

Panu Aikala

TELAHIOMAKONEEN HIONTANESTEEN pH-ARVON  
STABILOINTI/OPTIMOINTI

Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
2018

## TELAHIOMAKONEEN HIONTANESTEEN pH-ARVON STABILOINTI/OPTIMOINTI

Aikala, Panu  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Maaliskuu 2018  
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo  
Sivumäärä: 55  
Liitteitä: 4 (osa ei julkaistavaksi)

Asiasanat: hiontaneeste, pH, telahionta, korroosio

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli stabiloida/optimoida telahiomakoneen hiontaneesteen pH-arvo. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi UPM Paper ENA Oy ja työ tehtiin Rauman paperitehtaan telahiomo-osastolle. Opinnäytetyössä esitetään hiontaneestejärjestelmän toimintaperiaate ja kartoitetaan minkä tyyppisiä mittalaitteita voitaisiin käyttää hiontaneesteen stabiloimiseksi, sekä selvitetään optimaalista hiontaneesteen pH-arvoa telahiontaan. Työn tavoitteena oli minimoida mahdollisuudet hiontaneesteen aiheuttamiin korroosiovahinkoihin.

Työn aikana kehitettiin ratkaisu myös pohjaventtiilin toimintaongelmaan. Pohjaventtiilillä oli taipumusta tukkeutua metallitelojen hionnan jälkeen. Opinnäytetyössä kehitetyn ratkaisun kanssa varmistetaan venttiilin toimivuus ja siten vähennetään venttiilin häiriötilanteiden viemää työaikaa.

Lopputuloksena saatiin suunniteltua hiontaneestejärjestelmään sopivat kenttälaitteet, joiden avulla saadaan stabiloitua hiontaneesteen pH-arvo. Hiontaneeste pyritään pitämään vahvasti alkalialueella, jolloin saadaan minimoitua korroosion aiheuttamat kustannukset. Opinnäytetyön lopussa ehdotetaan jatkokehitysmahdollisuuksia mittalaitteiden lisäksi.

# STABILIZING/OPTIMIZING THE pH-VALUE OF GRINDING FLUID OF THE ROLL GRINDING MACHINE

Aikala, Panu

Satakunnan Ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

March 2018

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 55

Appendices: 4 (some will not be published)

Keywords: grinding fluid, pH, roll grinding, corrosion

---

The purpose of this thesis was to stabilize/optimize the pH-value of grinding fluid of the roll grinding machine. This thesis was commissioned by UPM Paper ENA Oy and it was made to roll grinding department of Rauma paper mill. Thesis presents the working principal of the grinding fluid system and shows what kind of measuring instruments could be used to stabilize the grinding fluid, as well as the optimum pH-value for roll grinding is examined. The aim of the work was to minimize the potential corrosive damage caused by grinding fluid.

A solution for bottom valve problem was also developed during the work. The bottom valve of the clean tank had tendency to clog after grinding the metal rolls. With the solution in the thesis, the functionality of the valve is secured and thus operating time of valve malfunction situations is reduced.

Suitable field equipment for grinding fluid system which can be used to stabilize the pH-value of the grinding fluid were designed as a final result. The aim is to keep grinding fluid strongly in the alkaline area, thus the costs caused by corrosion are minimized. Opportunities for further development are proposed at the end of this thesis.

## **Alkusanat**

Tämä opinnäytetyö on tehty UPM Paper ENA Oy:n toimeksiantamana keväällä 2018 osana Satakunnan ammattikorkeakoulun insinööritutkintoa. Työn ohjasi Satakunnan ammattikorkeakoulun teknologian lehtori Teuvo Teinilä.

Haluan kiittää Rauman paperitehtaan henkilöstöstä Kai Kuusela, Marko Lehto ja erityisesti Petri Rytinkiä mahdollisuudesta opinnäytetyön tekemiseen. Lisäksi haluan kiittää telahiomon koko väkeä aktiivisuudesta työtä kohtaan. Suuret kiitokset myös muulle tehtaan henkilökunnalle, joka opasti ja auttoi allekirjoittanutta työn toteuttamisessa.

Porissa 19. helmikuuta 2018

Panu Aikala

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	UPM PAPER ENA OY .....	8
2.1	Rauman metsäteollisuuden historia .....	8
2.2	Rauman tehdas tänään.....	10
2.3	UPM Rauman tehdasalue.....	10
2.4	Veden puhdistamo .....	11
2.5	Paperin valmistus lyhyesti .....	11
3	KUNNOSSAPITO .....	13
3.1	Kunnossapidon määritelmä.....	13
3.2	UPM Rauman kunnossapito .....	14
3.3	Telahuolto .....	14
3.4	Telahionta .....	14
4	TELAHIONTA .....	15
4.1	Nauhahionta .....	15
4.2	Laikkahionta .....	16
4.3	Telahiomakone.....	17
4.3.1	Herkules- ja Safop –telahiomakoneet.....	18
4.3.2	Waldrich -telahiomakone .....	19
4.4	Paperikoneen telat.....	20
5	HIONTANESTEJÄRJESTELMÄ .....	21
5.1	Hiontanejärjestelmän rakenne .....	21
5.2	Hiontanejärjestelmän toimintaperiaate automaattitilassa .....	24
6	KORROOSIO.....	26
6.1	Elektrolyytin vaikutukset .....	27
6.2	Korroosion estäminen .....	28
6.3	Inhibiittien käyttö korroosionestossa .....	29
6.3.1	Inhibiittien pitoisuus .....	30
6.3.2	Inhibiittien luokittelu .....	30
6.3.3	Natriumkarbonaatti.....	32
7	LASTUAMISNESTEET .....	34
7.1	Lastuamisnesteet .....	34
7.2	Lastuamisnestetyypit.....	34
7.2.1	Lastuamisöljyt .....	34
7.2.2	Lastuamisemulsiot.....	35
7.2.3	Puolisynteettiset lastuamisnesteet .....	35
7.2.4	Synteettiset lastuamisnesteet .....	35

7.3	Nykyinen hiontaneeste Rauman telahiomossa .....	36
8	HIONTANESTEJÄRJESTELMÄN ONGELMAT .....	37
8.1	Hiontanesteen aiheuttama korroosio.....	37
8.2	Pohjaventtiilin tukkeutuminen .....	38
9	TUTKIMUSTYÖ .....	39
10	PH-ARVON OPTIMOINTI JA STABILOINTI.....	43
10.1	pH.....	43
10.2	Hiontanesteen pH-arvon optimointi.....	43
10.3	Mittalaitteet .....	44
10.4	Mittalaitteiden asennus .....	48
11	POHJAVENTTIILIN TOIMINTAONGELMAN RATKAISU .....	49
11.1	Ratkaisu pohjaventtiilin tukkeutumiseen.....	49
12	JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET .....	51
12.1	Ruuviannostelijan toimintatapa 1 .....	51
12.2	Ruuviannostelijan toimintatapa 2 .....	52
12.3	Ruuviannostelija .....	52
13	YHTEENVETO .....	53
	LÄHTEET.....	54
	LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkitaan UPM Rauman Paperitehtaan telahiomakoneen hiontaneitejärjestelmää ja kehitellään sopivaa ratkaisua hiontaneiteen pH-arvon stabiloimiseksi. Telahionta on paperitehtaan ydinosaaamista. Tästä syystä telahiontalaitteiden kunto on erityisen tärkeää. Hiontaneiteen tehtävä on jäähdyttää, voidella, ja suojata korroosiolta. Hiontaneiteen emäksisyydellä on tärkeä rooli hiomakoneen sekä metallitelojen korroosiosuojaamisessa. Nykyisellä toimintatavalla hiontaneiteen pH-arvoa ei seurata mitenkään ja soodaa annostellaan hiontaneitekiertoon satunnaisesti.

Työn tarkoituksena on suunnitella sopivat kenttälaitteet hiontaneiteen pH-arvon stabiloimiseksi. Hiontaneitejärjestelmään asennetuilla pH-mittauslaitteilla pystyttäisiin seuraamaan pH-arvon muutoksia reaaliajassa ja siten reagoimaan soodan annosteluun. Tarkoituksena on myös selvittää oikea soodan ja veden seossuhde, sekä löytää optimaalinen pH-arvo hiontaneiteelle. Hiontaneiteen pH-arvon seuraaminen ja sen stabiloiminen alkalialueelle mahdollistaisi huolettoman telahionnan, sekä koneen ja erilaisien apulaitteiden pitkän käyttöiän. Opinnäytetyön lopussa on esitetty mittauslaitteiden hankintaehdotusten lisäksi jatkokehitysmahdollisuuksia.

## 2 UPM PAPER ENA OY

Syyskuussa vuonna 1995 ilmoitettiin Kymmene Oy:n ja Repola Oy:n fuusiosta, jolloin uusi suuryhtiö otti nimekseen UPM-Kymmene Oy. Yhtiö aloitti toimintansa virallisesti vapunpäivänä 1996. (Tuuri 1999, 483.)

Fuusion ansiosta UPM-Kymmene Oy oli vuonna 1995 liikevaihdoltaan Euroopan suurin metsäteollisuusyritys ja suurimpia koko maailmassa. Lähes 160 tytäryhtiötä ympäri maailmaa sisältävä konserni oli liikevaihdoltaan noin 52 miljardia suomen markkaa. (Tuuri 1999, 483.)

Useat itsenäisinä toimineet metsäteollisuusyritykset mm. Kymi, Yhtyneet Paperitehtaat, Kajaani, Rosenlew, Kaukas, Schauman, Rauma-Repolan metsäteollisuus ja Raf. Haarla ovat sulautuneet nykyiseen UPM-konserniin. UPM:n tärkeimpiä tuotteita ovat paperi, sellu, puutuotteet, energia, biopolttoaineet, metsäpalvelut, vaneri, tarrat, komposiitit ja biokemikaalit. (UPM Kymmene Oyj:n www-sivut 2018.)

### 2.1 Rauman metsäteollisuuden historia

Vuojoki Gods Ab sahan aloitettua toimintansa vuonna 1912, Rauman metsäteollisuus sai alkunsa. Yhtiö jatkoi toimintaansa vuodesta 1916 lähtien Rauma Wood Ltd nimisenä. 30-luvun laman loputtua Rauma Woodiin liitettiin lukuisia teollisuusyrityksiä, muun muassa Reposaaaren Höyrysaha Oy ja Oy Suolahden tehtaat. Näin syntyi pohja myöhemmin muodostettaville Rauma-Raahe Oy:lle ja Rauma-Repola Oy:lle. (Rauman metsäteollisuus 100 vuotta 2012, 2-8.)

Uusi kansallinen suurkonserni, Rauma-Repola Oy perustettiin vuoden 1952 alussa. Yhtiöön yhdistyi Rauma-Raahe Oy, Repola-Viipuri Oy, Lahti Oy sekä myöhemmin muitakin pienempiä yrityksiä. 60-luvulla paperitehdashanke tuli ajankohtaiseksi. Vuonna 1969 käynnistyi Rauman ensimmäinen sanomalehtipaperia valmistava paperikone. (Rauman metsäteollisuus 100 vuotta 2012, 13-14.)



Tehtaan toinen paperikone käynnistyi vuonna 1971. Paperikoneen uudet superkalanterit mahdollistivat kiillotetun SC-aikakausilehtipaperivalmistuksen. Aluksi paperikoneella valmistettiin sanomalehtipaperia, mutta jo seuraavana vuonna siirryttiin valmistamaan SC-syväpainopaperia. 70-luvun puolivälissä Raumalle päätettiin investoida kolmas paperikone, joka käynnistettiin syksyllä 1980. Samoihin aikoihin ensimmäiselle paperikoneelle hankittiin superkalanterit ja kone muutettiin valmistamaan myös SC-aikakausilehtipaperia. Tällöin tehtaasta tuli yksi Euroopan moderneimmista. (Rauman metsäteollisuus 100 vuotta 2012, 16.)

Sanomalehtipaperin valmistus loppui Raumalla vuonna 1986, kun Paperikone 3 siirtyi valmistamaan SC-paperia. Ensimmäinen paperikone muutettiin LWC-koneeksi vuonna 1988. Nämä paperitehtaan kolmen vanhimman paperikoneen perusroolit ovat samat vielä tänäkin päivänä. Vuonna 1991 suljettiin Rauman viskoosiselluloosatehdas, jolloin jäljelle jäi pieni fluff-sellua valmistava yksikkö RaumaCell. Fluff- eli revinäisellu on hygienia- ja kuivapaperituotteiden raaka-aine. (Rauman metsäteollisuus 100 vuotta 2012, 18-19.)

90-luvulla paperitehtaan suurhankkeena oli Rauman uusi LWC-offsetpaperikone. Sen investoinnista päätettiin UPM-Kymmenen syntymisen jälkeen. Neljäs paperikone käynnistyi vuonna 1998, jonka myötä Rauman tehtaan tuotantokapasiteetti ylitti 1,2 miljoonaa tonnia. Rauman tehtaasta tuli UPM-Kymmenen toiseksi suurin tehdas. (Rauman metsäteollisuus 100 vuotta 2012, 20-21.)

2000-luvun investoinnit ovat menneet tuotantoa rajoittavien kohteiden poistamiseen, kustannustehokkuuteen, laadun parantamiseen sekä ympäristöasioihin. Rakennemuutoksen vaikutuksesta henkilöstömäärä on puolittunut ja tehtaan tuottavuus on kasvanut suuresti. Kolmas paperikone pysäytettiin vuonna 2013. (Rauman metsäteollisuus 100 vuotta 2012, 22.)

## 2.2 Rauman tehdas tänään

UPM Rauman tehtaalla valmistetaan kolmella koneella aikakausilehtipapereita. Yhdellä koneella tuotetaan päällystämätöntä SC-paperia ja kahdella koneella päällystettyä LWC-paperia. Niiden loppukäyttökohteita ovat aikakauslehdet, myyntikuvastot sekä erilaiset mainospainotuotteet. RaumaCell valmistaa fluff-sellua eli revintämassaa hygienia- ja kattaustuotteiden raaka-aineeksi. (UPM-Intranet www-sivut 2018.)

