

Niko Heinola

Katodien paksuuden mittaus sinkin irrotuskoneella

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikka

Sähköautomaatio



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Niko Heinola

Työn nimi: Katodien paksuuden mittaussinkin irrotuskoneella

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 22

Liitteiden lukumäärä: 1

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kokkolassa sijaitsevalle Boliden Kokkolalle.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, mitkä anturit sopivat parhaiten katodin paksuuden mittaamiseen ja valita näistä vaihtoehtoista toimivin ratkaisu. Liian ohuet katodit aiheuttavat työturvallisuusriskin mennessään poikki irrotusvaiheessa ja hidastavat prosessia. Tämän takia liian ohuet katodit halutaan pois kierrosta.

Laserantureiden soveltuvuutta testattiin Seinäjoen Ammattikorkeakoulun Materiaalitekniikan laboratoriossa. Boliden Kokkola toimitti testattavat laseranturit sekä kolme eri kuluuusasteella olevaa katodia testaukseen.

Lisäksi työssä tehtiin yritykselle logiikkaohjelma hylättyjen katodien poistoon sekä merkintäjärjestelmä niille. Näin hylätyt katodit eivät tule takaisin kiertoön eivätkä ne hidasta tuotantoa.

Asiasanat: ohjelmoitava logiikka, paksuudenmittaus, automaatio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electrical Automation

Author: Niko Heinola

Title of the thesis: Measuring the thickness of cathodes on a zinc stripping machine

Supervisor: Markku Kärkkäinen

Year: 2014 Number of pages: 22 Number of appendices: 1

This thesis was made for Boliden and its factory in Kokkola. Boliden was founded in 1969 and today it is Europe's second largest zinc plant. Its main product is pure zinc and zinc alloys.

The purpose of the thesis was to find out what are the possible solutions for measuring the thickness of cathodes and to select the best solution for the application. Too thin cathodes cause an occupational safety hazard when they fall off from the conveyors and slow down the process.

The suitability of the laser sensor was tested in Seinäjoki University of Applied Sciences' laboratory of material technology. Boliden Kokkola delivered sensors and cathodes of three different thicknesses for testing. A PLC-program for the rejection process came as an additional wish from the company as well as a marking system for the rejected cathodes so that they do not come into the cycle again.

Keywords: automation, measuring, PLC

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1.1 Työn tausta	6
1.2 Työn tavoite	6
1.3 Työn rakenne	6
1.4 Yritysesittely	6
2 SINKIN TUOTANTOPROSESSI	8
2.1 Pasutus	8
2.2 Liuotus	9
2.3 Liuospuhdistus	10
2.4 Elektrolyysi	10
2.5 Valu	11
3 ONGELMA	12
3.1 Mittaustavat	12
3.2 Ultraäänianturi	13
3.3 Laseranturi	14
3.4 Konenäkö	15
4 TESTAUS	18
5 TULOKSET	20
6 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	22
LIITTEET	1

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Boliden Kokkola (Boliden Kokkola 2013.).....	7
KUVIO 2. Sinkin tuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2013.).....	8
Kuvio 3. Sinkin pasutus (Boliden Kokkola 2013.).....	9
Kuvio 4. Sinkin liuotus ja liuospuhdistus (Boliden Kokkola 2013.)	9
Kuvio 5. Elektrolyysi (Boliden Kokkola 2013.)	10
Kuvio 6. Sinkin valu (Boliden Kokkola 2013.)	11
Kuvio 7. Mittausperiaate (Sarlin Oy).	13
Kuvio 8. Ultraäänianturin toimintaperiaate (Lehtonen. 2012).....	14
KUVIO 9. Konenäkökameran toimintaperiaate (Halinen 2007).	17
Kuvio 10. Testilaitteisto.....	18

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Sinkkikatodit uivat rikkihappopohjaisessa liuoksessa, joka aiheuttaa levyjen kulumista liuosinnan kohdalta. Kun katodit kuluvat tarpeeksi, ne menevät helpommin poikki irrotusvaiheessa. Tämä hidastaa prosessia ja aiheuttaa työturvallisuusriskin, koska revenneet ja poikkimenneet levyt tippuvat ahtaaseen tilaan ja ne täytyy käsin siirtää hylkypukkiin, josta ne menevät eteenpäin. Nämä liian ohuet levyt pitäisi saada pois kierrosta, jotta prosessi pyörisi moitteettomasti.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia mahdollisia ratkaisuja katodien paksuuden mittaamiseen ja valita näistä toimivin ratkaisu sekä tapa merkitä kyseiset katodit. Irrotuskoneissa ei tällä hetkellä ole paksuutta mittaavaa laitteistoa. Tämän lisäksi ohjelmoidaan logiikkaan hylkyprosessi.

