

Matti Taka-Eilola

PUTKIPOSTILINJAN NYKYTILAN ARVIOINTI

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Huhtikuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola-Pietarsaari	Aika Huhtikuu 2016	Tekijä/tekijät Matti Taka-Eilola
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn nimi PUTKIPOSTILINJAN NYKYTILAN ARVIOINTI		
Työn ohjaaja Ilkka Rasehorn	Sivumäärä 28	
Työelämäohjaaja Jonas Kronqvist		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida Boliden Kokkola Oy:n putkipostilinjan nykytilaa ja sen tulevaisuuden tilaa. Putkipostilla kuljetetaan suurin osa näytteistä eri osastoilta laboratorioon. Putkipostin toimintavarmuus on laboratorion kannalta tärkeä asia. Näytteet tulee analysoida ajoissa, muutoin tuotannolle voi aiheutua häiriöitä.</p> <p>Työssä kartoitettiin putkipostilinjan laajentamista tulevaisuudessa myös rikkihappotehtaalle ja pasutolle, joista näytteet kuljetettiin autolla laboratorioon. Työssäni käydään läpi putkipostijärjestelmän tämänhetkinen toiminta ja ongelmat, sekä suunnitellaan tulevaisuuden putkipostilinjan laajuus, hinta ja toimipisteet.</p>		

Asiasanat Modernisointi, putkiposti, selvitys.
--

ABSTRACT

Unit Unit of Kokkola-Pietarsaari	Date April 2016	Author/s Matti Taka-Eilola
Degree programme Machine- and production technology		
Name of thesis PNEUMATIC TUBE: INVESTIGATION OF CURRENT PERFORMANCE		
Instructor Ilkka Rasehorn	Pages 28	
Supervisor Jonas Kronqvist		
<p>The aim of this thesis was to investigate the current state of the pneumatic tube line at Boliden Kokkola Oy and the possibility of upgrades and expansion in the near future. The pneumatic tube is used at Boliden Kokkola to transport samples from different departments to the laboratory. The samples need to be analysed in schedule, otherwise the zinc process may be disrupted. Operational reliability is thus very important for the laboratory.</p> <p>Boliden Kokkola is the second largest zinc factory in Europe. In this thesis the expansion of the pneumatic tube line to the sulphuric acid factory and the roaster was also under research. From these departments the samples are delivered by car. The thesis work discusses the current performance, problems and the research of the future state of the pneumatic tube, its extent, and the price of the future upgrades.</p>		

Key words Modernisation, pneumatic tube, research

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUSONGELMA	2
3 BOLIDEN KOKKOLA OY	3
4 PROSESSIN KUVAUS	4
4.1 Pasutus	4
4.2 Rikkihapon tuotanto	5
4.3 Liuotus ja liuospuhdistus	6
4.4 Elektrolyysi	6
4.5 Sulatus, seostus ja valu	7
5 PUTKIPOSTIN HISTORIAA	8
6 PUTKIPOSTI NYKYPÄIVÄNÄ	10
7 PUTKIPOSTIN TOIMINTA	11
8 TUTKIMUKSEN TEKEMINEN	13
9 PUTKIPOSTI BOLIDEN KOKKOLASSA	14
10 PUTKIPOSTIN NYKYTILAN ARVIOINTI	15
10.1 Laboratorio	15
10.2 Puhdistamo	16
10.3 Kunnossapito	17
10.4 Rikkihappotehdas	19
10.5 Pasutto	19
10.6 Elektrolyysi	20
11 KEHITTÄMISKOHTEET	22
12 TULEVAISUUDEN TILA	24
13 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	29
KUVIOT	
KUVIO 1.	3
KUVIO 2.	4
KUVIO 3.	5
KUVIO 4.	5
KUVIO 5	6
KUVIO 6.	7

KUVIO 7	7
KUVIO 8.	11
KUVIO 9.	12
KUVAT	
KUVA 1.	18
KUVA 2.	20
TAULUKOT	
TAULUKKO 1.	16

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tehtävänä oli Boliden Kokkola Oy:n putkipostilinjan nykytilan arviointi ja tulevaisuuden tilan kartoittaminen. Putkiposti oli itselleni uusi asia. En ole koskaan törmännyt siihen missään, joten ensimmäiseksi jouduin tutustumaan putkipostin toimintaan ja etsimään tietoa sen käyttökohteista. Putkipostista ei juurikaan löytynyt kirjallista tietoa, mutta yritysten ja aiheesta kiinnostuneiden ihmisten ylläpitämiltä nettisivuilta löytyi yllättävän hyvin tietoa. Putkiposti on jo aika vanhaa tekniikkaa. Se on kehitetty 1800-luvun puolessa välissä. Tämä voi osaltaan selittää kirjallisuuden puutetta. Putkipostin käyttö nykyään eroaa huomattavasti siitä, miten sitä käytettiin ennen sähköpostia, faxeja jne. Ennen putkipostia käytettiin kirjeiden ja erilaisten viestien välittämiseen. Nykyään viestintä hoidetaan sähköisesti ja putkipostille on jäänyt pienesineiden kuljettaminen nopeasti paikasta paikkaan.

Työssä selvitän myös onko rikkihappotehtaalle ja pasutolle järkevää tehdä putkipostilinjaa, sillä osa näytteistä on väkeviä rikkihappoja, mikä luo omat riskinsä. Pahimmassa tapauksessa kapseli rikkoutuu putkipostissa ja syövyttää putkiston. Pienikin vuoto kapseliin tekisi näytteen käsittelystä vaarallista, vaikka kapseli ei olisikaan vuotanut ulospäin. Rikkihappoa kuljetetaan lasisissa astioissa, jotka olisivat turhan hauraita, ainakin omasta mielestä, menemään putkipostissa. Lasia käytetään sen vuoksi että ne saadaan puhtaaksi elohopeajäämistä; muovisista astioista jäämiä ei saataisi pois, jolloin näytteet kontaminoituisivat. Rikkihappotehdas on myös melko kaukana verrattuna muihin osastoihin: sinne pitäisi tehdä uutta putkistoa useita satoja metrejä.

Selvitystyöhön sain apua Boliden Kokkolan työntekijöiltä sekä erilaisilta putkipostiyrityksiltä. Työn aikana haastattelin eri osastojen työntekijöitä. Haastatteluilla pyrin selvittämään, mitkä ovat tämän hetken suurimmat ongelmat. Kunnossapidon henkilöstön kanssa oli sitten helppo käydä läpi asioita, joita muiden osastojen työntekijät olivat kertoneet. Heillä oli melko tarkat lokitiedot putkipostin toiminnasta ja vikatiheydestä. Työssäni käydään läpi putkipostijärjestelmän suurimmat ongelmat, kehittämiskohteet ja tulevaisuuden tila.

2 TUTKIMUSONGELMA

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Boliden Kokkolan putkipostijärjestelmän nykytila ja käydä läpi sen tämänhetkinen toiminta, mahdolliset ongelmat ja kehittämiskohteet, sekä suunnitella tehtaan tulevaisuuden putkipostilinjan toimipisteet ja tehdä hinta-arvio. Boliden Kokkolan putkipostijärjestelmä on jo aika iäkäs, eikä sen toiminnasta ole aikaisemmin kerätty tietoa. Putkipostijärjestelmä on Boliden Kokkolaan hankittu vuonna 1999. Putkiposti on tärkeä erityisesti laboratoriolle, jonka tehtävä on päivittäin analysoida useita näytteitä, joista suurin osa tulee putkipostia pitkin. Osa näytteistä tulee myös osastoilta joihin ei ole putkipostilinjaa ja työssä tulen myös kartoittamaan mahdollisuutta putkipostin saamiseksi myös näille osastoille. Putkiposti on aika iäkäs ja uusia ominaisuuksia on varmasti teknologian kehittymisen myötä saatavilla. Vaikka putkiposti toimisikin hyvin, on hyvä tarkastella asiaa myös tulevaisuuden kannalta, laitteiden uusiminen saattaa helpottaa kunnossapitoa tai siitä voi saada jotain muuta hyötyä.

Työssäni suurimman haasteen aiheutti vikatilanteiden puutteellinen kirjaaminen. Vikoja oli ja niitä oli korjattu, mutta vian syytä ei läheskään aina ollut mainittu eikä korjaavia toimenpiteitä raportoitu mitenkään. Tämä hankaloittaa yleisien vikatyyppeiden määrittämistä, mutta kunnossapidon henkilöitä haastatteleamalla sai aika hyvän kuvan yleisimmistä vikatyypeistä. Haastatteluissa tuli myös ilmi asemien sijaintiin liittyviä parannuksia. Huoltotöitä on osalle asemista haastava tehdä niiden ahtaassa asennusympäristön vuoksi. Ongelmalliseksi selvityksen tekemisen tekivät osittain ristiriitaiset tiedot. Käyttäjät puhuivat toimimattomasta putkipostista, mutta itse järjestelmä lokitiedoissaan kertoo luotettavasta toiminnasta. Tähän syynä on varmasti vianetsinnän vaikeus nykyisessä järjestelmässä.

Työssäni pohdin myös vahvan rikkihapon kuljettamista putkipostilla. Rikkihappo joudutaan pakkaamaan lasiastioihin jotka voivat rikkoutua. Kysyin eriputkiposti yrityksiltä ja etsin internetistä mahdollista kapselimateriaalia joka voisi kestää rikkihappoa, jos astia rikkoutuu. Tämäkään tuskin olisi riittävä sillä kapseli saattaisi silti vuotaa hapon putkistoon. Rikkihaponäytteen pakkaaminen turvallisesti kapseliin olisi haastavaa. Hinta-arvioita pyysin putkipostiyrityksiltä. Hinta-arviot ovat tosin vain karkeita arvioita. Tarkempaa arviota varten tulisi järjestelmästä luovuttaa tarkempia tietoja. Asemien rakenne, vaihteet, putkiston asennukset ja mutkat ja muuta sellaista, pitäisi selvittää tarkemmin. Hinta-arviot ovat suuntaa antavia ja putkipostin mahdollinen uusiminen tulisikin kilpailuttaa tarkemmin ja useamman yrityksen kanssa.