Tehtaan tuotantokapasiteetti vuodessa on 970 000 tonnia paperia ja 150 000 tonnia fluff-sellua. Rauman tehtaan vienti menee 97 prosenttisesti ulkomaille. Suurimmat markkinamaat ovat USA, Iso-Britannia, Ranska, Saksa ja Espanja. Rauman tehdas käyttää paperin valmistukseen vuosittain yli 1,3 miljoonaa kuutiometriä kuusipuuta ja 165 000 tonnia sellua. Tehtaalla työskentelee noin 520 henkilöä. (Rauman tehtaan esitysaineisto 2017.)

## 2.3 UPM Rauman tehdasalue

Kuva 3 on UPM Rauman tehdasalueesta, johon kuuluu kolme paperikonetta, revintämassaosasto, kuorimo, kaksihiomoa, kaksi kuumahiertämöä, vesilaitos, jätevedenpuhdistamo ja teollisuusjätteen läjitysalue. Tehdasalue sijaitsee Rauman kaupungin läheisyydessä länsirannikolla. (UPM-Intranet www-sivut 2018.)



Kuva 1. UPM Rauman tehdasalue. (Rauman tehtaan esitysaineisto 2017)

## 2.4 Veden puhdistamo

Rauman metsäteollisuus ottaa raakavetensä Hinnerjoen Koskeljärvestä alkavasta Lapinjoesta ja Säskylän Pyhäjärvestä lähtevästä Eurajoesta. Vesi johdatetaan tehtaalle pääosin avokanavaa pitkin tasausaltaana toimivan Rauman Pitkäjärven kautta. Rauman kaupunki on myös liitetty samoihin vedenjohtamisjärjestelmiin. (Ympäristönselonteko 2000.)

Rauman tehtaan vesitarpeet menevät tuotantoprosessiin, voimalaitokselle, jäädytykseen ja osan myös talousveteen. Veden puhdistuksesta vastaa tehtaan vesilaitos. Vesilaitoksella puhdistettava vesimäärä on noin 70 000 kuutiometriä vuorokaudessa, joka vastaa seitsemän kertaa Rauman kaupungin käyttämää vesimäärää. Rauman paperitehtaan ja Metsä Fibre Oy:n jätevesien puhdistus tehdään mekaanisbiologisella puhdistamolla. Jätevesistä erotetut kuidut, kuoret ja purut hyödynnetään energiaksi tehtaan voimalaitoksella. (Ympäristönselonteko 2000.)

## 2.5 Paperin valmistus lyhyesti

Rauman tehtaan paperi on valmistettu massaseoksesta, jossa on hierrettä tai hioketta, täyteainetta sekä lujuutta antavaa havusellua. Hierre on mekaanista massaa, jota saadaan hiertämällä teräjauhimella kuorittuja kuusipöllejä tai sahoilta hankittua kuusihioketta. Hioke on taas mekaanista massaa, jota on saatu kuiduttamalla kuoritut kuusipölyt pyörivää hiomakiveä vasten. (Ympäristöselonteko 2000.)

Ennen massaseoksen viemistä viiralle, se laimennetaan paperikoneen kiertoveteen. Massaseos purkautuu perälaatikosta viiralle koko paperikoneen leveydeltä. Tässä vaiheessa seos on 99 osaa vettä ja yksi osa paperimassaa. Tämän jälkeen viiralle suotautunut massaraina menee puristinosalalle, jossa vettä poistetaan puristamalla puristinhuovilla märkää rainaa mekaanisesti. Tässä vaiheessa paperirainassa on 50 prosenttia vettä. Se haihdutetaan kuumennettujen kuivaussylintereiden höyryllä ja kuuman ilmavirtauksen avulla. Tämän jälkeen paperirainassa on vettä enää kolme prosenttia. LWC-

paperi päällystetään pastalla, joka kuivatetaan kuivatussyylinterien ja lämpösäteilijöiden avulla. (Ympäristöselonteko 2000.)

Lopuksi paperiradasta tehdään 25 tai 65 tonnia painavia konerullia. Ne kiillotetaan sileiksi ja kiiltäviksi superkalantereiden avulla. Asiakkaiden tilauksista riippuen valmiit konerullat leikataan pituusleikkureilla oikeisiin rullakokoihin, jonka jälkeen ne pakataan ja lähetetään asiakkaalle. (Ympäristöselonteko 2000.)

### 3 KUNNOSSAPITO

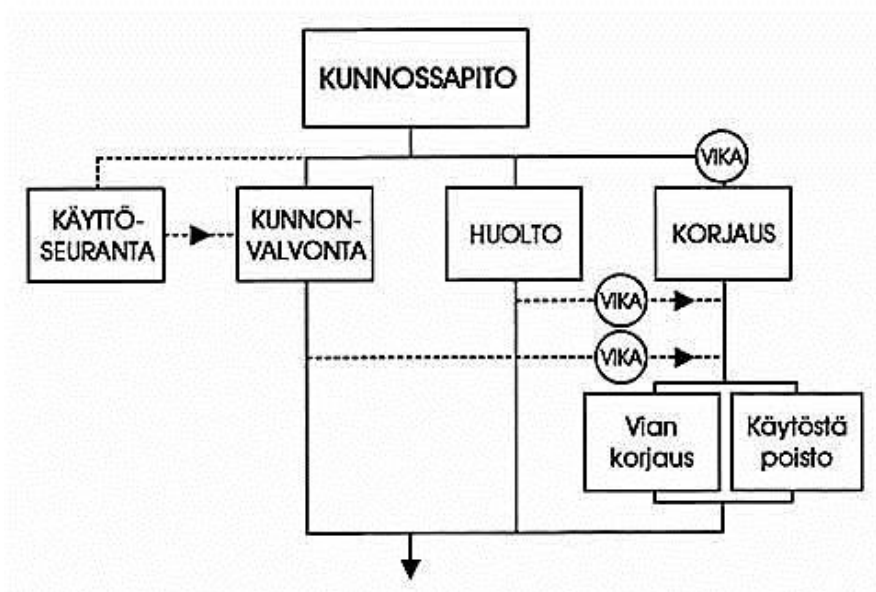
Kunnossapito on käsitteenä hyvin laaja ja monitahoinen. Kunnossapidon tarkoituksena on huolehtia koneiden ja laitteiden kunnosta niin, että tuotanto voi tapahtua olosuhteissa, jotka ovat edullisimmat turvallisuuden, nettotuottojen, ympäristön ja laadun kannalta. (Aalto 1994, 13.)

Kunnossapidon keskeisimpiä tavoitteita ovat korkea tuotannon kokonaistehokkuus sekä hyvä käyttövarmuus. Näillä voimme mahdollistaa hyvätasoisien käytettävyyden ja käyttöasteen. Hyvä käyttövarmuus tarkoittaa myös toiminnan luotettavuutta. (Järviö & Lehtiö 2017, 59.)

#### 3.1 Kunnossapidon määritelmä

”Standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.” (Järviö & Lehtiö 2017, 17).



Kuva 2. Kunnossapidon jako. (Aalto 1994, 24)

### 3.2 UPM Rauman kunnossapito

UPM Rauman tehtaan kunnossapito muodostuu kahdesta osastosta: mekaanisesta kunnossapidosta ja automaatiokunnossapidosta. Mekaaninen kunnossapito hoitaa tuotannon tarpeita korjaamalla ja huoltamalla laitteita. Mekaaniseen kunnossapitoon kuuluu lisäksi telahuolto ja telahionta. Automaatiokunnossapito on taas vastuussa tehtaan sähkö- ja automaatiolaitteiden kunnossapitotehtävistä.

### 3.3 Telahuolto

Telat ovat paperikoneen tärkeimpiä elimiä. Telojen kunnossapitamisella on suuri merkitys laadun kannalta, sekä se vaikuttaa olennaisesti paperin ajettavuuteen. Niiden huoltaminen, peseminen ja vaihtaminen paperikoneista on telahuollon vastuulla. Telahuollossa työskentelee päivätyössä kuusi asentajaa. Asentajat huoltavat säännöllisesti telojen kuluvia komponentteja, kuten telojen laakerit, tiivisteet, vaihteellisten telojen vaihteet ja imutelojen listat.

### 3.4 Telahionta

Telahionta on osa Rauman tehtaan kunnossapidon ydintoimintaa. Telahiomossa on kolme hiomakoneyksikköä. Herkules ja Safop nimisillä telahiomakoneilla hiotaan kivi- ja vahiontana superkalanterin kuitutelat ja Waldrich -telahiomakoneella märkähiontana paperikoneen kovat telat. Telahiomakoneet ovat toiminnassa ympäri vuorokauden. Telahiomossa työskentelee yksi henkilö vuorotyössä, sekä yksi päivätyössä.

## 4 TELAHIONTA

Telojen hyvä käytönaikainen dynaaminen käyttäytyminen mahdollistaa paperikoneen tuotantokapasiteetin lisäämisen nopeuksia nostamalla. Paperikoneen ajettavuuteen ja paperin laatuun vaikuttaa telojen kunto. Telojen geometriavirheet herättävät mekaanisia värähtelyjä ja aiheuttavat paperin laatuvaihteluita. (Telojen hionta 2008.)

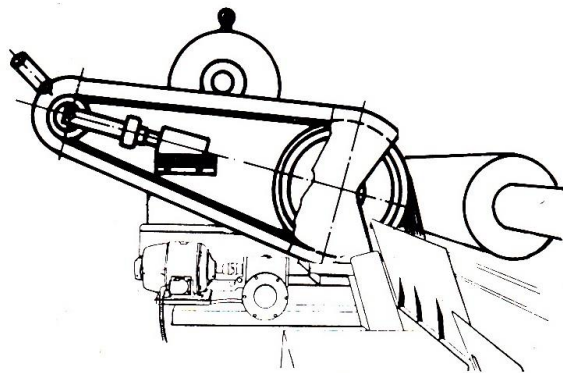
Hionta on työstömenetelmä, jossa tavoitellaan pientä pinnan karheutta ja suurta mitta- ja muototarkkuutta. Telahionnassa pienen pinnankarheuden ja tarkkojen halkaisijamittojen saavuttamiset eivät ole niinkään ensisijaisia tekijöitä. Haluttu pinnansileys syntyy telahionnassa usein vaikeuksitta. Telahionnan tärkeimmät vaatimukset muototarkkuuksissa ovat:

- Lieriömäisyys
- Ympyräisyys
- Heitottomuus
- Tarkka mykevöintiprofiili eli bomberaus

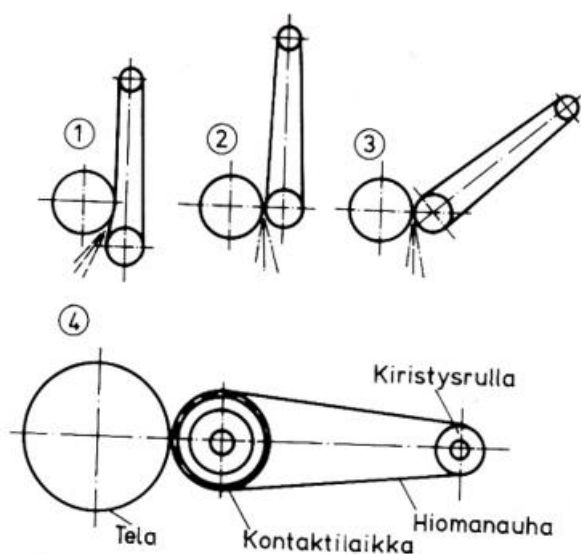
(Arjas 1983, 1167-1168.)

### 4.1 Nauhahionta

Nauhahionta on suuren nopeutensa takia yleistynyt varsinkin konepajojen keskuudessa. Nauhahiontaa voidaan käyttää useissa paperikoneen teloissa. Nauhahiontaa käytettäessä hionta-aika lyhenee huomattavasti verrattuna laikkahiontaan, mutta nauha- ja kontaktilaikkakustannukset ovat jonkin verran suuremmat kuin hiomalaikkakustannukset. Telojen hionta tapahtuu yleensä märkähiontana, mutta esim. kuituteilat hiotaan kuivahiontana. Nauhahionta soveltuu muun muassa kumi-, kupari-, pronssi- ja alumiinitelojen hiontaan. (Arjas 1983, 1186.)



Kuva 3. Nauhahiontalaite telahiomakoneessa. (Arjas 1983, 1176)



Kuva 4. Nauhahionnan periaate. (Arjas 1983, 1176)

#### 4.2 Laikkahionta

Laikkahionta on periaatteeltaan pyöröhiontaa, jossa hiomalaikka ja tela pyörivät eri suuntiin. Yksilaikkaisessa hionnassa on suuret vaatimukset johteiden suoruudessa ja yhdensuuntaisuudessa, sekä telan linjaamisessa hiomakelkan suuntaisesti. Laikkahionta mahdollistaa työstämisen tarkasti annettujen arvojen mukaan. Laikalla on kuitenkin herkästi taipumusta välittää hiomakoneen värähtelyistä aiheutuvat virheet telan pintaan, koska laikka ei jousi hiottaessa koviakaan pinnoitteita. (Timperi 2015, 27-28.)



Laikan karkeudella tarkoitetaan hiomajyvien suuruutta. Isolla karkeudella on suuri aineenpoisto ja hienolla laikalla saavutetaan hyvä pinnanlaatu. Mitä pehmeämpää ainetta hiotaan, sitä karkeampaa laikkaa tulee käyttää. Laikan kovuudella taas tarkoitetaan sideaineen voimaa pitää jyvät laikassa kiinni. Tässä tapauksessa mitä kovempaa ainetta hiotaan, sitä pehmeämpää laikkaa tulee käyttää. Oikealla hiomalaikan kovuuden valinnalla mahdollistetaan tylstyneiden jyvien irtoaminen hionnan aikana. Tämä mahdollistaa laikan pysyminen terävänä ilman teroitusta. (Arjas 1983, 1184-1185.)

