

Raimo Ahola

VALIMON KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA 2014–2030

Boliden Kokkola

Opinnäytetyö

CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kesäkuu 2014

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola-Pietarsaari	Aika Kesäkuu 2014	Tekijä/tekijät Raimo Ahola
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Valimon kunnossapitosuunnitelma 2014–2030. Boliden Kokkola		
Työn ohjaaja Ilkka Rasehorn	Sivumäärä 55 + 3	
Työelämäohjaaja Jonas Kronqvist		
<p>Boliden Kokkola on vuosituotannollaan 315 000 tonnia Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Päätuotteita ovat puhdas sinkki ja siitä valmistetut seossinkkituotteet. Yhtiö on sitoutunut toimintansa jatkuvaan ja järjestelmälliseen kehittämiseen. Tämän vuoksi se on yksi maailman moderneimmista sinkkitehtaista.</p> <p>Laitteiden käyttövarmuuden tulee olla korkealla tasolla, jotta suunniteltu tuotanto voidaan toteuttaa ja toimittaa asiakkaille sovitussa aikatauluissa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma sinkkivalimolle. Suunnitelmassa laajennettiin valukoneilla käytettyä vuosihuoltokelloa koskemaan kaikkien prosessivaiheiden laitteita. Ennalta ajoitetut huoltoseisokit ja kunnostamiset saadaan kytkettyä tuotannon suunnittelun kanssa, että suunniteltu tuotanto vastaa tilauksien toimitusaikatauluja.</p>		

Asiasanat kunnossapitosuunnitelma, vuosihuoltokello

ABSTRACT

Unit Kokkola-Pietarsaari	Date June 2014	Author/s Raimo Ahola
Degree programme Mechanical and Production Engineering		
Name of thesis FOUNDRY MAINTENANCE PLAN 2014–2030. Boliden Kokkola		
Instructor Ilkka Rasehorn		Pages 55+3
Supervisor Jonas Kronqvist		
<p>With its annual production capacity of 315,000 tonnes per year Boliden Kokkola is the second largest zinc plant in Europe. The zinc plant's main products are pure zinc and zinc alloys. Boliden Kokkola is committed to continuously and systematically improving its operations. As a result, the company is today one of the most modern zinc smelters in the world.</p> <p>Dependability of machines has to be on a high level in order to achieve the productivity planned and to deliver to customers on schedule. The purpose of this thesis was to create a long-term maintenance plan for the zinc foundry. The plan expands annual maintenance plans to concern devices in every part of the process. Prescheduled maintenance shut downs were connected with productivity planning so it corresponds to the schedule of orders.</p>		
Key words annual maintenance plan, maintenance plan		

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 BOLIDEN KOKKOLA	2
2.1 Boliden AB	2
2.2 Boliden Kokkola	2
3 PROSESSIKUVAUS	4
3.1 Pasutus	4
3.2 Rikkihapon tuotanto	5
3.3 Liuotus ja liuospuhdistus	6
3.4 Elektrolyysi	7
3.5 Sulatus, seostus ja valu	7
4 VALIMO PROSESSIVAIHEITTAIN	8
4.1 Syöttö	9
4.2 Sulatus	9
4.3 Seostus	12
4.4 Valu	16
4.5 Jäähdytysvesi	22
4.6 Tuhkankäsittely	23
4.7 Kärryn- ja pölynpoisto	24
4.8 Rakeistus	25
4.9 Automaatiojärjestelmä	26
5 KUNNOSSAPIDON TEORIAA	28
5.1 Mitä kunnossapito on?	28
5.2 Kunnossapidon määritelmiä	28
5.3 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu	29
5.4 Valittuun strategiaan perustuva huolto-ohjelma	29
5.5 Kunnossapitolajit PSK:n mukaan	31
5.6 Kunnossapitolajit SFS:n mukaan	33
6 PROSESSIVAIHEIDEN VAIKUTUKSET	36
6.1 Syöttölaitteiden vaikutukset	37
6.2 Sulatuslaitteiden vaikutukset	38
6.3 Seostuslaitteiden vaikutukset	39
6.4 Valulaitteiden vaikutukset	40
6.5 Jäähdytysvesijärjestelmälaitteiden vaikutukset	40
6.6 Tuhkankäsittelylaitteiden vaikutukset	40
6.7 Kärryn- ja pölynpoistolaitteiden vaikutukset	41
6.8 Rakeistuslaitteiden vaikutukset	41
6.9 Prosessinohjauslaitteiden vaikutukset	41
7 HUOLTOSEISOKKIEN SUUNNITTELU	43

8 VUOSIHUOLTOKELLO	51
9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA PÄÄTELMÄT	53
LÄHTEET	55
LIITTEET	
Liite 1. Kunnossapitosuunnitelman GANT-kaavio	
Liite 2/1. Vuosihuoltokellon GANT-kaavio	
Liite 2/2. Vuosihuoltokellon GANT-kaavio	
KUVIOT	
KUVIO 1. Ilmakuva tehdasalueesta	3
KUVIO 2. Sinkin tuotantoprosessi	4
KUVIO 3. Pasutus	5
KUVIO 4. Rikkihapon prosessi	5
KUVIO 5. Liuotus ja liuotuspuhdistus	6
KUVIO 6. Elektrolyysin prosessi	7
KUVIO 7. Sulatus-, seostus- ja valuprosessi	7
KUVIO 8. Sulatusuuni 1	10
KUVIO 9. Sulatusuuni 2	11
KUVIO 10. Induktorien jäähdytyspuhaltimet sulatusuuni 1	12
KUVIO 11. Induktorien jäähdytyspuhaltimet sulatusuuni 2	12
KUVIO 12. Seostusuunit	13
KUVIO 13. Seostusuunin 1 induktorin jäähdytyspuhaltimet	14
KUVIO 14. Seostusuuni 2 ja 3 induktorien jäähdytyspuhaltimet	14
KUVIO 15. Jumbovalukone 1	18
KUVIO 16. Jumbovalurata 2	19
KUVIO 17. Harkkovalukone 2	21
KUVIO 18. Valimon jäähdytysvesijärjestelmä	23
KUVIO 19. Tuhkankäsittely- ja kärynpoistojärjestelmä	25
KUVIO 20. Rakeistus	26
KUVIO 21. Kunnossapitolajit PSK 6201	31
KUVIO 22. Kunnossapitolajit SFS	34
KUVIO 23. Riippuvuudet tuotantolinjoilla 1 ja 2	37
TAULUKOT	
Taulukko 1. Kunnossapitolajit PSK 6201	32
Taulukko 2. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306	34

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia sinkkitehtaan valimolle kunnossapitosuunnitelma vuosille 2014–2030. Suunnitelmassa on huomioitava valimon laitteistoille asetettu korkea käyttöaste tulevaisuudessa, jotta lisääntyvä tuotantotarve voidaan tuottaa. Kunnossapitotöiden suorittaminen aiheuttaa tuotantokatkoja, koska valimolla ei ole kahdennettuja tuotantolaitteistoja kaikille eri valutuotteille. Suuri haaste onkin ajoittaa tuotannon pysäyttävät kunnossapitotyöt tuotantoa mahdollisimman vähän häiritsevään ajankohtaan.

Suunnitelman tarkoituksena samalla on, että valimon laitteiston kunnossapito siirtyisi enemmän korjaavasta kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon. Ennakkohuoltoja valimolla on 90 kpl. Ne suoritetaan pääsääntöisesti kalenteriohjattuna. Oikea-aikainen ennakkohuoltojen suorittaminen on haasteellista, koska tuotantosuunnitelman mukainen eri tuotteiden valaminen aiheuttaa valukoneiden ja valuradan varauksen tuotannon suorittamiselle.

Kunnossapitosuunnitelmassa tulee ajoittaa pitkällä aikavälillä ennakkohuollot ja suurimmat kunnostamiset ja saattaa nämä ajat tuotannosuunnittelun tietoon, jotta tuotannosuunnittelijat voivat ottaa ennakkohuolto- ja seisokkitarpeet huomioon hyvissä ajoin. Valukoneille on laadittu ns. vuosihuoltokellot, joihin on eri aikavälein suunniteltu pidettäväksi huoltoseisokit. Huoltoseisokkiaika on kohdistettu alustavasti tietyille viikolle. Tarvittava seisokin pituus suunnitellaan määriteltyä viikkoa ennen ennakkohuoltojen sekä ilmenneiden vikojen että mahdollisten muutosten summana.

Opinnäytetyössä vuosihuoltokelloa laajennetaan koskemaan kaikkia valimon prosessivaiheiden laitteita. Määrävinä jaksottajina ovat valukoneiden ja -radan ennakkohuolto- ja prosessipuhdistustarpeet. Opinnäytetyössä ei tarkastella suoritettavien ennakkohuoltojen sisältöjä tai nykyisiä jaksotuksia eikä sähkölaitteiden tai automaatiojärjestelmän laitteiston kokonaisuuksia.

2 BOLIDEN KOKKOLA

2.1 Boliden AB

Boliden Kokkolan emoyhtiö on ruotsalainen Boliden AB. Bolidenilla on tehtaita Ruotsissa, Suomessa ja Norjassa. Kaivoksia on yhtiöllä Ruotsissa ja Irlannissa. Päätuotteena ovat sinkki ja kupari. Yhtiö tuottaa myös kultaa, hopeaa ja lyijyä. Boliden AB:n liikevaihto oli 4,5 miljardia euroa vuonna 2013. Boliden-konserni työllisti 4 800 henkilöä vuonna 2013. Boliden AB:n osake noteerataan Tukholman ja Toronton pörsseissä. (Boliden 2014.)

2.2 Boliden Kokkola

Kokkolan sinkkitehdas aloitti sinkin tuotannon vuonna 1969. Yritys toimii Kokkolan suurteollisuusalueella (KUVIO 1). Tuotteita ovat puhdas sinkki ja siitä valmistetut sinkitystuotteet. Vuodesta 2010 alkaen yritys on tuottanut myös rikkihappoa. Boliden Kokkola Oy osti tuolloin Kemiralta rikkihappotehtaan. Tuotantokapasiteetiltaan 315 000 tonnia on Boliden Kokkola Oy Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Suurin osa tehtaan raaka-aineesta, sinkkirikasteesta tulee Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista ja Irlannista. Rikasteita ostetaan myös muilta kaivosyrityksiltä Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Perusta. Tuotannosta noin 85 % menee vientiin. Tärkeimmät markkina-alueet ovat Pohjois- ja Keski-Euroopaassa. (Boliden 2014.)

Boliden Kokkola on vakiinnuttanut toimintaansa jatkuvaan ja järjestelmälliseen parantamiseen, minkä ansiosta se onkin yksi maailman moderneimmista sinkkitehtaista. Yritys pyrkii olemaan maailman paras sinkintuottaja. Tavoitteeseen pyritään korkealla automaatioasteella ja alan parhaiden tuotantoteknologioiden hyödyntämisellä ja prosessien kehittämisen avulla. Tehtaan toimintaa ohjaavat ISO 9001:2000-laadunhallintajärjestelmä, ISO 14001-ympäristöjärjestelmä ja OHSAS 18001 -työterveys ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmä. Uusin lenkki kehittämisen ketjussa on hopean talteenottolaitos, jota rakennetaan sinkkitehtaan yhteyteen. Uudella prosessivaiheella saadaan sinkkirikasteessa oleva hopea talteen hopearikasteena. Vuonna 2014 on hopean talteenotto-prosessin tarkoitus käynnistyä. Kokkolan sinkkitehtaan palveluksessa on 545 henkilöä, ja se on Kokkolan suurin yksityinen

työnantaja. Tehdas on keskittynyt sinkin ja sinkkisyönteiden valmistamiseen. Sinkki toimitetaan asiakkaille 25 kilon harkkoina tai sinkkijumboharkkoina, joiden painot vaihtelevat 1400–4000 kilogramman välillä. (Boliden 2014.)

Vuoden 2013 tuotanto- ja talouslukuja:

- rikastesyöttö 601 000 tonnia
- valutuotanto 312 000 tonnia
- rikkihappo 319 000 tonnia
- tuotannon arvo 482,0 miljoonaa euroa
- investoinnit 36,4 miljoonaa euroa
- hankinnat 93,2 miljoonaa euroa.

Suurimpia asiakkaita ovat ArcelorMittal, Rautaruukki, SSAB, Tata Steel, Wilhelm ja Grillo (Boliden 2014).

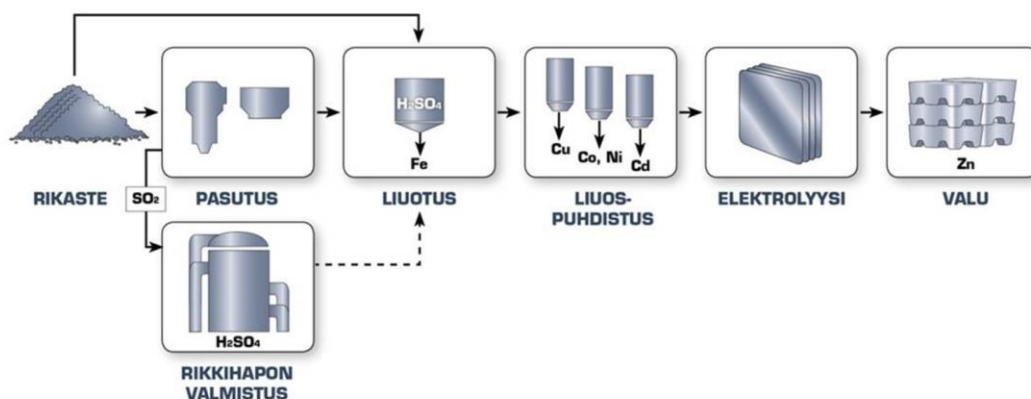


KUVIO 1. Ilmakuva tehdasalueesta (Boliden 2014.)

3 PROSESSIKUVAUS

Suuri osa Kokkolan tehtaan käyttämästä sinkkirikasteesta tulee Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista ja Irlannista. Rikasteita ostetaan myös muilta kaivosyhtiöiltä Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Perusta. Sinkin tuotantoprosessissa on viisi eri vaihetta (KUVIO 2): pasutus, liuotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja valu. Raaka-aineen sinkkipitoisuus noin 50 prosenttia. Valmiin SHG-sinkin puhtausaste on vähintään 99,995 prosenttia. Vuotuinen tuotantokapasiteetti on 315 000 tonnia ja keskimääräinen vuorokausituotanto 863 tonnia. (Boliden Kokkola 2014.)

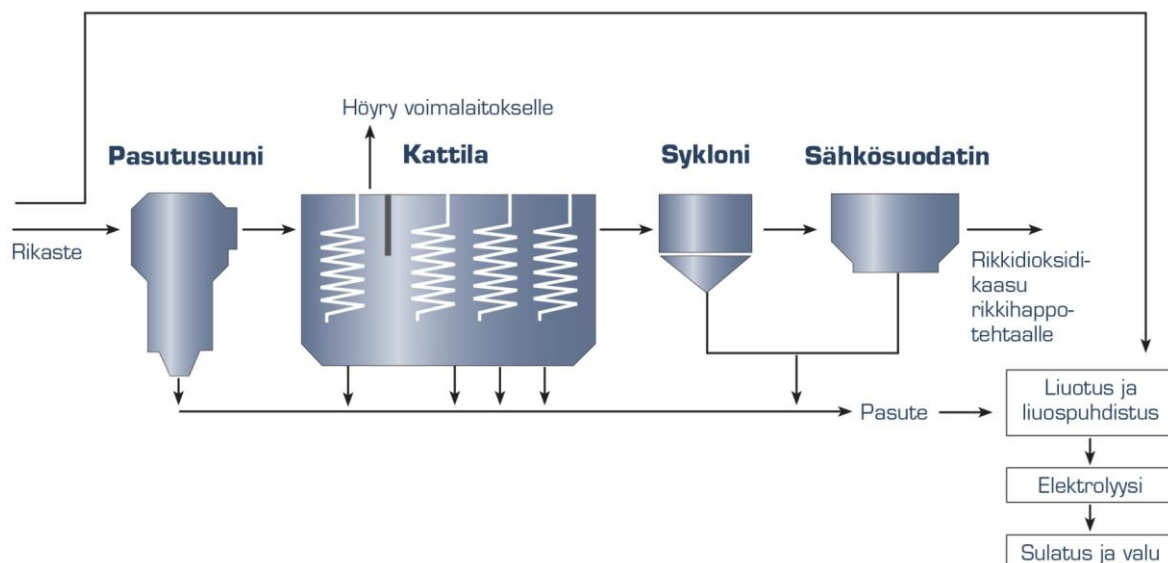
Prosessin kesto rikasteesta valmiiksi lopputuotteeksi on 10 vuorokautta. Hyödynnettäviä sivutuotteita ovat rikkihappo, kuparisakka, höyry, sinkkisulfaattiliuos ja prosessilämpö. Vuoden 2014 aikana myös hopearikaste tulee tuotantoon. (Boliden Kokkola 2014).



KUVIO 2. Sinkin tuotantoprosessi (Boliden Kokkola 2014.)