3 BOLIDEN KOKKOLA OY

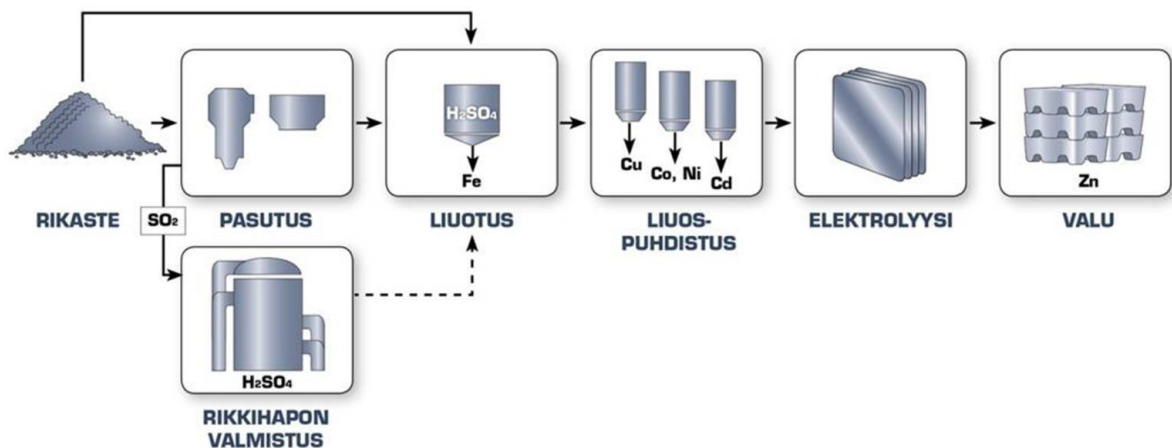
Boliden Kokkola on Euroopan toiseksi suurin sinkkitehdas. Sen vuotuinen tuotantokapasiteetti on 315 000 tonnia, josta noin 85 % menee vientiin Euroopan unionin alueelle pohjois- ja keskieurooppaan. Tuotantoprosessissa sinkkirikasteesta jalostetaan sinkkiä, joka täyttää alan vaativimmat laatuvaatimukset. Sinkki myydään joko puhtaana sinkkinä tai sitten seoksina, jotka on räätälöity asiakkaan tarpeiden mukaan. Boliden Kokkola on Kokkolan alueen merkittävä työllistäjä ja siellä työskentelee 540 henkilöä. Kokkolan tehdasta pyritään jatkuvasti kehittämään ja viimeisimpänä uudistuksena rakennettiin hopean talteenottolaitos, joka käynnistettiin vuonna 2014. Tällä hetkellä Boliden Kokkola on yksi energiatehokkaimmista sinkkitehtaista. (Boliden 2016)



KUVIO 1. Ilmakuva Boliden Kokkolan alueesta. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)

4 PROESSIN KUVAUS

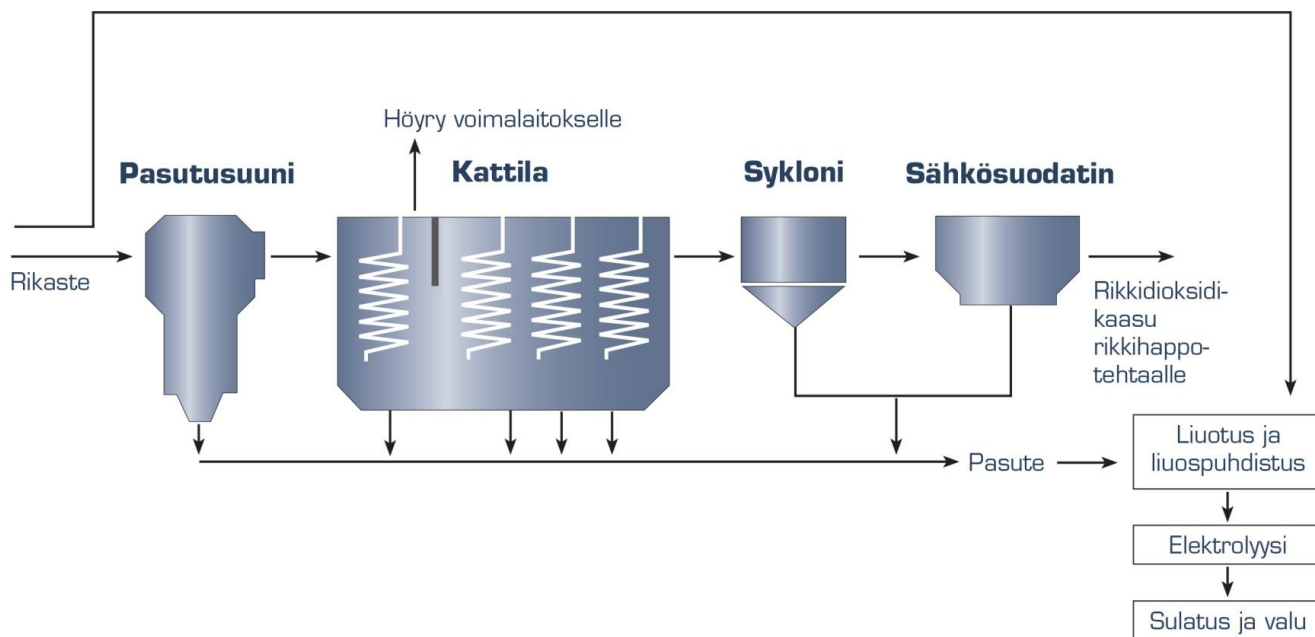
Boliden Kokkolan käyttämästä rikasteesta suurin osa tulee Bolidenin omilta kaivoksilta Ruotsista ja Irlannista. Rikastetta ostetaan myös muilta kaivosyhtiöiltä Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Perusta. Sinkin tuotantoprosessiin kuuluu viisi vaihetta: pasutus, liotus, liuospuhdistus, elektrolyysi ja valu. Tuotantoprosessiin käytettävän raaka-aineen sinkkipitoisuus on noin 50 prosenttia. Valmiin SHG-sinkin sinkkipitoisuus on vähintään 99,995 prosenttia. Vuorokausituotanto on noin 863 tonnia. Sinkki-prosessissa kuluu 10 vuorokautta. Prosessissa syntyy myös sivutuotteita, joista osaa voidaan hyödyntää, näitä ovat: rikkihappo, kuparisakka, höyry, sinkkisulfaattiliuos, prosessilämpö ja vuodesta 2014 alkaen myös hopearikaste. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)



KUVIO 2. Sinkkiprosessi (Boliden Kokkola 2013)

4.1 Pasutus

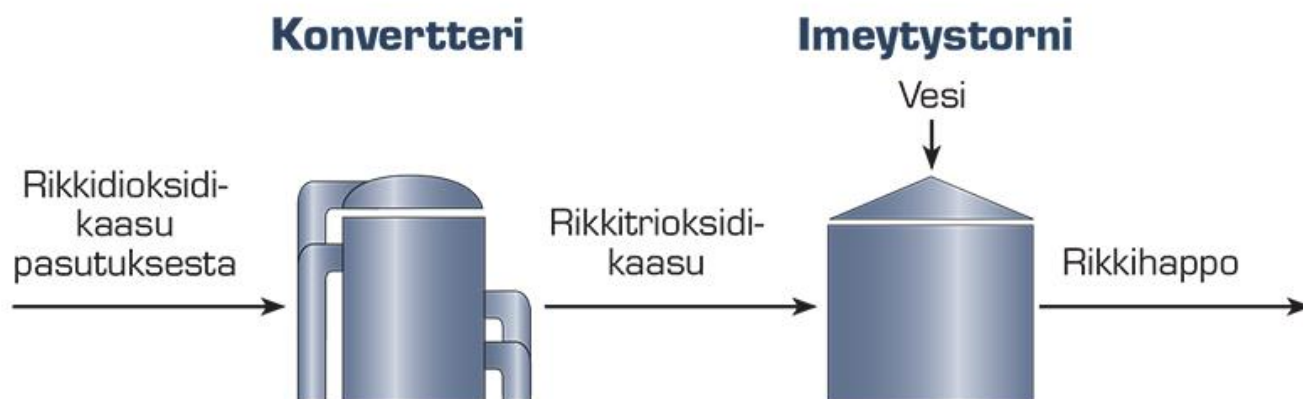
Pasutus on tuotantoprosessin ensimmäinen vaihe. Sinkkirikaste syötetään pasutusuuniin, jossa sinkkirikaste poltetaan $950\text{ }^\circ\text{C}$:n lämpötilassa. Prosessin lopputuotteena syntyy sinkkioksidia eli pasutetta. Pasutuksen sivutuotteena syntyy rikkidioksidipitoista kaasua, joka jäähdytetään ja sen sisältämä lämpö otetaan talteen. Jäähdytetty rikkidioksidikaasu johdetaan rikkihappotehtaalle, jossa siitä tehdään rikkihappoa. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)



KUVIO 3. Pasutus (Boliden Kokkola 2013)

4.2 Rikkihapon tuotanto

Pasutusprosessin sivutuotteena saatava rikkidioksidi-kaasu hapetetaan happotehtaan konverterissa rikki-trioksidiksi. Rikki-trioksidikaasu imeytetään veteen, jolloin syntyy rikkihappoa. Prosessissa muodostunut lämpöenergia otetaan talteen kaukolämpönä. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)

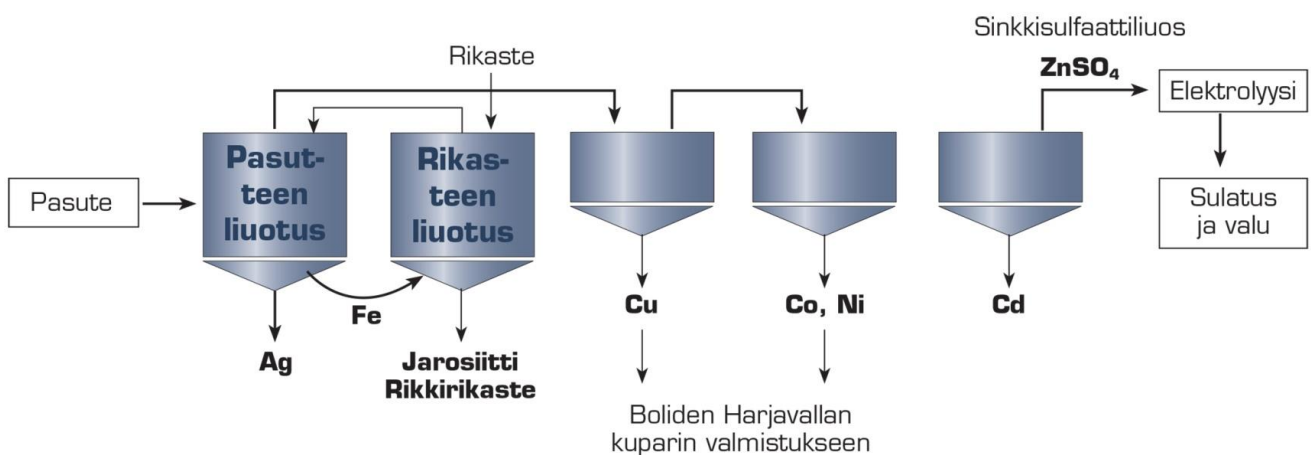


KUVIO 4. Rikkihapon tuotanto (Boliden Kokkola 2013)

4.3 Liuotus ja liuospuhdistus

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

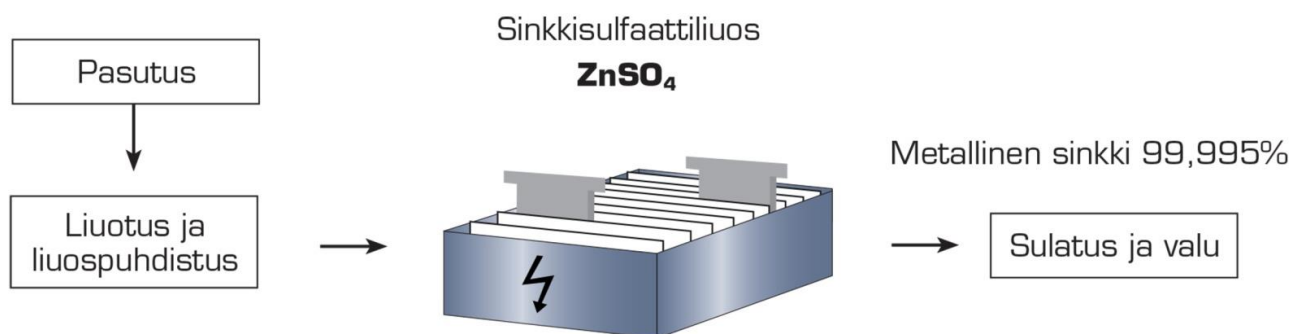
Liuotuksen jälkeen sinkkisulfaattiliuoksessa on pieniä määriä sinkin mukana liuenneita epäpuhtauksia, jotka täytyy poistaa liuoksesta ennen elektrolyysiä. Puhdistus tapahtuu kolmivaiheisella prosessilla. Puhdistuksen kolmannen vaiheen jälkeen sinkkisulfaattiliuos sisältää sinkkiä noin 150 g/l. Liuospuhdistuksen jälkeen puhdas liuos jäähdytetään ja pumpataan elektrolyysiin. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)



