

Tomi Kwick

## **KUUMANAUHAN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN**

# **KUUMANAUHAN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN**

Tomi Kwick  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotalous

---

Tekijä: Tomi Kvick

Opinnäytetyön nimi: Kuumanauhan jäähdytysjärjestelmän kehittäminen

Työn ohjaajat: Pentti Huhtanen, OAMK ja Markku Kotajärvi, Ruukki Metals Oy

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014

Sivumäärä: 46 + 2 liitettä

---

Opinnäytetyössä selvitettiin Ruukki Metals Oy:lle, kuinka Raahen yksikön kuumanauhan jäähdytysjärjestelmä saadaan pysymään puhtaana. Tavoitteena oli saada selvälle likaantumisen juurisyy ja sen pohjalta miettiä eri kunnossapitomenetelmiä ja suodatinvaihtoehtoja. Työssä myös laskettiin arvio suodattimen hankinnasta ja asennuksesta koostuvista kustannuksista. Näitä kustannuksia verrattiin vielä urakoitsijalla teetetyistä pesuista koostuviin kustannuksiin.

Jäähdytysjärjestelmän perusongelmana oli vesiverhojen ja jäähdytysputkien likaantuminen. Ongelmia syntyi käytännössä koko kuumanauhaprosessin aikana, kun nauhan päältä irtoavaa hilsettä ja laitteiden hydrauliiikkaöljyä pääsi vesijärjestelmään eri prosessin vaiheissa. Vesijärjestelmän puutteellinen suodatus aiheutti ongelmia esimerkiksi selkeyttimille, jotka olivat alimitoitettuja järjestelmässä kiertävälle vesimäärälle. Vesijärjestelmän näytteiden mukaan kiintoainepitoisuudet olivat suuret nauhan jäähdytysvesialtaalle menevällä osuudella. Pääpaino työssä olikin saada puhdasta vettä nauhan jäähdytysvesialtaalle ja siitä eteenpäin aina vesiverhoille saakka.

Työssä tutkittiin hyviä suodatusvaihtoehtoja poistamaan kiintoainetta jäähdytysjärjestelmästä. Jo aikaisemmin Ruukilla ollut keskipakoerotin osoittautui hyväksi vaihtoehdoksi. Uutena vaihtoehtona esitettiin JET- itsepuhdistuva suodatin, joka on hyvä vaihtoehto suurille vesimassoille ja kiintoainemäärille.

Työssä selvitettiin myös, kuinka voitaisiin paremmin hyödyntää nykyiset resurssit. Valssin ja nauhan jäähdytysvesialtaiden välisellä putkella saataisiin enemmän puhdasta ja kylmempää vettä nauhan jäähdytysvesialtaaseen. Valssin jäähdytysvesialtaaseen tuleva vesi oli hiekkasuodatettua ja jäähdytettyä. Puhdas ja kylmä vesi oli hyödyksi kuumanauhan jäähdytyksessä.

---

Asiasanat: jäähdytys, suodatus, kuumanauha

## **ALKULAUSE**

Opinnäytetyö on tehty Ruukki Metals Oy:n toimeksiannosta Raahen nauhavalssauslinjalle. Työn valvojana toimi opettaja Pentti Huhtanen Oulun ammattikorkeakoulusta. Työn ohjaajana toimi nauhavalssaamon kunnossapidonpäällikkö Markku Kotajärvi.

Haluan myös kiittää kaikkia Ruukin työntekijöitä, jotka auttoivat työn tekemisessä.

Oulussa 4.4.2014

Tomi Kvick

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 RAUTARUUKKI OYJ	8
2.1 Ruukki Metals	8
2.2 Raahen yksikkö	9
2.3 Kuumanauhavalssaus	10
3 KUNNOSSAPITO	12
3.1 Kunnossapitolajit	12
3.1.1 Korjaava kunnossapito	13
3.1.2 Huolto	13
3.1.3 Ehkäisevä kunnossapito	14
3.1.4 Parantava kunnossapito	14
3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvitys	15
3.2 Nauhavalssaamon kunnossapito	15
3.3 Kunnanvalvonta	18
3.4 SPC-seuranta	19
4 NAUHAVALSSAUSLINJAN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	20
4.1 Jäähdytyksen tärkeys	21
4.2 Jäähdytysjärjestelmän ongelmat	21
5 SUODATUSJÄRJESTELMÄ	24
5.1 Painehiekkasuodattimen toiminta	24
5.1.1 Suodatusvaihe	24
5.1.2 Huuhteluvaihe	25
5.2 Lietteen käsittely	26
6 JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN	27
6.1 Kehityshankkeet tähän mennessä	27
6.1.1 Harsonic-ultraäänianturi	27
6.1.2 Vesiverhojen pesu	28
6.1.3 Hydac-vastahuuhtelusuodatin	29