3.1 Pasutus

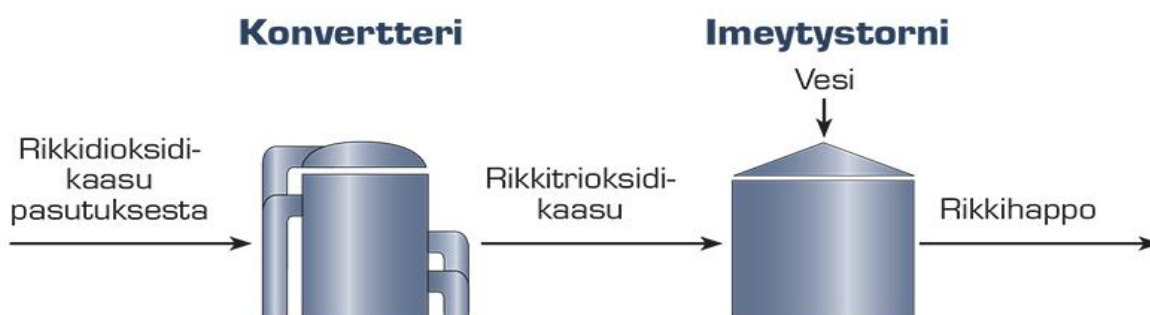
Tuotantoprosessin ensimmäisessä vaiheessa sinkkirikaste syötetään pasutusuuniin, jossa sinkkirikaste poltetaan 950 °C:ssa. Pasutusprosessin tuotteena syntyy sinkkioksidia eli pasutetta. Pasutuksessa sivutuotteena muodostuva rikkidioksidipitoinen kaasu jäädytetään ja sen sisältämä lämpö otetaan talteen höyrynä. Jäähtynyt rikkidioksidikaasu johdetaan haponpötehtaalteille rikkihapon raaka-aineeksi (KUVIO 3 ; Boliden Kokkola 2014.)



KUVIO 3. Pasutus (Boliden Kokkola 2014.)

3.2 Rikkihapon tuotanto

Pasutusprosessista sivutuotteena saatava rikkidioksidi-kaasu hapetetaan happotehtaan konverterissa rikki-trioksidiksi. Rikki-trioksidikaasu imeytetään veteen, jolloin syntyy rikki-happoa (KUVIO 4). Prosessissa muodostunut lämpöenergia otetaan talteen kaukolämpönä. (Boliden Kokkola 2014.)

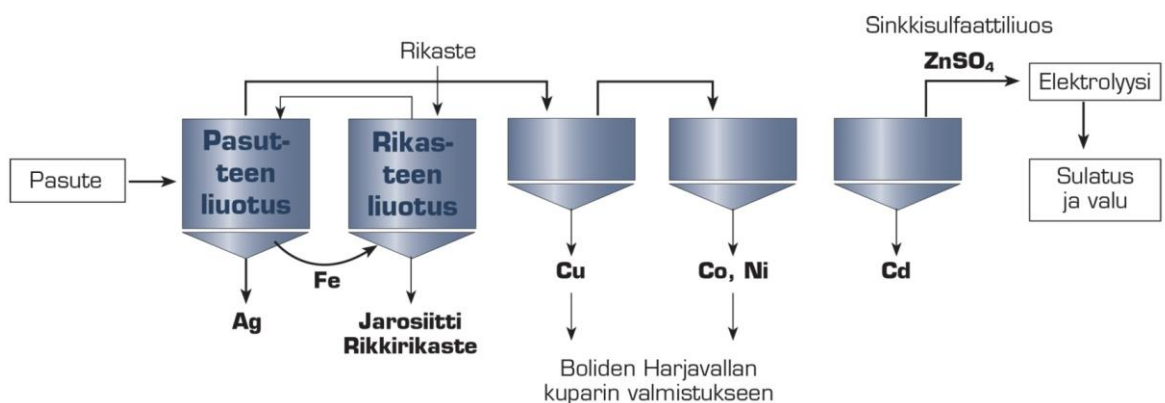


KUVIO 4. Rikkihapon prosessi (Boliden Kokkola 2014.)

3.3 Liuotus ja liuospuhdistus

Pasutettaessa syntynyt pasute ja suoraliuotusmenetelmällä käsiteltävä rikaste liuotetaan rikkihappoliuoksessa, jota saadaan elektrolyysistä niin sanottuna paluuhappona. Rauta saostetaan ja suodatetaan pois prosessista jarosiittina. Liuotuksessa syntyy sinkkisulfaattiliuosta. Parhaillaan tehtaalle rakennetaan hopean talteenottolaitosta. Prosessiin tehtävien muutosten myötä pasutteessa oleva hopea saadaan talteen hopearikasteena. (Boliden Kokkola 2014.)

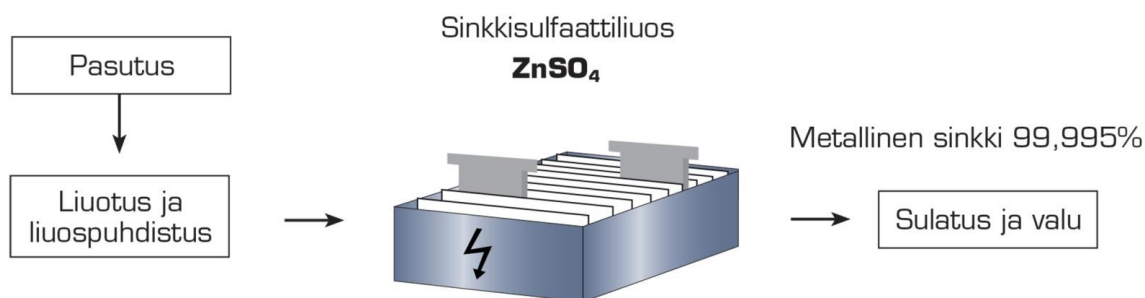
Liuotuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuoksessa on pieniä määriä sinkin mukana liuenneita epäpuhtauksia, jotka täytyy poistaa liuoksesta ennen elektrolyysiä. Puhdistus tapahtuu kolmivaiheisella prosessilla. Puhdistuksen kolmannen vaiheen jälkeen sinkkisulfaattiliuos sisältää sinkkiä noin 150 g/l. Liuospuhdistuksen jälkeen puhdas liuos jäähdytetään ja pumpataan elektrolyysiin. (KUVIO 5 ; Boliden Kokkola 2014.)



KUVIO 5. Liuotus ja liuospuhdistus (Boliden Kokkola 2014.)

3.4 Elektrolyysi

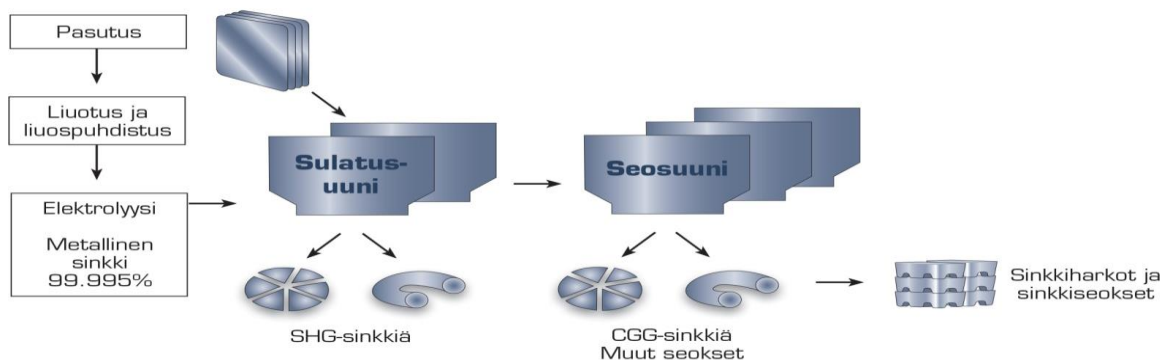
Elektrolyysissä sinkki saostuu liuoksesta alumiinilevyjen eli niin sanottujen katodien pinnalle sähkövirran avulla (KUVIO 6). Sinkkilevyjen annetaan kasvaa katodien pinnalla noin 35 tuntia. Tämän jälkeen katodit poistetaan liuoksesta ja tilalle vaihdetaan uudet katodit. Sinkkilevyt irrotetaan katodien pinnalta automaattisten irrotuskoneiden avulla. Alumiinilevyt palautetaan altaisiin. (Boliden Kokkola 2014.)



KUVIO 6. Elektrolyysin prosessi (Boliden Kokkola 2014.)

3.5 Sulatus, seostus ja valu

Elektrolyysistä saatavat sinkkilevyt sulatetaan valimon induktiouunissa. Sulatettu sinkki valetaan joko 25 kilon harkoiksi tai sinkkijumboiksi. Osaan tuotteista seostetaan alumiinia tai muita metalleja asiakkaiden toiveiden mukaisesti. (KUVIO 7). Valun jälkeen sinkki on valmis myytäväksi tuotteeksi. (Boliden Kokkola 2014.)



KUVIO 7. Sulatus-, seostus- ja valuprosessi (Boliden Kokkola 2014.)

4 VALIMO PROSESSIVAIHEITTAIN

Valimon tuotantolaitteet jakautuvat kahteen eri tuotantolinjaan, tuotantolinja 1:een ja tuotantolinja 2:een.

Tuotantolinja 1:een kuuluvat laiteryhmät ovat

- katodien syöttölaitteet 1
- sulatusuuni 1
- rakeistus
- seostusuuni 1
- jumbovalukone 1.

Tuotantolinja 2:een kuuluvat laiteryhmät ovat

- katodien syöttölaitteet 2
- sulatusuuni 2
- seostusuuni 2
- seostusuuni 3
- jumbovalurata 2
- harkkovalukone 2.

Valulinjoille yhteisiä laitteita ovat

- jäähdytysvesijärjestelmän laitteet
- tuhkan käsittelylaitteet
- käryn- ja pölynpoistolaitteet
- prosessinohjauslaitteet.

Tuotantolinjojen 1 ja 2 jakautuvat seuraaviin prosessivaiheisiin:

- syöttö
- sulatus
- rakeistus
- seostus
- valu

- tuhkankäsittely
- kärynpoisto
- jäähdytysvesijärjestelmä.

4.1 Syöttö

Syöttölaitteistoilla syötetään elektrolyysillä tuotetut sinkkikatodilevyt sulatusuuneihin. Sulatusuuneille on molemmille omat, lähes identtiset katodien syöttölaitteistot. Katodilevyjen syöttölaitteistoon sisältyvät seuraavat osalaitteet:

- katodimakasiinit
- annostelupöydät
- annostelukourat
- kuljettimet
- kippausasemat
- kippauspöydät
- kuilut
- hydraulikkakoneikot
- ammoniumkloridin syöttölaitteistot.

Syötettävät sinkkikatodilevyniput ovat painoiltaan 1000 kg ja 2000 kg. Sinkkikatodilevyniput syötetään kuljettimille joko katodimakasiineista annostelukourien tai trukin avulla. Kuljettimilla siirretään uunin pinnan tarpeen mukaan sinkkikatodilevyniput kippausasemalle tai kippauspöydälle, joista niput syötetään kuiluja pitkin sulatusuuneihin.

4.2 Sulatus

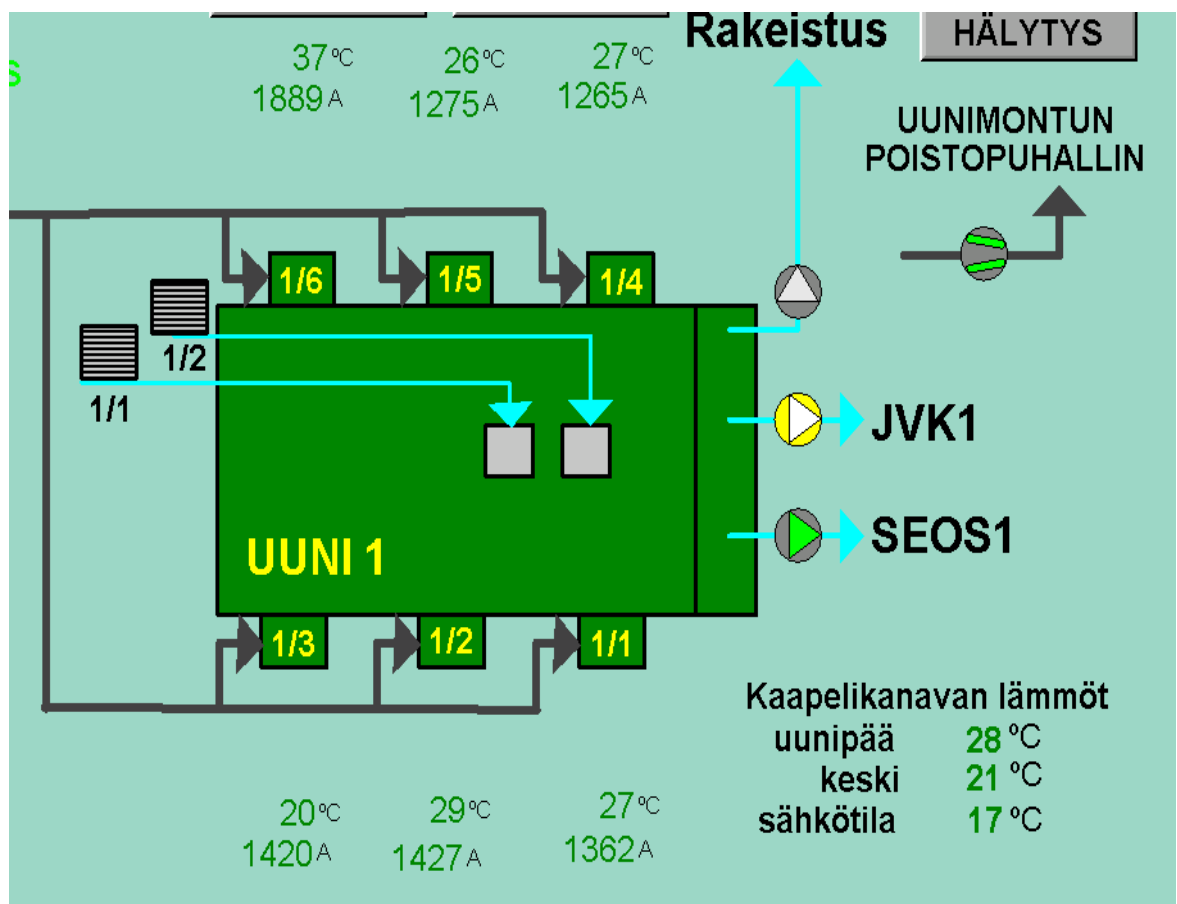
Sulatusuuneilla sulatetaan syöttölaitteistolla syötetyt sinkkikatodilevyt. Sulatusuuneihin sisältyvät seuraavat osalaitteet:

- sulatusuunit
- induktorit
- induktorien sähkönsyöttölaitteet

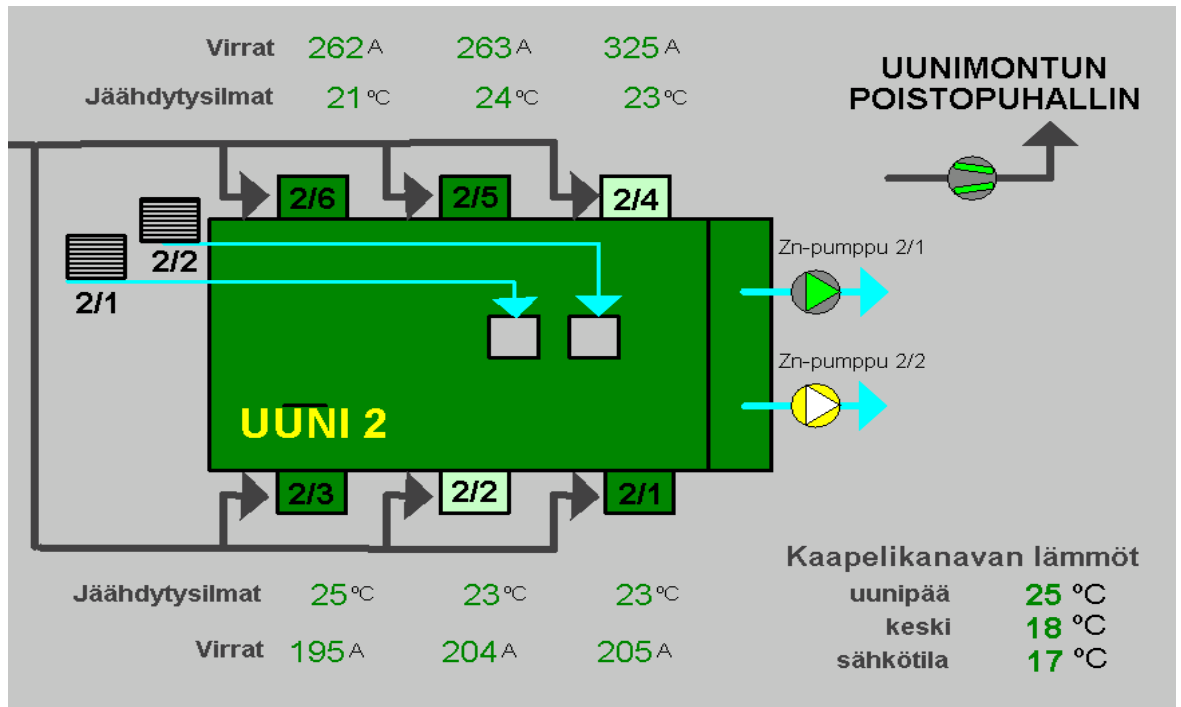
- induktorien jäädytyspuhaltimet
- keskipakopumput
- uunimonttujen poistopuhaltimet.