KUVIO 5. Liuotus ja liuospuhdistus. (Boliden Kokkola 2013)

4.4 Elektrolyysi

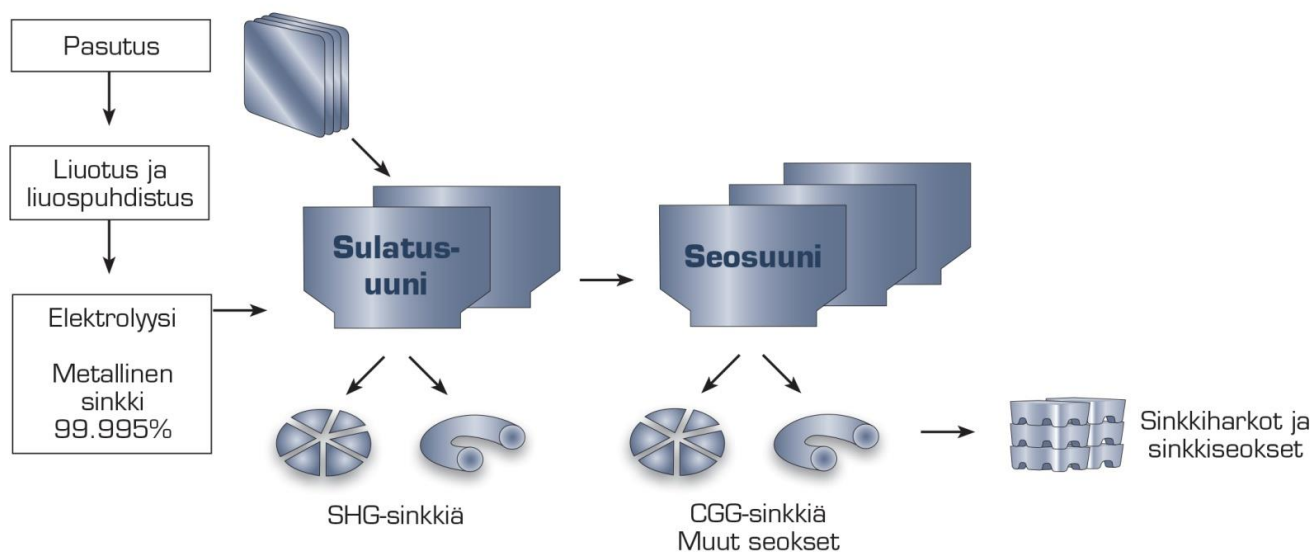
Elektrolyysissä sinkki saostuu liuoksesta alumiinilevyjen eli niin sanottujen katodien pinnalle sähkövirran avulla. Sinkkilevyjen annetaan kasvaa katodien pinnalla noin 35 tuntia. Tämän jälkeen katodit poistetaan liuoksesta ja tilalle vaihdetaan uudet katodit. Sinkkilevyt irrotetaan katodien pinnalta automaattisten irrotuskoneiden avulla. Alumiinilevyt palautetaan altaisiin. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)



KUVIO 6. Elektrolyysi (Boliden Kokkola 2013)

4.5 Sulatus, seostus ja valu

Elektrolyysissä saatavat sinkkilevyt sulatetaan valimon induktiouunissa. Sulatettu sinkki valetaan joko 25 kilon harkoiksi tai sinkkijumboiksi. Osaan tuotteista seostetaan alumiinia tai muita metalleja asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Valun jälkeen sinkki on valmis myytäväksi tuotteeksi. (Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013)



KUVIO 7. Sulatus, seostus ja valu (Boliden Kokkola 2013)

5 PUTKIPOSTIN HISTORIAA

Putkipostin historia alkaa 1800-luvun puolesta välistä. Lennätin keksiminen aiheutti ennen näkemättömän kasvun viestinnän määrässä. Lennätin oli nopea ja sen tärkein sovellus oli pörssi, jossa meklarit saivat ennakkotietoa sijoituksista lennätin avulla. Lennätin nopeus voitiin menettää, jos viestillä kesti kauan aikaa kulkea lennätintuomistosta pörssiin. Tämä viive saattoi merkitä suurten voittojen menetyksiä hektisessä pörssi maailmassa, viiveen välttämiseksi rakennutti J. Latimer Clark vuonna 1853 maailman ensimmäisen putki-postilinjan, joka oli 220 jaardia pitkä, Lontoon pörssin ja Lothburyn lennätintuomiston välille. Samanlaisia putki-posteja rakennettiin pörssien ja lennätintuomistojen välille myös Berliinissä 1865 ja Pariisissa 1866. (The pneumatic post of Paris 1974.)

Putki-posteja alettiin rakentaa myös muissa kaupungeissa eikä niitä enää ollut tarkoitettu vain sähköille, vaan niillä sai lähettää myös kirjeitä. Putki-postilinjat laajenivat hiljalleen, Pariisin putki-posti päätettiin vuonna 1881 laajentaa kattamaan koko kaupunki. Pariisin putki-postin apuna toimi myös lähettejä, jotka toimittivat kirjeet lopulliseen määränpäähänsä. Tällaisia putki-posteja oli mm. Berliinissä, Wienissä, Prahassa, Napolissa ja Rio de Janeirossa. Pariisin putki-postia käytettiin aina vuoteen 1984 asti, jolloin tietokoneet ja faxit korvasivat sen. (The pneumatic post of Paris 1974.)

Yhdysvalloissa putki-postia kokeiltiin suurimmissa kaupungeissa. Ongelmia putki-postilinjojen asennukseen tuli aikaisemmin asennettujen viemäri- ja kaasuputkien kanssa. Ne rajoittivat putki-postin putken kokoa, vaikuttaen putki-postin kapasiteettiin. Putki-posti palveluna oli myös kallis, sillä putket asennettiin yksityisten yritysten toimesta. Kaupungit maksoivat putki-postin käytöstä vuokraa ja maksoivat työstä. Brooklynin putki-postin vuosikustannukset olivat vuonna 1898 87 500 dollarista jopa 152 597 dollariin. Pelkästään putki-postin linja maksoi vuosittain 14 000 dollaria vuokrana ja 6 200 dollaria työkustannuksina. Putki-posti oli kuitenkin hintansa arvoinen nopeudessaan, jos aikaisemmin postivaunuilla meni 40 minuuttia kirjeiden viemiseen, putki-posti pystyi siihen seitsemässä minuutissa. New Yorkin putki-posti oli 27 mailia pitkä, yhdessä kapselissa voitiin kuljettaa 600 kirjettä ja sitä käytettiin 1950-luvulle saakka. (Smithsonian postal museum 2005.)

Putki-postissa kapselit liikkuvat pneumaattisesti, joko alipaineen tai ylipaineen avulla. Kapselleita joko puhalletaan pois päin tai sitten imetään kohti puhallinta. Alkujaan putki-postin puhallimet toimivat vesivoimalla; myöhemmin alettiin käyttää höyrykoneita ja lopulta sähkömoottoreita. Putki-postin alkuaikoina kapselit jouduttiin käsin ohjaamaan oikeille asemille. Tämä vei kauan aikaa, vuonna 1931 ko-

keiltiin automaattista navigointia koneella, joka voisi ottaa vastaan tai ohittaa kapselin, riippuen kapselissa olevien sähköä johtavien nauhojen asetuksista. Putkiposteja on vielä nykyäänkin, mutta paljon pienemmässä mittakaavassa: teollisuudessa, sairaaloissa ja kaupoissa. Putkipostilla kuljetetaan nykyisin yleensä näytteitä, rahaa, kuitteja yms. Putkiposti on edelleenkin käytännöllinen menetelmä pienien esineiden nopeaan ja luotettavaan siirtoon eripisteiden välillä, tilanteissa joissa sen huono mukautuvuuskyky ympäristön muutoksiin ei ole ongelma. (The Pneumatic post of Paris 1974.)

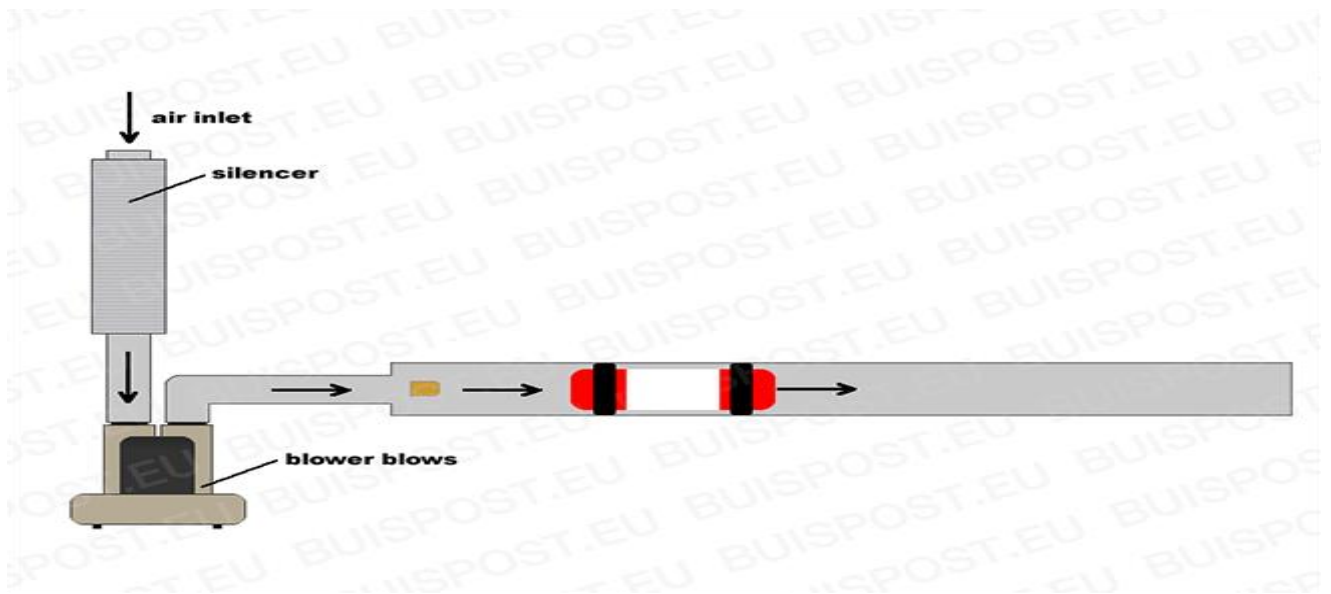
6 PUTKIPOSTI NYKYPÄIVÄNÄ

Putkipostia käytetään nykyään eritavalla kuin ennen. Sähköpostin ja faxien kehittymisen vuoksi putkipostia ei enää kannata käyttää viestien lähettämiseen. Kaupunginlaajuiset putkipostiverkostot olivat myös kalliita ylläpitää ja huoltaa. Putkipostin vahvuus on sen kyvyssä toimittaa pieniä esineitä nopeasti pisteestä pisteeseen. Näytteitä ei voida muuntaa sähköiseen muotoon ja lähettää sähköpostina. Lähettien palkkaaminen olisi ongelmallista esimerkiksi sairaaloissa ja hoitohenkilökunta joutuisi käyttämään osan ajastaan näytteiden kuljettamiseen laboratorioon. Putkiposti on ratkaisu tähän ongelmaan. Putkiposti kapseli voi liikkua esimerkiksi sairaalan päästä päähän muutamassa minuutissa. Näytteet tulevat nopeasti ja turvallisesti määränpäähänsä. Tämä on tärkeää mm. verinäytteiden osalta, ne ovat herkkiä lämpötilan muutoksille ja joudutaan heittämään pois, mikäli lämpötila muuttuu liikaa kuljetuksen aikana. Nopea toimitusaika mahdollistaa myös laboratorioanalyysien tekemisen kesken leikkauksen. Analyysin tulosten avulla lääkärit pystyvät tekemään parempia päätöksiä potilaiden hoidon suhteen. (Stanford Medicine.)