### 4.3 Telahiomakone

Telahiomakoneet ovat suuria koneyksiköitä. Hiomakoneiden vaatima tilantarve on noin 3,5-5 m x 15-20 m ja paino 50-130 tonnia. Ne asennetaan jousitettujen betoniperustuksien päälle, jotta rakennustärinät eivät pääset perustuksen kautta vaikuttamaan hiontatulokseen. Telahiomakoneen yhteyteen on myös asennettu suurehko jäähdytysnestejärjestelmä. (Arjas 1983, 1172.)

Telahiomakoneen pääkomponentit ovat johderunko työkappaleen kannatus- ja tukipylkkiä varten, erillinen johderunko hiomakelkkaa varten, karalaatikko työkappaleen käyttökoneistoinen, työkappaleen tukipylkät ja kannatuskelkat, kärkipylkkä sekä varsinainen hiomakelkka hiomalaikan käyttöineen ja syöttöluisteineen. Telahiomakoneessa tulee olla portaaton säätömahdollisuus hiomalaikan ja työkappaleen pyörimisnopeudelle sekä hiomakelkan liikenopeudelle. Telahiomakoneen täytyy myös täyttää sorvausta edellyttävät kriteerit, kuten työkappaleen nopeuden säätö sorvausalueelle ja pyörimissuunnan vaihto. (Arjas 1983, 1172.)

Yksilaikkaiset hiomakoneet ovat yleisimpiä telahiomon koneita. Hiomakelkan runkojohteet ohjaavat hiomalaikan liikkumista kiinteästi hiottavaan telaan nähden. Tästä syystä johteiden tarkkuudelle, suorueudelle ja yhdensuuntaisuudelle asetetaan suuria vaatimuksia. Tela on myös linjattava tarkasti hiomakelkan liikkumisen mukaan. (Arjas 1983, 1172.)

#### 4.3.1 Herkules- ja Safop –telahiomakoneet

Safop Leonard 40/R telahiomakoneen suunnitteli ja valmisti italialainen yritys SAFOP S.P.A. Koneen valmistusvuosi on 1986. Hiomakoneella hiotaan PK1 ja PK2 superkalantereiden kuituteloja.

Hiomakoneen tekniset tiedot:

- Työkappaleen maksimipaino 20 000 kg
- Työkappaleen pienin halkaisija 150 mm
- Työkappaleen suurin halkaisija 1050 mm
- Työkappaleen suurin pituus 12 000 mm

(Safop Leonard 40/R telahiomakoneen esitysaineisto 1980.)

Herkules SPB 450/600 telahiomakoneen valmisti saksalainen yritys Herkules Siegen. Telahiomakoneen valmistusvuosi on 1975. Telahiomakonetta on vuosien jälkeen modernisoitu muun muassa uusilla sähköillä ja bombeerauslaitteella. Hiomakoneella hiotaan PK1 ja PK2 superkalantereiden kuituteloja.

Hiomakoneen tekniset tiedot:

- Työkappaleen maksimipaino 40 000kg
- Työkappaleen pienin halkaisija 250 mm
- Työkappaleen suurin halkaisija 1230 mm
- Kärkiväli 12 000 mm

(Herkules Siegen 1983.)



Kuva 5. Herkules SPB 450 -telahiomakone.

#### 4.3.2 Waldrich -telahiomakone

Waldrich WSIII T60 -telahiomakoneen valmisti saksalainen yritys nimeltään WaldrichSiegen. Koneen valmistusvuosi on 1969. Telahiomakoneella hiotaan paperikoneen ”kovat telat”. Koviksi teloiksi kutsutaan muun muassa kokilliteloja, kumiteloja, imuteloja ja polymeeriteloja. Hionta tapahtuu aina märkähiontana.

Hiomakoneen tekniset tiedot:

- |                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| - Työkappaleen maksimipaino      | 50 000kg |
| - Työkappaleen pienin halkaisija | 0mm      |
| - Työkappaleen suurin halkaisija | 2000mm   |
| - Kärkiväli                      | 14 000mm |

(Waldrich Siegen 1969.)



Kuva 6. Waldrich WSIII T60 -telahiomakone.

#### 4.4 Paperikoneen telat

Telat ovat paperikoneen tärkeimpiä komponentteja. Telatyyppejä on muun muassa imutelat, taipumakompensoidut telat, keskitelat, huopatelat, viiranjohtotelat, levitystelat, vastatelat, kokillitelat, polymeeritelat ja kuitutelat. Telojen halkaisijat vaihtelevat noin 0.3 – 1.6m välillä. Telojen pintamateriaali riippuu niiden käyttötarkoituksesta.



Kuva 7. PK4 Telavarasto.

## 5 HIONTANESTEJÄRJESTELMÄ

Kuvassa 8 oleva hiontanejärjestelmä investoitiin tehtaalle vuonna 2001. Hiontanejärjestelmä mahdollistaa hiontaneen käytön telahionnan aikana. Hiontaneen siirtojärjestelmä koostuu puhdasnestesäiliöstä, siirtopumpuista, välisäiliöstä ja suodatusyksiköstä.



Kuva 8. Hiontanejärjestelmä.

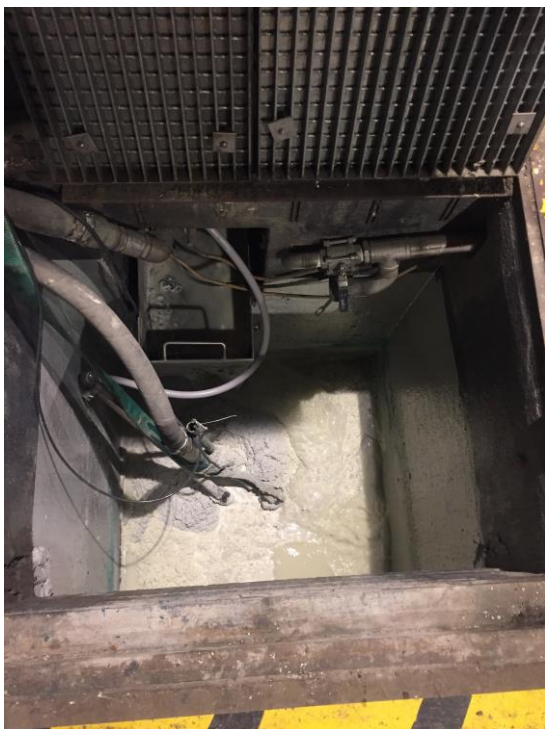
### 5.1 Hiontanejärjestelmän rakenne

Kuvassa 9 on hiontanejärjestelmän sähkökaappi ohjaustauluineen. Ohjaustaulusta on mahdollista ohjata järjestelmää manuaalisesti. Manuaaltilassa on mahdollista käyttää siirtopumppuja yksittäin. Manuaaliohjaamista tarvitaan esimerkiksi huoltotöitä varten. Ohjaustaulussa on myös merkkivalot, jotka informoivat laitteen mahdollisista vikatiloista.



Kuva 9. Hiontaneitejärjestelmän sähkökaappi.

Kuvan 10 Välisäiliö on tilavuudeltaan n. 1 m<sup>3</sup>. Välisäiliö sijaitsee Waldrich -telahiomakoneen läheisyydessä lattian alla. Hiomaneste valuu telan pinnalta kanaaliin, jota pitkin se valuu välisäiliöön. Likainen hiomaneste pumpataan välisäiliöstä nauhasuodattimelle. Siirtopumppuna toimii Sulzer AS0630 S13/4D.



Kuva 10. Hiontaneitejärjestelmän välisäiliö siirtopumppuineen.

Kuvassa 11 on järjestelmän suodatusyksikkö. Suodatusjärjestelmä suodattaa teloista lähtevää hiontajätettä mm. kumia, polymeeria ja metallia. Puhdistuslaitteena toimii nauhasuodatin, jonka suodatusperiaate on täysin automaattinen. Hiontaneste puhdistuu hiontapartikkeleista, sen kulkeutuessa suodatusnauhan läpi. Suodatusnauhan tukkeutuessa, laite siirtää automaattisesti uutta nauhaa tilalle. Käytetty suodatusnauha kulkeutuu samalla suoraan jätekonttiin.



Kuva 11. Suodatusyksikkö.

Kuvassa 12 on hiontanestejärjestelmän pohjacenttiili. Pohjacenttiilinä toimii magneettiventtiili, mikä päästää puhdasvesisäiliön pohjalle muodostunutta sakkaa jätekanavaliin tunnin sykleissä.



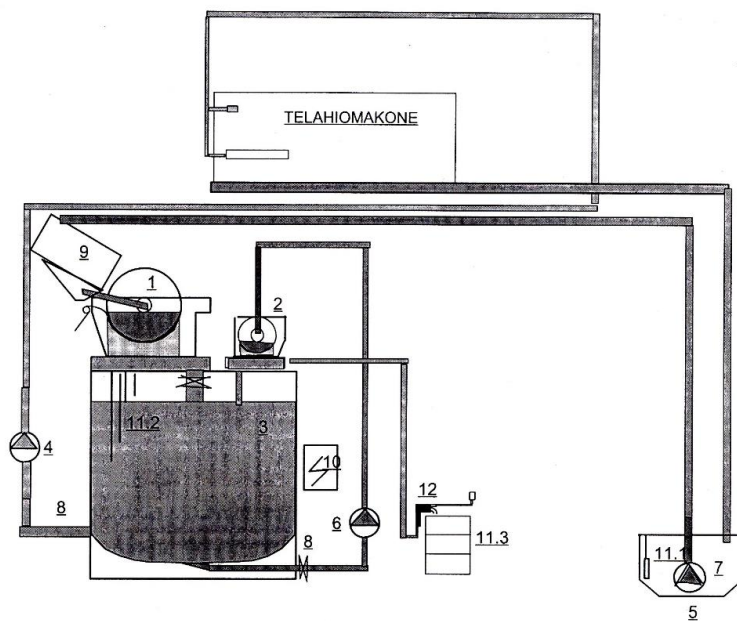
Kuva 12. Pohjacenttiili.

## 5.2 Hiontanej järjestelmän toimintaperiaate automaattitilassa

Hiontanej järjestelmä ottaa veden kiertoonsa tehtaan raakavesilinjastosta. Puhdasnestesäiliö on kartiopohjainen ja sen tilavuus on noin 6 m<sup>3</sup>. Säiliön nestepintaa seurataan pinta-anturilla. Pinnan laskeuduttua riittävästi järjestelmä lisää vettä kiertoonsa automaattisesti raakavesilinjasta. Hiontanej pumpataan Waldrich-telahiomakoneelle, josta se valuu telan pinnalta kanaaliin. Neste valuu kanaalia pitkin lattian alla olevaan välisäiliöön, jonka jälkeen se pumpataan välisäiliöstä nauhasuodattimelle. Nauhasuodatin toimii täysin automaattisesti. Suodatusaltaan pinnan korkeutta seurataan rajakytkimillä. Suodatinkankaan tukkeuduttua suodatusaltaan pinta nousee ja siirtää uutta suodatinkangasta tilalle, jolloin nesteen pinta laskee ja kankaan siirto pysähtyy. Nauhansiirron yhteydessä nesteestä suodatettu kiintoaine siirtyy ulos jätekonttiin. Puhdasnestesäiliön kartiopohjassa on magneettiventtiili, joka päästää pohjalle muodostunutta sakkaa jätekanaaliin. Magneettiventtiilin syklijaksiksi on asetettu yksi tunti. Venttiili on ajastettu pysymään auki 10 sekunnin ajan, jolloin se päästää noin 50 litraa vettä jätevedenpuhdistamolle menevään kanaaliin.

Kuva 13 esittää hiontanej järjestelmän virtauskaaviota. Hiontajärjestelmään on jälkeenpäin tehty muutoksia. Alun perin hiontanej järjestelmä toimi suljettuna kiertona, johon sekoitettiin veden sekaan Eskem EB emulsiota 3% pitoisuutena. Soodaveden tultua käyttöön emulsiolinja (12) jätettiin kokonaan pois, sekä jälkisuodatin (2) on myöskin poistettu käytöstä. Jälkisuodattimen linja on asetettu virtaamaan jätevedenpuhdistamon kanaaliin, jolloin hiontanej järjestelmä toimii avoimena kiertona.

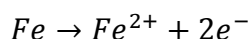




Kuva 13. Hiontaneitejärjestelmän virtauskaavio. (Hiontaneitejärjestelmän ohjekirja 2001)

## 6 KORROOSIO

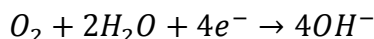
Korroosio on ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta tapahtuvaa metallin syöymistä. Metallin syöpyessään tapahtuu hapettumista eli metalli luovuttaa elektroneja. Rauta-atomien hapettumisreaktiossa metallinen rauta muuntuu vesiliukoiksi ioneiksi kaavan 1 mukaisesti:



Kaava 1.

(Laitinen 2012, 1.)

Reaktion jatkuessa ylimääräiset hapettumisessa vapautuvat elektronit kuluvat pelkistysreaktiossa. Pelkistyminen tarkoittaa elektronien vastaanottamista. Hapetta sisältävän veden tapauksessa, happi pelkistyy hydroksidi- eli  $OH^{-}$ -ioneiksi kaavan 2 mukaisesti:



Kaava 2.

(Laitinen 2012, 1.)

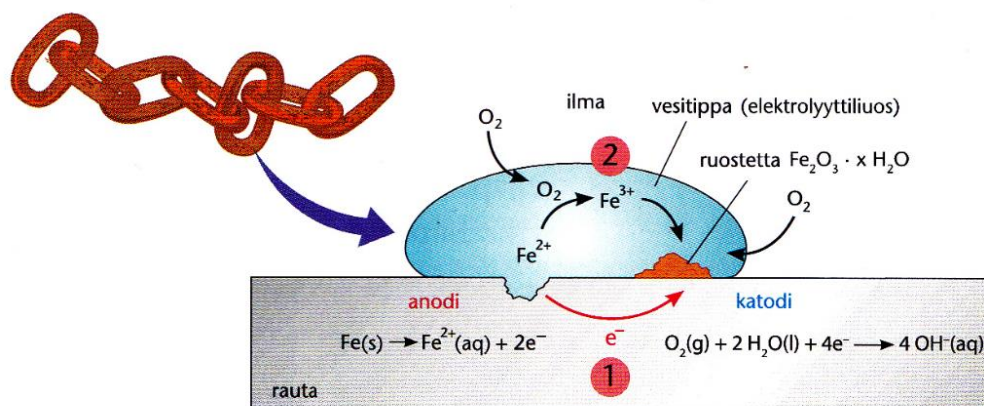
Korroosio edellyttää:

- Eri jalousasteiset metallit tai metallipinnan kohdat
- Sähköä johtava yhteys
- Elektrolyytti
- Hapen saatavuus

(Kunnossapitoyhdistys 2004, 24.)

