisimman helppo ja vaivaton toteuttaa.

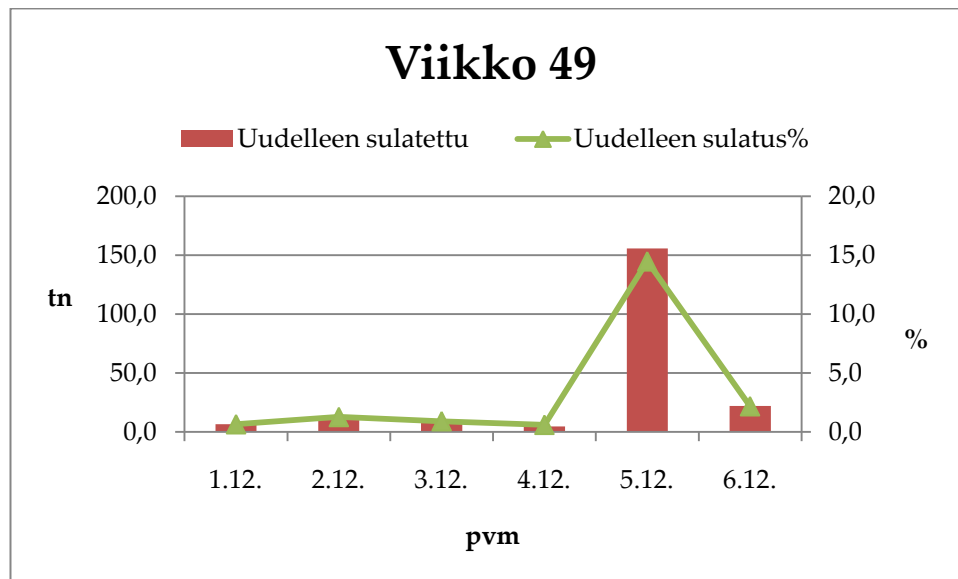
Uunien susi- ja kamisyöttöä varten laadittiin viikoittaiset tulostettavat taulukot, joihin uunimiehet päivittäin merkitsivät tukkimiehenkirjanpidolla kunkin syötettyjen susi- ja kamilaatujen määrät. (Liitteet 9–11). Näistä taulukoista kerättiin päivittäiset kierrätetyn sinkin määrät ohjelmaan.

Kuten uudelleen sulatetusta sinkistä, myös kierrätettävästä sinkistä susiseurannat ja kamien seurannasta, laadittiin viikoittaiset tulostettavat taulukot. (Liitteet 12–15).

6 TULOKSET

6.1 1.–6.12.2009

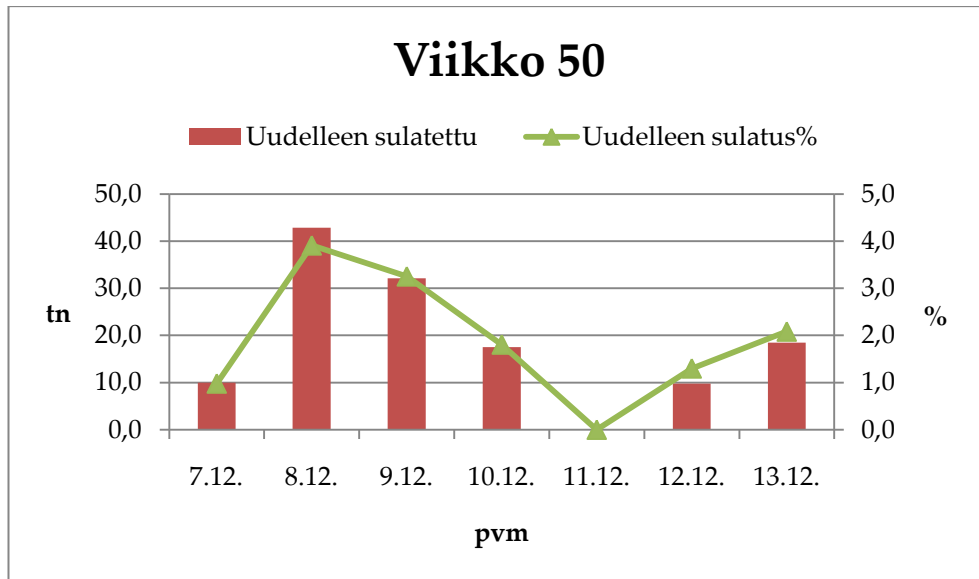
KUVIO 13 osoittaa viikon 49 aikana uudelleen sulatetun sinkin määrän ja sen osuuden valetusta sinkistä. Viikon 49 aikana valimon prosessiin palautettiin sinkkiä 207 tn, joka oli viikon koko valumäärästä 3,7 %. Tästä määrästä suurin osa palautettiin 5.12 jolloin uuneihin syötettiin 123,8 tn susia, ja yhteenlasketun palautetun sinkin määrä oli 155,7 tn. Tämän vuorokauden uudelleen sulatusprosentti oli 14,5 %.