1.3 Työn rakenne

Johdannossa kerrotaan työstä ja sen tavoitteista sekä esitellään yritys. Toinen ja kolmas luku käsittelevät teoretietoa, lisäksi käydään läpi erilaisia anturityyppejä, joita voidaan käyttää ongelman ratkaisuun. Lopussa on laitteiston testausta sekä yhteenveto

1.4 Yritysesittely

Boliden Kokkola (kuvio 1) on vuonna 1969 perustettu yritys, jonka päätuotteita ovat puhdas sinkki sekä siitä valmistetut sinkitystuotteet. Rikkihappoa yritys on

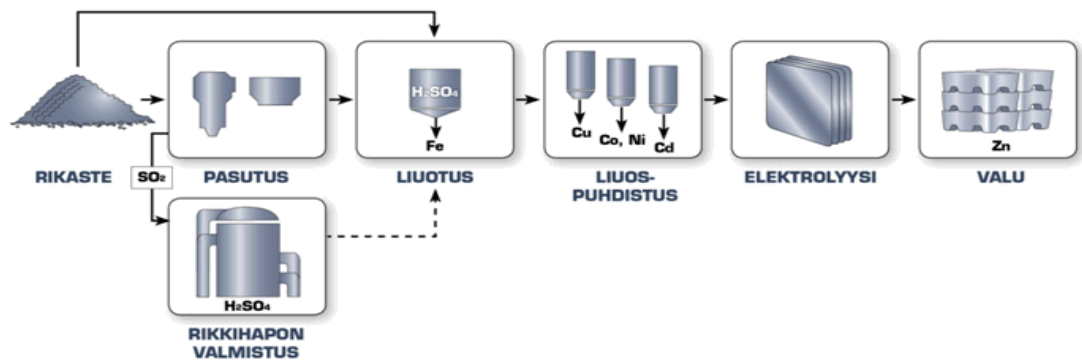
tuottanut vuodesta 2010 lähtien, ja hopean talteenotto käynnistyi vuonna 2014. Rikaste, jota tehdas käyttää raaka-aineenaan, tulee suurimmaksi osaksi Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista ja Irlannista, mutta rikasteita ostetaan myös Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Perusta muilta kaivosyrityksiltä. Tuotannosta noin 85 prosenttia menee vientiin, pääosin Pohjois- ja Keski-Eurooppaan. Boliden Kokkola työllistää noin 500 henkilöä ja 315 000 tonnin tuotantokapasiteetiltaan Euroopan toiseksi suurin. (Boliden Kokkola [Viitattu 7.10.2013].)



Kuvio 1. Boliden Kokkola (Boliden Kokkola 2013.)

2 SINKIN TUOTANTOPROSESSI

Tuotantoprosessin pääraaka-aineina toimivat sulfidiset rikasteet, josta on sinkkiä 50 prosenttia. Päätuotteena tehtaalla on erittäin korkealaatuinen SHG-sinkki, jonka puhtausaste on vähintään 99,995 prosenttia sinkkiä. Sinkkiin voidaan lisätä myös alumiinia tai muita metalleja asiakkaan toiveiden mukaisesti. Sinkkiä tuotetaan seuraavanlaisella prosessilla: pasutus, liuotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja valu (kuvio 2). (Pihkala 2011, 275; Boliden Kokkola 2013.)



KUVIO 2. Sinkin tuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2013.)