Metallipinnan eri kohdissa voi tapahtua, sekä hapettuminen että pelkistyminen. Anodiksi kutsutaan syöpyvää eli hapettuvaa pintaa ja katodiksi kutsutaan pelkistyvää pintaa. Korroosiossa syntyy elektronien lisäksi ioneja (esimerkiksi  $Fe^{2+}$  ja  $OH^{-}$ ). Korroosion etenemiseksi ionien on siirryttävä pois pinnoilta, mikä tapahtuu ionien liuetessa pinnoilla olevaan nesteeseen eli elektrolyyttiin. Esimerkiksi ilmasta tiivistyvä kosteus voi toimia elektrolyyttinä. (Laitinen 2012, 1.)

Korroosioon liittyy aina elektronien liike eli sähkövirta. Anodipinnan ja katodipinnan välille muodostuu suljettu virtapiiri niiden ollessa sähköä johtavassa yhteydessä toisiinsa sekä nesteliuoksen että metallin välityksellä. (Laitinen 2012, 1.)



Kuva 14. Ruostumisen periaate. (Kaila, Meriläinen, Ojala & Pihko 2014, 43)

## 6.1 Elektrolyytin vaikutukset

Elektrolyytit ovat aineita, jotka aiheuttavat sähkönjohtavuuden nesteissä. Elektrolyytin ulkoisia korroosionnopeuteen vaikuttavia tekijöitä on happipitoisuus, kemiallinen koostumus, happamuus, virtausnopeus, korroosiota edistävien tai vähentävien yhdisteiden olemassaolo, lämpötila ja paine. (Tikkanen 1960, 18.)

Tavallisesti elektrolyytin lämpötilan suureneminen lisää korroosiota, sillä reaktionopeus kasvaa lämpötilan suuretessa. On myös tilanteita, jossa lämpötilan nousulla on korroosiota pienentäviä vaikutuksia, sillä esimerkiksi hapen liukoisuus elektrolyyttiin pienenee lämpötilan kohotessa. Elektrolyytissä voi olla myös yhdisteitä, jotka jo pienin määrin esiintyessään joko edistävät tai vähentävät korroosiota. Yleensä liuoksen suolapitoisuus vaikuttaa korroosioon niin, että korroosio ensin lisääntyy suolapitoisuuden kasvaessa kulkien maksimiarvon kautta ja pienenee sitten suolapitoisuuden edelleen kasvaessa. Aluksi suolapitoisuuden lisääntyminen vaikuttaa liuoksen sähkönjohtokykyyn ja joidenkin anionien suojakalvoja heikentävät ominaisuudet aiheuttavat korroosionopeuden kasvun. Kuitenkin suolamäärän kasvaessa tietyn suuruisiksi alkaa

hapan liukoisuus elektrolyyttiin pienentyä, mikä taas vaikuttaa korroosionopeuden laskuun. (Tikkanen 1960, 19.)

## 6.2 Korroosion estäminen

Suuri osa korroosion aiheuttamista kustannuksista muodostuu kuluista, jotka tulevat metallien suojaamisesta ja korroosion estämisestä. Metallit ovat termodynaamisesti pysymättömiä eli ne pyrkivät syöpymään. Tästä johtuen metallien korroosiota ei pystytä pysäyttämään täysin, mutta niiden hyödyllistä käyttöikää voidaan kuitenkin huomattavasti pidentää. Erikoistapauksissa kannattavimman menetelmän valinta määräytyy taloudellisten tekijöiden mukaan. (Tikkanen 1960, 71.)

Metallurgisissa menetelmissä käytetään kahta täysin erilaista tapaa. Joissakin tapauksissa metallien korroosionkestävyys paranee, kun valmistetaan täysin puhdas metalli. Näin on tehty esimerkiksi alumiinia valmistettaessa. Toinen tie merkittäviin tuloksiin on seostamalla metalleja tiettyihin käyttöolosuhteisiin. Tunnetuimpia seostettuja metalleja ovat ruostumattomat teräkset. (Tikkanen 1960, 71.)

Metallien korroosionopeutta voidaan myös pienentää poistamalla ympäristön syövyttävyyttä. Metallien korroosioon ilmassa vaikuttaa eniten ilman kuivaaminen, niin että sen suhteellinen kosteus laskee kriittisen kosteuden alapuolelle. Vesiliuosten käsittelyssä poistetaan kaasut ja neutralisoidaan vesi. Joissakin erikoistapauksissa saadaan korrosio vähenemään muuttamalla työskentelyolosuhteita. Esimerkiksi korroosionopeus yleensä pienenee lämpötilan laskiessa. Tosin vaikutus saattaa olla myös käänteinen, sillä hapan liukoisuus veteen kasvaa lämpötilan pienetessä, josta saattaa seurata korroosionopeuden kasvu. Nesteen virtausnopeuden muuttamisella on myös vaikutus korroosionopeuteen. Vaikutus saattaa olla sekä edulliseen että epäedulliseen suuntaan riippuen metallista. Esimerkiksi virtausnopeuden kasvattaminen happipitoisessa liuoksessa vaikuttaa yleensä edullisesti ruostumattoman teräksen kestävyysasteeseen, mutta epäedullisesti kuparin kestävyysasteeseen. Ympäristön syövyttävyyden vähentämiseksi voidaan lisätä siihen tiettyjä yhdisteitä, korroosion inhibiitteja. Inhibiiteilla voidaan estää

tai vaikeuttaa paikallisparien elektrodeilla tapahtuvia reaktioita. (Tikkanen 1960, 71-72.)

Korroosioon pystytään vaikuttamaan rakenteeseen kohdistuvilla menetelmillä. Suunnitteluvaiheessa valitaan sopivat rakenneaineet ja määrättävät toimenpiteet, joiden avulla pyritään pienentämään korroosiota. Suurin merkitys on pinnan laadulla, sen tasaisuudella, likaisuudella ja ruostumisasteella. Katodisessa suojaus menetelmässä asetetaan metalliin vaikuttamaan ulkoinen virta, jonka jälkeen pinnasta poistuu potentiaalierot. Korrosio loppu, koska paikallisparit eivät tällöin pysty enää toimimaan. Anodinenkin suojaus on mahdollinen eräiden metallien suojauksessa. (Tikkanen 1960, 72.)

Metallien suojaaminen orgaanisella pinnoitteella on yksi yleisimmistä korroosionestomenetelmistä. Pinnoitteelta edellytetään hyviä sekä kemiallisia että fysikaalisia suojavaikutuksia. Tavallisten metallien suojamaalauksen teho perustuu pohjamaalin sisältämiin voimakkaisiin inhibiitteihin. (Tikkanen 1960, 73-75.)

Joissakin tilanteissa metallien korroosioikysymys voidaan ratkaista korvaamalla metallit paremmin syövytystä kestäväällä orgaanisella tai epäorgaanisella rakenneaineella. Yleisimpiä epäorgaanisia rakenneaineita ovat silikaattituotteet: keramiikka, kvartsi ja lasi. Orgaanisista rakenneaineista muovit, kumi ja hiili. (Tikkanen 1960, 75.)

### 6.3 Inhibiittien käyttö korroosionestossa

Inhibiittien käyttö on yksi kustannustehokkaimmista korroosionestomuodoista. Metallien ruostumisnopeus korroosioympäristössä vähenee jo pienelläkin inhibiittimäärän lisäyksellä. Korroosioympäristöllä tarkoitetaan joko kaasuja tai nesteitä. Korroosioinhibiitit voidaan luokitella esimerkiksi hapettaviin inhibiitteihin, kalvonmuodostajiin ja adsorptioinhibiitteihin. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 788.)

Inhibiittien käyttäminen korroosionestämisessä on hyvin laaja. Inhibiitit toimivat valikoivasti, joten ne sopivat vain tietyille metalleille. Jotkut inhibiitit saattavat olla tietyille metalleille sopivia, kun taas joillekin metalleille ei ole vaikutusta tai vaikutus voi

olla negatiivinen. Taulukossa 1 on inhibiittien vaikutus eri metalleille neutraalilla pH-alueella. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 788-789.)

Taulukko 1. Inhibiittien tehokkuus. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 789)

	Inhibiitti						
Metalli	kromaatit	nitriitit	bentsoaatit	boraatit	fosfaatit	silikaatit	tanniinit
hiiliteräs	tehokas	tehokas	tehokas	tehokas	tehokas	kohtalaisen tehokas	kohtalaisen tehokas
valurauta	tehokas	tehokas	tehokas	vaihteleva	tehokas	kohtalaisen tehokas	kohtalaisen tehokas
sinkki ja sinkkiseokset	tehokas	tehoton	tehoton	tehokas	---	kohtalaisen tehokas	kohtalaisen tehokas
kupari ja kupariseokset	tehokas	osittain tehokas	osittain tehokas	tehokas	tehokas	kohtalaisen tehokas	kohtalaisen tehokas
alumiini ja alumiiniseokset	tehokas	osittain tehokas	osittain tehokas	vaihteleva	vaihteleva	kohtalaisen tehokas	kohtalaisen tehokas
lyijy-tina juotokset	---	aggressiivinen	tehokas	---	---	kohtalaisen tehokas	kohtalaisen tehokas

### 6.3.1 Inhibiittien pitoisuus

Ennen kuin inhibiitit pystyvät tehokkaaseen korroosiosuojaamiseen, ne vaativat tietyn minimipitoisuuden korroosioympäristössä. Jos inhibiittien minimipitoisuutta ei saavuteta, voi korrosio olla voimakkaampaa paikallisesti kuin ilman inhibiittia. On myös huomattava, että inhibiitit kuluvat käytön aikana. Niiden väheneminen voi tapahtua monellakin eri tavalla. Ne voivat adsorboitua metallin pinnalla olevien korroosiotuotteiden pintaan tai järjestelmässä voi tapahtua inhibiittien vuotoja. Myös suuria inhibiittien kuluttajia ovat veden biologinen systeemi, kuten bakteeri-, levä- tai sienikasvillisuus. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 790.)

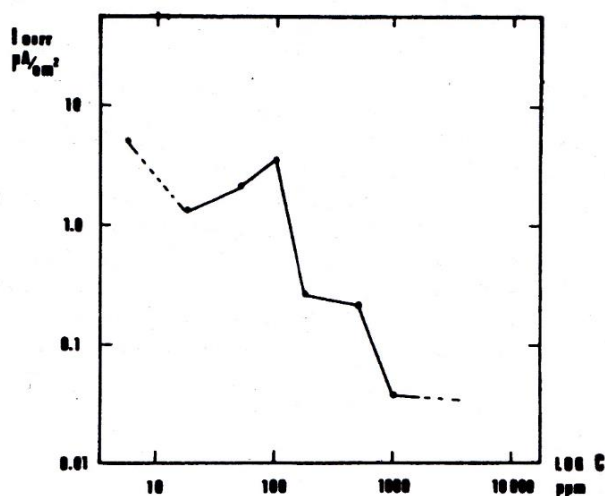
### 6.3.2 Inhibiittien luokittelu

Inhibiittien luokitteluun voidaan käyttää useita eri tapoja, mutta mikään ei ole kuitenkaan täysin tyydyttävä, koska ne eivät ole kaiken kattavia tai yhteisesti edustavia ja koska inhibiittien jakamisesta tiettyihin ryhmiin ei ole yleistä yhteisymmärrystä. Esitetään inhibiittien luokittelu klassisella korroosio-ajattelulla, jolloin ne jaetaan

luokkiin anodiset inhibiitit ja katodiset inhibiitit. Tämä luokittelu perustuu siihen, polarisoiko inhibiitit anodista (metallin liukeneminen) vai katodista reaktiota, so. hapen pelkistymistä (neutraaleissa liuoksissa) tai veden kehittymistä (happamat liuokset). (Kunnossapitoyhdistys 2004, 792-793.)

### Anodiset inhibiitit

Korroosionesto anodisilla inhibiiteilla perustuu siihen, että ne kykenevät muodostamaan metallipinnan anodisille alueille suojakerroksia. Anodiset inhibiitit luokitellaan ”vaarallisiksi”, koska liian pienissä määrin käytettynä ne voivat aiheuttaa pistemäisen syöpymän esiintymisen. Tämä johtuu, siitä että inhibiittimäärä ei riitä suojaamaan kuin osaa anodisista pinnoista. Tämän seurauksena korroosioreaktion kohdistuessa entistä pienempään pinta-alaan, jolloin sen vaikutus vastaavasti kasvaa suojaamatta jääneissä kohdissa. Kuvassa 11 on esitetty anodisen inhibiittipitoisuuden vaikutus raudan korroosiovirtaan. Liian pieninä määrinä se kasvattaa korroosiovirtaa, josta seuraa korroosion lisääntyminen. (Tikkanen 1960, 179-180.)



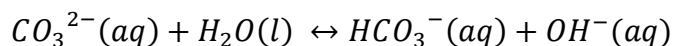
Kuvio 1. Anodisen inhibiittipitoisuuden (c) vaikutus raudan korroosiovirtaan ( $I_{corr}$ ) happipitoisessa vedessä. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 793)

## Katodiset inhibiitit

Katodiset inhibiitit ovat useimmiten kationeja, jotka kulkevat katodisille pinnoille alentaen katodista korroosiopotentiaalia, korroosiovirtaa ja virrantiheyttä. Katodisia inhibiittejä kutsutaan usein ”turvallisiksi”, koska ne eivät aiheuta pistekorroosiota anodisten inhibiittien tapaan, vaan pienentävät korroosioreaktiolle välttämätöntä katodista pintaa. Polyfosfaatit ja kalsiumbikarbonaatit ovat tyypillisiä katodisia inhibiittejä. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 794.)