KUVIO 13. Viikolla 49 uudelleen sulatettu sinkki

6.2 7.–13.12.2009

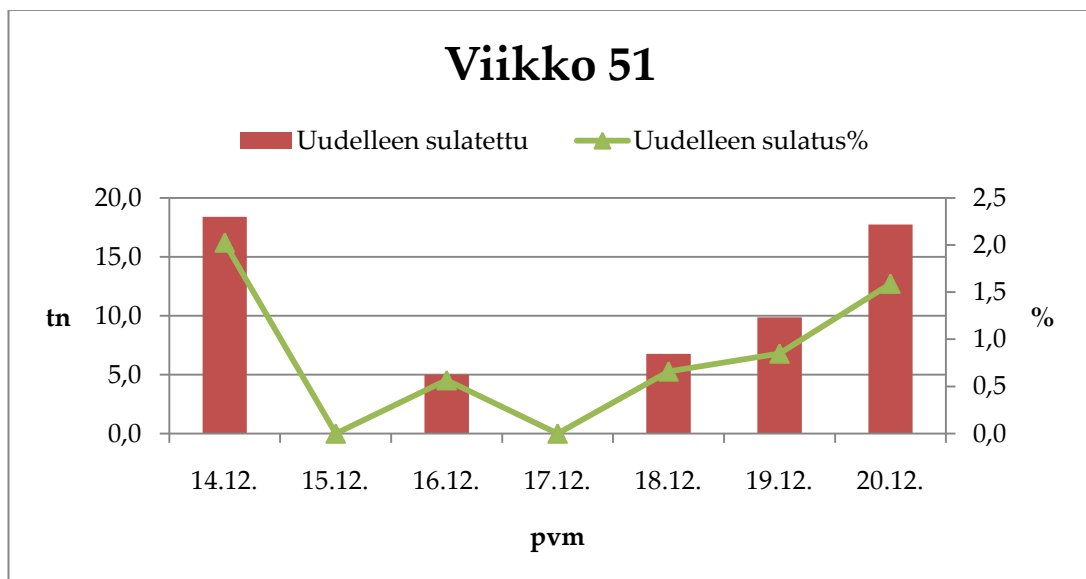
KUVIO 14 osoittaa viikon 50 aikana uudelleen sulatetun sinkin määrän ja sen osuuden valetusta sinkistä. Viikolla 50 uuneihin syötettiin uudelleen sulatettavaa sinkkiä 130,7 tn, ja uudelleen sulatusprosentin oli 1,9 % viikon koko valumäärästä.