Kuiluja pitkin syötetään myös ammoniumkloridia (NH_4Cl) uuneihin, sulamisen edesauttamiseksi. Ammoniumkloridi auttaa myös tuhkan kertymistä uunissa olevan sinkin pinnalle. Tuhka on lämmöneristeenä ja pitää sinkin pintaa pehmeänä kuonan syntymistä vastustaen.

Sulatusuuneja (KUVIO 8, KUVIO 9) on kaksi kappaletta, ja ne ovat vetoisuudeltaan 75 tonnin uuneja. Uunit ovat teräskuorisia ja keraamisilla, tulenkestävillä tiilillä vuorattuja. Uuneissa sulatus tapahtuu induktorien avulla, joita molemmissa uuneissa on kuusi kappaletta. Yksi induktori on teholtaan 500 kilowattia, jolloin yhden uunin kokonaissulatustehoksi tulee 3 megawattia. Teoreettinen sulatuskapasiteetti on yhdellä uunilla 30 tn/h.



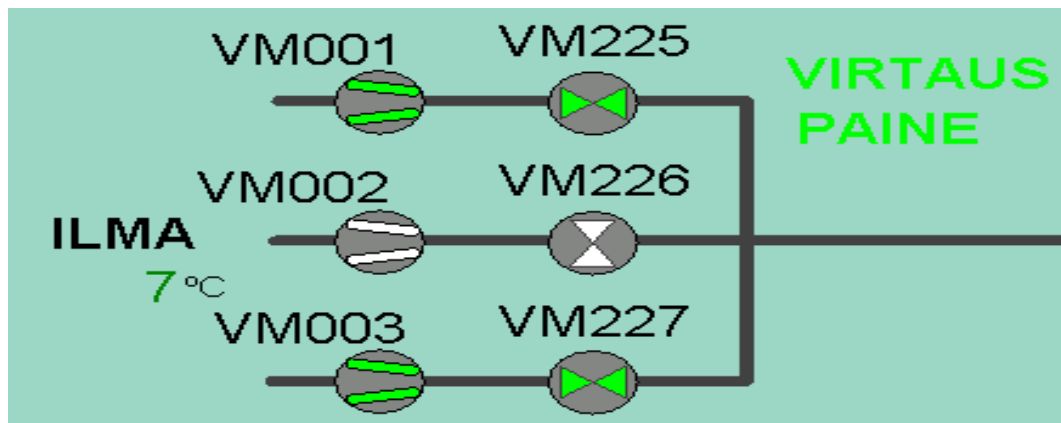
KUVIO 8. Sulatusuuni 1 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)



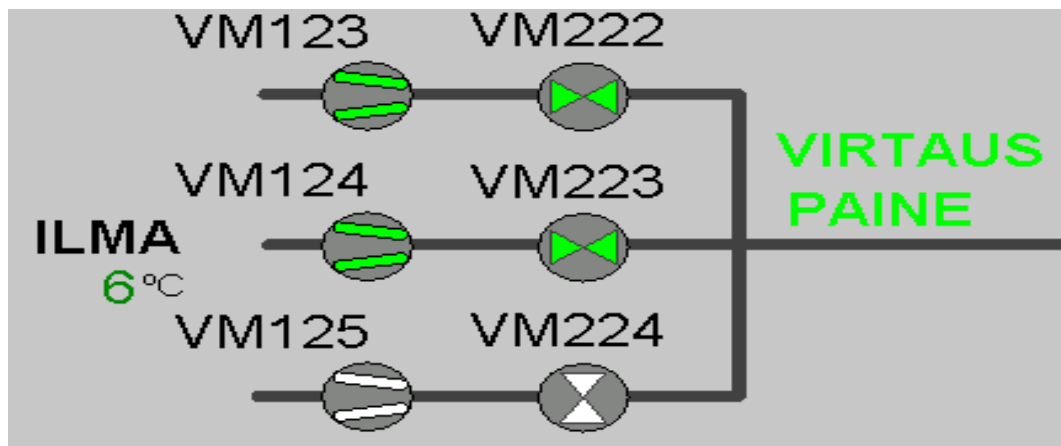
KUVIO 9. Sulatusuuni 2 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

Sinkkiä pidetään sulatusuuneissa lämpötilavälissä 490–530 °C. Lämpötilaa säädetään induktorien tehoilla ja myös katodiensyötön tasapainolla uunista pois pumpattavan sinkin määrään nähden.

Induktoreita jäähdytetään keskipakopuhaltimilla, joita on aina kolme kappaletta kuutta induktoria kohden (KUVIO 10, KUVIO 11). Kaksi puhallinta on jatkuvasti päällä ja yksi varalla. Puhaltimia ajetaan aina ns. vakionopeudella. Putkistossa on eri puhaltimien ilmaa ohjaamassa automaattiventtiilit. Putkilinjassa olevat venttiilit avautuvat, kun puhallin käynnistyy. Vastaavasti venttiili sulkeutuu linjastosta, kun puhallin sammuu.



KUVIO 10. Induktorien jäähdytyspuhaltimet sulatusuuni 1 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)



KUVIO 11. Induktorien jäähdytyspuhaltimen sulatusuuni 2 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

Sulatusuuneista sinkki pumpataan sulansiirtoränneihin keskipakopumpuilla, jotka ovat tyypiltään grafiittipumppuja. Sulatusuuni 1:ssä ovat sinkkipumput rakeistukseen, jumbovalukone 1:lle ja ns. välirännille. Sulatusuuni 2:ssa ovat sinkkipumput seosuuneille 2 ja 3 sekä harkkovalukoneelle.

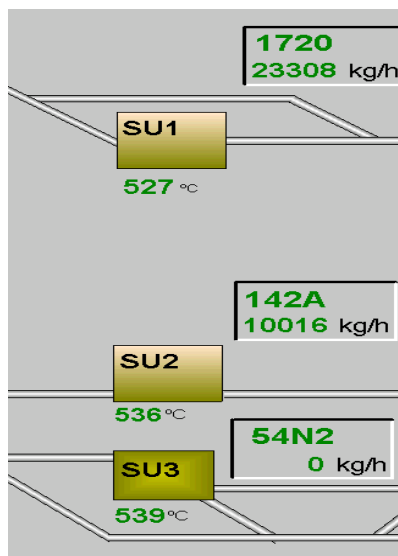
4.3 Seostus

Seostus sisältää kolme kappaletta seostusuuneja (KUVIO 12). Seostusuunit ovat teräskuorisia ja keraamisilla, tulenkestävillä tiilillä muurattuja. Seostusuuneissa on yksi induk-

tori. Induktorit ovat teholtaan seostusuuneissa 300 kilowattia. Sula sinkki syötetään pump-
pujen ja sulansiirtorännien avulla sulatusuuneista seostusuuneihin.

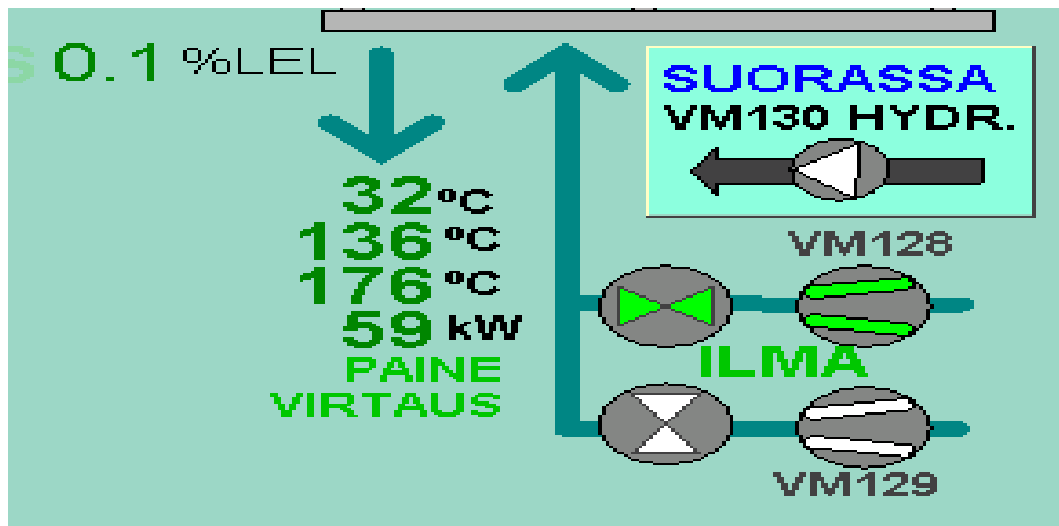
Sulatusuunit ovat vetoisuuksiltaan seuraavat:

- Seostusuuni 1: 30 tn
- Seostusuuni 2: 40 tn
- Seostusuuni 3: 22 tn

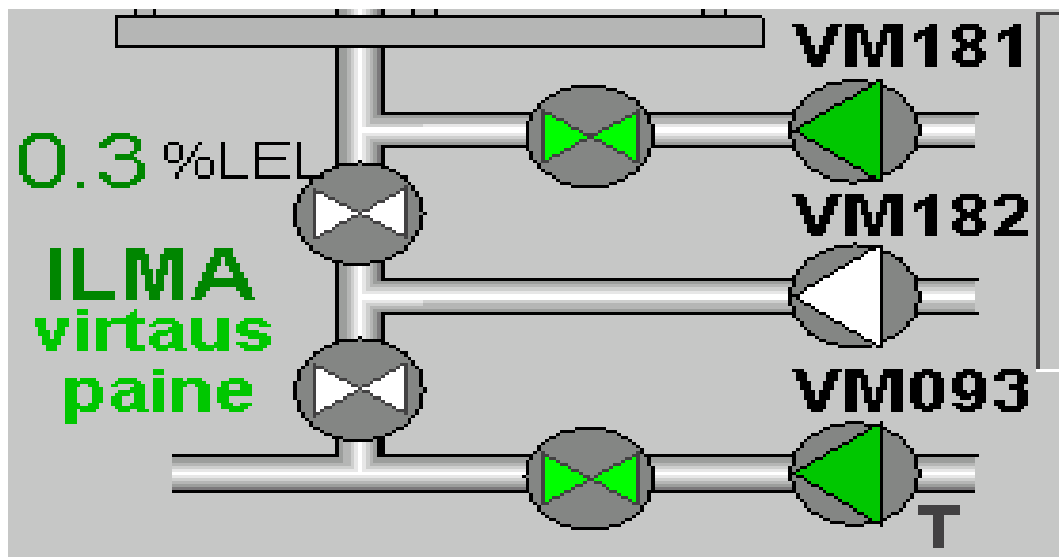


KUVIO 12. Seostusuunit (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

Seostusuuni 1:n induktorille on kaksi keskipakopuhallinta (KUVIO 13), joilla jäähdytetään induktoria. Toinen puhaltimista on jatkuvasti käytössä, ja toinen varalla. Seostusuunien 2 ja 3 induktoreille on yhteiskäytössä olevia keskipakopuhaltimia kolme kappaletta (KUVIO 14). Kaksi on jatkuvasti käytössä ja yksi on yhteisesti varalla. Jäähdytysilmaputkistoissa on puhaltimien jälkeen automaattiventtiilit, jotka avautuvat, kun puhaltimia käynnistetään, ja jotka vastaavasti sulkeutuvat, kun puhaltimia sammutetaan. Venttiilien avulla ohjataan putkistoilla käytössä olevien puhaltimien ilma seostusuuneille 2 ja 3.



KUVIO 13. Seostusuunin 1 induktorin jäähdytyspuhaltimet (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)



KUVIO 14. Seostusuuni 2 ja 3 induktorien jäähdytyspuhaltimet (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

Seostusuuni 1:llä valmistetaan alumiinilla seostettuja valutuotteita. Alumiini seostetaan sinkkiin granulina. Alumiinigranulille on syöttölaitteisto, joka muodostuu seuraavista laitteista:

- varastosiilo
- annosteluventtiili
- annostelusiilo

- annostelupuntarit
- täryputkikuljetin.

Varastosiilo täytetään tyhjentämällä alumiinigranulisäkki (1150 kg) siltanosturia apuna käyttäen. Varastosiilosta alumiinigranuli annostellaan annostelusiiloon venttiilin avulla. Annostelusiilossa olevan granulin määrä punnitaan seostamista varten. Annostelusiilosta siirretään seostusuuniin seostukseen tarvittava alumiinimäärä täryputkikuljettimen avulla. Alumiinigranuli syötetään täryputkikuljettimesta sulan sinkin syöttöaukkoon, jolloin liukeneminen alkaa. Seostusta uunissa tehostetaan lapasekoittimen avulla. Seostamisen eri vaiheiden aikana sekoittimen kierrosnopeutta muutetaan. Sekoittaja on mahdollista nostaa ylös uunista nosto/laskulaitteen avulla. Seostettu sinkki pumpataan grafiittisella keskipakopumpulla ränniä pitkin jumbovalukoneelle.

Seostusuuni 2:n seostuksessa käytetään myös alumiinigranulia ja nikkeliä. Alumiininsyöttölaitteisto on samanlainen kuin seostusuuni 1:ssä, ja toimintatapa on vastaava. Nikkelinsyöttölaitteisto on samanlainen kuin seostusuuni 3:ssa, ja toimintatapa on vastaava. Seostettusinkki pumpataan grafiittisella keskipakopumpulla sulansiirtoränniä pitkin jumbovalurata 2:lle.

Seostusuuni 3 on nikkelituotteiden tuotantoon. Nikkeli seostetaan sinkkiin metallisena pulverina. Nikkelinsyöttölaitteisto sisältää seuraavat laitteet:

- nikkelisyöttökoppi sisältäen tynnyrien kippauslaitteiston ja varastosiilon
- lokerosyötin
- siirtoputki ja tärylaite
- annostelusiilo syöttöruuvilla
- annostelusiilon punnituslaitteisto
- syöttöputki
- alipaineistuslaite suodattimiseen.

Nikkelitynnyrit tyhjenetään kaksi kerrallaan varastosiiloon kippauslaitteen avulla. Varastosiilosta lokerosyöttimellä nikkeli annostellaan siirtoputkeen, jossa tärylaite tehostaa siirtymistä annostelusiiloon. Annostelusiilossa olevan nikkelin määrä punnitaan ja syöttöruuvilla annostellaan syöttöputkeen seostamiseen tarvittava määrä nikkeliä. Seostusuuni 3:ssa

käytetään myös seostamisen tehostamiseen lapasekoittajaa. Sekoittajalaitteisto on samanlainen kuin seostusuuneissa 1 ja 2. Poikkeuksena on sekoitineliimen materiaali. Seostettu sinkki pumpataan ränniä pitkin jumbovaluradalle tai harkkovalukoneelle.

4.4 Valu

Jumbovalukoneella (KUVIO 15) tuotetaan puhtaita ja alumiinilla seostettuja sinkkivalutuotteita. Koneessa käytetään kahta erityyppistä valukokillia ja tuotteet ovat painoiltaan 1400 kg–2000 kg. Jumbovalukone 1 muodostuu seuraavista laitteista:

- sulan annostelukaukalo
- valukaruselli
- kuonausrobotti ja kuona-astiakaruselli
- siirtonosturi
- siirtovaunu
- jäähdytysaltaat
- irrotusnosturi
- merkintälaite
- poistokuljetin
- kokillien vaihtoasema.

Sula sinkki siirretään annostelukaukaloon sulansiirtoränniä pitkin joko sulatusuuni 1:stä tai seostusuuni 1:stä. Sinkin pinnan ollessa riittävällä korkeudella annostelukaukalossa, nostetaan valukokilli ylös annostelupuntarilla valukarusellin valupaikalta. Annostelupuntari taaraa valukokillin painon, ja annostelukaukalo laskeutuu valuasentoon. Valukokilli täytetään laskuputken kautta sinkillä asiakkaan tuotekoodin reseptin mukaiseen painoon. Sinkkimäärän painon ollessa riittävällä tasolla annostelupuntari laskee valukokillin alas valukaruselille.

Valukaruselli pyörähtää 180 astetta siirtäen kokillin pinnan kuonauspaikalle. Kuonausrobotti poistaa sinkin pinnalle syntyneen kuonan vaiheittain siirtäen sen valukarusellin kuonanpoistokokilliin. Robotin kuonaustapahtuman jälkeen siirtovaunu siirtää valukokillin seuraavana vapaana olevan jäähdytysaltaan viereen. Annostelukaukalon kuonauksen suo-

rittaa kaukalon kuonausrobotti tietyin aikaväleihin ja siirtää kuonan kuonakarusellissa olevaan kokilliin.