### 6.3.3 Natriumkarbonaatti

Natriumkarbonaatti eli sooda on peruskemikaali, jota käytetään muun muassa pesujauheiden, lasin ja sulfaattisellun keittoliuoksen valmistuksessa. Sooda luokitellaan anodiseksi inhibiitiksi (Tikkanen 1960, 49). Natriumkarbonaatti liukenee veteen  $\text{Na}^+$  - ja  $\text{CO}_3^{2-}$  -ioneina. Karbonaatti-ioni on emäs, joka ottaa vastaan protonin vesimolekyyliltä kaavan 3 mukaisesti:



Kaava 3.

(Kalkku, Kalmi & Korvenranta 2006, 48.)

Karbonaatti-ioneista vain osa reagoi vesimolekyylien kanssa, sillä karbonaatti-ioni on heikko emäs. Natriumkarbonaatin vesiliuos on emäksinen, koska reaktiossa syntyy hydroksidi-ioneja. (Kalkku, Kalmi & Korvenranta 2006, 48.)

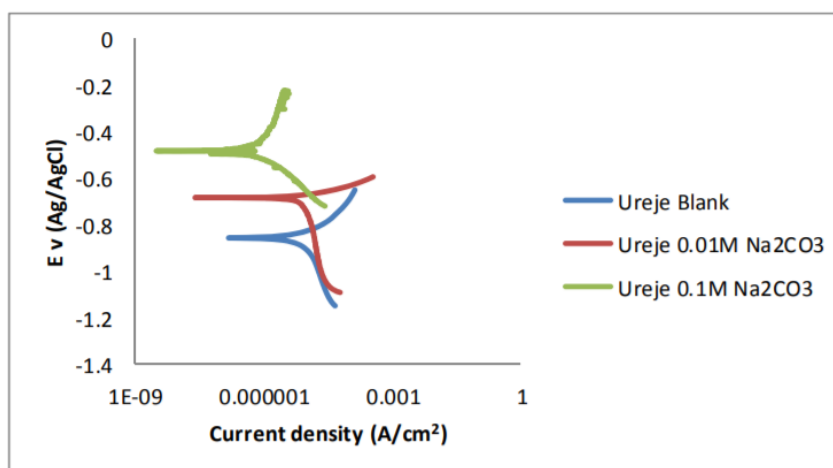
Daniel Toyin Oloruntoban teki tutkimuksen vuonna 2016 natriumkarbonaatin inhibiittistä vaikutuksista. Tutkimuksessa selvitettiin soodan vaikutusta teräksen korroosioon merivedessä. Korroosiotesteissä käytettiin natriumkarbonaattia 0.01M ja 0.1M konsentraatiopitoisuuksina 400dm<sup>3</sup> vedessä eli noin 0.1% ja 1% seossuhteessa. Tutkimuksessa selvisi soodan käyttäytyneen anodisena inhibiittinä. Taulukossa 2 ja kuviossa 1 esitetään tutkimuksen lopputulokset. Mitä korkeammat inhibiittipitoisuudet olivat, sitä



suurempi on korroosionestotehokkuus. Soodan hyötysuhde kasvoi lisäämällä konsentraatiopitoisuutta saavuttaen lopulta maksimiarvon 98.6% 0.1M pitoisuutena. (Oloruntoba 2016, 1-10.)

Taulukko 2. Polarisaatiomittauksien tulokset natriumkarbonaatilla ja ilman. (Oloruntoba 2016, 6)

Ureje River	$E_{\text{corr}}$ (V)	$I_{\text{corr}}$ (A/cm <sup>2</sup> )	Corrosion rate (mg/mm <sup>2</sup> /year)	Polarization resistance( $\Omega$ )	Inhibitor Efficiency (%)
blank	-0.855	3.26E-5	0.37924	1824.3	-
0.01M	-0.680	1.95E-5	0.22618	3503.3	40.4
0.1M	-0.478	4.57E-7	0.005314	4270.0	98.6

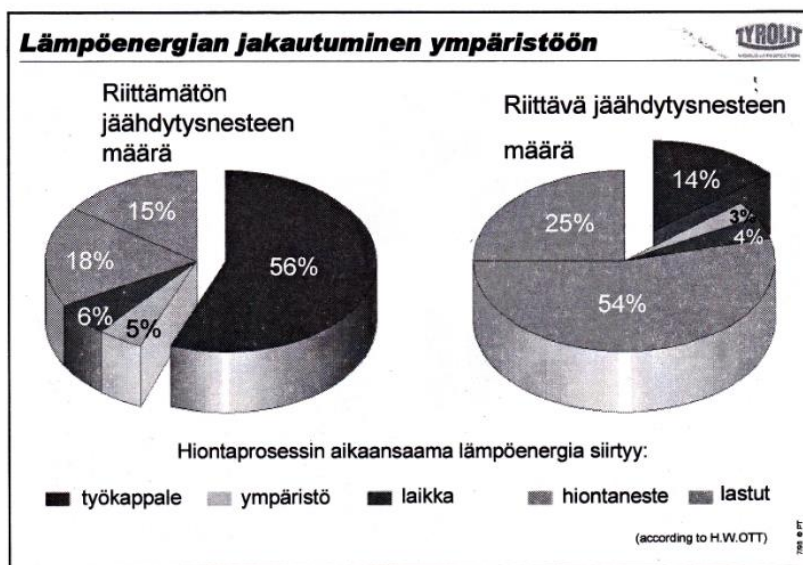


Kuvio 2. Polarisaatio kuvaajat eri natriumkarbonaattikonsentraatio pitoisuuksina. (Oloruntoba 2016, 6)

## 7 LASTUAMISNESTEET

### 7.1 Lastuamisnesteet

Lastuamisnesteitä eli työstönesteitä käytetään metalliteollisuudessa metallityöstöjen yhteydessä. Sen tehtävinä on työkappaleen ja työkalun välisen rajapinnan voitelu, työkalun ja työkappaleen jäähdyttäminen sekä lastujen pois kuljettaminen työstökohdasta. Työstettävän kappaleen tasalämpöisyys helpottaa tarkkojen mittatarkkuuksien saavuttamista. Työkalun jäähdyttäminen pidentää sen käyttöikää sekä mahdollistaa suuret työstönopeudet. Lastuamisnesteeltä vaaditaan, ettei se vahingoita työstökonetta tai työkappaletta eikä aiheuta terveys- tai ympäristöhaittoja. (Konkola & Ranta 1996, 3-9.)



Kuva 15. Lämpöenergian jakautuminen ympäristöön. (Telojen hionta 2008)

### 7.2 Lastuamisnestetypit

#### 7.2.1 Lastuamisöljyt

Lastuamisöljyiksi luokitellaan mineraali-, kasvis- ja eläinöljyt, jotka eivät yleensä ole vesiliukoisia. Niitä voidaan käyttää puhtaina tai erilaisina seoksina. Lastuamisöljyt

vaativat yleensä lämmön- ja paineensietokykyä lisääviä lisäaineita, kuten rikkiä, fosforia tai klooria, sillä lastuamisöljyllä on taipumusta menettää voitelukykyä jo melko matalissa lämpötiloissa. Sen jäädyttävät ominaisuudet eivät kuitenkaan riitä emulsioiden ja synteettisten lastuamislisäainesten tasolle, mutta sillä on erityisen hyvät voiteluominaisuudet. Lastuamisöljyjen käyttöikä on yleensä pitkä, koska mikrobit eivät viihdy lastuamisöljyssä, ellei siihen ole sekoittunut vettä. (Konkola & Ranta 1996, 6.)

### 7.2.2 Lastuamislisäainemulsiot

Emulsiot on valmistettu lisäämällä kasvis- tai mineraaliöljyyn emulgaattori, joka tekee emulsiosta vesiliukoisen. Emulsiot sekoitetaan tiivisteeseen veteen. Niiden sekoitusuhteenä on 1/10-1/20. Tiivisteiden öljypitoisuus on 30%-70%. Emulsiot sisältävät yleensä erilaisia lisäaineita, kuten korroosionestoaineita ja biosideja sekä EP-lisäaineita. Emulsioiden sisältämä öljy on yleensä pitkälle jalostettua mineraaliöljyä tai kasvisöljyä. Emulsioissa pyritään optimoimaan jäähdytyskyky ja voiteluteho. (Konkola & Ranta 1996, 6.)

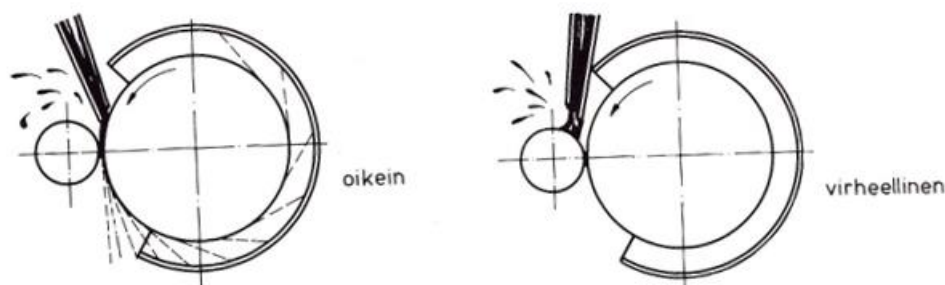
### 7.2.3 Puolisyneteettiset lastuamislisäainemulsiot

Puolisyneteettisten lastuamislisäainemulsioiden rakenne on myös emulsio, mutta tiivisteiden mineraaliöljypitoisuus on yleensä pienempi noin 2%-30%. Niissä on yleensä suurempi emulgaattoripitoisuus kuin tavallisissa emulsioissa, jolloin pisarakoko on pienempi ja syntyy niin sanottu mikroemulsio. Puolisyneteettisten lastuamislisäainemulsioiden lisäaineita toimivat yleensä biosidit, korroosionestoaineet, voiteluaineet sekä mahdollisesti EP-lisäaineita. Emulsioihin verrattuna voitelukyky on yleensä huonompi, mutta jäähdytyskyky vastaavasti parempi. (Konkola & Ranta 1996, 7.)

### 7.2.4 Synteettiset lastuamislisäainemulsiot

Synteettiset lastuamislisäainemulsiot muodostuvat vedestä sekä voitelevista kemikaaleista kuten saippuoista tai amiineista. Ne eivät sisällä lainkaan öljyä. Synteettiset lastuamislisäainemulsiot voidaan jakaa tyypeiltään kolmeen luokkaan yksinkertaisiin, monimutkaisiin

ja emulsioihin. Yksinkertaiset liuokset ovat pääasiassa orgaanisista ja epäorgaanisista suoloista muodostuneita vesiliuoksia. Tarkoituksena on suojata korroosiolta, jäähdyttää ja kuljettaa lastut pois. Monimutkaiset liuokset ovat tarkoitettu vaativampaan käyttöön. Ne sisältävät lisäksi synteettisiä voiteluaineita. Synteettiset emulsiot luokitellaan synteettisiin lastuamismesteisiin, sillä ne eivät sisällä lainkaan mineraaliöljyjä. (Konkola & Ranta 1996, 7.)



Kuva 16. Jäähdytysnesteen suuntaaminen telan hiontakohtaan. (Arjas 1983, 1181)

### 7.3 Nykyinen hiontaneeste Rauman telahiomossa

Kovatelahionta tapahtuu aina märkähiontana, jossa käytetään hiontaneustettä. Rauman tehtaan telahiomossa käytetään hiontaneusteenä soodavettä eli natriumkarbonaatin ja veden seosta. Tällä hetkellä natriumkarbonaatin annostelu puhtasvesisäiliöön tapahtuu satunnaisesti ja niin sanotusti ”arviokaupalla”. Säiliöön on sekoitettu hiontaneusteen vaihdon yhteydessä noin 1 – 1,5 sakkia natriumkarbonaattia. Tarkkaa sekoitussuhdetta ei ole määritetty. Natriumkarbonaattia annostellaan 25kg säkeistä. Hiontaneusteen pH-arvoa ja lisäainepitoisuutta ei seurata mitenkään. Hiontaneuste pyritään vaihtamaan muutaman kerran kuukaudessa riippuen hioutuista teloista tai havaittaessa puhtasvesisäiliössä likaisuutta. Varsinkin useiden metallitelojen hionnan jälkeen pyritään neste vaihtamaan uuteen ennen muiden telojen hiontaa.

## 8 HIONTANESTEJÄRJESTELMÄN ONGELMAT

### 8.1 Hiontanesteen aiheuttama korrosio

Tämän hetkisen käytännön mukaan Rauman tehtaan telahiomakoneen hiontanesteen pH-arvoa ei seurata. Huonokuntoinen hiontaneste aiheuttaa korroosiouhkaa muun muassa telahiomakoneelle, metallipintaisille teloille, tukipyökkien johteille, sekä aluspukeille. Korroosioriski koskee erityisesti kokilliteloja, koska tehtaalla on kymmenittäin pinnoittamattomia kokilliteloja, jotka ovat erittäin alttiita korroosiolle. Telapinnan ruostuminen tuo hiontaprosessiin valtavasti lisää työtunteja. Syövyttävän hiontanesteen aiheuttamat korroosiovahingot hiomakoneessa ja apulaitteissa johtavat ennen pitkään kunnossapito- ja korjauskustannuksiin. Vahinkojen korjaukset saattavat häiritä telahiontaa tai jopa pysäyttää sen, josta seuraisi lisäksi huomattavia tappioita. Hiontanesteen pH-arvon seuraaminen ja sen stabiloiminen mahdollistaisi huolettoman telahionnan, sekä koneen ja erilaisten apulaitteiden pitkän käyttöiän.