KUVIO 14. Viikolla 50 uudelleen sulatettu sinkki

6.3 14.–20.12.2009

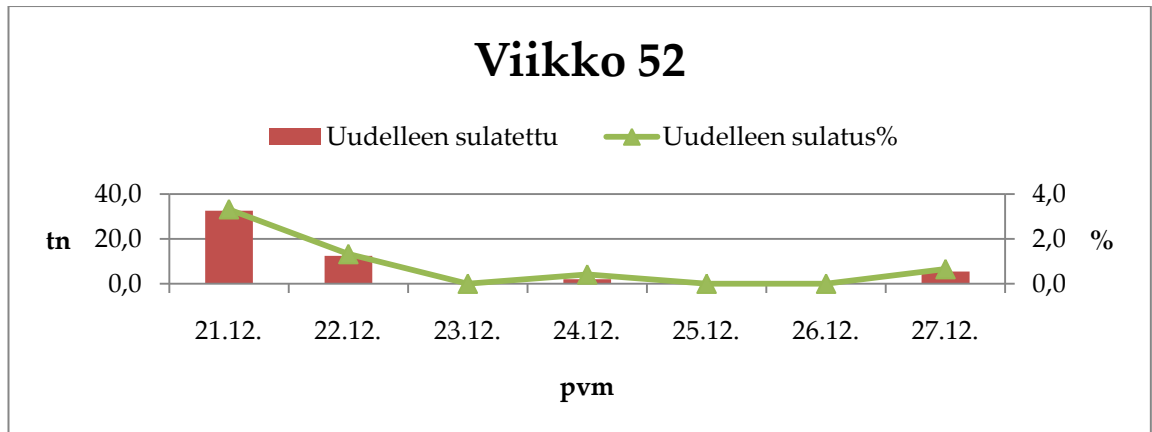
KUVIO 15 osoittaa viikon 51 aikana uudelleen sulatetun sinkin määrän ja sen osuuden valetusta sinkistä Viikon 51 aikana uudelleen sulatettiin 57,7 tn sinkkiä, ja uudelleensulatusprosentti oli 0,8 %.



KUVIO 15. Viikolla 51 uudelleen sulatettu sinkki

6.4 21.–27.12.2009

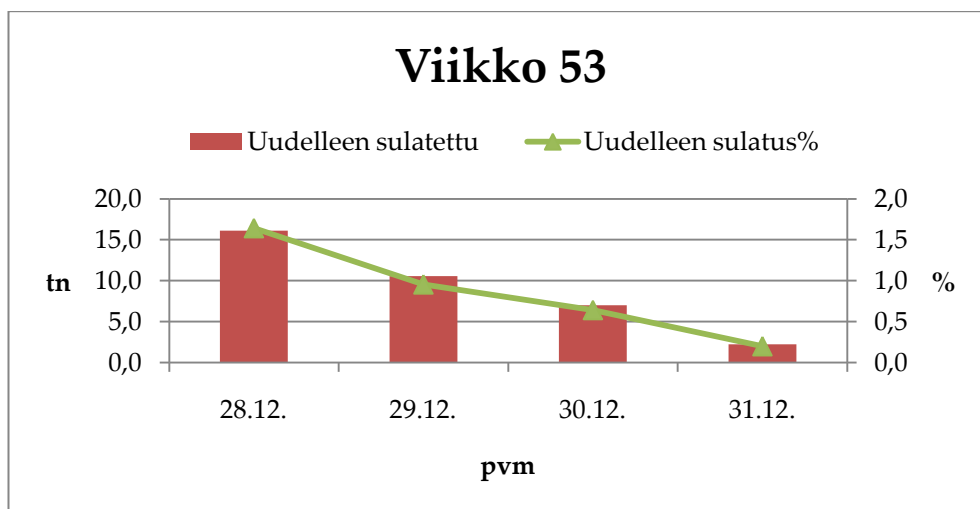
KUVIO 16 osoittaa viikon 52 aikana uudelleen sulatetun sinkin määrän ja sen osuuden valetusta sinkistä. Viikon 52 aikana uudelleen sulatettiin 52,3 tn sinkkiä ja uudelleensulatusprosentti oli tuolla viikolla 0,8 %.