Stanfordin sairaalan putkipostijärjestelmä on varsin kovassa käytössä. Sillä lähetetään joka päivä noin 7 000 kapselia. Siinä on 124 asemaa ja 29 puhallinta. Putkilinjan pituus on lähes neljä mailia. Saapuvista kapseleista ilmoitetaan käyttäen yli 36 erilaista merkkiäntä. Sairaalakäyttöön putkiposti saatiin sovellettua vasta 1980-luvun lopulla. Aikaisemmin ei ollut keksitty, kuinka kapselia saadaan jarrutettua ennen asemaa. Suurella nopeudella saapuva kapseli pysähtyi vasta aseman seinään. Tämä olisi vaurioittanut herkkiä näytteitä. Sairaalan putkipostia valvotaan kellarissa olevasta pienestä toimistosta käsin. Tietokoneen näytöiltä näkee, kuinka kapselleita laitetaan järjestelmään ja lähetetään kohti kohdeasemaa. Näytöltä näkee kun kapseli liikkuu erilaisten kytkimien ja siirtimien läpi. Jopa putkipostin pahimpaan ruuhka aikaan kapseli liikkuu noin 500 metrin matkan alle kolmessa minuutissa. Järjestelmä toimittaa automaattisesti kapselleita sinne, missä niitä tarvitaan. Joillakin osastoilla, kuten leikkauksaleilla on suora putkiyhteys laboratorioon. Näin varmistetaan kapselin nopea pääsy laboratorioon tilanteessa kuin tilanteessa. Putkipostijärjestelmään tulee toki välillä vikoja, mutta se on toimintakunnossa 98,8 % ajasta. Sairaalan insinöörin mukaan yksikään kapseli ei ole jäänyt putkistoon jumiin. (Stanford Medicine.)

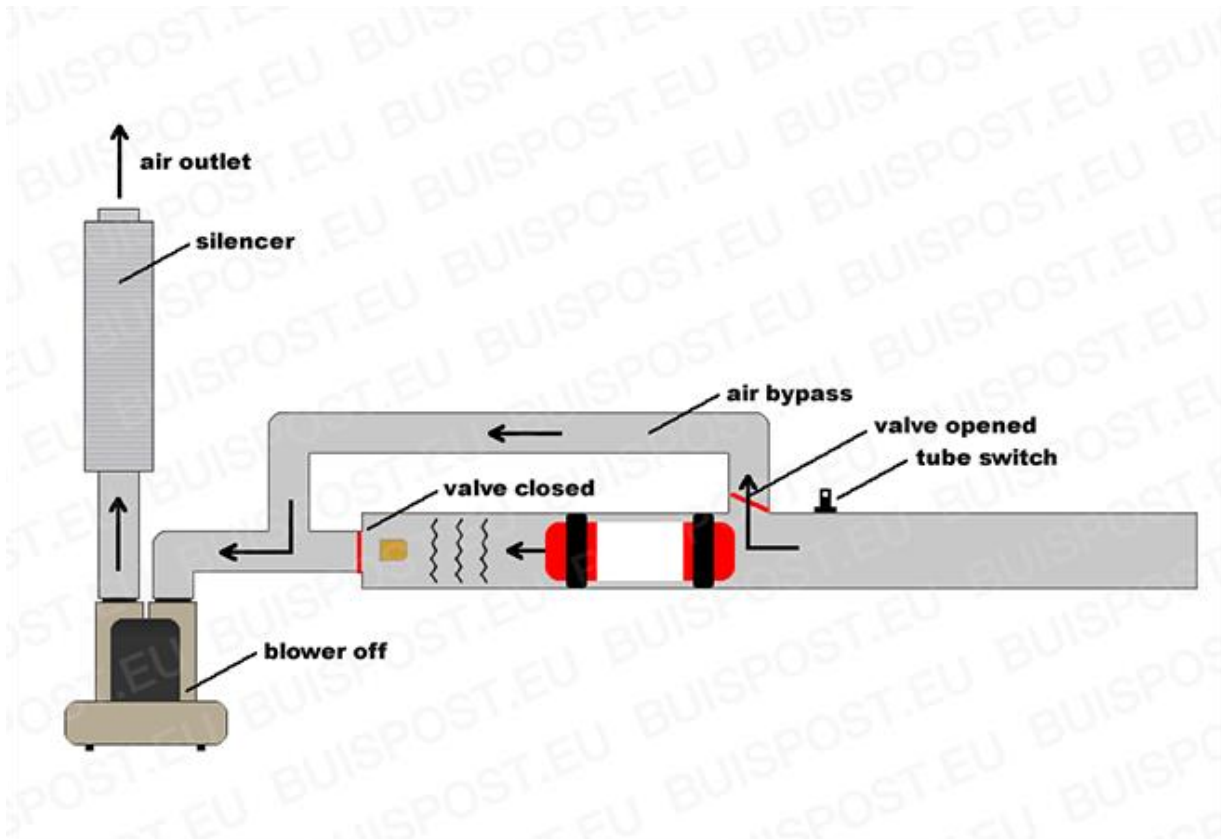
7 PUTKIPOSTIN TOIMINTA

Kapseli liikkuu putkistossa ilmanpaineen avulla halutulle asemalle. Kapselissa on tiivisteet, joiden ansiosta putkeen saadaan paine-ero puhaltimen avulla. Kapseli saadaan liikkumaan eteenpäin puhaltamalla ilmaa putkistoon ja taaksepäin imemällä ilmaa putkistosta.



KUVIO 8. Kapseli liikkuu puhaltimesta poispäin. (Buispost.eu)

Kapselin saapuessa asemalle keskusyksikkö saa siitä tiedon anturilta. Putkessa on joko mekaaninen tai sähköinen kytkin, joka havaitsee putkistossa kulkevan kapselin. Näiden signaalien avulla keskusyksikkö voi ohjata asemia, kytkeä päälle tai pois päältä puhaltimia ja ohjata vaihteita. Kapseli kulkee kuitenkin putkistossa aika nopeaa, joten sitä joudutaan jarruttamaan ennen kuin se saapuu asemalle. Tähän tarkoitukseen käytetään ilmaa. Ilmajarru toteutetaan kahden putken ja kahden ilmaventtiilin avulla. Venttiileistä aina toinen on automaattisesti kiinni, tähän ei tarvitse erillistä ohjausta, sillä puhaltimen synnyttämä paine toimii samalla venttiilien ohjaajana. Venttiilit on asetettu niin, että kun kapseli imetään kohti puhallinta, ilma kulkee ohitusputken kautta, kun kapseli ohittaa putkessa olevan anturin, keskusyksikkö sammuttaa puhaltimen ja kapseli pysähtyy putken loppupäähän jäävän ilmapuskurin avulla. Ohitusputkea pidentämällä saadaan kapselin jarrutuksesta pehmeämpää. (Buispost.eu)



KUVIO 9. Kapseli saapuu asemalle. (Buispost.eu)

Putkipostijärjestelmässä on myös vaihteita. Niiden tehtävänä on siirtää kapseli putkiosuudelta toiselle. Vaihteet mahdollistavat useamman aseman asentamisen samaan järjestelmään. Vaihteet tunnistavat kapselin samanlaisen kytkimen avulla, kuin asemat ja ohjaavat lähetyksen oikealle asemalle. Lähetyksen kohde asema valitaan lähetettäessä, joten logiikka tietää siitä mihin suuntaan vaihdetta pitää kääntää kapselin saapuessa. Normaalisti putkistossa on vain yksi kapseli kerrallaan, mutta vikatilanteissa kaksi voi olla putkessa samaan aikaan. Kapselit eivät kuitenkaan koskaan voi törmätä toisiinsa sillä niihin vaikuttaa sama puhaltimen luoma paine. Näin lähetykset pysyvät ehjinä vikatilanteista huolimatta. (Buispost.eu)

8 TUTKIMUKSEN TEKEMINEN

Putkipostin nykytilan selvittämiseksi haastattelin eri osastojen henkilöstöä. Putkipostin toiminnasta sai parhaiten tietoa kun kysyi niiltä henkilöiltä, jotka sitä käyttivät ja vertasi sitä sitten kunnossapidon raakaan dataan putkipostin toiminnasta. Haastattelujen aikana puhuttiin aina putkipostin toimimattomuudesta vaikka todellisuus olikin toista. Toki vikojakin on, mutta ei niin suuressa mittakaavassa kuin käyttäjät väittivät. Olikin aika hämmentävää kuulla, kuinka putkiposti ei ikinä toimi, kun itse järjestelmä sanoo lokissaan virheprosentiksi 0,3 % kaikista lähetyksistä. Esimerkiksi kesäkuusta 2015 joulukuuhun 2015 oli onnistuneita lähetyksiä 16077 ja virheitä vain 39, mikä on 2,4 promillea. Putkiposti siis toimii hyvin, mutta jostain syystä käyttäjillä on kuva, että se ei toimisi juuri ollenkaan.

Keskustellessani kunnossapitoryhmän kanssa käyttäjien kokemuksista alkoi paremmin hahmottua mistä tämä kokemus toimimattomuudesta johtuu. Putkiposti saattaa toimia pitkän aikaa ilman minkäänlaisia ongelmia, toisinaan vikoja tulee monena päivänä peräkkäin. Vikojen selvittämisessä saattaa kestää useita päiviä ja ihminen tapaa muistaa vain, jos jokin ei toimi. Tutkimuksen aikana saikin huomata, että ihmisten kokemukset ovat todella subjektiivisia. Vikojen aiheuttajasta ei toisaalta löytynyt minkäänlaista dokumentoitua tietoa. Yleensä putkipostin vika oli kirjattu yksinkertaisesti ”putkiposti ei toimi” ja vika kuitattu korjatuksi sanalla ”korjattu”. Missään ei siis juurikaan ollut tietoa, mikä oli ollut vikana ja mitä oli tehty sen korjaamiseksi. Kunnossapidon työntekijöiden mukaan suurin osa vioista johtuu kapseleiden tiivisteistä, jotka pääsevät liian huonoon kuntoon.

Putkipostin tulevaisuutta ajatellen laitoin tiedusteluja putkipostiyrityksille hinta-arvioita varten. Käyttäjien ja kunnossapidon kanssa esille tulleita parannuksia ajatellen kysyin myös uusista ominaisuuksista, kuten vikojen paikannuksesta. Nykyisiin järjestelmiin luvattiin ainakin toisen yrityksen puolesta vian paikannus puolen tunnin sisällä ja korjaus kahden tunnin sisällä keskimäärin. Tämä olisi suuri parannus nykyiseen vian paikannusnopeuteen. Sillä välillä putkiposti on ollut poissa pelistä jopa päiviä. Yrityksiltä pyysin melko karkeaa hinta-arviota ja pyysin erittelemään myös putkiston uusimisen kustannukset. Putkiston kunnosta ei ole juurikaan tietoa saatavilla, sillä tiiveystesti oli tehty viimeksi vuonna 1999, mutta toimintavarmuuden perusteella sen pitäisi olla suhteellisen hyvässä kunnossa.