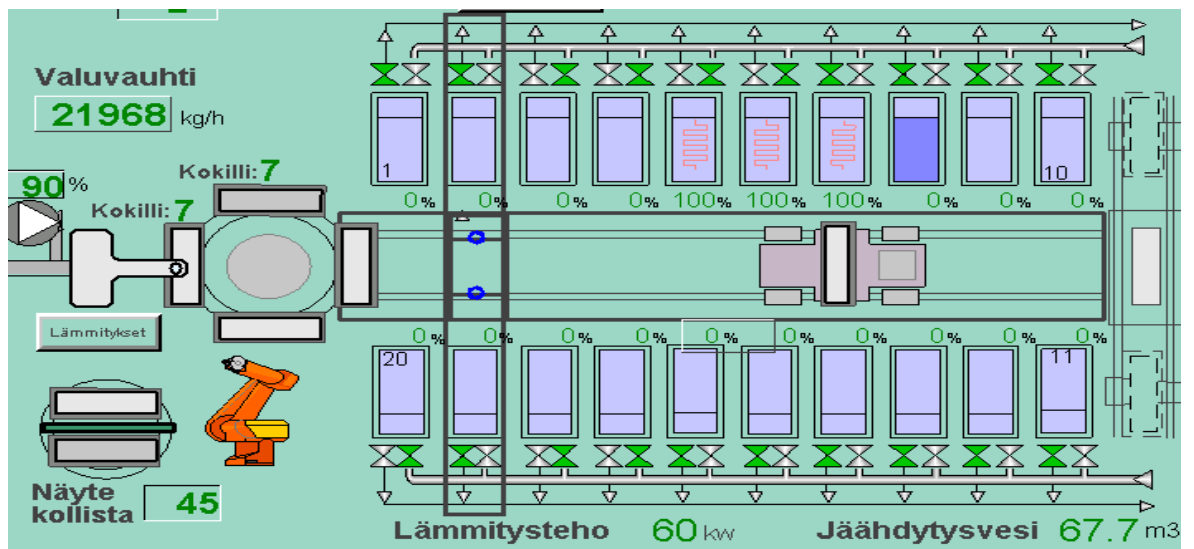
Siirtonosturi siirtyy siirtoa odottavan valukokillin päälle ja laskeutuu alas ottamaan kiinni kokillin laippojen alta. Siirtonosturi nostaa kokillin ylös ja siirtää sen tyhjän jäähdytysaltaan päälle laskien sen alas jäähdytysaltaassa olevien laskutukien päälle. Tartuntaleukojen avauduttua siirtonosturi siirtyy pois jäähdytysaltaan päältä, jolloin jäähdytysaltaan lämmityskansi laskeutuu kokillin päälle.

Lämmityskannen vastukset kytkeytyvät päälle, ja pinnanlämmitys alkaa. Pinnanlämmityksen tarkoituksena on saada tuotteen pintaan syntyneet railot ja kohoumat pois. Lämmitysvastuksien oltua 10 minuuttia päällä lämmityksen aloituksesta aloitetaan jäähdytysveden otto jäähdytysaltaaseen. Jäähdytysvettä pidetään altaassa noin 60 minuuttia tuotteen mukaan. Jäähdytyksen tarkoituksena on muodostaa valanteeseen niin vahva kuori, että valutuote voidaan poistaa valukokillista. Jäähdytysajan täytyttyä altaan lämmityskansi avataan ja siirtonosturi siirtyy jäähdytysaltaan päälle ja laskeutuu alas sulki tartuntaleuat valukokillin laippojen alle. Ylösnostovaiheen jälkeen siirtonosturi siirtyy tuotteen irrotuspaikalle jättäen valukokillin kokillipöydälle.

Siirtonosturin siirryttyä pois tuotteen irrotuspaikalta irrotusnosturi siirtyy vuorostaan valupöydällä olevan valukokillin päälle. Irrotusnosturi ottaa kiinni nostokartioiden päistä, jolloin vastintangot laskeutuvat valukokillin laipan päälle. Irrotusnosturi nousee ylöspäin samalla nostaen valutuotteen pois valukokillin sisältä. Nousun pysähtyttyä siirtää irrotusnosturi valutuotteen siirtopöydän päälle. Siirtovaunu palauttaa valukaruselliin irrotuksessa olleen valukokillin.

Irrotusnosturin laskettua valutuotteen siirtopöydän päälle siirtää pöytä valutuotteen nostokartioiden irrotuspaikalle. Kartiot irrotetaan päistä painamalla vastinpalkilla, jolloin kartioiden alapuolella olevat vastalevyt ottavat kartioiden pohjasta vastaan ja laskevat ne alas päin. Kartioiden laskeuduttua alas askelkuljetin nostaa tuotteen pois kartioiden irrotuspaikalta ja siirtää sen poistokuljettimen alkupäähän. Seuraavalla siirrolla askelkuljetin siirtää valutuotteen poistokuljettimen ketjujen päälle.

Poistokuljetin siirtää tuotteen merkkuslaitteen alle, jolloin merkintä suoritetaan tuotteen yläpintaan. Merkintätapahtuman jälkeen poistokuljetin siirtää valutuotteen kuljettimen päähän odottamaan trukilla tapahtuvaa noutoa. Kokillien vaihtoasemalla vaihdetaan jumbovalukoneeseen rikkoontuneiden kokillien tilalle uusia tai valukokillien vaihduttua valettavaan tuotteeseen.



KUVIO 15. Jumbovalukone 1 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

Jumbovalurata 2 muodostuu seuraavista laitteista (KUVIO 16):

- kääntöränni
- jäähdytysaltaat
- hydraulikkakoneikko
- irrotusnosturi.

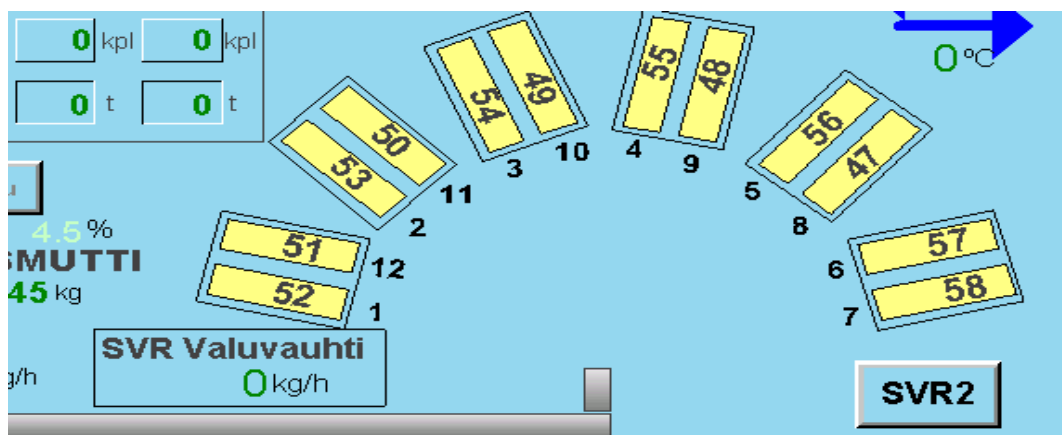
Jumbovaluradalla tuotetaan puhtaita, alumiinilla ja nikkelillä seostettuja sinkkivalutuotteita. Valuradalla käytetään neljää erityyppistä valukokillia ja tuotteet ovat painoiltaan 1100–4300 kg.

Sulatusuuni 2:sta, seostusuuni 2:sta tai seostusuuni 3:sta pumpataan sinkkiä sulansiirtoränniä pitkin kääntörännin kaukaloon. Kaukalon täytyttyä sinkillä kääntöränni lasketaan alas, jolloin laskuputkesta virtaa sinkki valukokilliin. Valukokillin täytyttyä valuri poistaa pinnalle syntyvän kuonan lastaa ja kauhaa apuna käyttäen. Valukokillin täyttöasteen tultua

täyteen, siirretään kääntöränni valurin toimesta ohjauksapulalla seuraavana olevaan valukokilliin. Siirron jälkeen valuri siirtää valukokillin päälle lämmityskannen käsin.

Valukokillit ovat valuradassa jäähdytysaltaissa, joihin läpivirtausperiaatteella syötetään jäähdtyysvettä valimon jäähdtyysvesijärjestelmästä. Valutuotteet jäähtyvät valukokillissa altaissa noin 40–90 minuuttia tuotteen mukaan. Jäähdtyysajan täytyttyä lämmityskansi siirretään pois valukokillin päältä ja merkintä suoritetaan valutuotteen yläpintaan.

Valutuotteet nostetaan valuradan jäähdtyysaltaissa olevista valukokilleista siltanosturia apuna käyttäen. Nosturin koukkuun asennetulla nostoapuvälineellä otetaan kiinni valutuotteesta olevista nostokartioista. Ylös nostamisen johdosta jäähtynyt valutuote irtoaa valukokillista, ja se siirretään lattialle. Nostokartiot irrotetaan valutuotteesta lekalla lyöden. Valutuote siirretään jäähdtyysvarastoon trukkia käyttäen.



KUVIO 16. Jumbovalurata 2 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

Harkkovalukone muodostuu seuraavista osalaitteista (KUVIO 17):

- sulanannosteluränni ja -pyörä
- skimmari
- ilmajäähdtyys
- kokillikuljetin
- vesijäähdtyys
- irrotusvasarat
- kääntörumpu

- harkonkääntäjä
- jäähdytyskuljetin
- ladontarobotti
- merkintälaitte
- välivarastointikuljetin.

Sula sinkki pumpataan sulansiirtorännejä pitkin sulatusuuni 2:sta tai seostusuuni 3:sta. Harkkovalukoneella tuotetaan puhtaita tai nikkellillä seostettuja sinkkiharkkoja. Sinkkiharkkoille käytetään yhtä valukokillia, ja valutuotteet ovat 25 kg:n painoisia. Sinkkiharkot ladotaan noin 1000 kg:n tuotenippuihin. Kokilliketjussa on yhteensä 160 kappaletta valukokilleja, joista 32 kappaletta on ns. jalkakokilleja. Kokilliketjua pyöritetään kokillikuljettimen yläpäässä sijaitsevien vetoketjupyörien ja alapäässä olevien taittopyörien avulla. Sinkki annostellaan kippaavan rännin kautta pyörivän jakopyörän sisälle, josta se jakautuu kokilliketjussa oleviin valukokilleihin.

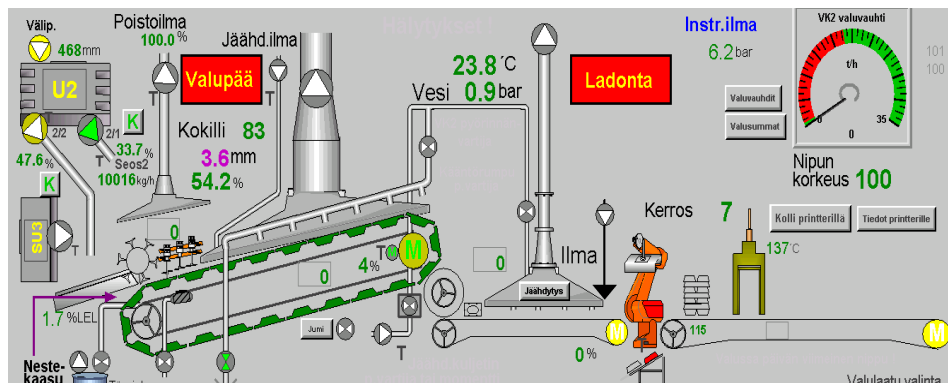
Sinkin pinnalle syntynyt kuona poistetaan annostelun jälkeen kuonankaavintalaitteella eli skimmauslaitteella. Skimmauslaite suorittaa yhtäaikaaisesti kuonauksen kolmeen vierekkäiseen valukokilliin. Kuonan laite heittää laitteiston takana olevaan kuonakärryyn. Kuonauksen jälkeen aletaan suorittamaan jäähdytystä. Ensimmäisessä vaiheessa kahden suutinputkiston kautta puhalletaan ilmaa valukokilleissa olevien valutuotteiden pintaan, jolloin valutuotteiden pinta jähmettyy. Toisessa vaiheessa syötetään suutinputkirivin kautta jäähdytysvettä valutuotteiden pinnalle.

Kokilliketjukuljettimen yläpäässä, kun kokilliketju taittuu kuljettimen alapuolelle, tapahtuu valutuotteiden irrotus valukokilleista. Irrotus suoritetaan käyttäen apuna mekaanisia vasaroita, jotka saavat käyttövoimansa kokillikuljetinketjulta. Vasaroilla isketään vuoron perään valukokillien reunoihin. Valutuote putoaa valukokillista kääntörummulle, joka saattaa pyörähtämisellä tuotteen jäähdytyskuljettimen alkupäähän. Valukokillien pohjassa olevan tuotetekstin takia suoritetaan jäähdytyskuljettimen alussa valutuotteiden kääntö harkonkääntölaitteella. Jalkaharkkoja ei tarvitse kääntää, koska ne ovat oikeinpäin jo valettaessa. Harkon kääntämisen jälkeen suoritetaan kuljettimella tuotteiden jälkijäähdytys. Suutinputkiriveistä syötetään jäähdytysvettä valutuotteiden pinnalle koteloidun osuuden matkalla. Kotelosta ulos tulon jälkeen puhalletaan ilmaa valutuotteiden pinnalle mahdollisten vesipisaroiden takia.

Jäähdytyskuljetin jatkuu valutuotteiden ladontarobotin noutopaikalle. Noutopaikalle siirtyy kerrallaan neljä sinkkiharkkoa, jotka suoristetaan harkkojen keskityslaitteen avulla. Ladontarobotti hakee noutopaikalta neljä sinkkiharkkoa kerrallaan ja siirtää ne varastokuljettimen alkupäähän. Yhteen sinkkiharkkotuotenippuun ladotaan 4 kappaletta sinkkiharkkoja, jossa alimmaisena on 4 kappaletta jalkasinkkiharkkoja. Jalkasinkkiharkkojen avulla sinkki-tuotenippujen siirto on mahdollista suorittaa trukin piikeillä.

Varastokuljettimen lamellikuljetinketjun päällä suoritetaan harkkonipuille ladonta, puristus, tuotemerkitä ja välivarastointi. Sinkkiharkot ladotaan eri järjestyksessä sinkkiharkkotuotenipun kerroksiin. Näin tuotenipusta tulee siirtelyä kestävä rakenne. Tuotenippuun tulee kymmenen eri kerrosta, joista alimmaisina ovat jalkasinkkiharkot. Tuotenipun kerrosmäärän täytyttyä kymmeneen siirtää varastokuljetin harkkonipun odottamaan puristusta.

Puristus suoritetaan harkkonipun pitkittäisille sivuille hydraulikalla toimivien leukojen avulla. Tällä toiminnolla varmistetaan, että ladonnassa mahdollisesti kieron asettautuneet sinkkiharkot ovat nipun suuntaisesti. Puristimen jälkeen varastokuljettimen siirrolla harkkonippu siirtyy tuotteen merkintään. Tuotenipun yläpintaan merkitään mustesuihkukirjoittimen avulla tuotekoodi jatkokäsittelyä varten. Merkinnän jälkeen varastokuljetin siirtää harkkonipun varastokuljettimen loppuosalle odottamaan pois siirtoa jäähdytysvarastoon trukin toimesta.



KUVIO 17. Harkkovalukone 2 (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

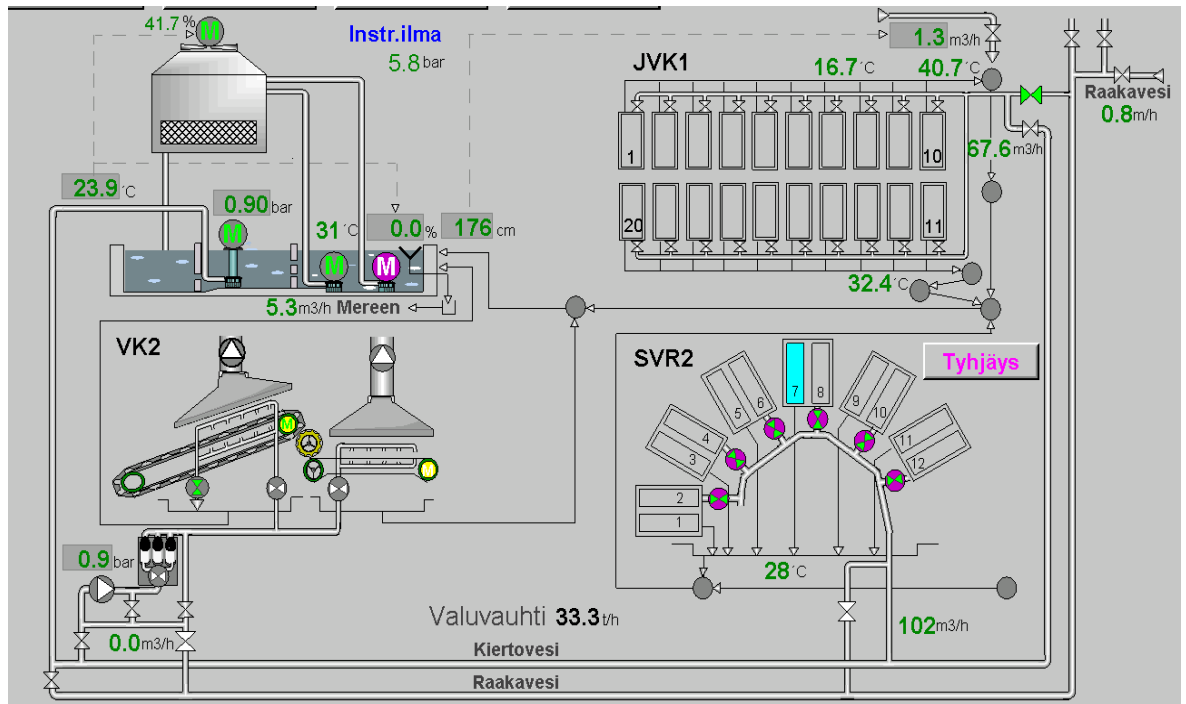
4.5 Jäähdytysvesi

Tuotteiden jäähdyttämiseen käytettävälle vedelle on oma järjestelmänsä, joka koostuu seuraavista laitteistoista (KUVIO 18):

- jäähdytysvesikaivo
- kiertovesipumppu
- jäähdytystorni
- tornipumput
- jäähdytysvesiputkistot kaivoineen.
- Harkkovalukoneen paineenkorotuspumppu

Jäähdytysvesikaivosta siirretään kiertovesipumpulla putkistoja pitkin jäähdytysvettä valukoneille sekä valuradalle. Jäähdytysvetenä käytetään talousvettä, jota järjestelmä ottaa automaattisesti jäähdytysvesikaivon pinnan mukaan. Jumbovalukoneella ja jumbovaluradalla käytettävä jäähdytysvesi otetaan altaisiin putkistoja pitkin ja palautetaan vapaana virtauksena kaivoihin. Kaivoista jäähdytysvesi palautuu takaisin jäähdytysvesikaivoon.