KUVIO 16. Viikolla 52 uudelleen sulatettu sinkki

6.5 27–31.12.2009

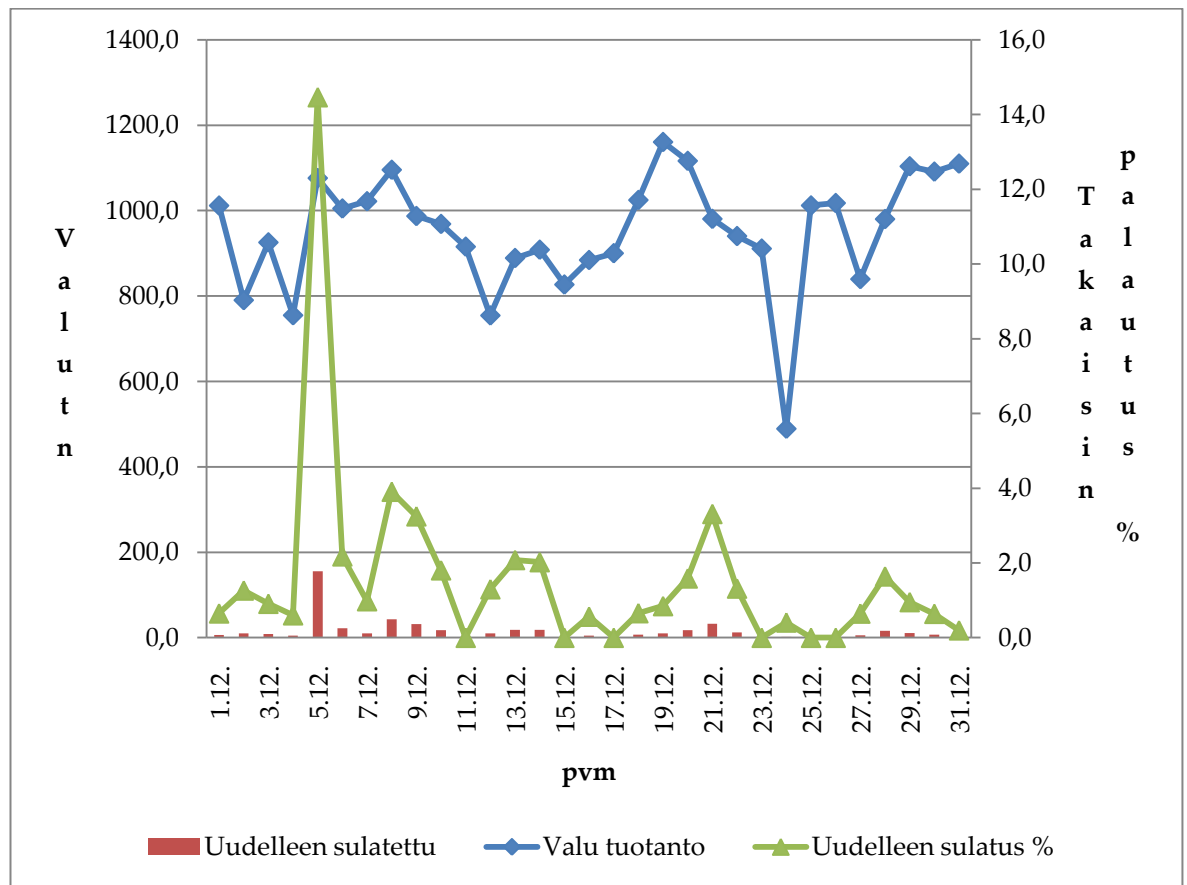
KUVIO 17 osoittaa viikon 53 aikana uudelleen sulatetun sinkin määrän ja sen osuuden valetusta sinkistä. 12.–31.12 uudelleen sulatettiin sinkkiä 35,9 tn, ja se oli 0,9 % koko valumäärästä.



KUVIO 17. Viikolla 53 uudelleen sulatettu sinkki

6.6 Seurantajakson valumäärät

KUVIO 18 osoittaa koko joulukuun 2009 valetun sinkin ja uudelleen sulatetun sinkin määrän sekä sen osuuden valetusta sinkistä. Joulukuussa 2009 valimossa valettiin 29 492 tn sinkkiä, mikä olikin tähänastinen kuukausituotantoennätys. Tuona aikana valimon prosessiin palautettiin 484 tn uudelleen sulatettavaa sinkkiä, joka oli sulatettuun sinkkiin suhtautettuna 1,6 %.