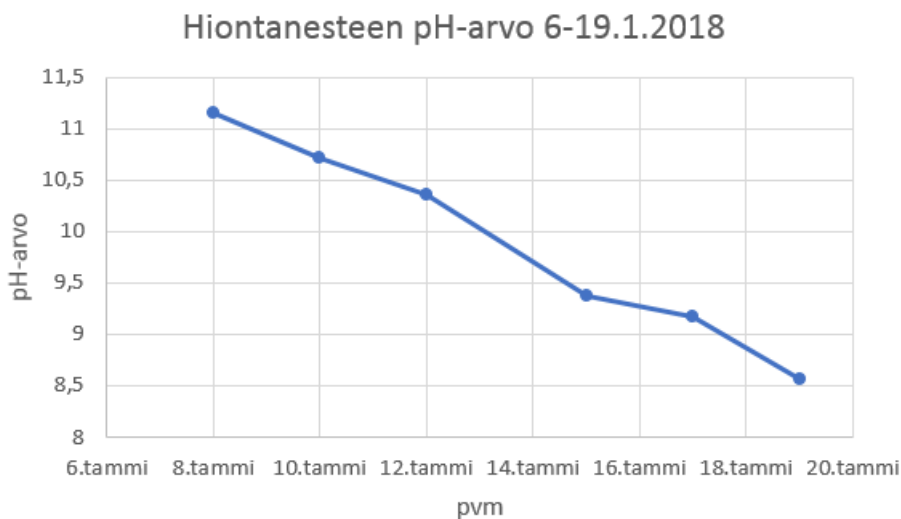
Kuva 17. Tukipyökkien johteiden ruostuminen.

## 8.2 Pohjaventtiilin tukkeutuminen

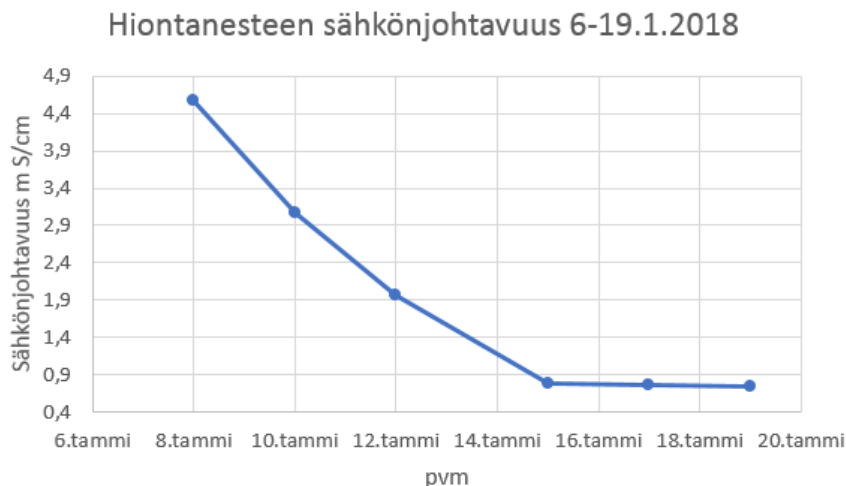
Tavallisesti telojen hionnassa järjestelmää käytetään avoimena kiertona, jolloin puhdas vesisäiliön sakkaventtiili päästää noin 50 litraa soodavettä tunnin väliajoin jäteveden puhdistamolle vievään jätekanaaliin. Metallitelojen hionnassa on ollut kuitenkin tapana kytkeä pohjaventtiili pois päältä, jolloin hiontaneitejärjestelmän kierto toimii niin sanottuna suljettuna kiertona. Tällöin soodan vaikutusaikaa saadaan pidennettyä huomattavasti, koska soodapitoisuus ei tällöin laimene pohjaventtiilin toiminnan takia. Suljetusta kierrosta seuraa kuitenkin pohjaventtiilille ongelmia. Metallitelojen hionta-aika saattaa kestää viikkoja, jolloin metalliteloista lähtevät raskaat metallipartikkelit ja muut hiontapartikkelit painuvat vähitellen puhdasvesisäiliön pohjaan. Tämän johdosta pohjaventtiilillä on taipumusta alkaa tukkeutua ja jumittua. Pohjaventtiilin tukoksen poistaminen lisää paljon työtunteja, koska venttiili on vaikeassa paikassa ja siihen kärsiksi pääseminen on hankalaa. Sakkaventtiiliä ei voida kuitenkaan pitää pois päältä jatkuvasti muita teloja hiottaessa, koska suodatusyksikön suodatuskapasiteetti ei riitä suodattamaan suljetussa kierrossa kaikkea teloista lähtevää hiontajätettä. Esimerkiksi kumi- ja polymeeriteloissa on suuri aineenpoisto, josta seuraisi ongelmia suodatuksessa. Hiontaneite muuttuisi nopeasti likaiseksi ja sakkakerrostumat vain vahvistuisivat. Telahiontaa ei voida jatkaa likaisella hiontaneiteellä, koska hiontaneiteen puhtaus on kriittinen asia. Likainen hiontaneite aiheuttaisi huonoa pinnanlaatua telahionnassa, hankaloittaisi järjestelmän antureiden toimintaa sekä heikentäisi putkistojen virtauksia.

## 9 TUTKIMUSTYÖ

Tutkimustyönä seurattiin hiontanesteen pH-arvoa ja sähkönjohtavuutta. Mittauksissa tutkittiin soodaveden laimenemisnopeutta sekä soodan seossuhteen vaikutusta veden emäksisyyteen. Mittauksien aikana hiontanestejärjestelmän pohjaventtiili toimi tavallisesti automaattitilassa. Mittauksissa käytettiin Testo 206 pH-mittaria ja Yokogawa SC82 sähkönjohtavuusmittaria. Mittarit kalibroitiin puskuriliuoksilla säännöllisesti aina ennen uusien mittauspäivien aloittamista. pH-mittarin kalibroinnissa käytettiin kolmen pisteen kalibroitua. Kalibroitipisteinä oli 4,7 ja 10. Hiontanesteen pH-arvo pyrittiin mittaamaan aina  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa. Mittarien puhdistamiseen käytettiin ionipuhdistettua vettä. Ennen uuden mittausjakson aloittamista hiontaneste vaihdettiin uuteen. Raakaveden pH oli ensimmäisten mittausten aikana 6.51. Ensimmäisiin mittauksiin annosteltiin 25kg natriumkarbonaattia hiomanestekiertoon eli soodapitoisuus on noin 0.3% seossuhteessa. Mittauksissa pohjaventtiili toimi automaattitilassa. Kuvio 3 ja kuvio 4 näkyvät hiontanesteen laimenemisnopeus 0.3% seossuhteen lähtöarvoista.

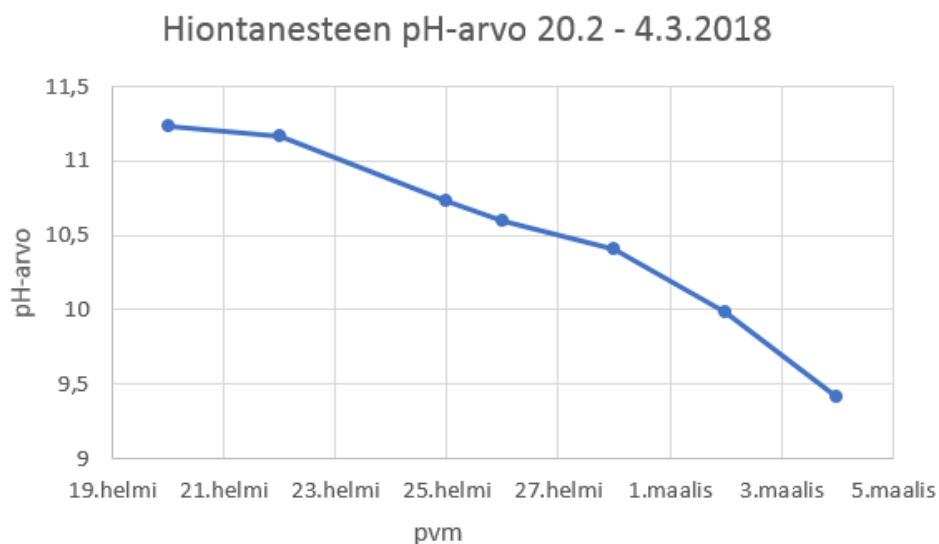


Kuvio 3. Hiontanesteen pH-arvo 6 - 19.1.2018.



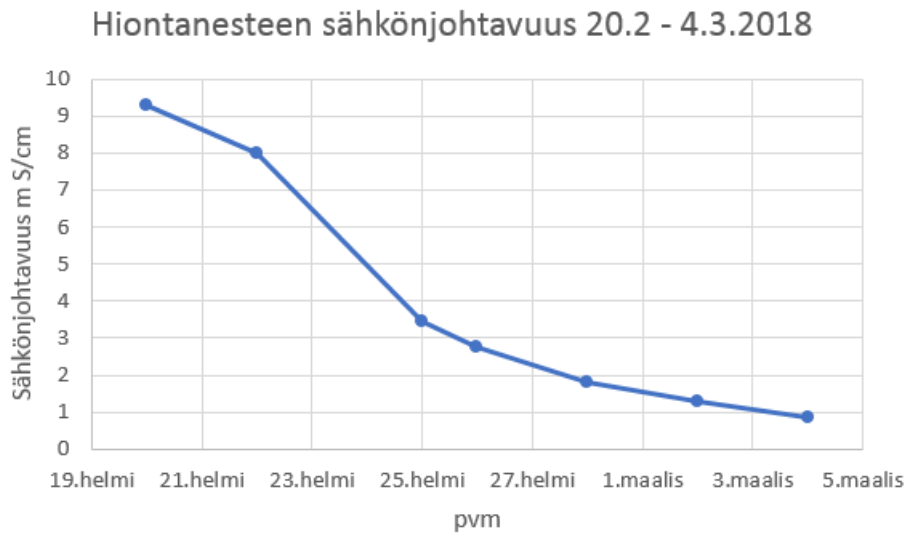
Kuvio 4. Hiontanesteen sähkönjohtavuus 6 - 19.1.2018.

Seuraavat mittaukset suoritettiin 50kg soodamäärällä eli noin 0,7% seossuhteena. Raakaveden pH oli tällöin 6.73. Mittauksien aikana havaittiin, että 0,7% soodavedellä oli vahva puhdistava vaikutus hiontanesteputkistoihin. Tämän havainnon perusteella hiontanestejärjestelmän kiertoon tulisi tehdä säännöllisesti 0.7% soodavesi, jotta putkistot pysyisivät puhtaina. Mittauksien lopulliset tulokset näkyvät kuviosta 5 ja kuviosta 6. Niistä selviää, että soodavesi pysyy kaksinkertaisesti pidempään alkalialueella verrattuna 0.3% soodaveteen.



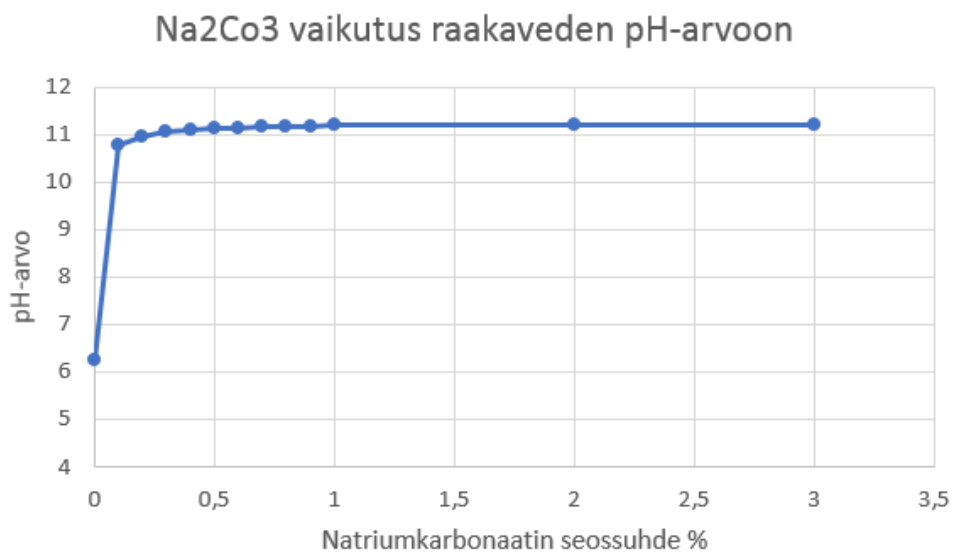
Kuvio 5. Hiontanesteen pH-arvo 20.2 - 4.3.2018.





Kuvio 6. Hiontanesteen sähkönjohtavuus 20.2 - 4.3.2018.

Tutkimustyönä selvitettiin myös soodan määrän vaikutusta raakaveden pH-arvoon ja sähkönjohtavuuteen. Mittaukset toteutettiin annostelemalla soodaa 10 litran raakavesimäärään seossuhteittain. Mittaukset tehtiin 0 – 3% seossuhteina. Tutkimuksessa selvisi, ettei soodan vaikutus veden pH-arvoon tapahdu lineaarisesti.



Kuvio 7. Soodan seossuhteen vaikutus raakaveden pH-arvoon.



Kuvio 8. Soodan seossuhteen vaikutus raakaveden sähkönjohtavuuteen.

Taulukko 3. Soodan seossuhteen vaikutus raakaveden mittaustuloksiin.

	Raakavesi	0,1% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
pH	6.24	10.79	11.20	11.22
Sähkönjohtavuus m S/cm	0.136	1.418	11.79	28.5

## 10 PH-ARVON OPTIMOINTI JA STABILOINTI

### 10.1 pH

pH eli happamuus kertoo, kuinka paljon oksoniumioneja vesiliuoksessa on. Mitä alhaisempi vesiliuoksen pH on, sitä enemmän siinä on oksoniumioneja ja sitä happamampi se on. Vesiliuoksen happamuus ilmaistaan pH-asteikolla, joka kertoo, onko liuos hapan, emäksinen tai neutraali.

- pH < 7 hapan
- pH = 7 neutraali
- pH > 7 emäksinen

(Pernaa & Roininen 2014, luku 4.)