9 PUTKIPOSTI BOLIDEN KOKKOLASSA

Boliden Kokkolan putkiposti on pituudeltaan 780 metriä ja siinä on nykyisin neljä asemaa: laboratoriossa, elektrolyysissä, valimolla ja puhdistamolla. Putkipostin välityksellä eri osastot lähettävät näytteitä laboratorioon analysoitavaksi. Laboratorion toiminnan kannalta on erittäin tärkeää, että näytteet saapuvat ajallaan, jotta ne saataisiin analysoitua riittävän ajoissa. Analyysien viivästyminen voi aiheuttaa häiriöitä tuotannossa. Suurin liikenne putkipostissa on puhdistamon ja laboratorion välillä, sillä puhdistamolta tulee suurin osa näytteistä. Näytteitä tulee myös rikkihappotehtaalta ja pasutolta, joihin ei ole putkipostiyhteyttä. Nämä näytteet toimitetaan laboratorioon autolla. Joskus myös laboratoriosta saattaa joku lähteä näytteitä hakemaan.

Putkipostin toimintavarmuuden tulee olla hyvällä tasolla. Jos putkiposti ei toimi joudutaan näytteitä tuomaan laboratorioon autolla. Sen seurauksena näytteet saattavat myöhästyä. Näytteiden lähetys saattaa myös unohtua, jos kapselit loppuvat kesken. Näytteiden lähettäjä joutuu odottamaan noin 10–20 minuuttia kapseleiden palauttamista ennen kuin voi lähettää loput näytteet. Tämän seurauksena näytteet saattavat unohtua odottamaan, kunnes joku muistaa tai laboratoriosta soitetaan puuttuvien näytteiden perään. Syy ei itsessään ole putkipostissa, mutta kapseleiden riittävydestä pitäisi huolehtia paremmin. Nykyinen järjestelmä on vuonna 1999 käyttöönotettu Sumetzbergerin järjestelmä.

10 PUTKIPOSTIN NYKYTILAN ARVIOINTI

Putkipostin nykytilaa arvioin henkilöstöä haastattelemalla. Joistakin asioista löytyi kirjallista tietoa, jota pystyi vertaamaan käyttäjien kokemuksiin. Putkipostin käyttäjien haastatteluissa syntyi nopeasti kuva putkipostista, joka ei toimi juuri koskaan. Käyttäjillä on jostain syystä kuva siitä, ettei putkiposti toimi, mutta suhteessa lähetysmääriin ainakaan itse järjestelmän lokitiedoista ei löytynyt tätä tukevaa tietoa. Lokitietojen perusteella 16 770 lähetyksestä vain 39 oli aiheuttanut virheen; otanta oli 200 päivää. Putkipostin toimintavarmuus sen iästä huolimatta on hyvällä tasolla. Seuraavaksi käyn läpi asioita joita eriosastoilla tuli esille.

10.1 Laboratorio

Laboratorion kannalta putkipostin tulee toimia hyvin ja vikatilanteet pitäisi saada selvitettyä nopeaa. Putkiposti saattaa joskus mennä testitilaan, joka johtuu yleensä putkeen jumiin jääneestä kapselista. Kapselit jäävät jumiin joko liian huonojen tiivisteiden tai liian suuren kuorman vuoksi. Laboratorion mukaan kapseleihin voi lastata vain kilon verran kuormaa, mutta tämä ei pidä paikkaansa. Suurempi kuorma onnistuu, mutta vain kapselilla jossa tiivisteet ovat kunnossa. Siitä, kuinka nopeasti kantokyky heikkenee, ei ole mitään tietoa. Laboratorioon myös tuodaan näytteitä osastoilta, joilla ei ole putkipostia, eli pasutolta ja rikkihappotehtaalta. Näiden lähettämät näytteet tuodaan autoilla ja näytteet sisältävät vahvaakin rikkihappoa. Vahvan rikkihapon kuljetus putkipostissa olisi ongelmallista, sillä ne täytyy pakata lasiastioihin. Muovisissa astioissa hapon sisältämä elohopea saastuttaisi astian niin, ettei niitä voisi käyttää kuin kerran.

Puhdistamolta tulee laboratorioon kaikista eniten näytteitä. Puhdistamon päässä ei aina ole riittävästi kapseleita kaikkien näytteiden lähettämiseen. Tämän seurauksena puhdistamon henkilö joutuu odottamaan kapseleiden palauttamista laboratoriolta, jossa menee aikaa noin 10–20 minuuttia. Puhdistamolla ei aina jakseta odottaa, jolloin näytteet saattavat unohtua, kunnes joku soittaa niiden perään tai puhdistamolla muistetaan ne lähettää. Tämä ei ole putkipostin ongelma vaan lähinnä käyttäjän virhe. Kapseleiden riittävydestä pitäisi huolehtia paremmin. Laboratorion poikkemalistan mukaan suurin osa putkipostin virheistä johtuu kapselin jäämisestä jumiin elektrolyysin ja laboratorion välillä. Kaikissa virheissä ei tosin lukenut muuta, kuin ”meni testitilaan.” Virheet eivät aiheuttaneet virheellisiä tuloksia kertaakaan, mutta toimitusaika ylityksiä oli tullut kahdesti. Taulukon tiedot ovat 12.2.2015–14.12.2015 väliseltä ajalta.

Poikkeamat							
Päivä	Kirjaajan puumerkki	Laitte/ongelman kohde	Esiintynyt ongelma	Asiakas saanut virheellisiä tuloksia K= kyllä E= ei	Aiheutti toimitusaika ylityksiä K= kyllä E= ei	Korjaava toimenpide	Käsitelty
12.2.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni testi-lilaan aamulla. Elyn näytteet jäivät välille.	E	E		17.2.2015
27.2.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni testi-lilaan yöllä. Elyn näytteet jäivät välille.	E	E	Näytteet tuotiin luukulle.	3.3.2015
16.3.15	JSH	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni testitilaan yövuoron alussa	E	E	Näytteet tuotiin kantamalla	17.3.2015
20.3.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti meni testi-lilaan yöllä, elyn näytteet jäi välille.	E	E	Näytteet tuotiin luukulle.	24.3.2015
8.4.15	TMT	Putkiposti labra-puhd/ely	Epätönnässä alkuvuorosta.	E	E		14.4.2015
14.5.15	JSH	Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti testi tilassa yön	E	E		21.4.2015
25.4.15	JSH	Putkiposti labra-puhd/ely	Yövuoron lopussa meni testitilaan	E	E		29.4.2015
26.4.15	JSH	Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti testitilassa	E	E	Näytteet tuotiin kantamalla	29.4.2015
8.5.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni testi-lilaan yöllä. Elyn näytteet jäivät välille.	E	E		
10.5.15	TVT/SL	Putkiposti labra-puhd/ely	Koko viikonlopun ajan ollut vuoroin testi-tilassa. vuoroin toiminut.	E	E		12.5.2015
12.5.15	SL	Putkiposti labra-puhd/ely	Eikat näytteet jäivät välille. Elyttä tietenkin taas.	E	E	Toivat näytteet luukkuun.	19.5.2015
3.6.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni pimeäksi aamulla, näytteitä tuotiin luukulle.	E	K	Tuli kuntoon iltapäivällä.	9.6.2015
14.6.15		Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti testi tilassa aamusta	E	E		16.6.2015
18.6.15		Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti testi tilassa	E	E		23.6.2015
18.6.15		Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti testi tilassa puolessa välissä ilta vuoroa	E	E		23.6.2015
23.6.15	SL	Putkiposti labra-puhd/ely	testitilassa heti yövuoron alussa.	E	E		30.6.2015
24.6.15	OAJ	Putkiposti labra-puhd/ely	testi-tilassa useaan kertaan pitkin päivää	E	K		30.6.2015
14.7.15	TMT	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilaan, kun ensimmäisiä SL:ä lähetettiin.	E	E	Korjattiin aika pian.	14.7.2015
16.7.15	JMH	Putkiposti labra-puhd/ely	Testialue, NL ja LIR syötteen tuotu luukkuun.	E	E		21.7.2015
17.8.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni testi-lilaan yöllä. Näytteet tuotiin luukulle.	E	E		19.8.2015
17.8.15	TMT	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilassa aamuvuorossa, ja ilta vuoron alussa uudelleen.	E	E	Soitin instrunryhmälle, korjaantui pian.	19.8.2015
17.8.15	JMH	Putkiposti labra-puhd/ely	Testialue heti yövuoron alussa. Elyn näytteet jäi välille.	E	E	Oli koko vuoron pois pelistä	19.8.2015
20.8.15	SL	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilaan heti aamun alkuun. Elyn näytteet jäivät välillä.	E	E	Tuli kuntoon seuraavana aamuna.	25.8.2015
31.8.15	JSH	Putkiposti labra-puhd/ely	Putkiposti jumissa	E	E	Soitin instrumenttipäivystäjälle ja toimii jälleen!!!	1.9.2015
2.9.15	JSH	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilassa	E	E	Näytteet tuotu kantamalla	8.9.2015
15.9.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni jumiin. Elyn kapseli jäi välille.	E	E		15.9.2015
18.9.15	SL	Putkiposti labra-puhd/ely	Mennyt testitilaan ilta vuorossa.	E	E		22.9.2015
1.12.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Meni testi-lilaan ilta vuoron alussa.	E	E	Tuli kuntoon vähän myöhemmin.	8.12.2015
11.12.15	EST	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilaan yövuorossa.	E	E		15.12.2015
13.12.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilaan ilta vuoron lopussa	E	E		15.12.2015
14.12.15	AKN	Putkiposti labra-puhd/ely	Testitilaan yövuoron alussa. Elyn kapseli jäi välille.	E	E		15.12.2015

TAULUKKO 1. Laboratorion poikkeamat (Boliden Kokkola Oy 2015)

10.2 Puhdistamo

Puhdistamon näkökulmasta putkipostin kapasiteetti on liian pieni. Tarvitaan enemmän kapsleita. Puhdistamolta lähetetään kerralla 19 näytettä. Ne eivät aina mahdu käytettävissä oleviin kapseluihin, jolloin ne saattavat unohtua. Puhdistamolla joudutaan silloin odottamaan, että laboratorio palauttaa kaikki kapselit ennen kuin sieltä voidaan lähettää loput näytteet. Tämä voi aiheuttaa sen, että näytteet unohtuvat pitkäksi aikaa odottamaan. Suurempi kapselimäärä ratkaisisi tämän ongelman. Kapselien ei myöskään voi lähettää kuin kaksi kerrallaan. Putkiposti toimii yleensä hyvin. Välillä häiriöitä on lyhyellä aikavälillä monta, välillä menee pitempi aika ilman yhtään häiriötä. Voiko syynä olla jokin kunnossapidon tekemä toimenpide, jonka jälkeen putkiposti toimii?