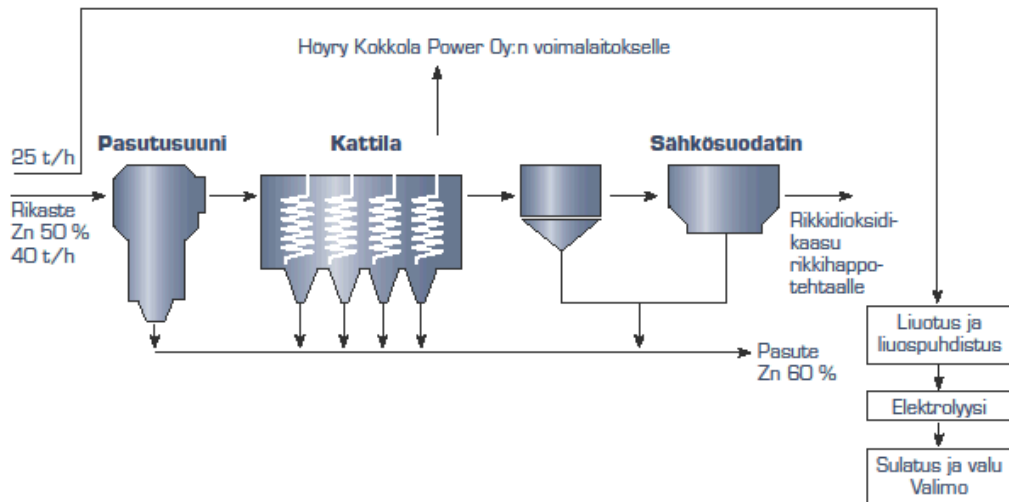
2.1 Pasutus

Tuotantoprosessin ensimmäisessä vaiheessa pasutusuuniin syötetään sinkkirikaste, joka poltetaan n. 950 °C:n lämpötilassa. Tässä prosessissa syntyy helpommin liukenevaa pasutetta eli sinkkioksidia ja rikkioksidikaasua.

Rikkidioksidikaasu jäähdytetään ja siitä saatu lämpö otetaan talteen höyrynä.

Jäähtynyt rikkidioksidikaasu käytetään rikkihapon raaka-aineeksi. Elohopea erotetaan rikkidioksidikaasusta ja jalostetaan myyntituotteeksi (kuvio 3). (Pihkala 2011, 275-277; Boliden Kokkola

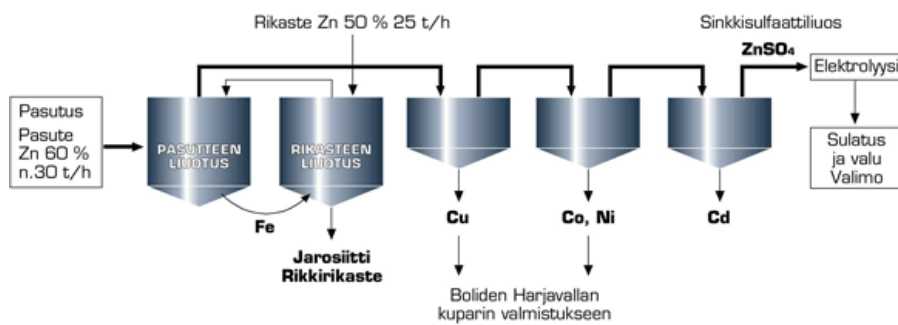
2013.)



Kuvio 3. Sinkin pasutus (Boliden Kokkola 2013.)

2.2 Liuos

Toisessa vaiheessa pasutettaessa syntynyt pasute ja suoraliuotuksen kautta syötetty rikaste liuotetaan elektrolyysistä tulevaan rikkihappoon eli ns. paluuhappoon, jolloin sinkki liukenee sinkkisulfaattiksi. Tämän jälkeen pasutteen sisältämä rauta saostetaan ja suodatetaan pois rautasakkana eli jarosiittina. Rikasteessa olevat sulfidit hapetetaan elementtirikiksi, joka vaahdotetaan jarosiitista. Tästä saatu rikkirikaste suodatetaan, pestään ja varastoidaan (kuvio 4). (Pihkala 2011, 277-278; Boliden Kokkola 2013.)



Kuvio 4. Sinkin liuos ja liuospuhdistus (Boliden Kokkola 2013.)

2.3 Liuospuhdistus

Liutuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuos sisältää pieniä määriä sinkin mukana liuenneita epäpuhtauksia. Liuos täytyy puhdistaa ennen sen pääsyä elektrolyysiin, tämä tapahtuu kolmivaiheisen puhdistusprosessissa. Puhdistuksen ensimmäinen vaihe saostaa sinkkipulverin avulla kuparin pois liuksesta. Koboltti ja muut epäpuhtaudet saostetaan sinkkipulverin ja arseenitrioksidin avulla puhdistuksen toisessa vaiheessa. Kolmannessa vaiheessa kadmium saostetaan sinkkipulverin avulla leijuntareaktoreissa. Kolmannen puhdistusvaiheen jälkeen liuksessa on sinkkiä noin 150 g litrassa ja liuos jäähdytetään ja pumpataan elektrolyysiin (kuvio 4). (Pihkala 2011, 278; Boliden Kokkola 2013.)