Harkkovalukoneella käytettävä jäähdytysvesi otetaan putkistoja pitkin tuotteiden jäähdytykseen ja kerätään koneen alla oleviin kaivoihin. Kaivoista jäähdytysvesi palautuu takaisin jäähdytysvesikaivoon. Jäähdyttämiseen käytettävän veden lämpötila pyritään pitämään 25 °C:ssa. Jäähdytysvesikaivossa olevan tornipumppu 1:n kautta ajetaan jatkuvasti kaivosta vettä jäähdytystorniin. Jäähdytysveden lämpötilan noustua 30 °C:seen käynnistyy jäähdytysvesikaivossa tornipumppu 2. Tornipumpun 2 pyörimisnopeutta säädellään lämpötilan mukaan 0–100 %. Jäähdytystornin puhaltimen kierrosnopeuksia säädellään järjestelmällä lämpötilan muutoksien mukaan. Jäähdytystornin puhaltimen minimi pyörimisnopeudeksi on talvella mahdollisen jäätyksen takia asetettu 5 % pyörimisnopeudesta.



KUVIO 18. Valimon jäähdytysvesijärjestelmä (Proscon automaatiojärjestelmä 2014.)

4.6 Tuhkankäsittely

Tuhkankäsittelylaitteistolla käsitellään sulatusuuneista poistettu tuhka. Tuhka sisältää metallista sinkkiä, ja käsittelylaitteistolla otetaan sinkki talteen. Tuhkakäsittelylaitteisto muodostuu seuraavista toiminnoista (KUVIO 19):

- tuhka-astioiden kuljettimet
- automaattinosturi
- kippaus ja seulonta
- tuhka- ja kamikuilut
- tuhkamyllyt
- hihnakuilutin.

Tuhka-astiat siirretään tuhkan jäähtyttyä vastaanottokuljettimelle, jolloin järjestelmä käynnistyy. Automaattinosturi nostaa tuhka-astian kuljettimen päältä ja siirtää sen kippausasemalle. Kippausasemassa tuhka-astia käännetään ylösalaisin, jolloin sisällä ollut tuhka kulkeutuu seulan läpi tuhkauihuun. Seula käynnistyy kippauksen aikana, jolloin

tuhkassa olleet seulan läpäisemättömät sinkkipalat siirtyvät kamikuiluun ja pienemmät sinkin murut siirtyvät tuhkan mukana kuilujen kautta tuhkamyllyyn.

Tuhkamyllyt pyörivät 75 minuuttia, minkä jälkeen pussisuodattimen kautta avataan imu myllyn sisälle ja hienojakoinen pöly poistetaan putkistoa pitkin pussisuodattimeen. Käsitteilyajan täytyttyä myllyt pysäytetään ja laitetaan pyörimään vastakkaiseen pyörimissuuntaan, jolloin myllyn sisälle jääneet sinkkimurut poistuvat poistokierteiden avulla hihnakuljettimelle. Hihnakuljetin vie tuhkamyllyistä tulleet sinkkimurut kuljettimen päässä olevaan astiaan. Astia tyhjenetään trukin avulla sulatusuuniin.

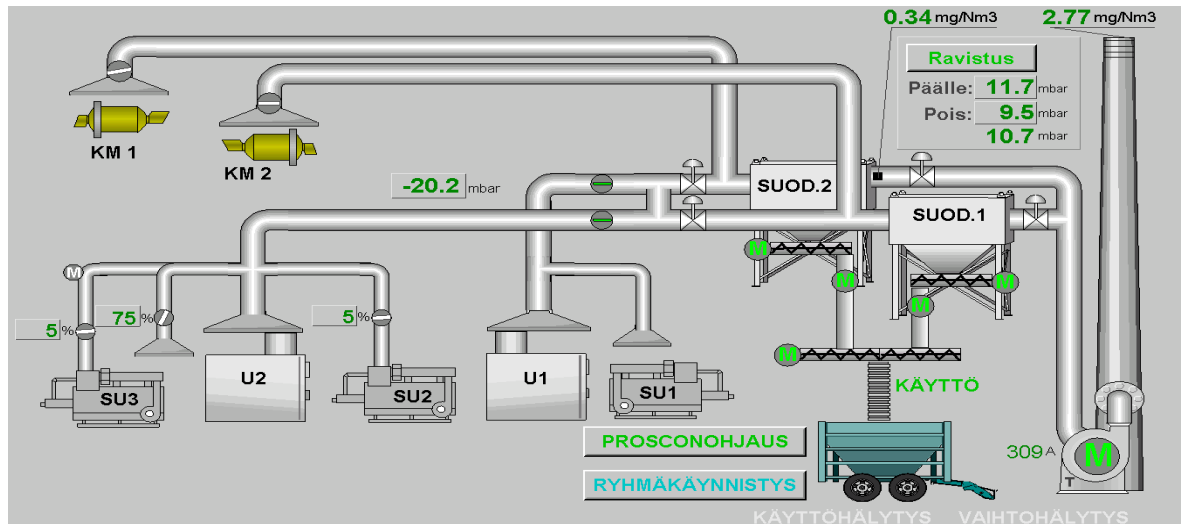
4.7 Käryn- ja pölynpoisto

Pussisuodattimen läpi piippuun johdetaan uuneilla ja tuhkankäsittelyssä syntyneet käryt ja pölyt. Rakeistuksen pölynpoistosiihosta poistetaan pölyt putkistoa pitkin myös pussisuodattimeen. Poistoilmansuodatus muodostuu seuraavista laitteista (KUVIO 19):

- piippu
- keskipakopuhallin
- pussisuodatinlohkot
- suodatinletkujen paineilmaravistuslaitteisto
- putkistot ja venttiilit.

Keskipakopuhaltimella synnytetään alipaine kahden pussisuodatinlohkon kautta uunien käryn- ja pölynpoistoputkistoihin ja tuhkamyllyjen imuputkistoihin. Kärynpoistoputkistot liittyvät sulatus- ja seostusuuneihin, joita pitkin imetään uuneissa ja niiden ympäristöissä syntyvät käryt ja pölyt pussisuodattimeen. Keskipakopuhaltimella ajetaan imetty ilmamäärä piippuun. Keskipakopuhaltimen kierrosnopeutta säädellään putkiston ja pussisuodattimen ulostulon paine-eron mukaan.

Pussisuodattimen suodatinletkuihin kertynyt pöly puhdistetaan paineilmasuuttimilla alipaineen noustessa 11,7 mbar:iin. Pussisuodattimen kartio-osaan kertynyt tuhka siirretään kookojaruuvilla lokerosyöttimille, joista se jakoruuvilla johdetaan tuhkakärryyn. Tuhkakärä tyhjenetään kerran vuorokaudessa pasuton rikastesekoituslaariin, josta tuhka jatkaa rikasteen mukana pasutusuuniin.



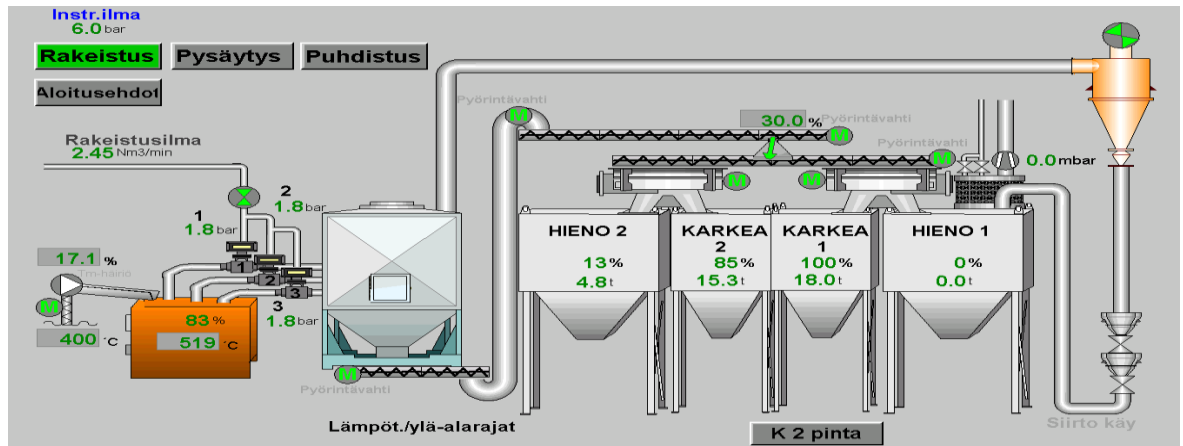
KUVIO 19. Tuhkankäsittely- ja kärynpoistojärjestelmä (Procon automaatiojärjestelmä 2014.)

4.8 Rakeistus

Rakeistuksessa valmistetaan sinkkipulveria puhdistamon prosessia varten. Rakeistus muodostuu seuraavista osalaitteista (KUVIO 20):

- sulanapitopata
- rakeistussuuttimet
- jäähdytyskammio
- kokoojaruuvi
- elevaattori
- seulat
- varastointisiilot
- pölypoistosuodatin
- alipainesuodatin.

Sulanapitopadasta imetään paineilman avulla suuttimien läpi sula sinkki, joka hajoaa pisaroiksi, jotka jäähtyvät rakeistuskammiossa. Rakeistuskammion pohjalla oleva kokoojaruuvi siirtää sinkkipulverin elevaattorille, jolla se nostetaan yläkertaan seuloille menevälle ruuville. Seuloilla sinkkipulveri jaetaan kolmeksi eri jakeeksi: karkeajakeiseksi- ja hienojakeiseksi-pulveriksi sekä ylitteeksi. Ylite kerätään omaan astiaansa kierrätystä varten. Karkea- ja hienopulveri varastoidaan varastosiiloihin.



KUVIO 20. Rakeistus (Procon automaatiojärjestelmä 2014.)

4.9 Automaatiojärjestelmä

Valimolla prosessin ohjausjärjestelmänä käytetään Procon 2100NT -automaatiojärjestelmää. Boliden Kokkolan (2013) automaatiojärjestelmä koostuu viimeisimpään saatavilla olevaan tekniikkaan perustuvista komponenteista, ja se on käyttötarpeen mukaan laajennettavissa oleva kokonaisautomaatiojärjestelmä. Järjestelmä sisältää kaksi PM-asemaa sekä DS- ja EW-aseman, viisi valvomotyypistä PO-asemaa ja kaksi halliin sijoitettua koteloitua PO-asemaa, ala-asemat AC1, AC2 ja AC3. (Boliden Kokkola 2013.)

Procon-järjestelmä on prosessin- ja tiedonhallintaan. Se on suunniteltu erityisesti perusmetallien rikastuslaitoksille, mineraaliprosesseihin ja metallurgisille laitoksille. Järjestelmä on sopeutettu sinkkivalimon prosessien laitteistolle, instrumentoinnin tasoon ja tarvittavaan ohjausstrategiaan. Järjestelmä sisältää seuraavat työkalut toimintoihin:

- Prosessidatan käsittely (mittaukset ja laskutoimitukset)
- Ohjausfunktioiden suoritukset (ohjauspiirit, moottorien ja sekvenssien ohjaukset)
- Prosessitietojen kerääminen raportointia ja prosessianalyysjä varten
- Prosessorientoituneiden erikoisten ohjelmistopakettien toteuttamista varten
- Helposti käytettävien ja informatiivisten liittymien toteuttaminen järjestelmän käyttäjille (operaattoriliittymät, laboratorion sovellukset)
- Kommunikaatiotoiminnot (tietojen siirto työasemien ja automaatiojärjestelmien välillä). (Outokumpu Mintec 1993, 5.)

Mittaustiedot, säädöt ja logiikkaohjelmat ovat AC-aseilla. Toiminnot on jaettu siten, että AC1:llä on valulinja 1 uuneineen, AC2:lla valulinja 2 uuneineen sekä AC3:lla jäähdytysvesikierto, tuhkan käsittely sekä käryn- ja pölynpoisto. (Boliden Kokkola 2013.)

5 KUNNOSSAPIDON TEORIAA

5.1 Mitä kunnossapito on?

Kunnossapidon pääasiallinen tehtävä on nykykäsityksen mukaan pitää laitteet jatkuvasti toimintakunnossa. Kunnossapitoon edelleen kuuluu rikkoontuneiden laitteiden korjaaminen, joka ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei ole nykynäkemyksen mukaan enää pelkkä kustannusten tekijä vaan tärkeä tuotannontekijä, jonka avulla voidaan varmistaa yrityksen kilpailukyky. Kunnossapitäjillä on usein selvä käsitys siitä, mitä he tekevät työkseen, ja siten heillä on myös kokemuspohjansa kautta luotu ymmärrys siitä, mitä kunnossapito on. Käsitykset vaihtelevat huomattavasti toisistaan sen mukaan, millaisissa kunnossapitotehtävissä toimitaan. Kunnossapidon ulkopuolella työskentelevillä voi olla vielä vanhakantaisia ajatuksia kunnossapitotoiminnasta. (Mikkonen 2009, 25.)

5.2 Kunnossapidon määritelmiä

Useista kansainvälisistä ja kansallisista standardeista sekä alan teoksista löytyy määritelmiä kunnossapidolle. Yleisesti käytössä ovat seuraavat määritelmät

- Standardissa PSK 6201 kunnossapito määritellään seuraavasti:
 - Kunnossapito on kaikkien teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. Samaa määritelmää käytetään standardissa PSK 7501.
- Eurooppalaisessa standardissa SFS-EN 13306 kunnossapito määritellään seuraavasti:
 - Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.

-

Nämä määritelmät ovat lähellä toisiaan sisällöllisesti, mutta määritelmässä korostetaan sitä, että käyttäjien pitää tietää, mitä laitteen halutaan tekevän. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksessä pitää olla näkemys siitä, millaista toimintakykyä laitteelta toivotaan. Tämä taas määrittää sen, minkälaista tasoa ja tuloksia kunnossapidolta odotetaan, ja sen perusteella määritellään kunnossapitostrategia ja kunnossapidon toimenpiteet. Jos tämä looginen ketju ei toimi tai yrityksen johto ei sitä sisäistä, on koko kunnossapidon toiminta hyvin heikolla pohjalla. Tämän perusteella voidaan todeta, että laitteiden suunnittelu- ja hankintavaiheessa tulee määrittää tarkasti, mitä niiltä odotetaan, jotta kunnossapidolliset toimenpiteet voidaan tällöin suunnitella toimiviksi. (Mikkonen 2009, 26.)

Elinjaksokustannukset ja -tuotot ovat tärkeitä, kun toiminnan tilaa määritellään kunnossapidon näkökulmasta. Määritelmistä voidaan todeta, että ne ovat sisällöltään samankaltaisia ja sisältävät seuraavanlaiset oletukset:

- Kunnossapidon pyrkimyksenä on, että kohde pidetään kunnossa tai se kunnostetaan tarvittaessa toimintakuntoon.
- Kunnossapitoon sisältyy teknisten toimenpiteiden suorittamisen lisäksi hallinnolliset ja johtamisen toimenpiteet. (Mikkonen 2009, 26.)

5.3 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu

Ennakkohuollosta puhutaan paljon teollisuudessa. Määriteltäessä kunnossapidon termejä ja laadittaessa standardeja on päätetty, että ennakkohuollosta terminä pitäisi luopua ja alkaa käyttämään termiä ”huolto” (PSK6201). Huolto on kunnossapidon jaksotettu toimenpide, joka sisältää tarkastamista, säätöä, puhdistamista, rasvausta, öljyn- ja suodattimen vaihtoa ja muita vastaavia toimenpiteitä. Huoltoa, kuten ehkäisevän kunnossapidon muitakin toimenpiteitä, suoritetaan jaksotetusti ajoitettuina esimerkiksi käyttötuntien, kalenterin, tuotantomäärien tai energian käytön suhteen. (Laine 2010, 123.)