Eniten häiriöitä tulee kapselien tiivisteiden kulumisen seurauksena. Kapselien huoltoväli on 2-3 kk, mutta kapsleita ei merkitä mitenkään. Voi tulla epätasaista käyttöä, jolloin yksi kapseli menee nopeasti huonoon kuntoon. Huoltoväli voi myös olla liian pitkä, tosin tietoa siitä, kuinka nopeasti tiivisteet kuluvat, ei ole. Huonokuntoisista kapselista ilmoitetaan vasta, kun ne jäävät jumiin putkistoon. Putkipostin käyttäjien pitäisi paremmin tarkastaa kapselin kunto, ennen kuin yrittävät lähettää sitä. Kapselien saapuessa puhdistamolle, on kori joskus liian täynnä. Seuraava saapuva kapseli ei välttä-

mättä mahdu enää koriin, vaan jää jumiin asemaan tukkien sen. Kapselikori olisi hyvä muutenkin pitää mahdollisimman tyhjänä, sillä saapuvat kapselit saattavat rikkoa alle jäävän kapselin.

Kapseleita ei tällä hetkellä lähetetä huoltoon, vaan niistä ilmoitetaan kunnossapidolle, jos ilmoitetaan. Puhdistamon asema sijaitsee lähellä kunnossapidon majapaikkaa, joten puhdistamon asemasta voisi tehdä samalla myös huoltoaseman. Kapseleiden sisään voisi esimerkiksi laittaa lapun, jossa lukee huoltoon ja se voitaisiin nostaa sivuun, josta kunnossapidon henkilö käy sen noutamassa. Tämä voisi edesauttaa viallisten kapseleiden pääsemistä aikanaan huoltoon ennen kuin ne ovat liian huonossa kunnossa.

10.3 Kunnossapito

Putkiposti ei juurikaan työllistä kunnossapitoa. Työt ovat yleensä kapseleiden huoltamista. Kuukaudessa tehdään arviolta 2-3 tuntia putkipostiin liittyviä töitä. Virhetaajuus ei ole kovin suuri, mutta vian etsintä vie aikaa. Joskus vian paikantamiseen voi mennä jopa päiviä. Järjestelmä saattaa myös ilmoittaa vikaa väärässä paikassa. Joskus järjestelmä on ilmoittanut vikaa laboratoriolle, vaikka todellisuudessa vika olisi ollut elektrolyysillä. Tämä johtuu ns. väyläviasta. Elektrolyysin asema on kunnossapidon mielestä suurin ongelma putkipostin toiminnan kannalta. Asema on sijoitettu väärin, ja se on tällä hetkellä halli-ilmassa, joka elektrolyysillä on erittäin hapettavaa. Aseman liitokset, piirikortit, anturit jne. hapettuvat aiheuttaen häiriöitä. Aseman siirtäminen omaan koppiin, puhtaaseen ilmatilaan ratkaisisi tämän ongelman. Myös valimon asema on asennettu hallitilaan ja imee pölyä järjestelmään, joka sitten leviää putkiston kautta muihinkin asemiin. Pöly aiheuttaa anturivikoja ja muita ongelmia.

Kunnossapidon näkemystä elektrolyysin aseman ongelmallisuudesta tukee myös laboratorion poikkeamalista. Lista ei aina ole kirjattu, mikä putkipostissa on vikana, mutta yleisin kirjaus on ”elyn näytteet jäivät välille.” Se kertoo jotain, että elektrolyysi ei lähetä niin paljon näytteitä kuin puhdistamo, mutta sieltä tulevia näytteitä jää eniten välille. Putkipostijärjestelmän lokitiedoista etsin muutaman esimerkin, jolloin putkiposti oli ollut epäkunnossa. Vika oli alkanut aamulla ja sen korjaamiseen oli kulunut aikaa 3 tuntia, mikäli putkipostin lokiin on luottaminen. Vian syytä tai kestoja ei yleensä ole kirjattu poikkeamaan, mutta ainakin kerran oli vika saatu korjattua vasta seuraavana aamuna. Putkipostin lokitiedoissa oli myös muutamia lähetyksiä, jotka oli lähetetty joskus jopa yli 9 tuntia aikaisemmin, kuin ne olivat saapuneet asemalle. Ne olivat siis olleet jossain jumissa yli 9 tuntia.

Putkipostin suurin ongelma on jumiin jäävät kapselit. Tämä johtuu yleensä kapselintiivisteiden liian huonosta kunnosta. Kapseleita pyritään huoltamaan 2-3 kuukauden välein. Kapseleita ei kuitenkaan käytännössä merkitä mitenkään, joten joitain kapseleita saatetaan käyttää kauemmin tai useammin kuin toisia. Toimintavarmuuden kannalta olisi hyvä käyttää kaikkia kapseleita tasaisesti, tai vähintään tarkkailla tiivisteiden kuntoa. Käyttäjää on pyydetty asettamaan liian kuluneet kapselit sivuun, mutta jostain syystä näin ei aina tehdä. Jumiin jäänyttä kapselia ei aina saada imettyä pois järjestelmästä, vaan sitä joudutaan joskus hakemaan putkilinjasta. Tämä vie aikaa koska mistään ei näe kapselin sijaintia. Kapseleiden kantokyky myös heikkenee tiivisteiden kulumisen myötä, jolloin kapseli saattaa jäädä jumiin, vaikka aiemmin se olisikin päässyt perille. Tiivisteiden kulumisnopeudesta ei ole mitään tietoa. Putken sisäpuoliseen tarkastukseen on käytetty go-pro kameraa, mutta sen tarkkuus ei riitä putkiston saumojen tarkastukseen. Suurnopeus kamera saattaisi olla ratkaisu, jos sen saa mahtumaan kapseliin.



KUVA 1. Putkipostin kapseli (Kuva Matti Taka-Eilola)

Putkipostia on aikaisemmin päivitetty päivittämällä ohjaus-pc ja ohjainkortit asemilla ja puhaltimelle. Laboratorioon on vaihdettu koko asema. Asemia on tarkoitus uusia niin, että ostetaan uusi asema ja vanha lähetetään huoltoon. Putkiston nykytilasta ei ole tietoa. Kapselien kulkuajat ovat heikentyneet

10 vuoden aikana noin 42 sekuntia. Testi oli tehty puhdistamon ja laboratorion välillä. Kulkuakatestit oli tehty kapselilla jonka kuorma on 2,4 kg ja kokonaispaino 3,4 kg. Putkilinjan tiiveystestiä ei ollut tehty kuin kaksi kertaa, molemmat vuonna 1999. Tiiveystestin tekeminen ei tosin kertoisi muuta kuin, että jossain on vuoto. Kunnossapidon mielestä suurin osa ongelmista voidaan ratkaista pienillä asioilla. Tiivisteiden kulumista voitaisiin hidastaa käsittelemällä kapseleita vain puhtailla hanskoilla, sillä happo syö kumisen tiivisteiden melko nopeaa. Kapselin lähetykseen pitäisi saada rutiininomainen tiivisteiden kunnon visuaalinen tarkastus, jos tiiviste on liian huono, se pitäisi laittaa sivuun, eikä edes yrittää lähettää sitä matkaan. Toimintavarmuus on hyvällä tasolla, mutta vikojen selvittäminen on todella aikaa vievää.

10.4 Rikkihappotehdas

Rikkihappotehtaalla tuotetaan rikkihappoa. Tehtaalla ei nykyisin ole putkipostilinjaa, mutta myös sieltä lähetetään näytteitä laboratorioon. Rikkihappotehtaan näytteet toimitetaan laboratorioon autolla rikkihappotehtaan henkilöstön toimesta. Rikkihappo täytyy sen sisältämän elohopean vuoksi pakata lasiastioihin, vain lasista saa elohopea jäämät pestyä pois. Lasisen astian, jossa on 93 % rikkihappoa, pakkaaminen putkipostiin olisi haastavaa. Astian rikkoutuessa happo todennäköisesti tuhoaisi putkipostin. Rikkihappotehdas on myös melko etäällä muista osastoista, joten putkilinjaa jouduttaisiin tekemään useita satoja metrejä. Vuorokausinäytteitä viedään laboratorioon 6 kappaletta, joista yksi sisältää väkevää rikkihappoa.

Rikkihappotehtaan henkilöstön mielestä näytteiden kuljettaminen ei ole mitenkään muusta työstä pois eikä sitä pidetty ajankäytöllisesti merkittävänä. Putkipostilinjaa täytyisi rakentaa useita satoja metrejä rikkihappotehtaalle. Karkean hinta-arvion mukaan 700 metriä putkipostiputkea kustantaisi reilusta 10 000 eurosta yli 50 000 euroon. Putkipostia ei kannata rikkihappotehtaalle rakentaa, sillä väkevää rikkihappoa on liian riskialtis kuljetettavaksi putkipostilla, yksikin kapselirikko levittäisi rikkihappoa putkeen tehokkaasti, syövyttäen putken. Rikkoutuneen lähetyksen käsitteleminen olisi myös turvallisuuden kannalta hankalaa.

10.5 Pasutto

Pasutolla oli aikaisemmin putkiposti ollut käytössä. Se oli kuitenkin jäänyt vähäiselle käytölle ja lopulta kokonaan käyttämättä. Pasuton näytteiden joukossa on myös vahvaa happoa, jonka kuljettaminen putkipostilla olisi riskialtista. Muut näytteet olisivat erilaisia kiintoaineita ja sakkoja. Pasuton henkilös-

tön mielestä putkipostille ei ole tarvetta aikaisemman käyttämättömyyden vuoksi. Putkiposti ei sovellu vahvojen happojen kuljetukseen ja jos joka tapauksessa yksikin näyte joudutaan kuljettamaan autolla laboratorioon, on sama viedä kaikki muutkin. Luultavasti tämä on ollut syynä myös aikaisemmalle käyttämättömyydelle. Putkipostia ei siis pasutolle kannata ottaa käyttöön rikkihapon vuoksi.

10.6 Elektrolyysi

Elektrolyysi lähettää päivittäin laboratorioon 10 kapselia näytteitä. Putkiposti toimii suurimman osan ajasta hyvin. Välillä tulee ajanjaksoja, jolloin putkiposti on vähän väliä toimimaton. Kun syy saadaan korjattua, se toimii taas pitkän aikaa luotettavasti. Elektrolyysin asema on tällä hetkellä pienessä laboratorio kopissa, jossa on halli-ilma. Elektrolyysin ilma on voimakkaasti korrosoivaa ja syö tehokkaasti asemassa olevat liitokset, juotokset yms. ja aiheuttaa siten monenlaisia ongelmia aseman luotettavuuden ja käyttöiän kannalta. Elektrolyysin kanssa asioita läpikäydessä tuli myös ilmi ettei edes kokenut putkipostin käyttäjä ollut tiennyt, milloin tiiviste on kulunut sen verran, että se pitäisi huoltaa. Elektrolyysin mielestä uusia kapseleita on hankala saada eikä huonoja kapseleita huolleta ajallaan. Henkilöstön käsitys on että automaatioryhmä ”pihtaa” uusia kapseleita.



KUVA 2. Elektrolyysin asema.(Kuva Matti Taka-Eilola)

Putkipostin yleisin ongelma on kapseleiden välille jääminen. Valimon katolla on jossain kohta putkistossa, johon kapselit tapaavat jäädä jumiin. Putkistossa saattaa olla jokin huono kohta, johon kapselit jäävät kiinni. Käsitys tästä on syntynyt osittain siksi, että jos kapseleita ei saada pois purge-toiminnolla ne joudutaan käsin vaihdetta kääntämällä ajamaan pois putkistosta. Vaihde sijaitsee valimon katolla. Kunnossapito ei pihtaa kapseleita, mutta ei anna ylimääräisiäkään, josta on saattanut syntyä kuva että niitä pihdataan. Ylimääräisiä ei anneta, mutta huoltoa vaativat huolletaan, jos näin ei tapahdu, pitäisi elektrolyysin henkilön tehdä Arttu-tilaus uudesta kapselista.