KUVIO 18. Joulukuun 2009 valutuotanto ja valimon prosessiin palannut sinkki

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tuloksena valimoon saatiin seurantamenetelmä, jonka avulla voidaan seurata sinkin sisäistä kiertoa valimossa. Seurantamenetelmällä voidaan seurata eri valupisteiteitä tulevien kuonien ja luokattomien tuotteiden määriä sekä näiden palautumista takaisin valimon prosessiin. Seurantamenetelmän avulla voidaan kerätä tietoa valimon sisällä kiertävästä sinkistä, ja tämän kertyvän tiedon pohjalta voidaan tehdä mahdollisia prosessin kehittämistoimenpiteitä.

LÄHTEET

Boliden Kokkola Oy, a pioneer in zinc technology .2008.Yrityskuvaus.

www.boliden.com

Boliden Kokkola Oy. 2009. Yleisesittely. Boliden Kokkola Oy.

Harju, J. 2008. Toimintakuvaus. Boliden Kokkola Oy

Katodien sulatus. 2008. Prosessi ja laitekuvaus. Boliden Kokkola Oy

Katodin syöttö. 2008. Prosessi ja laitekuvaus. Boliden Kokkola Oy

Kierrätysuunin työohje. 2008. Työohje. Boliden Kokkola Oy

Kume, H. 1989. Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Laamanen, K & Tinnilä, M. 2002. Prosessijohtamisen käsitteet. 3. uudistettu painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Lecklin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. 4. uudistettu painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Lintumaa, T. 1975. Katodisinkin hapetus- ja sulatuskokeet. Metallurginen tutkimus. Outokumpu Oy

Näytteiden otto, merkintäohjeet sekä tuotteiden luokittelu. 2004. Laitekuvaus. Boliden Kokkola Oy.

Osara, K. 2002. OKLA:n Sinkkivalimon Zn-Al-seosvalu-uunin kuonanäytteen rakenne tarkastelu. Raportti. Outokumpu Research Oy.

Rikasteesta harkoiksi. 2009. Sinkin valmistusprosessi Boliden Kokkola Oy:ssä. Tuotannon kalvosarja. Boliden Kokkola Oy.

Salomäki, R. 2003. Hyödynnä SPC. Suorituskykyiset prosessit. 2. uudistettu painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Taipalharju, J. 2007. Sinkintuotannon lisäkoulutuksen muistiinpanot. Keskipohjanmaan Aikuisopisto.

Valimon prosessi. 2008. Prosessi ja laitekuvaus. Boliden Kokkola Oy.

LIITTEET

LIITE 1. JVK1 susiseuranta

JVK SUSISEURANTA			pvm	
Susituksen syy	Kokilli	SEOS JUM-BOT	Paino	
Kuonaa pinnassa	7		0	
Romahtanut pinta	7		0	
Kylmä harkko	7		0	
Väärä seos	7		0	
Rikkoontunut	7		0	
Muu syy	7		0	
			0	
Susituksen syy	Kokilli	SHG JUM-BOT	Paino	
Kuonaa pinnassa	7		0	
	4		0	
Romahtanut pinta	7		0	
	4		0	
Kylmä harkko	7		0	
	4		0	
Väärä seos	7		0	
	4		0	
Rikkoontunut	7		0	
	4		0	
Muu syy	7		0	
	4		0	
			0	0