2.4 Elektrolyysi

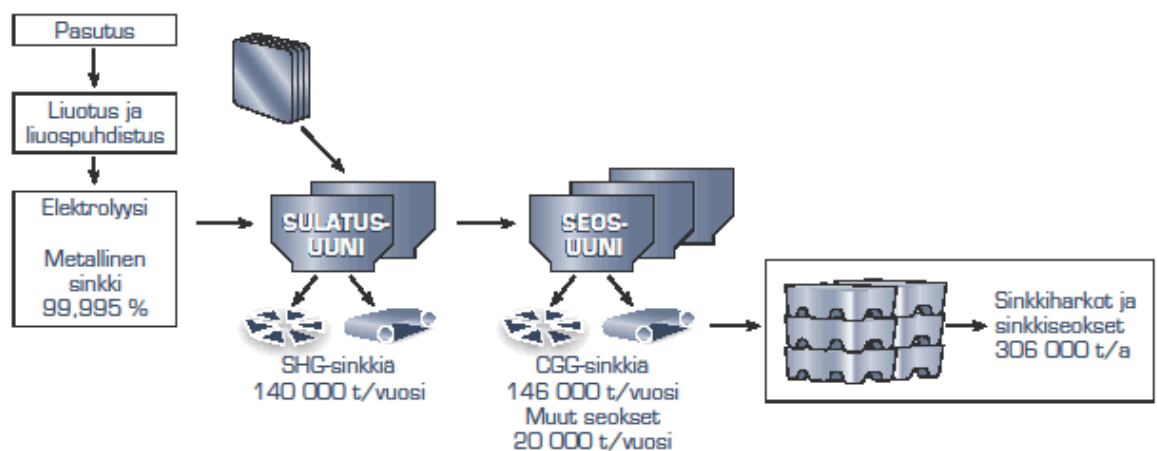
Liuospuhdistamolta saatu sinkkisulfaattiliuos pumpataan elektrolyysiin. Sinkki saostetaan sähkövirran avulla alumiinisten levyjen eli katodien pinnalle (kuvio 5). Sinkin annetaan kasvaa noin 35 tuntia katodien pintaan jonka jälkeen automaatti nostaa täydet sinkkilevyt altaasta välivarastoon ja tuo tyhjät katodit tilalle. Välivarastosta täydet katodit siirtyvät irrotuskoneille, jossa niistä irrotetaan sinkki automaattisesti toimivan koneen avulla. (Pihkala 2011, 278-279; Boliden Kokkola 2013.)



Kuvio 5. Elektrolyysi (Boliden Kokkola 2013.)

2.5 Valu

Elektrolyysistä saadut sinkkilevyt sulatetaan valimon kahdessa induktiouunissa, joista sulanut sinkki pumpataan suoraan tai seostusuunien kautta valuun. Sulatettu sinkki valetaan joko puhtaana 25—2000 kilon sinkkijumboiksi tai asiakkaiden toiveiden mukaiseksi seokseksi (kuvio 6). Valun jälkeen sinkki on valmis myyntituote. (Pihkala 2011, 279; Boliden Kokkola 2013.)



Kuvio 6. Sinkin valu (Boliden Kokkola 2013.)

3 ONGELMA

Sinkkikatodit uivat rikkihappopohjaisessa liuoksessa, joka aiheuttaa levyjen kulumista liuospuolelta. Kun katodit kuluvat tarpeeksi, ne menevät helpommin poikki irrotusvaiheessa, ja poikki menneet levyt tippuvat niputukseen. Joka on ahdas tila, mistä ne täytyy siirtää käsin pois ja tämä aiheuttaa työturvallisuusriskin. Käsin siirtämisen aikana kone joudutaan pysäyttämään, mikä hidastaa prosessia. Sinkin kasvuajat pääsevät nousemaan korkealle, joka taas aiheuttaa lisäongelmia täysien katodien nostamisessa altaista, sekä itse irrotusvaiheessa. Levyjä menee turhaan hylkyyn, kun sinkki ei irtoa kunnolla. Jotta prosessi pyörisi moitteettomasti, pitäisi nämä liian ohuet katodit saada pois kierrosta. Näin saataisiin yksi heikko lenkki pois kierrosta, mikä hidastaa prosessia.

Mittauskohdassa oleva levy roikkuu korvakkeista kuljettimessa kiinni. Kun kuljetin siirtyy askeleen eteenpäin ja pysähtyy aiheuttaa tämä liikunta pientä heilumista levyyn, joka taas aiheuttaa mittausepätarkkuutta. Tämän poistamiseksi pitää käyttää keskittimiä, joilla saadaan heilunta loppumaan. Tähän sopisi esimerkiksi katuharjan harjaosa pitämään levyn heiluminen kurissa, näitä harjaosia on käytetty samaan tarkoitukseen muissa kohteissa osastolla. Levyn vakauden lisäämiseen voidaan käyttää vielä pidennettyä kuljettimen paikallaoloaika.