5.4 Valittuun strategiaan perustuva huolto-ohjelma

Yrityksen strategiasta johdetaan tuotantolinjojen vaatimukset käynnissapitostrategialle. Yrityksen johto määrittelee strategian, joka on usein jäänyt tekemättä. Strategian mukaisesti johdetaan käynnissapidon tavoitteet ja kunnossapidon operatiiviset suunnitelmat. Opera-

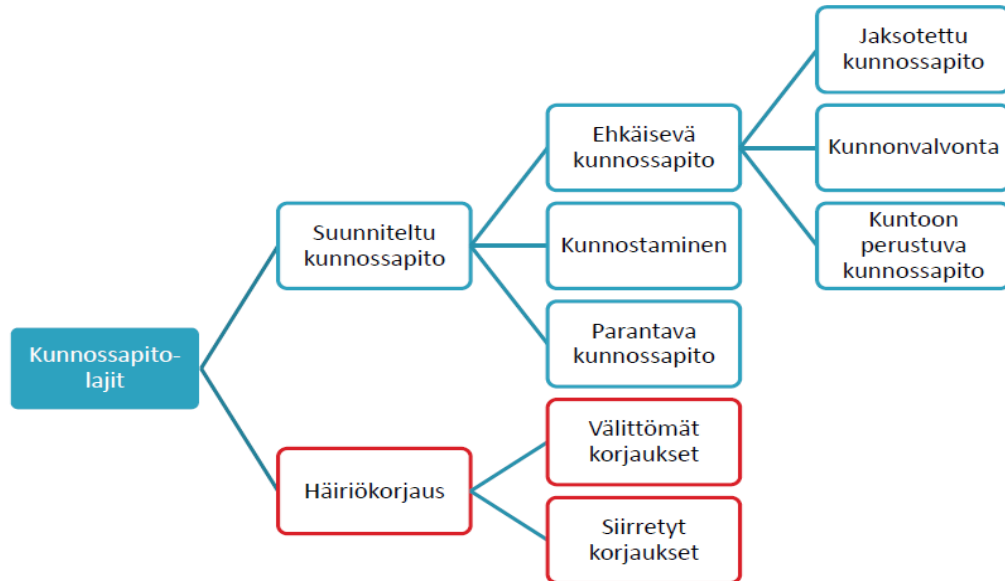
tiivisia suunnitelmia ovat budjetti ja vuosisuunnitelma. Jos yrityksen strategiana on kunnossapidon kokonaiskustannusten vähentäminen, on siitä seurauksena alhainen tuottavuus ja laatu. Käynnissäpidon strategian asettelua voisi määrittää vastauksilla seuraavin näkökulmakysymyksiin siitä, mitä yrityksen kokonaisstrategia vaatii tuotantolinjojen toiminnalta:

- Asiakasnäkökulma
 - oikeanaikaisia toimituksia
 - asiakkaan hyväksymää tuotteen laatua
- Taloudellinen näkökulma
 - kilpailukykyisiä tuotantokustannuksia
 - tuottavia investointeja
 - siirtymistä korjaavasta ennakoivaan kunnossapitoon
- Henkilöstönäkökulma
 - työturvallisuutta, työmotivaatiota
 - yhteistyötä eri toimijoiden välillä (käyttö, kunnossapito ja ulkopuoliset toimijat)
 - aloitteellisuutta. (Laine 2010, 124.)

Useimmissa tehtaissa ei ole järkevää eikä taloudellisesti kannattavaa suorittaa parhaita menetelmiä kaikkien koneiden ja laitteiden kunnossapitoon. Tehtaissa on usein koneita ja laitteita, joita käytetään epäsäännöllisesti tai niiden tuotteet voidaan ostaa helposti toiselta yritykseltä. Kunnossapitotasot 0 ja 1 (OTF, ajetaan rikkoontumiseen asti ja FTM, määräaikaishuoltojen suorittaminen) ovat sopivia tällaisille laitteille. Ns. pullonkaulakoneille, jotka ovat tärkeitä korkean kokonaistehokkuuden (KNL) kannalta, tulee kunnossapitostrategian olla mikäli mahdollista vähintään tasolla 2 (CBM, kuntoon perustuva kunnossapito) ja muutostilanteissa tulee käyttää mahdollisuuksien mukaan tason 3 (DOMP, kunnossapitongelmien vähentäminen suunnittelulla) menetelmiä kunnossapidon vähentämiseksi tulevaisuudessa. Usein koneiden ja laitteiden kunnossapito-ohjelmat pohjautuvat valmistajan suositukseen, joita on muokattu tehtaan omien kokemusten perusteella. Laitevalmistajan rakentaessa uudenlaista konetta ensimmäiselle asiakkaalle huolto-ohjelma tehdään yleensä viimeisinä tehtävinä ennen luovutusta. (Laine 2010, 124.)

5.5 Kunnossapitolajit PSK:n mukaan

Kunnossapito tarkoittaa toimenpiteitä, joilla määritetään jonkin kohteen toimintakunto tai toimintakunnon pito halutussa tasossa tai saatetaan kohde haluttuun toimintakuntoon (TAULUKKO 1). Kuviossa 21. esitetään standardin PSK7501mukaan eri kunnossapitolajien suhteet toisiinsa. Tässä kunnossapito jakautuu kahteen eri osaan, suunniteltuun ja suunnittelemattomaan kunnossapitoon eli häiriökorjauksiin. (PSK 6201, PSK7501.)



KUVIO 21. Kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan (Mikkonen 2009, 96.).

TAULUKKO 1. Kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan (Mikkonen 2009, 97.)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen
Jaksotettu kunnossapito	Ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaisesti
Huolto	Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet
Tilanteenmukainen huolto	Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka tehdään kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa
Kunnonvalvonta	Kunnonvalvonnalla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein sekä mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. Kunnonvalvonta tuottaa lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun.
Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus	Kunnonvalvonnalla, aistinvaraisesti ja tarkastustoiminnalla havaittujen kohteiden suunniteltu korjaus, kohteita ei havaita, esim. tarkkaillaan, viat havaitaan
Kunnostaminen	Kuluneen tai vaurioituneen käytöstä pois otetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon
Parantava kunnossapito	Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa.
Häiriökorjaukset	Häiriökorjauksilla palautetaan vikaantunut kohde toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaansa

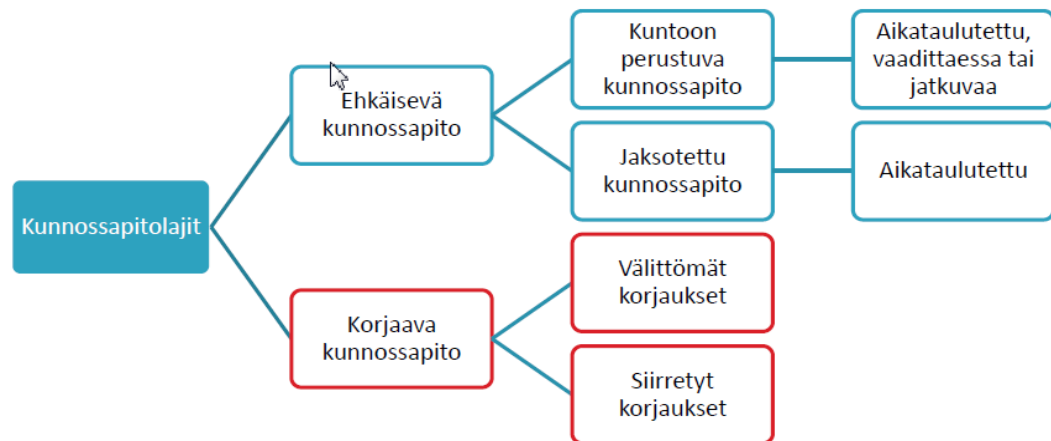
(jatkuu)

TAULUKKO 1. Kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan (Mikkonen 2009, 97.)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Välitön häiriökorjaus	Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voidaan palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksytylle tasolle
Siirretty häiriökorjaus	Korjaus, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan se on siirretty tehtäväksi kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa
Korjaava kunnossapito	Korjaava kunnossapito on häiriökorjausten, kunnostamisen ja kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen summa
Kuntokartoitus	Kuntokartoituksen tuloksena saadaan kokonaiskuva kohteesta. Kuntokartoituksella selvitetään merkittävimmät korjaustarpeet sekä esimerkiksi muiden tarkempien tutkimusten tarve. Kuntokartoituksen terminologia on määritelty tarkemmin standardissa PSK 6202

5.6 Kunnossapitolajit SFS:n mukaan

Suomessa hyväksytty kansainvälinen standardi SFS-EN 13306 (KUVIO 22) jakaa kunnossapitolajit vian havaitsemisen mukaan (TAULUKKO 2). Vika on tila, jossa laite ei pysty suorittamaan sille vaadittua toimintoa. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat kaikki ne toiminnot, joilla yritetään ehkäistä se, että vika pysäyttää tietyn komponentin toiminnan. (Mikkonen 2009, 98.)



KUVIO 22. Kunnossapitolajit SFS:n mukaan (Mikkonen 2009, 98.)

TAULUKKO 2. Kunnossapidon lajit standardin SFS-EN 13306 mukaan. (Mikkonen 2009, 99.)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito (Preventive Maintenance, PM)	Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoite on vähentää rikoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.
Aikataulutettu kunnossapito (Scheduled Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään.
Jaksotettu kunnostaminen (Predetermined Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä). Koneen kunto ei vaikuta tehtäviin toimenpiteisiin.
Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition Based Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametreja ja toimitaan havaintojen mukaisesti. Seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuva tai sitä tehdään tarpeen mukaan.

(jatkuu)

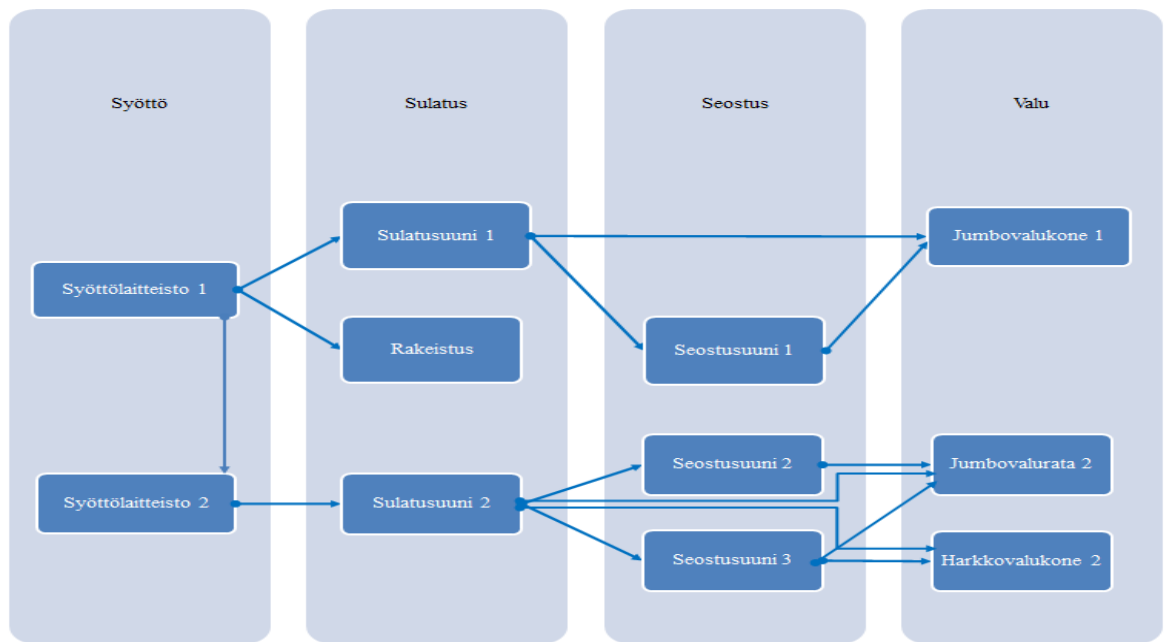
TAULUKKO 2. Kunnossapidon lajit standardin SFS-EN 13306 mukaan. (Mikkonen 2009, 99.)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ennakoiva kunnossapito (Predictive Maintenance)	Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä. Joskus käytetään myös ennustava kunnossapito.
Korjaava kunnossapito (Corrective Maintenance)	Korjaava kunnossapito, suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. Tarkoitus palauttaa toimintakunto.
Etäkunnossapito (Remote Maintenance)	Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa.
Siirretty kunnossapito (Deferred Maintenance)	Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästettynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti).
Välitön kunnossapito (Immediate Maintenance)	Välitön kunnossapito, suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältetään hyväksymättömiltä seurauksilta
Käynninaikainen kunnossapito (On Line Maintenance)	Käynninaikainen kunnossapito.
Lähikunnossapito	Paikan päällä tehtävä kunnossapito (samassa paikassa kuin kohde).
Käyttäjäkunnossapito (Operator Maintenance)	Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito.

6 PROSESSIVAIHEIDEN VAIKUTUKSET

Suunnitelmassa käytettävän vuosihuoltokellon tarkoituksena on varmistaa tulevaisuudessa korkea käyttöaste valimon laitteille ja sen myötä vakaa tuotanto sekä oikeanaikaiset toimitukset asiakkaille. Ennakkoon laadittua suunnitelmaa käytetään osana tuotannosuunnitelua, jolloin voidaan suorittaa kunnossapitotoiminnot laitteille haittaamatta suunniteltua tuotantoa. Suunnitelman pohjana käytetään valukoneiden ja -radan huoltoseisokeissa käytettyä vuosikelloa. Vuosikello jakautuu viikoille joka vuodelle aikavälillä 2014–2030. Kunnossapitosuunnitelma laaditaan laitteistojen huoltoseisokeille viikkotasolle ja suunnitelma tarkennetaan seisokkiajan suhteen viikkoa ennen ajankohtaa. Huoltoseisokeille määritetään alustavasti kolme vuorokauden pituinen huoltoaika. Tarvittava huoltoaika voi olla lyhyempi, jos suorittaminen ei vaadi kolmen vuorokauden aikaa. Huoltoseisokkeihin sisältyy puhdistuksien, ennakkohuoltojen, vikailmoitusten ja työtilausten suorittamiset. Nämä aikataulutetaan viikkotason huoltoseisokin ajanjaksolle tehtävien toimenpiteiden ajallisena summana.

Suunnitelma tehdään prosessivaiheiden laitteille, jossa otetaan huomioon muiden tuotantolinjan prosessivaiheiden rajoitukset. Jotta ennalta tehdystä suunnitelmasta saataisiin täysi hyöty käyttöön, on otettava huomioon samaan prosessivaiheeseen kuuluvien laitteiden huoltomahdollisuudet tuotannon suhteen. Prosessivaiheen laitteiden tuotantoriippuvuuksiensa mukaan otetaan ennalta suunnitelluissa huoltoseisokeissa kaikki tuotannollisesti pysähtyvät laitteet. Kuviossa 23. ilmenee tuotantolinjojen 1 ja 2 laitteiden riippuvuudet toisiinsa tuotannollisesti.



KUVIO 23. Riippuvuudet tuotantolinjoilla 1 ja 2

6.1 Syöttölaitteiden vaikutukset

Koska syöttö on ollessa prosessivaiheista ensimmäisenä ja koska on sen toiminnalla aina vaikutusta kaikkien sitä seuraavien prosessivaiheiden toimintaan, ja koska syöttö jakautuu prosessivaiheena kahteen eri tuotantolaitteistolinjaan, tulee suunnitelma ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien suhteen tehdä muiden prosessivaiheiden tuotantolaitteistojen liitynnät huomioiden. Syöttölaitteet 1 toiminta vaikuttaa tuotantolinjan 1 seuraavien prosessivaiheiden tuotantolaitteisiin:

1. sulatusuuni 1
2. seostusuuni 1
3. jumbovalukone 1
4. rakeistus.

Tuotantolinjan 1 syöttölaitteiden ollessa pois tuotannosta ei sulatusuuniin 1 voida syöttää katodeja sulatettavaksi, joten tuotantoa ei voida suorittaa seostusuuni 1:llä tai jumbovalukone 1:llä. Rakeistuksen tuotantoa voidaan suorittaa sulatusuuni 1:n ns. vapaan sulan sin-kin mukaan, joka voidaan pumpata uunista ilman katodien syöttöä. Tuotantolinjan 1 syöttölaitteiston ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien suorittamisen aikana tulee suorittaa em. tuotantolaitteistojen ennakkohuollot, huoltoseisokit ja korjaukset.

Syöttölaitteiden 2 toiminta vaikuttaa tuotantolinjan 2 seuraavien prosessivaiheiden tuotantolaitteisiin:

1. sulatusuuni 2
2. seostusuuni 2
3. seostusuuni 3
4. jumbovalurata 2
5. harkkovalukone 2.