LIITE 2. SVR2 susiseuranta

SVR2 SUSISEURANTA			pvm	
Susituksen syy	Kokilli	SEOS JUMBOT	Paino	
Kuonaa pinnassa	7		0	
	5		0	
Romahtanut pinta	7		0	
	5		0	
Kylmä harkko	7		0	
	5		0	
Väärä seos	7		0	
	5		0	
Rikkoontunut	7		0	
	5		0	
Muu syy	7		0	
	5		0	
			0	
Susituksen syy	Kokilli	SHG JUMBOT	Paino	
Kuonaa pinnassa	7		0	
	4		0	
	3		0	
	5		0	
	8		0	
Romahtanut pinta	7		0	
	4		0	
	3		0	
	5		0	
	8		0	
Kylmä harkko	7		0	
	4		0	
	3		0	
	5		0	
	8		0	
Väärä seos	7		0	
	4		0	
	3		0	
	5		0	
	8		0	
Rikkoontunut	7		0	
	4		0	
	3		0	
	5		0	
	8		0	
Muu syy	7		0	
	4		0	
	5		0	
	3		0	
	8		0	
			0	0

LIITE 3. VK2 susiseuranta

VK2 SUSISEURANTA	pvm	
Susituksen syy	Niput	Paino
Kuonaa pinnassa		0
Romahtanut pinta		0
Kylmä harkko		0
Väärä seos		0
Rikkoontunut		0
Muu syy		0
		0

LIITE 4. Kaminen seuranta

pvm	KAMI SEURANTA	Yht.	Paino tn
KVJ	PUHDASKAMI		0
	SEOSKAMI		0
	"PERÄKOKILLI"		0
SVR	PUHDASKAMI		0
	SEOSKAMI		0
	PESU 7		0
	PESU 4		0
	PESU 5		0
VK2	KAMI		0
	ASTM		0
			0

LIITE 5. Kamien painot

	KAMIEN PAINOT				
	JVK		SVR		VK2
	SEOS	PUHDAS	SEOS	PUHDAS	
1	160	60	150	70	145
2	205	50	130	85	255
3	210	60	90	80	135
4	215	125	145	105	230
5	190	80	65	65	200
6		135		105	250
7		115		95	225
8		130		70	320
9				140	285
10				85	
11				145	
12				95	
13				85	
14				85	
15				115	
16				75	
17				110	
18				85	
19					
20					
\bar{X}	196	94	116	94	227
S	22,19234	35,50025	36,97972	22,50817	60,47268

LIITE 6. Sinkinkierto

pvm	Kierrätettävä sinkki			Prosessiin takaisin palannut sinkki	
			Määrä tn		Määrä tn
	JVK	SHG SUDET	0	Sulatus uuni 1	0
		SEOS SUDET	0	Sulatus uuni 2	0
	SVR2	SHG SUDET	0	Kiertouuni	0
		SEOS SUDET	0	YHT	0
	VK2	SUDET	0		
	KAMIT		0		
	YHT		0		

LIITE 7. Sulatusuuneihin 1 ja 2 syötetyt kamit ja sudet

Pvm		SULATUSUUNI 1 SYÖTE- TYT KAMIT JA SUDET	Paino
VK2	KAMI		0
	NIPPU		0
	ASTM		0
JVK	PUHDAS KAMI		0
	SEOS KAMI		0
	"PERÄKOKILLI"		0
SVR	PUHDAS KAMI		0
	SEOS KAMI		0
JUMBOT	SHG 4		0
	SHG 7		0
	SHG 3		0
	SHG 5		0
	SHG 8		0
	SEOS 5		0
	SEOS 7		0
		YHT	0

Pvm		SULATUSUUNI 2 SYÖTE- TYT KAMIT JA SUDET	Paino
VK2	KAMI		0
	NIPPU		0
	ASTM		0
JVK	PUHDAS KAMI		0
	SEOS KAMI		0
	"PERÄKOKILLI"		0
SVR	PUHDAS KAMI		0
	SEOS KAMI		0
JUMBOT	SHG 4		0
	SHG 7		0
	SHG 3		0
	SHG 5		0
	SHG 8		0
	SEOS 5		0
	SEOS 7		0
		yht.	0