3.1 Mittaustavat

Anturit, joita voidaan käyttää mittaamaan etäisyyttä ovat: ultraäänianturi ja laseranturi. Konenäkökameralla voidaan mitata reunojen välistä etäisyyttä eli paksuutta.

Katodien paksuutta mitattaisiin siten että, anturit sijoitettaisiin katodin vastakkaisille puolille. Ainut poikkeus on konenäkökamera, joka tulisi sijoittaa katodien väliin

mittaamaan katodin reunojen välistä etäisyyttä eli paksuutta. Mittauspisteiden tulee olla samalla korkeudella, sekä yhtä kaukana katodin reunasta (kuvio 7), jotta saadaan luotettava mitta. Katodin paksuuden laskemiseen tarvittavat tiedot ovat:

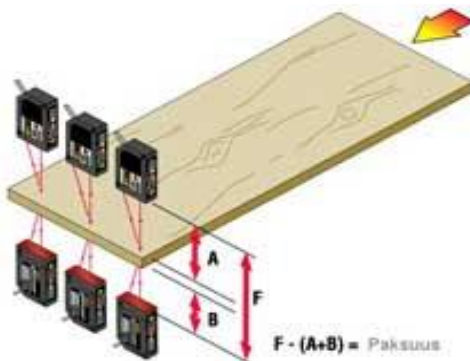
F = antureiden välinen etäisyys,

A = anturin 1 mittaama etäisyys katodiin,

B = anturin 2 mittaama etäisyys katodiin.

Näin ollen katodin paksuus, X , saadaan laskettua kaavalla:

$$X = F - (A+B) \quad (1)$$



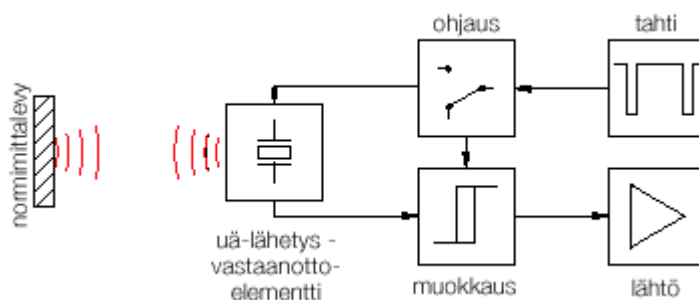
Kuvio 7. Mittausperiaate (Sarlin Oy).

3.2 Ultraäänianturi

Ultraäänianturi toimii käyttäen ääniaaltoja, joiden taajuus vaihtelee 20 kHz:stä 200 kHz:iin. Ultraäänianturit ovat tunteettomia mitattavan kohteen värille ja materiaalille, eli tunnistavat kaiken väristä ja materiaalista riippumatta, joten ne sopivat erilaisten kohteiden mittaamiseen. Anturi lähettää ääniaaltoja kohdetta

kohti ja mittaa ajan, jonka ääniaallot käyttävät kimmotakseen kohteesta takaisin. Kun tiedetään äänennopeus, niin saadaan laskettua kuinka kaukana kappale on. Ultraäänianturissa on piezoelektroninen kristalli, johon syötetään sähköisiä pulsseja (esim. 30 pulssia/s), joiden takia kristalli taipuu ja lähettää ääniaaltoja. Ajastin anturin sisällä tarkkailee kauanko ääniaallolla kestää kimmota takaisin kohteesta ja laskee käytetyn ajan, josta anturi laskee kohteen etäisyyden (kuvio 8) (Chapman 2006; Lehtonen 2012.)

Äänen nopeuteen vaikuttaa ilmassa leijailevat kaasut sekä lämpötila. Ilman lämpötilaa voidaan kompensoida anturiin liitettävällä lämpömittarilla, joka parantaa anturin tarkkuutta. Anturin epätarkkuuteen vaikuttaa myös ympäröivä melu (Chapman 2006; Lehtonen 2012.)



Kuvio 8. Ultraäänianturin toimintaperiaate (Lehtonen. 2012).

3.3 Laseranturi

Laseranturi tuottaa valon siten, että sähkövirta kulkee anturissa olevan puolijohdteen läpi, joka alkaa hehkumaan. Puolijohde on onkalossa, jossa on peilejä, jotka vahvistavat valonsädettä ja heijastavat sen oikeaan suuntaan. Säteen moduloinnin ansiosta anturin optiikan likaantumisen vaikutus on saatu pieneksi. Moduloinnilla tarkoitetaan säteen katkomista alle 10 kHz:n taajuudella, jolloin vastaanotin reagoi vain lähettimen valopulsseihin. Näin ollen taustavalo häiritsee mahdollisimman vähän (Chapman 2006; Lehtonen 2012.)