Tuotantolinjan 2 syöttölaitteiden ollessa pois tuotannosta ei sulatusuuniin 2 voida syöttää katodeja sulatettavaksi, joten tuotantoa ei voida suorittaa seostusuuni 2:lla, seostusuuni 3:lla, jumbovalurata 2:lla eikä harkkovalukoneella. Tuotantolinjan 2 syöttölaitteiston ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien suorittamisen aikana tulee suorittaa em. tuotantolaitteistojen ennakkohuollot, huoltoseisokit ja korjaukset. Syöttölaitteistoille 1 ja 2 on mekaanisille laitteille ennakkohuoltomääräin, joka on jaksotettu 12 viikon välein. Sähköautomaatiolaitteille on myös yksilöity ennakkohuoltomääräin, joka tulee suorittaa samaan aikaan kuin mekaaninen ennakkohuolto. Tarkastukset, jotka voidaan turvallisesti suorittaa tuotannon ollessa käynnissä, suoritetaan ensiksi, jonka jälkeen syöttölaitteistot pysäytetään ja turvalukitaan tarkempia tarkastuksia varten.

6.2 Sulatuslaitteiden vaikutukset

Sulatukseen sisältyy molempien tuotantolinjojen sulatusuunit. Sulatusuunit vaikuttavat tuotantolinjojen 1 ja 2 sekä rakeistuksen toimintaan. Sulatusuuni 1:n toiminta vaikuttaa tuotantolinjan 1 seuraavien prosessivaiheiden tuotantolaitteisiin:

1. syöttölaitteisto 1
2. seostusuuni 1
3. jumbovalukone 1
4. rakeistus.

Sulatusuuni 1:n ollessa pois tuotannosta syöttölaitteisto 1:llä ei voida syöttää katodeja, seostusuuni 1:llä ei voida seostaa eikä jumbovalukone 1:llä ei voida valaa. Rakeistus voi suorittaa tuotantoa sulanapitopadan toiminta-ajan puitteissa. Sulatusuunin 1 ennakkohuol-

tojen ja huoltoseisokkien suorittamisen aikana tulee suorittaa em. tuotantolaitteistojen ennakkohuollot, huoltoseisokit ja korjaukset.

Sulatusuuni 2:n ollessa pois tuotannosta syöttölaitteisto 2:lla ei voida syöttää katodeja ja seostusuuni 2:lla sekä seostusuuni 3:lla ei voida seostaa. Tuotantoa ei myöskään voi olla jumbovalurata 2:lla eikä harkkovalukone 2:lla. Sulatusuuni 2:n toiminta vaikuttaa tuotantolinjojen 2 seuraavien prosessivaiheiden tuotantolaitteisiin:

1. syöttölaitteisto 2
2. seostusuuni 2
3. seostusuuni 3
4. jumbovalulinja 2
5. harkkovalukone 2.

Sulatusuunin 2 ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien suorittamisen aikana tulee suorittaa em. tuotantolaitteistojen ennakkohuollot, huoltoseisokit ja korjaukset.

6.3 Seostuslaitteiden vaikutukset

Seostus prosessivaiheena käsittää seostusuunit 1, 2 ja 3. Seostusuunien toiminnalla on vaikutusta tuotantolinjojen 1 ja 2 seostustuotteiden valmistukseen. Seostusuuni 1:n toiminta vaikuttaa jumbovalukoneella valettavien sinkkialumiiniseosten tuotantoon. Seostusuunin 1 ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien aikana voidaan jumbovalukoneella tuottaa puhtaan sinkin tuotteita. Seostusuuni 2:n toiminta vaikuttaa sinkkialumiini- ja sinkkinikkeliseosten tuotantoon tuotantolinjalla 2. Seostusuunin 2 ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien aikana jumbovalurata 2:lla ja harkkovalukone 2:lla voidaan tuottaa puhtaan sinkin tuotteita sekä sinkkialumiini- ja sinkkinikkeliseostuotteita seostusuuni 3:n kautta. Seostusuuni 3:n toiminta vaikuttaa sinkkinikkeliseosten tuotantoon tuotantolinjalla 2. Seostusuuni 3:n ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien aikana voidaan jumbovalurata 2:lla ja harkkovalukone 2:lla tuottaa puhtaan sinkin tuotteita sekä sinkkialumiini- ja sinkkinikkelituotteita seostusuuni 2:n kautta.

6.4 Valulaitteiden vaikutukset

Valuun prosessivaiheena sisältyy tuotantolinjoilta 1 ja 2 jumbovalukone 1, jumbovalurata 2 ja harkkovalukone 2. Jumbovalukone 1:n ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien aikana tuotantolinja 1:llä ei voida suorittaa tuotantoa. Näin ollen valu-prosessivaihetta olevien prosessivaiheiden laitteet tuotantolinjalla 1 on liitettävä suoritettavaksi samaan huoltoseisokkiin kuin jumbovalukone 1. Jumborata 2:n ennakkohuoltojen ja huoltoseisokkien aikana tuotantolinja 2:n tuotanto rajoittuu jumbovalutuotteiden osalta. Tuotantolinja 2:lle voi jumbovalurata 2 huoltoseisokkien aikana suorittaa tuotantoa harkkovalukone 2:lla ja harkkovalukoneen 2 huoltoseisokkien aikana taas vastavuoroisesti jumbovalurata 2:lla.

6.5 Jäähdytysvesijärjestelmälaitteiden vaikutukset

Valimon tuotteiden valussa käytettävä vesi kierrätetään ja jäähdytetään järjestelmän avulla. Vedellä kokillien jäähdyttäminen on osa valutapahtumaan. Jollei jäähdytettyä vettä ei ole saatavilla, ei voida valua suorittaa jumbovalukone 1:llä, jumbovalurata 2:lla tai harkkovalukone 2:lla. Jäähdytysvesijärjestelmän huoltoseisokin aikana tulee suorittaa kaikkien prosessivaiheiden laitteiden kunnossapitotapahtumat.

6.6 Tuhkankäsittelylaitteiden vaikutukset

Tuhkankäsittelylaitteisto on oma prosessikokonaisuutensa, jolla käsitellään sulatusuuneista 1 ja 2 poistettu tuhka. Tuhkankäsittelylaitteiston huoltoseisokit eivät rajoita muiden prosessivaiheiden laitteiden toimintaa, kunhan uuneista poistettavalle tuhkalle on väliavarastointiastioita riittävästi. Uuneista poistettu tuhka voidaan käsitellä laitteiston käytettävyyden mukaan. Tuhkankäsittelylaitteiston kunnossapitotoimenpiteet on ajoitettava resurssien saatavuuden perusteella, koska ennakkohuollot ja huoltoseisokit ovat toteutettavissa muista prosessivaiheista riippumatta.

6.7 Käryn- ja pölynpoistolaitteiden vaikutukset

Käryn- ja pölynpoistojärjestelmä liittyy sulatusuuneihin 1 ja 2 sekä seostusuuneihin 1, 2 ja 3 ja myös tuhkan käsittelylaitteiston tuhkamyllyihin sekä rakeistukseen. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmän toiminta vaikuttaa niin ratkaisevasti uunien kärynpoistoon, että minäänlaista tuotantoa ei voida suorittaa, kun järjestelmä on täysin pysähtyneenä. Uuneissa syntyvä käry muodostuu halliin, jollei kärynpoisto ole käynnissä. Tällöin ei tuotantotiloissa voida työskennellä lainkaan. Järjestelmän toiminnan pääkomponentti on keskipakopuhallin, ja tämän pysäyttäminen aiheuttaa koko järjestelmän pysähtymisen.

Käryn- ja pölynpoistojärjestelmän pussisuodatin on jaettu kahteen lohkoksi, ja näin voidaan toisen lohkon kautta järjestää imuputkiston kautta kärynpoistoa uuneihin toisen pussisuodattimen lohkon huoltoon varten. Ainoastaan toisen lohkon kautta ei saada järjestettyä riittävästi imua täydelle tuotannolle vaan sitä joudutaan jossain määrin rajoittamaan. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälle voidaan suorittaa ennakkohuoltoja ja huoltoseisokeita tietyin rajoituksin, kun keskipakopuhallin on toiminnassa. Kun keskipakopuhallimelle suoritetaan ennakkohuoltoja ja huoltoseisokeita, pysäyttää se koko valimon tuotannon. Tällaiseen keskipakopuhallimen huoltoseisokkiin tulee liittää kaikkien prosessivaiheiden laitteistojen ennakkohuollot ja huoltoseisokit.

6.8 Rakeistuslaitteiden vaikutukset

Rakeistuksen ennakkohuollot ja huoltoseisokit voidaan suorittaa aina, kun siiloissa olevan valmiin sinkkipulverin määrä on riittävä suoritettavaan huoltoaikaan. Rakeistuksen laitteistolle tulee suorittaa kaikki ennakkohuollot, jotka voidaan annetussa ajassa suorittaa.

6.9 Prosessinohjauslaitteiden vaikutukset

Prosessinohjaukselle voidaan suorittaa huolto- ja korjaustoimenpiteitä tietyillä edellytyksillä eri prosessivaiheissa, mutta koko järjestelmän toiminnan pysäytys generoi totaaliseisokin ohjauspiireissä laitteistoille, jolloin tulee suorittaa kaikkien prosessivaiheiden ennak-

kohuollot ja huoltoseisokit. Prosessinohjaukselle tarvittava huolto aika määrää koko huoltoseisokin keston.

7 HUOLTOSEISOKKIEN SUUNNITTELU

Edellä esitettyjen toiminnallisuuksien rajoitusten kautta luotiin huoltoseisokkien suunnitellulle värikoodijärjestelmä, jolla voidaan helposti todeta huoltoseisokkeihin mukaan liitettävät laitteistot eri prosessivaiheissa.

Tuotantolinjan 1 prosessivaiheiden laiteryhmät jaettiin seuraavasti numeroilla komponentteihin:

0. Syöttölaitteet 1
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistuslaitteet
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
7. Tuhkankäsittelylaitteet
8. Prosessinohjauslaitteet.

Laitteistojen rajoitukset merkittiin värikoodein seuraavasti:

- Punainen: tuotanto on pysähdyksissä huollon tai toisen prosessivaiheen laitteiston takia.
- Keltainen: tuotantoa voidaan suorittaa tietyillä rajoituksilla
- Vihreä: tuotantoa voidaan suorittaa muiden prosessivaiheiden pysähdytyksestä huolimatta

Syöttölaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistuslaitteet
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet

7. Tuhkankäsittelylaitteet

8. Prosessinohjauslaitteet

Sulatuslaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet

1. Sulatusuuni 1, pysähdyksissä huoltoseisokin takia

2. Seostusuuni 1

3. Jumbovalukone 1

4. Rakeistuslaitteet

5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet

6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet

7. Tuhkankäsittelylaitteet

8. Prosessinohjauslaitteet

Seostuslaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet

1. Sulatusuuni 1

2. Seostusuuni 1, pysähdyksissä huoltoseisokin takia

3. Jumbovalukone 1

4. Rakeistuslaitteet

5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet

6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet

7. Tuhkankäsittelylaitteet

8. Prosessinohjauslaitteet

Valulaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet

1. Sulatuslaitteet

2. Seostuslaitteet

3. Valulaitteet, pysähdyksissä huoltoseisokin takia

4. Rakeistus

5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet

6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet

7. Tuhkankäsittelylaitteet

8. Prosessinohjauslaitteet

Rakeistuslaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet 1
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistus, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
7. Tuhkankäsittelylaitteet
8. Prosessinohjauslaitteet

Jäähdytysvesilaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet 1
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistuslaitteet
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
7. Tuhkankäsittelylaitteet
8. Prosessinohjauslaitteet

Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet 1
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistuslaitteet
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
7. Tuhkankäsittelylaitteet
8. Prosessinohjauslaitteet

Tuhkankäsittelylaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet 1
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistuslaitteet
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
7. Tuhkankäsittelylaitteet, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
8. Prosessinohjauslaitteet

Prosessinohjauslaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 1:

0. Syöttölaitteet 1
1. Sulatusuuni 1
2. Seostusuuni 1
3. Jumbovalukone 1
4. Rakeistuslaitteet
5. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
6. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
7. Tuhkankäsittelylaitteet
8. Prosessinohjauslaitteet, pysäyksissä huoltoseisokin takia

Tuotantolinjan 2 prosessivaiheiden laiteryhvät jaettiin seuraavasti numeroilla komponentteihin:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
8. Tuhkankäsittelylaitteet
9. Prosessinohjauslaitteet.

Syöttölaitteiston huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
1. Sulatusuuni 2
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
8. Tuhkankäsittelylaitteet
9. Prosessinohjauslaitteet

Sulatuslaitteiston huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
8. Tuhkankäsittelylaitteet
9. Prosessinohjauslaitteet

Seostuslaitteiston huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2,
2. Seostusuuni 2, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
8. Tuhkankäsittelylaitteet

9. Prosessinohjauslaitteet

Seostuslaitteiston huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2,
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
8. Tuhkankäsittelylaitteet
9. Prosessinohjauslaitteet

Valulaitteiston huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2,
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet
8. Tuhkankäsittelylaitteet
9. Prosessinohjauslaitteet

Valulaitteiston huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2,
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet

7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet

8. Tuhkankäsittelylaitteet

9. Prosessinohjauslaitteet

Jäähdytysvesijärjestelmän huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2

1. Sulatusuuni 2,

2. Seostusuuni 2

3. Seostusuuni 3

4. Jumbovalurata 2

5. Harkkovalukone 2

6. Jäähdytysvesijärjestelmälaitteet, pysähdyksissä huoltoseisokin takia

7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteet

8. Tuhkankäsittelylaitteet

9. Prosessinohjauslaitteet

Käryn- ja pölynpoistojärjestelmälaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteisto 2

1. Sulatusuuni 2,

2. Seostusuuni 2

3. Seostusuuni 3

4. Jumbovalurata 2

5. Harkkovalukone 2

6. Jäähdytysvesijärjestelmä

7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmä, pysähdyksissä huoltoseisokin takia

8. Tuhkankäsittely

9. Prosessinohjaus

Tuhkankäsittelylaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteisto 2

1. Sulatusuuni 2,

2. Seostusuuni 2

3. Seostusuuni 3

4. Jumbovalurata 2

5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmä
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmä
8. Tuhkankäsittely, pysähdyksissä huoltoseisokin takia
9. Prosessinohjaus

Prosessinohjauslaitteiden huoltoseisokin vaikutus tuotantolinjalla 2:

0. Syöttölaitteet 2
1. Sulatusuuni 2
2. Seostusuuni 2
3. Seostusuuni 3
4. Jumbovalurata 2
5. Harkkovalukone 2
6. Jäähdytysvesijärjestelmä
7. Käryn- ja pölynpoistojärjestelmä
8. Tuhkankäsittely
9. Prosessinohjaus, pysähdyksissä huoltoseisokin takia

8 VUOSIHUOLTOKELLO

Vuosihuoltokello on ollut käytössä valimon valukoneilla vuodesta 2008 lähtien. Jumbovalukone 1:n huoltoseisokit on jaksotettu pääsääntöisesti neljän viikon ja harkkovalukone 2:n on yhdeksän viikon välein. Jumbovalurata 2:n huoltoseisokit on pidetty tarpeen mukaan, ja näitä ovat ohjanneet prosessipuhdistukset tai rännielementtien vaihdot. Vuosien seurannan ja laitteiden vikaantumisien kuin myös prosessipuhdistuksien tarpeen myötä on kokemusten perusteella päädytty näihin huoltoseisokkijaksoihin. Huoltoseisokkien jaksotuksen suunnittelussa huomioidaan muiden prosessivaiheiden laitteistojen käyttövarmuuden kasvu.

Ottamalla mukaan muiden prosessivaiheiden laitteistot vuosihuoltokellon mukaan tehtäviin huoltoseisokkeihin saadaan tarvittavien tuotantokatkoksien aikana suoritettua jaksotetut ennakkohuollot samanaikaisesti eikä tarvita muista huolloista aiheutuvia tuotantokatkoja. Jaksotukset vuosihuoltokellossa ovat lähtötilanteessa valukoneilla aikaisemmin käytetyt, johon on lisätty valurata 2:n huoltoseisokeille jaksotus. Valurata 2:n huoltoseisokkien jaksotus on johdettu ajallisesti valukoneiden jaksotuksista, johon on otettu mukaan vikaantuvien laitteiden määrä ja vikatiheys. Näiden perusteella huoltoseisokit on jaksotettu 11 viikon välein.

GANT-kaavio on suunniteltu huoltoseisokkien jaksotuksen suhteen viikkotasolle, jota voidaan käyttää vuosittain huomioiden vuosien viikkomäärien poikkeukset. Kaaviolla saadaan visuaalisesti helpommin luettava huoltoseisokkien jaksotusten näkymä. Oletuksena huoltoseisokkien kestossa on käytetty kolmea vuorokautta, mutta huoltoseisokkia edeltävällä viikolla suoritettavien toimenpiteiden tarkastelun kautta saadun työtuntien määrä määrittelee huoltoseisokkeihin käytettävän ajan. Pidempiä tuotantokatkoja valimolla aiheuttavia kunnostamisia ovat

- sulatusuunien induktorien vaihdot
- seostusuunien induktorien vaihdot
- jumbo- ja harkkovalukoneen laajemmat kunnostamiset
- käryn- ja pölynpoistojärjestelmän keskipakopuhaltimen kunnostaminen.

Edellä esitettyjen toimenpiteiden aiheuttamat tuotantokatkokset vältetään ajoittamalla ne myös pitkällä aikavälillä niin, ettei niitä ajeta rikkoontumiseen asti, vaan kunnostamiset suoritetaan hallitusti ja suunnitellusti.