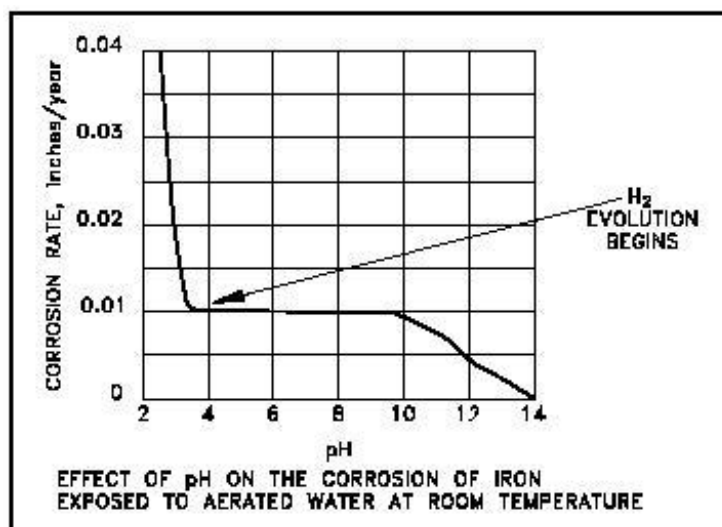
Taulukko 4. (Pernaa & Roininen 2014, luku 4)

Aine	pH	Aine	pH
Akkuhappo	<1,0	Maito	6,5
Mahahappo	2,0	Tislattu vesi	7,0
Sitruunamehu	2,4	Ihmisen sylki	6,5–7,4
Kolajuomat	2,5	Veri	7,34 - 7,45
Etikka	2,9	Merivesi	8,0
Appelsiinimehu	3,5	Käsisäippua	9,0–10,0
Olut	4,5	Ammoniakki	11,5
Kahvi	5,0	Pyykinpesuaine	12,5
Tee	5,5	Kodin putkimies	13,0
Happosade	< 5,6	Lipeä (NaOH)	13,5

### 10.2 Hiontaneesten pH-arvon optimointi

Korroosioriskien poistamiseksi tulisi tietää hiontaneesten pH-arvo, jolla korroosio saataisiin minimoitua. Tarkkaa kriittistä pH-arvoa on hyvin vaikea sanoa, sillä korroosio-reaktion vaikuttavat monet asiat. Viitaten Tikkasen kirjoittamaan kirjaan, raudan korroosion estämiseksi nesteen pH-arvo tulisi pitää alkali alueella, pH>10. Silloin hapen siirtyminen metallin pinnalle vaikeutuu, koska pH:n kasvaessa metallin suojakalvo

muodostuu yhä vain paksummaksi ja tiiviimmäksi, josta seuraa korroosionopeuden aleneminen. (Tikkanen 1960, 47.)



Kuvio 9. Raudan korroosionopeuden muutos veden pH-arvon muuttuessa. (Effect of pH on the Corrosion Rate of Iron in Water n.d.)

Soodaveden tapauksessa pH-arvo tulee pitää tavallista korkeampana, sillä suolapitoisuuden lisääntyessä kasvaa myös veden sähkönjohtokyky. Sähkönjohtokyvyn kasvamisella on suuret vaikutukset korroosionopeuteen. Lisäksi sooda toimii anodisena inhibiittinä, jolloin liian pieninä määrinä käytettynä lisää vain korroosiota kuvion 1 mukaisesti. Tässä tapauksessa hiontanesteen pH-arvo tulisi pitää vahvasti alkalialueen puolella  $\text{pH} > 10$ .

### 10.3 Mittalaitteet

Hiontanesteen pH-arvon stabiloimiseksi nesteen pH-arvoa täytyy seurata jatkuvasti. Hiontanesteen pH-arvon seuraaminen voitaisiin toteuttaa Online pH-mittauksella, josta selviäisi nesteen pH-arvo reaaliajassa. Telahiojat tietäisivät pH-arvon perusteella, koska tulisi annostella lisää soodaa hiontanesteen kierto. Alla on esitetty mittalaitteita, jotka soveltuisivat käyttötarkoitukseemme. Bürkert 8202 pH-mittarista lähetettiin tarjouspyyntö yritykselle.

**Bürkert 8202 pH-lähetin**

- Mittausalue 0...14pH
- Syöttöjännite 14...36 VDC
- 2 x Transistorilähtöä
- 4-20 mA:n virtalähtö
- Resoluutio 0.001 pH
- Integroitu Pt1000 lämpötila-anturi

(Bürkert tarjous 2018.)

**Vaadittavat lisävarusteet:**

- 8203 Unitrode pH-elektrodi
- 8222 Näyttö-/ohjelmointimoduuli
- M12 kaapeli (naaras)
- M12 kaapeli (uros)
- S022 Putkiyhde

(Bürkert tarjous 2018.)



Kuva 18. Bürkert 8202 pH-lähetin. (Bürkert tarjous 2018)

**Rosemount 396R pH-anturi**

- Mittausalue 0...14pH
- ORP -1500 - +1500mV
- Painealue 100-1825 kPa
- Lämpötila-alue 0...100°C

(Emerson 2017.)

**Vaadittavat lisävarusteet:**

- Erillinen lähetin
- Putkiyhde
- Läpivientiholkki

(Emerson 2017.)



Kuva 19. Rosemount 396R pH-anturi (Emerson 2017)

**Rosemount 54e lähetin**

- Mitat: 144 X 144 X 132 mm
- 0-20mA ja 4-20mA virtalähdöt
- 4 x Hälytysrele

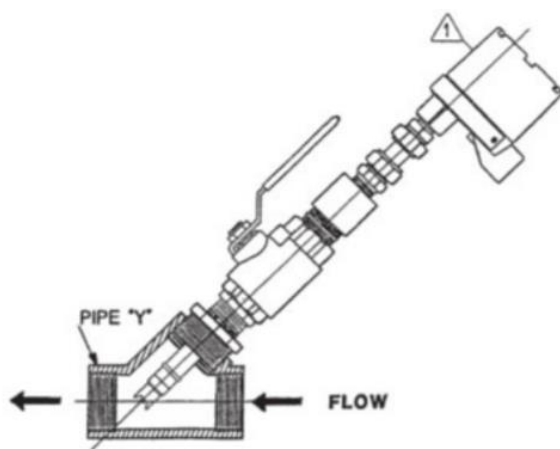
(Emerson 2010.)



Kuva 20. Rosemount 54e lähetin. (Instrumartin www-sivut 2018)

#### 10.4 Mittalaitteiden asennus

pH-anturin asennus vaatii putkiyhteen, joka hitsataan pumpun jälkeiseen puhdasnestelinjaan. Anturi täytyy asentaa venttiilin taakse, jotta anturin irrottaminen olisi nopeaa esimerkiksi kalibrointia tai huoltoa varten. Kuva 21. esittää anturin asennusperiaatteen. Lähetin puolestaan asennetaan sähkökaapin läheisyyteen, josta otetaan virrat suoraan laitteelle. Lähettimeltä saatavan 4-20mA viestitiedon kanssa on mahdollista kytkeä vielä halutessaan erillinen näyttö pH-arvon lukemiseen esimerkiksi telahiomakoneelle.



Kuva 21. pH-anturin asennusperiaate. (Emerson 2017)



Kuva 22. Anturin asennuspaikka.



## 11 POHJAVENTTIILIN TOIMINTAONGELMAN RATKAISU

### 11.1 Ratkaisu pohjaventtiilin tukkeutumiseen

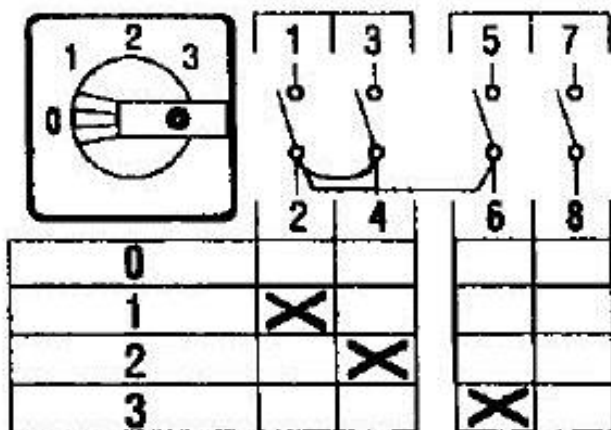
Pohjaventtiilin tukkeutumisongelmaan kehitettiin ratkaisu opinnäytetyön aikana. Tavallisesti metallitelojen hionnan aikana sakkaventtiili on jouduttu sulkemaan manuaalisesti kokonaan, jotta soodapitoisuus ei pääsisi laimenemaan. Sakkaventtiilin ollessa manuaalitullassa, venttiiliä on jouduttu availemaan käsikytkimellä tasaisin väliajoin pohjaventtiilin tukkeutumisen estämiseksi. Metallitelojen hionta-aika saattaa kestää useita viikkoja.

Ratkaisuna ongelmaan on uusi logiikan ohjelma pohjaventtiilille metallitelojen hionnan ajaksi. Tämä eroaa alkuperäisestä ohjelman automaattitulasta työ- ja taukoajoissa. Uudessa ohjelmassa käytetään valmiita B24 ja B13 logiikan blockkeja. Uusi ohjelma eroaa alkuperäisestä ohjelmasta parametreissa. Uuteen ohjelmaan asetetaan taukoajaksi 6 tuntia ja työajaksi 5 sekuntia. Sakkaventtiilin aukaiseminen muutamia kertoja päivässä estää venttiilin tukkeutumisen. Logiikan ulostulolähtönä käytetään vapaana olevaa Q2 lähtöä.

Sähköihin joudutaan tekemään kytkentämuutoksia. Sakkaventtiili kytkin S13 vaihdetaan uuteen Sontheimerin 0-1-2-3- askelkytkimeen. Tämä mahdollistaa kytkeä uuden logiikan ulostulon samaan kytkimeen. Uusi ulostulolähtö asetetaan kytkimen kolmannen kytkinasentoon. Kytkimen toiminta seuraavasti: 0 = pois päältä, 1 = ensimmäinen pohjaventtiilin asetus, 2 = toinen pohjaventtiilin asetus, 3 = käsikäyttö.



Kuva 23. Sontheimerin 0-1-2-3 askelkytkin. (Sähkötarviketoimittaja SLO:n www-sivut 2018)



Kuva 24. Sontheimer askelkytkimen kytkentäkaavio. (Sahkonumerot.fi www-sivut 2018)

Tämän toteutuksen ansiosta telahiojan on helppo vaihtaa logiikan ohjelmasta toiseen kytkintä kääntämällä. Sakkaventtiilin uusi ohjelma estää pohjaventtiilin tukkeutumisen ja siten säästetään pohjaventtiilin häiriötilanteisiin kulutettua työaika. Opinnäytetyön liitteissä on uudistetut ohjeet alkuperäisestä TAS-Power Oy:n tekemistä ohjelman parametriasetusten muuttamisesta sekä päivitetty hiontanejärjestelmän ohjauskeskuksen piirikaavio. Piirikaavio muutokset tehtiin Solidworks Electrical ohjelmalla.

## 12 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

PH-mittalaitteiden investoinnin lisäksi hiontanesteen pH-arvon stabiloiminen voidaan varmistaa muuttamalla hiontaneitejärjestelmä täysin automaattiseksi, jossa nesteen emäksisyydestä pitää huolen ruuviannostelija. Ruuviannostelija voitaisiin asentaa käytöstä poistetun jälkisuodattimen tilalle, puhdasnestesäiliön yläpuolelle. Ruuviannostelijalle on kehitetty kaksi erilaista asennustapaa.

### 12.1 Ruuviannostelijan toimintatapa 1

Ensimmäisessä toteutuksessa ruuviannostelu toimintaperiaate perustuu annostelusykleihin, jossa soodapitoisuus saataisiin pysymään vakiona. Tässä vaihtoehdossa kytkentä voitaisiin toteuttaa hyödyntämällä hiontaneitejärjestelmän valmista Siemensin 24RCL logiikkaa. Logiikan Q9 lähdössä on vapaana oleva paikka ruuviannostelijaa varten, johon ohjelmoitaisiin ajastimella toimiva annostelu. Ohjelma toimisi sakkaventtiilin tapaan sykleittäin. Ruuviannostelija annostelisi soodaa puhdasvesisäiliöön tasaisin väliajoin, jolloin soodapitoisuus pysyisi vakiona. Laskuihin perustuen annostelun määrä olisi noin 300g/tunti, jolloin seossuhde pysyisi samana suhteessa venttiilin päästämään nestemäärään. Annostelumäärä on laskettu varmuuskerrointa käyttäen, koska soodapitoisuus laimenee myös nauhasuodatuksen yhteydessä. Ruuviannostelun nopeutta on mahdollista säätää, kunnes löydetään optimaalinen annostelunopeus.



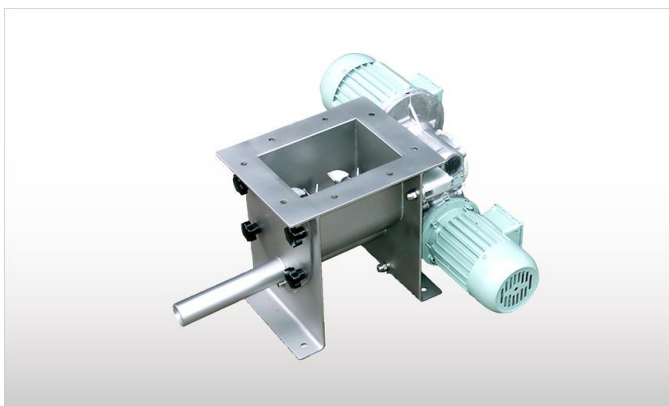
Kuva 25. Siemens LOGO! 24RCL.