Optisia antureita on kolmea eri tyyppiä:

- kohteesta heijastava
- heijastintoiminen
- havaintoparivalokenno. (Lehtonen 2012)

Kyseessä olevassa ongelmassa käytetään kohteesta heijastavaa anturia.

Laseranturi toimii samalla periaatteella kuin ultraäänianturi, erona on se että laseranturi käyttää valonnopeutta. Anturin sisällä on laskentayksikkö, joka laskee valon käyttämän ajan, josta se laskee etäisyyden(Lehtonen 2012.)

Laseranturin valokiila ei juurikaan hajoa ($0,2^\circ$ poikkeama) , eikä se saa vääriä ”kaikuja”, eli käytännössä yksi säde kulkee kohteeseen ja takaisin, eikä säde hajoa ja kimpoile muista esineistä takaisin anturiin ja on näin ollen tarkka mittauksessa. Laseranturi toimii valonnopeudella eli saavutetaan suuri päivitystaajuus eli se on myös nopea. Laseranturi ei myöskään tunnista ilmassa leijailevia höyryjä, mutta pöly ja sumu voivat häiritä mittausta. Laseranturi vaatii hieman kunnossapitoa. Käytännössä ainoa toimenpide mikä anturille pitää tehdä, on pitää se puhtaana pölystä ja muusta aineesta, joka sen pintaan kerääntyy, muuten lasersignaalin vahvuus heikkenee(Chapman 2006; Lehtonen 2012.).

3.4 Konenäkö

Nykyaikaiseen konenäköjärjestelmään kuuluu useita eri osia mutta perusjärjestelmään kuuluu: valaistus, kamera, kuvankäsittely ja käyttöliittymä (kuvio 9) (Soini 2011.)

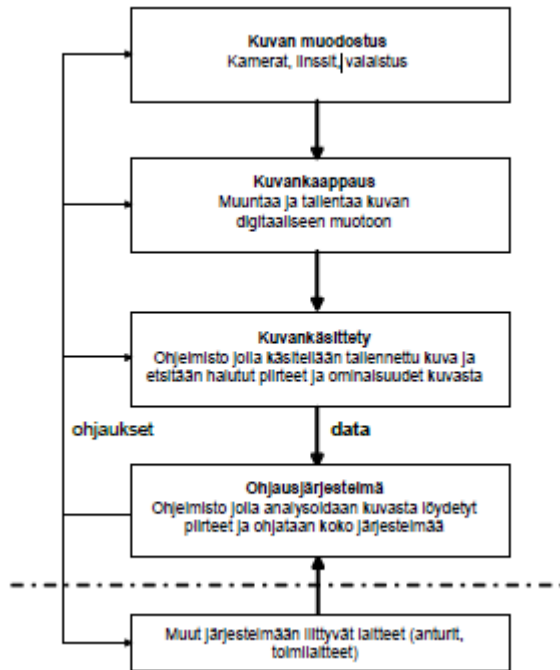
Valaistus on järjestelmän osista tärkein. Jotta saadaan tarkkoja kuvia, tulee valaistuksen olla optimaalinen eikä esimerkiksi auringonvaloa saa tulla kuvattavaan kohteeseen. Valaistustekniikoita ovat: taustavallo, polarisoitu valo, laservallo, kohdevalo, pienikulmainen valo, diffuosoiva kupoli sekä akselinsuuntainen valo. Eri valaistustekniikoilla saadaan eri hyötyjä kuvattavaan kohteeseen ja saadaan kuvasta tarkka. Valonlähteinä käytetään fluoresoivia valoja, LED-valoja sekä halogeeneja. (Opetushallitus [Viitattu 22.05.2014]; Beijer Electronics 2013.)

Kamera on järjestelmän pääkomponentti ja sen tehtävän on ottaa kuvia kohteesta, jotka siirtyvät kuvankäsittelyyn. Nykykameroilla voidaan ottaa jopa 25 kuvaa sekunnissa, mutta yleisimmin otetaan 4—5 kuvaa sekunnissa. Kuvanopeus säädetään tuotantolinjan nopeuden mukaiseksi, jotta joka kuvasta tulee samanlainen. (Opetushallitus [Viitattu 22.05.2014]; Beijer Electronics 2013.)

Kun kamera on ottanut kohteesta kuvan, se siirtyy kuvankäsittelyyn. Kuvankäsittelyssä ohjelma erottaa tarpeettomat tiedot kuvasta ja ottaa tarvittavan tiedon talteen. Kun kuvankäsittely irrottaa tarvittavan tiedon kuvasta, tulee tietomäärästä pienempi, mikä taas nopeuttaa tiedonkulkua. Kun tiedot on saatu ne siirtyvät mittausohjelmistolle, joka suorittaa laskutoimitukset ja lähettää tiedot käyttöliittymään tai suoraan logiikalle (Opetushallitus [Viitattu 22.05.2014]; Beijer Electronics 2013.)