Sulatusuunien induktorien kestoikä on saatu kehitettyä hyvälle tasolle, ja ilman yllättäviä rikkoontumisia induktorien vaihtoväli on pituudeltaan yli 15 vuotta. Vaihtovälin lähestyessä 15:tä vuotta tulee aloittaa suunnitelmallinen uusien induktorien valmistus ja vaihto. Uusien induktorien valmistuttua vaihdetaan ne sulatusuuniin, kolme kerrallaan samalle puolelle. Seostusuunien induktoreita on vain yksi uunia kohden, joten ne joutuvat suuremmalle rasitukselle tuotannon suorittamisessa. Seostusuunien induktorien massa on vielä tällä hetkellä ns. tulenkestävää valumassaa, ja sen vuoksi kestoikä on 3–5 vuotta. Seostusuunien induktorien vaihto tulee myös suunnitella, kun kestoikä on täyttynyt.

Jumbo- ja harkkovalukoneen laajemmat kunnostamiset voidaan pääsääntöisesti suorittaa vuosihuoltokellossa suunnitelluissa kolmen vuorokauden pituisissa huoltoseisokeissa. Laajemmat kunnostamiset voidaan myös jakaa pienempiin osiin, jotka voidaan suorittaa useampien huoltoseisokkien aikana. Keskipakopuhaltimen kunnostamisen ajankohta tulee noin 10 vuoden välein. Riittävän hyvällä etukäteisvalmistelulla on mahdollista suorittaa kunnostaminen vuorokauden mittaisessa huoltoseisokissa. Tuolloin kunnostamiseen tulee tehdä etukäteen valmisteltuja kokonaisuuksia, jotka vaihdetaan suuremmissa kokonaisuuksissa puhaltimeen.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA PÄÄTELMÄT

Vuodesta 2007 valuvuosituotanto on noussut 305 000–315 000 tonniin. Kasvanut valutuotanto on johtunut osittain laiteinvestoinneista, ja myös suunnitellusta kunnossapidosta vuosihuoltokellon käyttöönoton myötä. Valimon kunnossapitokustannusten kehitys on ollut vuodesta 2007 alkaen seuraavanlainen:

- 2007: 1,43 M€
- 2008: 2,19 M€
- 2009: 2,43 M€
- 2010: 2,33 M€
- 2011: 2,71 M€
- 2012: 2,27 M€
- 2013: 1,92 M€.

Kunnossapitokustannusten nousu vuonna 2008 johtuu jumbovalukoneen investoinnista. Investoinnin myötä kunnossapidettävien laitteiden määrä kasvoi valimolla aikaisempaan verrattuna. Ennen vuotta 2007 oli valimolla käytäntönä, että laitteilla ajettiin pääsääntöisesti vikaantumiseen asti. Vikaantuneiden komponenttien määrän ja vikatiheyden mukaan laiteryhmässä suoritettiin seisokkien suunnittelua kokemukseen perustuen. Tietynlainen suunnitelmallisuus pitkällä aikavälillä ei ohjannut tuotannosuunnittelua ja kunnossapitoa.

Valimon laitteiston toimintavarmuus on ehdoton edellytys oikeanaikaisille toimituksille. Vuosihuoltokello on ohjannut vain valukoneiden huoltoseisokkeja, jotka ovat eniten vikaantuvia laiteryhmä suorien lämpötilavaihteluiden ja prosessien aiheuttaman likaantumisen vuoksi. Sulan sinkin roiskeet haittaavat mekaanisten ja automaatioantureiden toimintaa huomattavasti, ja näin ollen laitteiden toiminta ei toteudu toiminnallisesti, jonka vuoksi aiheutuu nopeus- ja laatuhäviöitä.

Vuosihuoltokellon mukaan otetut muiden prosessivaiheiden laiteryhmien huoltoseisokkien kytkennät auttavat tuotannosuunnittelua ja kunnossapidon resurssien kohdentamista oikeisiin ajankohtiin ja priorisoivat toiminnan tuotannolle tärkeisiin kohteisiin. Jatkokehityksenä vuosihuoltokellon laajentamisen jälkeen tulee seuraavana vaiheena ottaa tarkasteluun

laiteryhmien vikaantuneiden komponenttien seuranta. Tällä seurannalla voidaan kehittää komponenttien luotettavuutta, jonka kautta voidaan saada pidennettyä huoltoseisokkien jaksotuksien välejä. Luotettavan datan saamiseksi tulee jatkossa ottaa käyttöön vikaantumisien luokittelu, jolla voidaan analysoida ja priorisoida laitteiden kehittämiskohteet.

OEE-mittaamisen kehittämisellä tulevaisuudessa saavutettaisiin käytettävyyden, nopeuden sekä laadun optimointi valukoneilla sekä valuradalla. OEE:n käyttöönottoon tulee rakentaa järjestelmä, jolla voidaan suorittaa mittaamista luotettavasti. Tuotantosuosittelma on kytkettävä automaatiojärjestelmän osaksi, jolloin voidaan tarkastella, onko valukoneille tai -radalle varattua tuotannon suorittamista vai ovatko ne käytettävissä ilman ettei ole tuotannon suorittamisen tarvetta.

Automaatiojärjestelmään on rakennettava laskenta, jolloin voidaan saada laskentaa vikaantumisen takia aiheutuneista pysähdyksien määristä ja niiden kestoista. Laitteiden tilatiedot automaatiojärjestelmään voisivat olla seuraavanlaiset:

1. tuotannossa
2. käytettävissä
3. laadunvaihto
4. vika/häiriötilassa.

Edellä esitetyt tiedot käyttäjät syöttäisivät järjestelmään, minkä perusteella voitaisiin suorittaa käytettävyyden laskentaa. Uudelleen sulatettavien määrää, joka on suoraan laatua indikoiva tieto, seurataan jo tällä hetkellä. Sitä suoritetaan nykyisin manuaalisesti, mutta OEE:n käyttöönoton myötä se tulisi kytkeä myös automaatiojärjestelmän kautta syötettäväksi ja laskettavaksi. Nopeustiedot löytyvät automaatiojärjestelmän kautta OEE:n laskentaa varten.

Suunnitelmallisella ja ennakoivalla kunnossapidolla voidaan ehkäistä vikaantumisien syntymistä ja näin saada valimon laitteille korkea käyttövarmuus. Kunnossapitokustannuksiin aiheutuvaa säästöä painopisteen siirrolla korjaavasta ennakoivaan on vielä tässä vaiheessa epävarmaa ennustaa. Kustannusten säästöä syntyy varmasti yllättävien rikkoontumisien vähentyessä ennakkoon suoritettujen huoltojen ja kunnostamisten takia.

LÄHTEET

Boliden 2014. Yleisesitys. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.boliden.com/fi/Toimipaikat/Sulatot/Kokkola/>. Luettu 17.3.2014.

Boliden Kokkola. 2014. Yritysesittely. Www-dokumentti. Saatavissa:
[http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/\(WebPagesByID\)/EB0BE64732BDBF1CC125720D0031658B?OpenDocument&CategoryNr=03](http://partner.boliden.com/www/bolidense.nsf/(WebPagesByID)/EB0BE64732BDBF1CC125720D0031658B?OpenDocument&CategoryNr=03). Luettu 19.3.2014.

Boliden Kokkola 2013. Toimintajärjestelmätietokanta. Automaatiojärjestelmän ominaisuudet ja toiminnot. Luettu 16.5.2014.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. 1. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Outokumpu Mintec. 1993. Proscon 2100 -järjestelmän käyttö- ja ylläpitomanuaalit.

Proscon automaatiojärjestelmä. 2014.

Standardi PSK 6201

Standardi SFS-EN 13306

Boliden Kokkola Oy
Valimon kunnossapitosuunnitelma 2014-2030

Hierarkia	Selle	Alku	Loppu
1	Valimon kunnossapitosuunnitelma 2014-2030	02.01.2014	31.12.2030
1.1	Vuosihuoltokellot	02.01.2014	31.12.2030
1.1.1	Vuosihuoltokello 2014	02.01.2014	31.12.2014
1.1.2	Vuosihuoltokello 2015	02.01.2015	30.12.2015
1.1.3	Vuosihuoltokello 2016	01.01.2016	30.12.2016
1.1.4	Vuosihuoltokello 2017	02.01.2017	29.12.2017
1.1.5	Vuosihuoltokello 2018	01.01.2018	31.12.2018
1.1.6	Vuosihuoltokello 2019	01.01.2019	31.12.2019
1.1.7	Vuosihuoltokello 2020	01.01.2020	31.12.2020
1.1.8	Vuosihuoltokello 2021	01.01.2021	31.12.2021
1.1.9	Vuosihuoltokello 2022	03.01.2022	30.12.2022
1.1.10	Vuosihuoltokello 2023	02.01.2023	29.12.2023
1.1.11	Vuosihuoltokello 2024	01.01.2024	31.12.2024
1.1.12	Vuosihuoltokello 2025	01.01.2025	31.12.2025
1.1.13	Vuosihuoltokello 2026	01.01.2026	31.12.2026
1.1.14	Vuosihuoltokello 2027	01.01.2027	01.12.2027
1.1.15	Vuosihuoltokello 2028	03.01.2028	29.12.2028
1.1.16	Vuosihuoltokello 2029	01.01.2029	31.12.2029
1.1.17	Vuosihuoltokello 2030	01.01.2030	31.12.2030
1.2	Kunnostamiset	02.01.2014	28.12.2029
1.2.1	Sulatusuuni 1	02.01.2014	31.12.2026
1.2.1.1	Sulatusuuni 1; induktorien 1-3 vaihto	02.01.2014	31.12.2014
1.2.1.2	Sulatusuuni 1; induktorien 4-6 vaihto	01.01.2026	31.12.2026
1.2.2	Sulatusuuni 2	02.01.2023	31.12.2026
1.2.2.1	Sulatusuuni 2; induktorien 1-3 vaihto	01.01.2026	31.12.2026
1.2.2.2	Sulatusuuni 2; induktorien 4-6 vaihto	02.01.2023	29.12.2023
1.2.3	Seostusuuni 1	02.01.2014	28.12.2029
1.2.3.1	Seostusuuni 1; induktorin vaihto	02.01.2014	31.12.2014
1.2.3.2	Seostusuuni 1; induktorin vaihto	01.01.2019	31.12.2019
1.2.3.3	Seostusuuni 1; induktorin vaihto	02.01.2024	31.12.2024
1.2.3.4	Seostusuuni 1; induktorin vaihto	01.01.2029	28.12.2029
1.2.4	Seostusuuni 2	02.01.2027	30.12.2027
1.2.4.1	Seostusuuni 2; induktorin vaihto	02.01.2017	29.12.2017
1.2.4.2	Seostusuuni 2; induktorin vaihto	03.01.2022	30.12.2022
1.2.4.3	Seostusuuni 2; induktorin vaihto	01.01.2027	30.12.2027
1.2.5	Seostusuuni 3	02.01.2014	30.12.2027
1.2.5.1	Seostusuuni 3; induktorin vaihto	02.01.2014	07.01.2014
1.2.5.2	Seostusuuni 3; induktorin vaihto	02.01.2017	29.12.2017
1.2.5.3	Seostusuuni 3; induktorin vaihto	03.01.2022	30.12.2022
1.2.5.4	Seostusuuni 3; induktorin vaihto	01.01.2027	30.12.2027
1.2.6	Pölyn- ja kärynpöistön keskipakopuhallin	02.01.2017	30.12.2027
1.2.6.1	Keskipakopuhallimen kunnostaminen	02.01.2017	29.12.2017
1.2.6.2	Keskipakopuhallimen kunnostaminen	01.01.2027	30.12.2027

Boliden Kokkola Oy
Valimion laajennettu vuosihuoltokello

Henkilö	Selitys	AKU	Loppu	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1.2.2.1.3	Sulatusuuni 2 huoltoseoskoki 3	02.09.2014	04.09.2014											
1.2.2.1.4	Sulatusuuni 2 huoltoseoskoki 4	04.11.2014	06.11.2014											
1.2.3	Seotus tuotantolinja 2	25.02.2014	15.01.2015											
1.2.3.1	Seotus tuomi 2	25.02.2014	06.11.2014											
1.2.3.1.1	Seotus tuomi 2 huoltoseoskoki 1	25.02.2014	27.02.2014											
1.2.3.1.2	Seotus tuomi 2 huoltoseoskoki 2	27.05.2014	28.05.2014											
1.2.3.1.3	Seotus tuomi 2 huoltoseoskoki 3	01.07.2014	03.07.2014											
1.2.3.1.4	Seotus tuomi 2 huoltoseoskoki 4	02.09.2014	04.09.2014											
1.2.3.1.5	Seotus tuomi 2 huoltoseoskoki 5	04.11.2014	06.11.2014											
1.2.3.2	Seotus tuomi 3	08.01.2015	08.01.2015											
1.2.3.2.1	Seotus tuomi 3 huoltoseoskoki 1	25.02.2014	27.02.2014											
1.2.3.2.2	Seotus tuomi 3 huoltoseoskoki 2	29.04.2014	30.04.2014											
1.2.3.2.3	Seotus tuomi 3 huoltoseoskoki 3	12.08.2014	14.08.2014											
1.2.3.2.4	Seotus tuomi 3 huoltoseoskoki 4	28.10.2014	30.10.2014											
1.2.3.2.5	Seotus tuomi 3 huoltoseoskoki 5	07.01.2015	08.01.2015											
1.2.3.3	Valu tuotantolinja 2	25.02.2014	15.01.2015											
1.2.3.3.1	Jumbovalurata 2	11.03.2014	15.01.2015											
1.2.3.3.1.1	Jumbovalurata 2 huoltoseoskoki 1	11.03.2014	13.03.2014											
1.2.3.3.1.2	Jumbovalurata 2 huoltoseoskoki 2	06.05.2014	07.05.2014											
1.2.3.3.1.3	Jumbovalurata 2 huoltoseoskoki 3	12.08.2014	14.08.2014											
1.2.3.3.1.4	Jumbovalurata 2 huoltoseoskoki 4	21.10.2014	23.10.2014											
1.2.3.3.1.5	Jumbovalurata 2 huoltoseoskoki 5	13.01.2015	15.01.2015											
1.2.3.3.2	Harkkivalukone 2	25.02.2014	08.01.2015											
1.2.3.3.2.1	Harkkivalukone 2 huoltoseoskoki 1	25.02.2014	27.02.2014											
1.2.3.3.2.2	Harkkivalukone 2 huoltoseoskoki 2	06.05.2014	07.05.2014											
1.2.3.3.2.3	Harkkivalukone 2 huoltoseoskoki 3	01.07.2014	03.07.2014											
1.2.3.3.2.4	Harkkivalukone 2 huoltoseoskoki 4	02.09.2014	04.09.2014											
1.2.3.3.2.5	Harkkivalukone 2 huoltoseoskoki 5	21.10.2014	23.10.2014											
1.2.3.3.2.6	Harkkivalukone 2 huoltoseoskoki 6	07.01.2015	08.01.2015											
1.2.4	Tuotantolinjojen yhteiset	14.01.2014	28.12.2014											
1.2.4.1	Tuhtankäsittelylaitteen huoltoseoskoki 1	18.02.2014	28.12.2014											
1.2.4.1.1	Tuhtankäsittelylaitteen huoltoseoskoki 1	18.02.2014	20.02.2014											
1.2.4.1.2	Tuhtankäsittelylaitteen huoltoseoskoki 2	13.05.2014	15.05.2014											
1.2.4.1.3	Tuhtankäsittelylaitteen huoltoseoskoki 3	05.08.2014	07.08.2014											
1.2.4.1.4	Tuhtankäsittelylaitteen huoltoseoskoki 4	30.09.2014	02.10.2014											
1.2.4.1.5	Tuhtankäsittelylaitteen huoltoseoskoki 5	23.12.2014	28.12.2014											
1.2.4.2	Käryn- ja polypointilaitteet	14.01.2014	18.12.2014											
1.2.4.2.1	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 1	14.01.2014	16.01.2014											
1.2.4.2.2	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 2	11.02.2014	13.02.2014											
1.2.4.2.3	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 3	11.03.2014	13.03.2014											
1.2.4.2.4	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 4	08.04.2014	10.04.2014											
1.2.4.2.5	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 5	06.05.2014	08.05.2014											
1.2.4.2.6	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 6	03.06.2014	05.06.2014											
1.2.4.2.7	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 7	01.07.2014	03.07.2014											
1.2.4.2.8	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 8	29.07.2014	31.07.2014											
1.2.4.2.9	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 9	26.08.2014	28.08.2014											
1.2.4.2.10	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 10	23.09.2014	25.09.2014											
1.2.4.2.11	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 11	21.10.2014	23.10.2014											
1.2.4.2.12	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki 12	18.11.2014	20.11.2014											
1.2.4.2.13	Käryn- ja polypointin huoltoseoskoki	16.12.2014	18.12.2014											
1.2.4.3	Jäähdytysjärjestelmä	06.05.2014	23.10.2014											
1.2.4.3.1	Jäähdytysjärjestelmän huoltoseoskoki 1	06.05.2014	08.05.2014											
1.2.4.3.2	Jäähdytysjärjestelmän huoltoseoskoki 2	21.10.2014	23.10.2014											