LIITE 8. Kiertouuniin syötetyt kamit ja sudet

Pvm		KIERTOUUNI SYÖTETYT KAMIT JA SUDET	Paino tn
VK2	KAMI		0
	NIPPU		0
	ASTM		0
JVK	PUHDAS KAMI		0
	SEOS KAMI		0
	"PERÄKOKILLI"		0
SVR	PUHDAS KAMI		0
	SEOS KAMI		0
JUMBOT	SHG 4		0
	SHG 7		0
	SHG 3		0
	SHG 5		0
	SHG 8		0
	SEOS 5		0
	SEOS 7		0
	YHT		0

LIITE 9. Sulatusuuni 1:n viikkoseuranta

VIIKKO		Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
SULATUSUUNI 1 SYÖTETYT KAMIT JA SUDET								
VK2	KAMI							
	NIPPU							
	ASTM							
JKK	PUHDAS KAMI							
	SEOS KAMI							
	"PERÄKOKILLI"							
SVR	PUHDAS KAMI							
	SEOS KAMI							
JUMBOT	SHG 4							
	SHG 7							
	SHG 3							
	SHG 5							
	SHG 8							
	SEOS 5							
	SEOS 7							

LIITE 10. Sulatusuuni 2:n viikkoseuranta

VIIKKO		Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
SULATUSUUNI 2 SYÖTETYT KAMIT JA SUDET								
VK2	KAMI							
	NIPPU							
	ASTM							
JKK	PUHDAS KAMI							
	SEOS KAMI							
	"PERÄKOKILLI"							
SVR	PUHDAS KAMI							
	SEOS KAMI							
JUMBOT	SHG 4							
	SHG 7							
	SHG 3							
	SHG 5							
	SHG 8							
	SEOS 5							
	SEOS 7							

LIITE 11. Kiertouunin viikkoseuranta

KIERTOUUNI SYÖTETYT KAMIT JA SUDET							
VIKKO		Ma	Ti	Ke	To	Pe	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
VK2	KAMI						
	NIPPU						
	ASTM						
JKK	PUHDAS KAMI						
	SEOS KAMI						
	"PERÄKOKILLI"						
SVR	PUHDAS KAMI						
	SEOS KAMI						
JUMBOT	SHG 4						
	SHG 7						
	SHG 3						
	SHG 5						
	SHG 8						
	SEOS 5						
	SEOS 7						

LIITE 12. JVK Viikoittainen susiseuranta

JVK SUSISEURANTA		Viikko						
SEOS JUMBOT								
Susituksen syy	Kokilli	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
Kuonaa pinnassa	7							
Romahtanut pinta	7							
Kylmä Harkko	7							
Väärä seos	7							
Muu syy	7							
SHG JUMBOT								
Susituksen syy	Kokilli	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
Kuonaa pinnassa	7							
	4							
Romahtanut pinta	7							
	4							
Kylmä Harkko	7							
	4							
Väärä seos	7							
	4							
Kylmä Harkko	7							
	4							

LIITE 13. VK2 Viikoittainen susiseuranta

VK2 SUSISEURANTA							VIIKKO	
	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su	
pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	
Kuonaa pinnassa								
Romahtanut pinta								
Kylmä harkko								
Väärä seos								
Rikkoontunut								
Muu syy								

LIITE 14. SVR2 Viikoittainen seoksien susiseuranta

SVR2 SUSISEURANTA		VIKKO						
SEOS JUMBOT								
Susituksen syy	Kokilli	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
Kuonaa pinnassa	5							
	7							
Romahtanut pinta	5							
	7							
Kylmä Harkko	5							
	7							
Väärä seos	5							
	7							
Muu syy	5							
	7							

LIITE 15. SVR2 Viikoittainen SHG:n susiseuranta

SVR2 SUSISEURANTA		VIIKKO						
SHG JUMBOT								
Susituksen syy	Kokilli	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
		Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm	Pvm
Kuonaa pinnassa	3							
	4							
	5							
	7							
	8							
Romahtanut pinta	3							
	4							
	5							
	7							
	8							
Kylmä harkko	3							
	4							
	5							
	7							
	8							
Väärä seos	3							
	4							
	5							
	7							
	8							
Muu syy	3							
	4							
	5							
	7							
	8							