Konenäköjärjestelmään kuuluu aina käyttöliittymä. Käyttöliittymällä hallitaan kameran toimintoja. Käyttöliittymänä yleensä toimii tietokone tai käyttäjäpääte, joka on yhteydessä logiikkaan, joka ohjaa laitteiston toimintaa (Opetushallitus [Viitattu 22.05.2014])

Konenäkökameraan pitäisi rakentaa mekanismi, joka liikuttaa kameran katodien väliin mittaamaan syöpynyttä kohtaa. Kyseinen mekanismi olisi epäkäytännöllinen kohteeseen, koska väli on ahdas sekä mekanismin pitäisi olla toimintavarma eikä heilumista saisi ilmaantua koska se aiheuttaa mittausepä-tarkkuutta.



KUVIO 9. Konenäkökameran toimintaperiaate (Halinen 2007).

4 TESTAUS

Anturien testaus suoritettiin Seinäjoen Ammattikorkeakoulun materiaalitekniikan laboratoriossa. Käytössä oli Feston paineilmajärjestelmä, jolla toteutettiin häiriötä (katodin heiluttaminen) prosessiin (kuvio 10). Anturit, joita käytettiin testaamiseen, olivat mallia IFM 01D100. Lisäksi käytössä oli virtalähde GW Laboratory DC Power Supply GPR-3020, josta otettiin virta antureille. Antureiden OUT2-lähtö konfiguroitiin analogialähdöksi mittaamaan jännitettä. Anturit ovat noin 25 cm:n päässä mitattavasta kappaleesta, joten analogia-alueen alkamispiste konfiguroitiin 200 mm:iin ja loppupiste 300 mm:iin.

Antureiden soveltuvuutta testattiin kytkemällä anturit Fluken 199 ScopeMeteriin, jolla tarkasteltiin antureiden muutosnopeutta kun katodi heiluu sekä antureiden tarkkuutta. Tässä testissä havaittiin että, anturit tunnistavat katodin pienetkin liikkeet ja ScopeMeter kirjaa jännitteen muutoksen. Tästä voitiin päätellä että tämän tyyppiset anturit sopivat katodien paksuuden mittaamiseen.



Kuvio 10. Testilaitteisto

Tämän testin pohjalta tarkasteltiin tarkemmin antureiden antamaa dataa. Antureihin liitettiin National Instrumentsin USB-6008-tiedonkeruulaite, jolla siirrettiin dataa tietokoneelle. Tietokoneella dataa tutkittiin National Instruments Signal Expressillä. Kun Signal Express avattiin ja tarkasteltiin dataa, huomattiin että signaalissa on paljon häiriötä, joten signaaliin liitettiin suodatin joka suodatti suurimmat häiriöt pois. Kun signaali saatiin suodatettua, lisättiin siihen kaava, jolla laskettiin alustavasti katodin paksuutta, tällä kaavalla saatiin melko tarkkoja tuloksia.

5 TULOKSET

Ottaen huomioon tilassa vallitsevat olosuhteet, jotka ovat melu ja höyry, sekä antureiden ominaisuudet, on paras vaihtoehto kyseiseen ongelmaan laseranturi. Laseranturi on nopeampi ja tarkempi kuin ultraäänianturi, eikä myöskään ole niin häiriöherkkä. Laseranturi on huoltovapaampi kuin ultraäänianturi.

Konenäkökamera ei sovi tähän sovellukseen, koska oikean paikan löytäminen kameralle on hankalaa ja kamera tarvitsee kunnossapitoa enemmän kuin laseranturi. Ultraäänianturi olisi epäsopiva tehtävään, koska tilassa, johon anturit tulevat, on melua jatkuvasti, sekä Valimon uuneista tulevat höyryt aiheuttavat häiriötä mittaamiseen.

Laseranturit yhdistetään logiikkaan, joka hoitaa laskennan sekä suorittaa hylkäämisprosessin mikäli katodi on liian ohut. Hylätyt katodit merkataan maalamalla niihin pieni jälki, jotta ne eivät tule takaisin kiertoan ja aiheuta ongelmia. Katodien merkitseminen toteutetaan paineilmatoimisella maalausjärjestelmällä. Paineilma otetaan jo valmiina olevasta järjestelmästä ja liitetään maalausjärjestelmään.