11 KEHITTÄMISKOHTEET

Putkipostin toimintavarmuus on hyvällä tasolla. Suurin osa ongelmista voidaan ratkaista yksinkertaisilla ja pienillä teoilla. Kapseleiden välille jääminen on yleisin vika, tämä johtuu liian kuluneista tiivisteistä. Putkipostin käyttäjien rutiniin pitäisikin saada silmämääräinen tiivisteiden kunnon tarkastus, jotta liian huonoja kapseleita ei yritettäisi laittaa putkipostiin. Kapselin tiivisteiden kulumista voitaisiin hidastaa käsittelemällä niitä aina puhtain hanskoin. Hapojäämät syövät kumisen tiivisteiden nopeasti käyttökelvottomaksi. Nykyisestä järjestelmästä ei näe, mihin kapseli on jäänyt jumiin. Vian paikantaminen voi kestää tunteista jopa vuorokauteen, jos jumiutunutta kapselia ei saada imettyä pois järjestelmästä. Tämän vuoksi kapseleiden kunnosta tulisikin huolehtia paremmin. Nykyisin niitä huolletaan vasta, kun ne jäävät välille. Elektrolyysin henkilöstön mielestä kunnossapito ei kovin helpolla anna uusia kapseleita käytettäväksi. Näin ei saisi olla, vaan kapselit pitäisi vaihtaa heti kun niistä ilmoitetaan. Myös käyttäjien tulisi huolehtia kapseleiden kunnosta paremmin. Käyttäjiä pitäisi kouluttaa tunnistamaan huonoon kuntoon mennyt kapselin tiiviste, sillä tuli ilmi, etteivät läheskään kaikki tiedä, koska kapseli tulisi lähettää huoltoon. Tähän riittäisi vaikkapa kuvallinen esimerkki selityksineen

Asemia on huonoissa olosuhteissa. Asemien altistuminen hapettaville ja pölyisille olosuhteille lisää vikojen esiintymistä. Elektrolyysin asema on suurin ongelma. Sen sijainti halli-ilmassa hapettaa piirikorttien liitoksia, antureita yms. aiheuttaen ongelmia. Myös valimon asema on halli-ilmassa ja pölyisyyden vuoksi olisi toivottavaa saada myös se puhtaaseen ilmatilaan. Pöly aiheuttaa rajojen tukkeutumisista, anturi vikoja ja se myös leviää putkistossa muille asemille aiheuttaen ongelmia myös niillä. Asemien suojaamiseksi näiltä olosuhteilta riittäisi niiden kotelointi, johon järjestettäisiin ilmanvaihto puhtaalla ilmalla. Näin saataisiin väylävikojen ja anturivikojen vähennyttä ja asemien kestoikää pidentettyä. Asemat tulisi sijoittaa siten, että ne on helppo huoltaa. Puhdistamon asema on tällä hetkellä kunnossapidon mielestä hankala huoltaa, ahtaan sijoituspaikan vuoksi.

Elektrolyysin asema on tällä hetkellä aivan hallin vieressä olevassa elektrolyysin omassa laboratorio kopissa, jossa näytteet valmistellaan laboratoriota varten. Huoneessa on sama syövyttävä ilma, kuin hallissa. Putkiposti aseman suojaamiseksi tämä tila olisi hyvä tiivistää ja ylipaineistaa puhtaalla ilmalla. Elektrolyysin käyttöinsinööri ehdotti myös aseman siirtämistä pois laboratorio kopista käytävälle. Asemaa jouduttaisiin siirtämään noin kaksi metriä ja se tekisi kulkutiestä hieman ahtaan. Paras tapa ratkaista ongelma on nykyisen tilan tiivistäminen ja puhtaan ilman tuominen tähän tilaan. Samalla vällyttäisiin ylimääräisiltä purkutöiltä eikä näytteitä tarvitsisi tuoda käytävälle lähettämistä varten. Puhdas

ilma saataisiin luultavasti helpoiten yhdistämällä laboratorio koppi toimiston kanssa samaan ilmanvaihtoon. Asema olisi hyvä myös saada pois seinän sisältä. tällä hetkellä se on upotettuna seinään. se hankaloittaa huoltotöitä ja altistaa aseman takapuolen kokonaan halli-ilmalle. mikäli seinän sisästä siirtäminen ei onnistu, tulisi asema joka tapauksessa eristää kokonaan halli-ilmasta.

Kapseleiden saapuessa osastolle, ne putoavat kapselikoriin. Puhdistamolla kapselikori saattaa joskus täyttyä niin, että kapselit kiilautuvat toisiaan vasten. Seurauksena on aseman tukkeutuminen, kun kapseli jääkin aseman sisään, eikä mahdu putoamaan sieltä pois. Puhdistamolla on kapselikoria kuvaava kamera, mutta kapselikorin täyttymistä tai kapseleiden kiilautumista ei aina huomata. Saapuvasta putkipostista voitaisiin ilmoittaa joko ääni- tai valomerkein. Tällä tavoin saataisiin henkilöstö tietoiseksi siitä, että putkipostia saapuu ja jos hälytyksen voisi kuitata vain asemalta, saataisiin kapselikorikin pidettyä tyhjänä. Kapselikori olisi hyvä pitää tyhjänä, sillä saapuva kapseli saattaa pudotessaan rikkoa alle jäävän kapselin. Tämän voisi toteuttaa jokaiselle asemalle, mutta puhdistamo on lähetysmääriensä vuoksi kaikista kriittisin.

Kapseleille ei ole asemaa, minne ne voisi lähettää huoltoon, mutta puhdistamon asema on lähellä kunnossapidon majapaikkaa. Puhdistamon asemasta voisikin tehdä myös huoltopisteen, jonne huollettavia kapseleita voisi lähettää. Huoltoon menevät kapselit voisi merkitä esimerkiksi lapulla ja puhdistamon henkilö voisi nostaa huoltoon menevät kapselit erilliseen huoltohyllyyn, josta kunnossapidon henkilö kävisi ne sitten myöhemmin noutamassa. Toinen vaihtoehto olisi jatkaa putkilinjaa puhdistamon asemalta ja tehdä uusi asema kunnossapidon tukipisteelle, jonne huollettavat kapselit voitaisiin lähettää huoltoon. Putkipostin putkilinjan sisäpuolen tilaa ei tällä hetkellä käytössä olevalla go-pro kameralla pystytä tarkistamaan. Kuva vilisee liian nopeasti, että siitä saisi pysäytettäessä selvää. Kunnossapidon mielestä tarkalla suurnopeuskameralla saisi riittävän tarkkaa kuvaa putkisaumoista. Kameran tulisi sopia kapseliin ja siinä olisi hyvä olla valo, muuten joudutaan kameran lisäksi laittamaan kapseliin myös taskulamppu.

Nykyisen putkipostijärjestelmän suurin heikkous on vian paikantaminen, siihen kuluu usein todella paljon aikaa. Järjestelmästä ei näe mihin kapseli on jäänyt jumiin. Järjestelmä saattaa joskus ilmoittaa vikaa eripaikassa, kuin missä se oikeasti on. Syy tähän on hieman epäselvä. Vikojen paikallistamisen nopeuttamiseen löytyisi todennäköisesti uusia ulottuvuuksia, uuden putkipostitekniikan myötä. Uusissa järjestelmissä pystytään RFID-paikantimilla paikantamaan jumiin jäänyt kapseli putkistosta. Pitkille putkiosuuksille voidaan myös asentaa kontrollipisteitä, joista näkee mille välille kapseli on jumiutunut.

12 TULEVAISUUDEN TILA

Putkipostin nykylaajuus on myös tulevaisuuden kannalta riittävä. Niiden osastojen, joihin laajennusta selvitin, näytteet eivät täysin sovellu putkipostilla kuljetettavaksi. Rikkihappotehtaalla ja pasutolla osa näytteistä sisältää vahvaa rikkihappoa. Rikkihappo olisi haasteellista pakata niin, ettei lasinen näyteastia hajoa välille. Lasiastia on näytteen puhtauden kannalta ainoa vaihtoehto, sillä näytteiden sisältämää elohopeaa ei muunlaisesta astiasta saada puhdistettua. Tämän vuoksi näiltä osastoilta jouduttaiisiin joka tapauksessa kuljettamaan osa näytteistä muulla tavoin laboratorioon, niiden turvallisen toimituksen varmistamiseksi. Putkipostin laajentamisesta ei siksi olisi mitään hyötyä. Putkipostin tulevaisuuden kannalta, se olisi tietysti hyvä uusia jossain vaiheessa. Nykyinen järjestelmä toimii vielä hyvin, mutta vian etsintä vie paljon aikaa. Suurin ongelma ovat jumiin jääneet kapselit. Niiden sijaintia putkistossa ei näe mistään, vaan ne joudutaan hakemalla hakemaan. Uudessa järjestelmässä kapselin paikannus onnistuisi RFID-paikantimen avulla ja pitkille putkiosuuksille voi asentaa kontrollipisteitä, jolloin tiedetään mille osuudelle kapseli on jäänyt.

Putkiposti linja kannattaa pitää samanlaisena kuin se nykyäänkin on. Samat toimintapisteet ja laajuus, putkipostin keskeisten komponenttien uusiminen kustantaisi 40 000 euroa ilman putkilinjan uusimista, mutta jos senkin haluaa uusia, tulisi siitä lisäkustannuksia noin 50 000 – 80 000 euroa. Putkilinjaakaan tuskin kokonaan kannattaa uusia, vaikka kulkuajat olivatkin heikentyneet vuosien varrella noin 40 sekuntia, kertoo toimintavarmuuden taso kuitenkin hyvästä kunnosta. Tarkemmalla selvityksellä putkilinjasta voisi hakea ne heikot kohdat ja uusia ne. Osa kulkuajojen heikentymisestä selittyy myös puhaltimen, suodattimien jne. tukkeutumisella. Huonoissa olosuhteissa olevat asemat tulisi saattaa puhtaiksi tiloihin. Elektrolyysin asema pitäisi suojata halli-ilmalta ja valimon asema suojata pölyltä. Kunnossapidon toiveissa olisi saada asemat, jotka on upotettu seinään, pois seinän sisältä. Se helpottaisi kunnossapitotöitä. Valimon asema imee tällä hetkellä pölyä järjestelmään ja levittää sitä joka paikkaan, tästä voi tulla ongelmia kun pölyä kertyy järjestelmään, se myös tukkii suodattimia.

Kunnossapito toivoi putkisaumojen tarkastukseen soveltuvaa suurnopeuskameraa, mutta ainakin näyttää siltä, ettei sellaisia ole saatavilla. Kuvataajuudet ovat niin suuria, ettei kameroiden muistiin mahdu kuin 3-20 sekuntia kuvaa. Kamerat olivat myös aika kookkaita. Markkinoilla on myös go-pro kameroita joiden kuvataajuus on 200–240 kuvaa sekunnissa, näissä riittäisi tallennuskapasiteetti varmasti useaksi minuutiksi. Putkea pitäisi pystyä kuvaamaan 3-4 minuuttia. Tällaisenaan kameran soveltuvuudesta putkipostin tarkasteluun ei ole minkäänlaisia kokemuksia. Sitä pitäisi ensin kokeilla. Pikaisella

laskutoimituksella 240 kuvaa sekunnissa olisi kuva joka 20 millimetri jos kapseli liikkuu viisi metriä sekunnissa. Kuva saattaisi silti pysäytettäessä olla liian epäselvä, että sitä voisi käyttää putkiston luotettavaan tarkasteluun.