## 12.2 Ruuviannostelijan toimintatapa 2

Toisessa kytkentävaihtoehdossa hyödynnettäisiin pH-Online mittausta. Hiontanesteen pH-anturi ohjaisi ruuviannostelijan moottorikäyttöä. Annostelu ei kuitenkaan tapahdu täysin reaaliajassa pH-arvon suhteen vaan annostelua ohjaa logiikkaan ohjelmoitu ohjelma. Logiikan tuloissa on vapaita paikkoja pH-lähetintä varten esimerkiksi logiikan tulo I4. Lähettimen relelähdön ehtoihin asetettaisiin raja-arvoksi  $\text{pH} > 10$ , jolloin hiontanesteen pH-arvo saataisiin stabiloitua alkalialueelle. Hiontanesteen pH-arvon pudotessa asetetun raja-arvon ulkopuolelle, pH-lähetin asettaa ulostulosignaalin päälle, jolloin logiikan ohjelma käynnistää ruuviannostelijan annostelusyklin. Annostelusyklin aikana annosteltava määrä voitaisiin asettaa esimerkiksi muutamaan kiloon. Annostelun jälkeen seuraa muutaman tunnin tauko-aika, jolloin ohjelma ei lue anturilta tulevaa signaalia. Ohjelman tauko-aika on asetettu, koska hiontanestejärjestelmässä ei ole erillistä sekoitinta vaan sooda sekoittuu veteen pumppujen tuottamien virtauksien vaikutuksesta. Tauon aikana hiontanesteen pH-arvon on ehtinyt stabiloitua, jolloin pH-anturi mittaa hiontanesteen todellisen arvon. Taukoajan päätyttyä logiikan ohjelma jatkaa tulosignaalien lukemista ja siten toistamaan annostelusykli anturin pyytäessä.

## 12.3 Ruuviannostelija

Soodalla on taipumusta paakkuuntua kosteudessa, minkä vuoksi ruuviannostelijassa tulisi olla erillinen möyhennin, jolla saadaan hienonnettua sooda ennen sen päätymistä annosteluruuviin. Annostelukapasiteetin ei tarvitse olla suuri. Kuvan 25 Wamgroupin MBF-ruuviannostelija on esimerkki käyttötarkoitukseemme soveltuvasta annostelijasta.



Kuva 26. MBF-ruuviannostelija. (Wamgroup 2018)

## 13 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin UPM Rauman paperitehtaan telahiomon osastolle. Työssä karotettiin, minkä tyyppisiä mittalaitteita voitaisiin käyttää hiontaneesten stabiloimiseksi, sekä selvitettiin optimaalista hiontaneesten pH-arvoa telahiontaan. Opinnäytetyö sisälsi hiontaneesten analysointia, kirjallista tutkimusta, visuaalista havainnointia sekä haastatteluja.

Hiontaneesten pH-arvon stabiloimiseksi sen pH-arvoa tulisi seurata reaaliajassa. Tämä voitaisiin toteuttaa Online pH-mittauksella. Opinnäytetyössä esiteltiin käyttökohteeseen soveltuvat pH-anturi ja erillinen lähetin. Hiontaneesten stabiloimisella saataisiin minimoitua korroosion aiheuttamat kustannukset ja mahdollistettua hiomakoneen sekä apulaitteiden pitkän käyttöiän.

Kirjallisten tutkimuksien ja havainnointien perusteella hiontaneesten pH-arvo tulisi saada pysymään vahvasti alkalialueella  $\text{pH} > 10$ , jolloin hapen siirtyminen metallin pinnalle vaikeutuu ja siten korroosionopeus laskee.

Työn aikana kehitettiin myös ratkaisu pohjaventtiilin toimintaongelmaan. Opinnäytetyössä esitetyn ratkaisun kanssa varmistettaisiin venttiilin toimivuus ja siten vähennettäisiin venttiilin häiriötilanteiden viemää työaikaa.

## LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapito-Tekniikan perusteet. 6. Painos. Loviisa: Painoyhtymä Oy.

Arjas, Antti 1983. Paperin valmistus III osa 2. 2. täysin uudistettu painos. Suomen paperi-insinöörien yhdistyksen oppi- ja käsikirja. ISBN 951-99479- 1-4. Turku: Oy Turun Sanomat/Serioffset

Bürkert tarjous. Viitattu 13.2.2018. Bürkertin lähettämä tarjous ja datalehdet.

Effect of pH on the Corrosion Rate of Iron in Water. N.d. Integrated Publishing. Viitattu 13.2.2018. <http://nuclearpowertraining.tpub.com/h1015v1/css/Figure-7-Effect-Of-Ph-On-The-Corrosion-Rate-Of-Iron-In-Water-117.htm>

Emerson. Rosemount 396R pH-anturi. Instruction Manual. 2017. Viitattu 15.2.2018. <http://www.emerson.com/documents/automation/manual-396r-396rvp-ph-orp-sensors-en-68970.pdf>

Emerson. Rosemount 54e lähetin. Instruction Manual. 2010. Viitattu 18.2.2018. <http://www.emerson.com/documents/automation/Manual-54e-pH-Analyzer-en-69000.pdf>

Herkules Siegen. 1983. Valssihiomakoneen käyttöohjekirja.

Instrumartin www-sivut. Viitattu 16.2.2018. <https://www.instrumart.com/products/30782/rosemount-analytical-54e-series-analyzerscontrollers>

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito. Helsinki: Promaint Oy.

Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P. & Pihko, P. 2014. Reaktio 4. 5. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Konkola M. & Ranta P. 1996. Lastuamismesteet – hankinnasta hävitykseen. Tekninen tiedotus. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Kunnossapitoyhdistys ry. Korroosiokäsikirja. 2004. 2. painos. Hamina. Oy Kotkan kirjapaino Ab.

Laitinen, K. 2012. Korroosio. Teräsrakenneyhdistys. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.1.2018 <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/151/8ac778e/korroosio.pdf>

Ohjekirja hiontanestejärjestelmä. 2001. Process and Layout Machinery Oy.

Oloruntoba, D. T. 2016. Corrosion inhibition of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> on low carbon steel in reje seawater environment. Federal University of Technology. [http://lejpt.academicdirect.org/A28/047\\_056.pdf](http://lejpt.academicdirect.org/A28/047_056.pdf)

Pekkarinen, J. Hiontaneste kysely. Vastaanottaja: panu.aikala@student.samk.fi. Lähetetty 30.1.2018 klo 15:42. Viitattu 16.2.2018.

- Pernaa, J. & Roininen, I. 2014. Vihreä kemia. Viitattu 13.2.2018.  
<https://peda.net/kemi/perusopetus/hepolan-koulu/oppiaineet/e-opin-oppikirjat/kemia/oppikirja>
- Rauman metsäteollisuus 100 vuotta. 2012. Historiikkiesite 5/2012.
- Rauman tehtaan esitysaineisto. 2017. Powerpoint-esitys. UPM Paper ENA Oy. Intranet. Viitattu 30.1.2018.
- Safop Leonard 40/R hiomakoneen esitysaineisto. 1980. Helsinki. OY Insinööritöimistö Zeitlinger & CO.  
Sähkönumerot www-sivut. Kytkin Sontheimer. Viitattu 5.3.2018. <http://www.sahkonumerot.fi/3604630/>
- Sähkötarviketoimittaja SLO:n www-sivut. 2018. Viitattu 11.2.2018.  
<https://www.slo.fi>
- Telojen hionta. 2008. Kurssimateriaali. AEL. Helsinki.
- Tikkanen, M. H. 1960. Korroosio ja sen estäminen. Lahti. Kemian keskusliitto.
- Timperi, R. 2015. Telahiomon tuotannon läpimenoajan ja laadun optimointi. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 18.1.2018.  
<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2015120221442>
- Tuuri, A. 1999. UPM Kymmene Metsän jättiläisen synty. Helsinki: Otava.
- UPM intranet yrityksen sisäiset www-sivut. 2018. Viitattu 28.1.2018.
- UPM Kymmene Oyj:n www-sivut. 2017. Viitattu 30.12.2017. <http://www.upm.com>
- Waldrich Siegen. 1969. Valssihiomakoneen käyttöohjeet.
- Wamgroup. MBF-mikroannossyöttimet. Viitattu 18.2.2018. <http://wamgroup.fi/fi-FI/WAMFI/Product/MBF/Mikroannossyottimet-kiertosekoittimella>
- Vänttilä, J. 2012. Paperitehtaan telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän kehittäminen. AMK-opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Viitattu 17.2.2018.  
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201302192414>

## LIITTEET

Aika-asetusten muuttaminen

LIITE 1

LOGO 5060c

### SAKKAVENTTIILIN OHJELMA 1:

Työ-/taukoajan muuttaminen:

Paina painikkeita ESC ja OK yhtä aikaa, alas painikkeella valitse SET PARAM ja paina OK. Selaa ylös/alas painikkeilla, kunnes näytössä on teksti B21 ja paina OK, ylös/alas/vasen/oikea painikkeilla valitse sopivat minuutit ja sekunnit eli sakkaventtiilin työaika ja paina OK.

Selaa ylös/alas painikkeilla, kunnes näytössä on teksti B22 ja paina OK, ylös/alas/vasen/oikea painikkeilla valitse sopivat tunnit ja minuutit eli sakkaventtiilin taukoaja ja paina OK. Poistu painamalla ESC ja ESC.

Palautuspumpun pysähtyttyä alkaa sakkaventtiilin taukoaja jonka päätyttyä avautuu sakkaventtiili asetellun työajan pituiseksi jaksoksi. Työaika seuraa jälleen taukoaja jne. Tauko-/työaika seuraavat toisiaan, kunnes palautuspumppu käynnistyy.

### SAKKAVENTTIILIN OHJELMA 2:

Työ-/taukoajan muuttaminen:

Paina painikkeita ESC ja OK yhtä aikaa, alas painikkeella valitse SET PARAM ja paina OK. Selaa ylös/alas painikkeilla, kunnes näytössä on teksti B13 ja paina OK, ylös/alas/vasen/oikea painikkeilla valitse sopivat minuutit ja sekunnit eli sakkaventtiilin työaika ja paina OK.

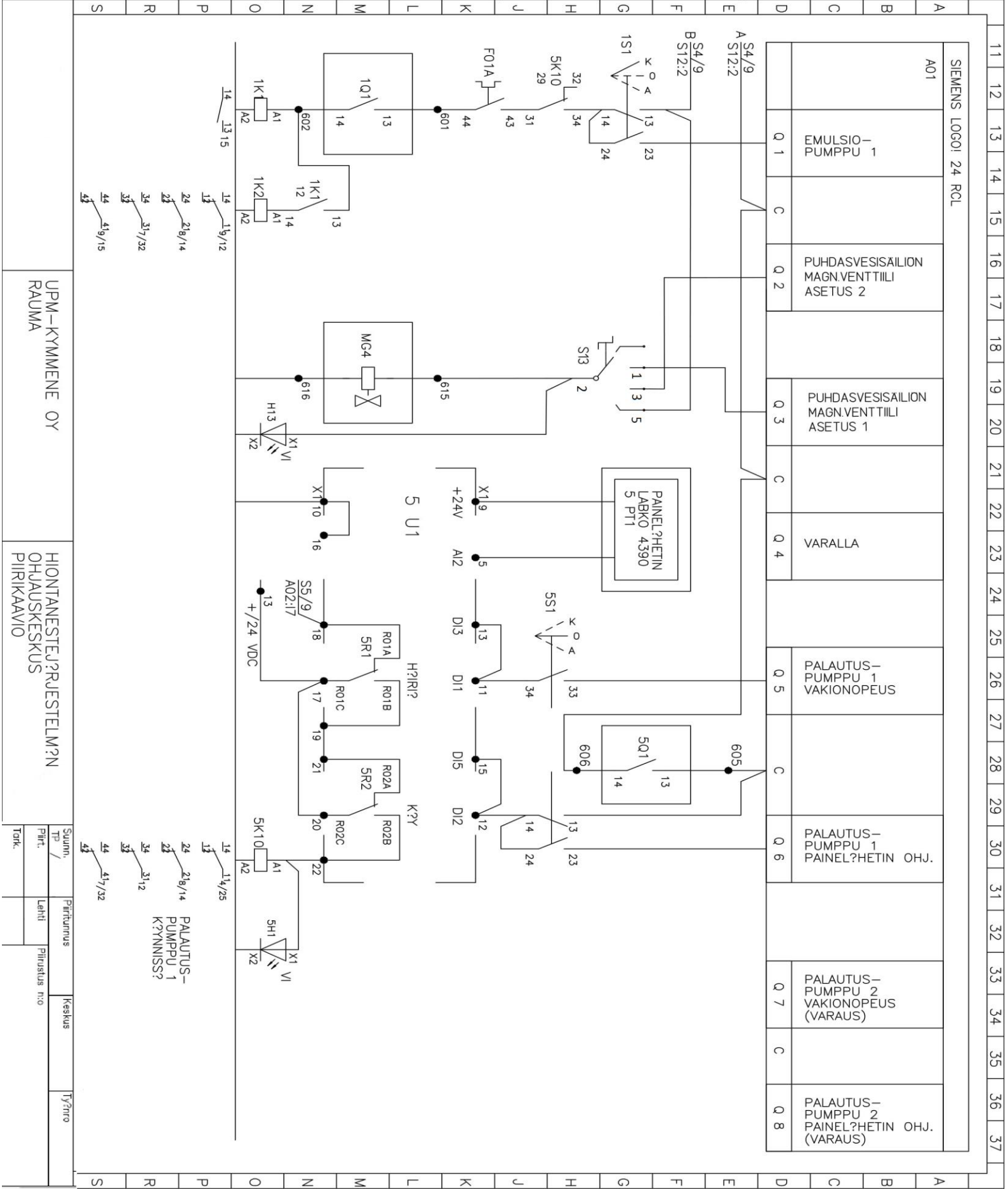
Selaa ylös/alas painikkeilla, kunnes näytössä on teksti B24 ja paina OK, ylös/alas/vasen/oikea painikkeilla valitse sopivat tunnit ja minuutit eli sakkaventtiilin taukoaja ja paina OK. Poistu painamalla ESC ja ESC.

Palautuspumpun pysähtyttyä alkaa sakkaventtiilin taukoaja jonka päätyttyä avautuu sakkaventtiili asetellun työajan pituiseksi jaksoksi. Työaika seuraa jälleen taukoaja jne. Tauko-/työaika seuraavat toisiaan, kunnes palautuspumppu käynnistyy.



50601

A muutos		D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



UPM-KYMMENE OY  
RAUMA

HIONTANEITEJÄRJESTELMÄN  
OHJAUSKESKUS  
PIIRIKAAVIO

Suunn. / TP	Piirittynyt	Keskus	Työno
Piiritt.	Lehti	Piirustus no	
Tark.			