Testissä olleet pistemäiset etäisyysanturit eivät ole paras mahdollinen vaihtoehto katodien paksuuden mittaamiseen, koska syöpynyt alue katodissa ei ole aina samalla korkeudella. Ravisädeanturi toimisi tässä tilanteessa paremmin leveämmän mittausalueensa vuoksi.

6 YHTEENVETO

Työssä selvitettiin Boliden Kokkolalle eri mahdollisuuksia katodien paksuuden mittaamiseen. Tutkimuksen alussa keskityttiin etsimään eri vaihtoehtoja etäisyyden mittaamiseen ja tämän jälkeen valitsemaan paras vaihtoehto. Työssä käytettiin internetiä sekä alan kirjallisuutta tietoa etsittäessä. Tutkimuksien pohjalta valittiin anturi, joka oli paras mahdollinen vaihtoehto etäisyyden mittaamiseen. Tämän jälkeen toimitti Boliden kaksi anturia testattavaksi, sekä kolme eri kuluuusasteella olevaa katodia. Anturien testauksen jälkeen tiedot testituloksista lähetettiin Bolidenille, sekä ehdotus käytettävästä anturista.

Logiikkaohjelman suunnittelu ja teko aloitettiin testauksien jälkeen. Ohjelma suunniteltiin mahdollisimman yksinkertaiseksi, jotta se olisi mahdollisimman toimintavarma.

Toivon mukaan sovellus tulee tehtaalla käyttöön ja on hyödyllinen, sillä kysyntää kyseiselle sovellukselle tehtaalla on.

LÄHTEET

Beijer Electronics. 2013. Konenäkötekniikan uusi suunta. Luentomateriaali.

Boliden Kokkola. 2013. yritys. [www-lähde]. Boliden Kokkola. [viitattu 7.10.2013].
Saataavana: <http://www.boliden.com/fi/Toimipaikat/Sulatot/Kokkola/>

Chapman, P. 2006. Sensor Selection Guide: Optimizing Manufacturing and Processes (2nd Edition). [www-lähde] Alankomaat: ISA 33-36. [Viitattu 10.10.2013]
Saataavana: http://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpSSGOMPE1/viewerType:toc/root_slug:sensor-selection-guide/url_slug:kt007UNP73?b-q=laser%20sensor%20&b-subscription=TRUE&b-group-by=true

Halinen, M. 2007. Konenäkö robotin ohjauksessa. [Www-dokumentti] Aaltoyliopisto.Luentomateriaali.[22.05.2014].
Saataavana:http://automation.tkk.fi/attach/AS-0-2230/lab3c_teorja.pdf

Lehtonen M. 2012. Anturitekniikka. Anturitekniikan perusteet. Luentomateriaali.

Opetushallitus. Ei päiväystä. Konenäkö. [www-dokumentti]. Opetushallitus.[22.05.2014].
Saataavana:<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/automaatio/konenako/index.html>

Pihkala, J. 2011. Prosessitekniikka: Prosessiteollisuuden yksikkö- ja tuotantoprosessit. Tampere

Soini, A. 2011. Konenäkö. [www-dokumentti]. Suomen automaatioseura ry.[10.4.2013].Saataavana:
<http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Konenako.pdf>

LIITTEET

LIITE 1 ESIMERKKI LOGIIKKAOHJELMASTA, KATODIN PAKSUUDEN LASKENTA JA HYLKÄYS

Interface								
	Name	Data type	Default value	Retain	Accessible f...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	Input							
2	Poikittaiskuljettimen t...	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Paksuuslaskenta_valittu	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Ei_katodia_paikalla	Bool	false	Non-ret...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Output							
6	Hylkäys	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Normaali_Kierto	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Merkkkaus	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Network 1:

Poikittaiskuljetin pitää olla tahdilla ennenkuin katodin paksuus lasketaan. Anturien paksuustietoa verrataan vakioarvoon. Jos anturitieto on alle vakioarvon tapahtuu hylkäys, jos on yli vakioarvon jatkuu normaali kierto. Jos katodia ei ole paikalla jatkuu kierto normaalisti.

```

graph TD
    subgraph Network_1 [Network 1]
        direction LR
        I1[#Paksuuslaskenta_valittu] --- I2[#Poikittaiskuljettimen_tahdija]
        I2 --- C1["%MW2 Anturitieto <"]
        C1 --- O1[#Hylkäys]
        C2["%MW6 katodin_minipaksuus"] --- O1
        C3["%MW2 Anturitieto >"] --- O2[#Normaali_Kierto]
        C4["%M0.3 Ei_katodia_paikalla"] --- O2
    end

```