13 YHTEENVETO

Boliden Kokkolan putkiposti toimii nykyiselläänkin hyvin. Sen toimintavarmuus on hyvällä tasolla eikä häiriöitä tule kovin usein suhteessa lähetysmääriin. Putkipostin suurin heikkous on vian paikantamisessa. Järjestelmästä ei näe minne kapseli on jäänyt jumiin, vaan se joudutaan paikantamaan muilla menetelmillä. Putkipostin käyttäjien tulisikin huolehtia kapselien kunnosta paremmin, mutta läheskään kaikki eivät tiedä koska kapseli tulisi huoltaa. Käyttäjille pitäisikin järjestää jonkinlainen koulutus aiheesta tai sitten tehdä kuvallinen tietoisku, jossa esimerkin avulla osoitetaan tarkkailtavat asiat. Käyttäjien olisikin hyvä ennemmin laittaa kapseli huoltoon kuin yrittää lähettää sitä putkipostilla, jos epäilevät sen kuntoa. Kapseleiden riittävydestä tulisi myös huolehtia paremmin. Näin välttyttäisiin liian painavien kapselien lähettämiseltä, jotka saattavat myös jäädä putkistoon jumiin. Näytteitä saattaa myös unohtua, jos kaikkia ei saa lähetettyä kerralla. Tiivisteiden kuluessa myös kapselin kantokyky heikkenee.

Boliden Kokkolan putkipostissa osa asemista on asennettu vääränlaisiin olosuhteisiin. Elektrolyysin asema on näistä kaikista pahimmassa paikassa. Elektrolyysillä ilma on korrosoivaa ja aiheuttaa useita erilaisia ongelmia asemalle. Elektrolyysin asema sijaitsee tällä hetkellä hallin ja toimistotilojen vieressä olevassa laboratorio huoneessa. Asema voitaisiin suojata syövyttävältä ilmalta joko koteloimalla ja johtamalla puhdasta ilmaa ylipaineella koteloon tai koko laboratorio voitaisiin tiivistää, ylipaineistaa ja tuoda sinne puhdas ilma. Kotelointi pitäisi toteuttaa niin, ettei siitä olisi haittaa kunnossapitotöille. Tila on aika ahdas muutenkin. Valimon asema on toinen esille tullut asema, siellä ongelmana on pöly jonka asema imee sisäänsä ja levittää sen koko järjestelmään. Valimon pölyä löytyy jopa puhaltimelta asti. Pöly ei asemien toimintaan vaikuta kovinkaan merkittävästi, mutta kun sitä kertyy riittävästi järjestelmään ongelmat alkavat, pöly tukkii rajoja ja suodattimia.

Kunnossapidon kanssa tuli esille myös asemien sijoittelu osittain seinän sisään. Kunnossapitotöiden kannalta se aiheuttaa hankaluuksia ja asemia joudutaan purkamaan enemmän, kuin jos niihin pääsisi käsiksi joka puolelta. Asemien huoltotöiden helpottamiseksi olisikin hyvä selvittää niiden asentamista muualle, kuin seinien sisälle. Asemien mahdollisen uusimisen yhteydessä tätä voisi miettiä enemmän. Elektrolyysin ja valimon asemien suojaaminen koteloinnin avulla tulisi myös järjestää niin, että huoltotöitä mahdollistaan tekemään ilman koteloinnin purkamista. Tämä voi olla hankala toteuttaa sillä elektrolyysin asema on aika ahtaassa paikassa jo nyt. Elektrolyysin asema on myös osittain seinän sisällä jo valmiiksi.

Putkipostin kapselikorit olisi hyvä pitää tyhjänä. Puhdistamalla saattaa joskus käydä niin että kapselikorissa olevat kapselit kiilautuvat niin, ettei saapuva kapseli enää mahdu putoamaan pois asemasta. Tämä aiheuttaa putkipostin tukkeutumisen. Kapselikoria kuvaa kamera, mutta sitä ei aina huomata katsoa. Saapuvasta putkipostista voisikin laittaa äänimerkin, jonka voi kuulla vain asemalta. Näin kapselikoria huomattaisiin katsoa ja kapselikori pysyisi paremmin tyhjänä. Kapselikorissa oleva kapseli voi rikkoutua jos saapuva kapseli on painava ja osuu heikkoon kohtaan, kuten kapselin kanteen. Kapseleita käsitellessä tulisi myös työhanskat vaihtaa, mikäli niissä on happojäämiä. Hapko syö kumisen tiivisteen nopeasti huonoksi. Tämä lisää kapseleiden huollon tarvetta.

Putkipostin nykylaajuus on selvitykseni valossa riittävä. Rikkihappotehtaan ja pasuton näytteissä oleva vahva rikkihapo ei sovellu putkipostilla kuljettavaksi. Sen kuljettaminen putkipostilla olisi liian riskialtista. Näyteastian hajotessa putkeen rikkihapo todennäköisesti aiheuttaisi laajaa tuhoa järjestelmälle. Rikkihappotehtaalla ei näytteiden kuljettamista autolla nähty muutenkaan mitenkään merkittävänä haittana. Pasutolla oli henkilöstön mukaan aiemmin ollut putkiposti mutta se oli jäänyt käyttämättä. Putkipostia kohtaan ei ollut suurta mielenkiintoa. Myös pasutolla jouduttaisiin joka tapauksessa viemään vahvaa rikkihappoa sisältävät näytteet autolla. Rikkihappotehtaan käyttöinsinööri kertoi että rikkihapo näytteet täytyy pakata lasisiin astioihin. Näytteissä olevaa elohopeaa ei muunlaisista astioista saa puhdistettua ja jäämät todennäköisesti vääristäisivät analyysin tuloksia.

Putkipostijärjestelmän uudistaminen nykylaajuudessaan onärkevin vaihtoehto. Putkipostin laajentamisesta ei olisi merkittävää hyötyä. Putkipostijärjestelmän päivittämisellä nykyaikaisempaan saavutettaisiin etuja ainakin vian paikantamisen nopeudessa. Uusiin järjestelmiin on mahdollista asentaa pitkiä putkiosuuksille kontrollipisteitä, joiden avulla kapselin kulkua voidaan seurata. Kapseleita voidaan myös paikantaa RFID-paikannuksen avulla putkistosta. Näiden toimintojen avulla vian paikantaminen onnistuu luultavasti nopeammin kuin nykyisin. Vian etsintään luvattiin kuluvan keskimäärin puolittunutta ja vian korjaamiseen noin 2 tuntia. Nykyisessä järjestelmässä vikaa joudutaan hakemaan useita tunteja, joskus putkipostia ei ole saman vuorokauden aikana saatu toimimaan ollenkaan. Se onkin varmasti pää syy käyttäjien kokemukseen toimimattomasta putkipostista. Toimintavarmuus on hyvällä tasolla, mutta vikojen korjaaminen kestää kauan. Ihmiset muistavat sitten vain ne päivät kun putkiposti on ollut toimimaton, eivätkä niitä kun se on toiminut moitteetta.

Putkipostijärjestelmän modernisointi kustantaisi ilman putkilinjan uusimista karkean hinta-arvion mukaan 40 000 euroa. Koko 780 metriä pitkän putkilinjan uusiminen maksaisi eri arvioiden mukaan

50 000 – 80 000 euroa. Nämä ovat tosin vain karkeita arvioita. Todellisia kustannuksia varten pitäisi järjestelmästä kaivaa tarkempia tietoja mm. asemien ja vaihteiden rakenteista sekä putkiston mutkista ja asennuksista. Putkilinja vaikuttaa toimintavarmuuden perusteella olevan sen verran hyvässä kunnossa, ettei sen uusiminen kokonaan ole järkevää. Putkilinjasta olisikin järkevää paikallistaa mahdolliset heikot kohdat ja kunnostaa ne. Järjestelmä toimittajan mielestä kapselin jumiutumisen putkistoon pitäisi olla lähes mahdotonta, jos järjestelmässä käytetään vain hyväkuntoisia kapseleita. Suurin osa nykyisen järjestelmän ongelmista on juuri kapseleista johtuvia. Kapseleiden kunnonvalvontaa ja huoltoa tulisikin parantaa huomattavasti.

Kunnossapidon kanssa keskustelinkin mahdollisuudesta tehdä puhdistamon asemasta myös asema jonne kapseleita saisi lähettää huoltoon. Mahdollista olisi myös putkipostilinjan jatkaminen kunnossapidon tukipisteelle, jonne voisi asentaa oman aseman. Tämä saattaisi olla parempi ratkaisu sillä puhdistamon asemalla on jo nyt paljon liikennettä. Huoltoon meneviä kapseleita ei näin tarvitsisi myöskään erikseen merkitä mitenkään. Riittäisi että ne saapuvat kunnossapidon asemalle, josta ne sitten haettaisiin huollettaviksi ja uudet kapselit voisi lähettää putkipostilla osastoille, joilta kapseleita tulee huoltoon. Kapseleiden huoltoon saaminen onkin ollut osa ongelmaa. Näin kapseleita ei tarvitsisi kenenkään viedä/hakea mistään vaan ne voisi kätevästi lähettää putkipostilla. Tämä varmasti auttaisi kapseleiden huoltoon saamista. Tiivisteen kulumisnopeudesta ei ole mitään tietoa. Olisi ehkä hyvä miettiä myös keinoja sen selvittämiseksi. Näin saataisiin jonkinlainen huoltoväli määritettyä kapselille. Nykyisin kapseleista saatetaan ilmoittaa vasta kun ne jäävät välille.

Nykyinen järjestelmä on jo aika iäkäs. Se on asennettu vuonna 1999, joten se on yli 17 vuotta vanhaa tekniikkaa. Järjestelmän uusimisessa kannattaakin miettiä enemmänkin päivittämisestä saatavia teknisiä hyötyjä. Nykyisen järjestelmän suurin heikkous on vian paikantaminen. Toimintatapoja muuttamalla voi senkin luotettavuutta parantaa. Ajamalla nykyistä järjestelmään vain hyväkuntoisia kapseleita välille jäämisiä sattuisi varmasti huomattavasti harvemmin. Vanhalla tekniikalla on tosin omat huonot puolensa. Nykyinen järjestelmä saattaa toimia hyvin vielä vuosia tai sitten se voi muuttua epäluotettavaksi hyvinkin nopeasti. Nykyisen järjestelmän toimintavarmuuteen vaikuttavat varmasti eniten huonokuntoiset kapselit sekä väärissä paikoissa olevat asemat. Nämä seikat korjaamalla toimintavarmuutta saataisiin parannettua huomattavasti.

LÄHTEET

Boliden Kokkola: Rikasteesta metalliksi - sinkin tuotantoprosessi, 2013

Rolf Tjassens. Kuinka putkiposti toimii. Saatavissa: <http://buispost.eu/pneumatic-tube-system/how-it-works> Viitattu 10.2.2016

Smithsonianin postimuseo, Putkipostin historiaa Yhdysvalloissa. Saatavissa: <http://postalmuseum.si.edu/collections/object-spotlight/pneumatic-mail.html> Viitattu 15.2.2016

Stanford medicine, Uutisartikkeli sairaalan putkipostijärjestelmästä. Saatavissa: <https://med.stanford.edu/news/all-news/2010/01/gone-with-the-wind-tubes-are-whisking-samples-across-hospital.html> Viitattu 7.4.2016

The pneumatic post of Paris, Osa Pariisin putkipostista kertovasta 27 sivuisesta pamfletista. Saatavissa: <http://www.cix.co.uk/~mhayhurst/jdhayhurst/pneumatic/book1.html> Viitattu 18.2.2016