6.2 Ratkaisuehdotukset	30
6.2.1 Keskipakoerotin	31
6.2.2 JET- itsepuhdistuva suodatin	34
6.2.3 Valssin ja nauhan jäähdytysvesialtaiden yhdysputki	38
6.2.4 Näytteenotto välille imuallas - selkeytin	39
6.2.5 Selkeyttimen laajennus	39
7 KUSTANNUKSET	41
8 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Filterit Oy tarjous	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Ruukki Metals Oy:n Raahen tehtaassa nauhavalssauslinjalle. Kuumanauhan jäähtymisen perusongelmana on ollut putkistojen, suuttimien ja vesiverhojen likaantuminen sekä tukkeutuminen. Likaantuminen on aiheuttanut ongelmia myös kunnonvalvonnalle ja prosessinohjaukselle, kun lika on vaikeuttanut virtausmittareiden toimintaa. Tavoitteena on ollut löytää likaantumisen juurisyy ja sen pohjalta miettiä uusia kunnossapitomenetelmiä ja jäähtymisjärjestelmän kehitysideoita (liite 1). Tehokas ja hallittu jäähtymis on ensiarvoisen tärkeää lopputuotteen laadun kannalta.

Nauhan jäähtymis haluttuun kelauslämpötilaan on prosessin tärkeimpiä vaiheita, jotta saadaan haluttua laatua. Teräksen ominaisuudet saadaan oikeilla lämpötiloilla sekä kelaus- että valssauslämpötilan perusteella. Myös teräksen jäähtymisnopeus vaikuttaa suoraan tuotteen ominaisuuksiin. Sekä suorasammutettuja että kuumavalssattuja tuotteita ajettaessa jokaiselle eri tuotteelle on tarkoin laskettu oma jäähtymisstrategia. Erikoisteräksiä ajetaan yhä vain enemmän, ja tästä syystä jäähtymisjärjestelmän toimivuus on erittäin tärkeää.

Suurena haasteena on ollut löytää toimivia kunnossapitomenetelmiä jäähtymisveden ja putkistojen puhtaana pidon kannalta. Työssä on keskitytty enemmän toimivan suodatusjärjestelmän hankintaan. Jäähtymisjärjestelmän suuret veden virtausmäärät ovat vaikeuttaneet suodatusvaihtoehtojen valintaa. Työssä on myös laskettu kustannukset suodatusjärjestelmän hankinnasta ja verrattu sitä tämän hetken jäähtymisjärjestelmän kunnossapidollisiin kustannuksiin.

## **2 RAUTARUUKKI OYJ**

Vuonna 1960 Rautaruukki perustettiin hyödyntämään kotimaisia malmivaroja. Rautaruukkia olivat perustamassa Suomen valtion ohella muun muassa Outokumpu, Valmet, Wärtsilä, Rauma-Repola sekä Fiskars. Alussa yritys työllisti ainoastaan kuusi ihmistä mutta jo vuosikymmenen lopulla työllisyys olisi noussut 1 700 henkeen. (1, s. 1.)

1980-luvulla Rautaruukki pyrki laajenemaan myyntiyhtiöiden perustamisella Länsi-Eurooppaan, missä myös tehtiin yritysostoja. Yritysostojen myötä henkilöstömäärä oli kasvanut miltei 10 000 henkeen 1980-luvun lopulla. (1, s. 1.)

1990-luvulla Rautaruukki investoi huomattavasti tuotannon jalostusasteen nostamiseen ja ryhtyi kehittämään omia tuotteita. Yhtiölle avautuivat myös Itä-Euroopan markkinat ja tämän vuoksi voimakas kansainvälistyminen oli aiheuttanut henkilöstön nousun jo 12 000:teen, joista Euroopan eri maissa lähes 5 000. (1, s. 1.)

Vuonna 2004 yhtiö otti käyttöön markkinointinimen Ruukki. Yhtiö alkoi keskittyä rakentamisen ja konepajateollisuuden ratkaisuihin. Erikoisterästuotteet olivat teräsliiketoiminnan tärkein tuote. (1, s. 1.)

Vuonna 2012 Ruukin konepajaliiketoiminnan yksiköitä yhdistettiin Komasin kanssa uudeksi Fortaco-nimiseksi yhtiöksi. Rakentamisliiketoiminta jaettiin 1.5.2013 kahteen liiketoiminta-alueeseen, Rakentamisen tuotteet ja Rakentamisen projektit. Teräsliiketoiminta eli Ruukki Metals keskittyi yhä selkeämmin erikoisteräksiin. (1, s. 1.)

### **2.1 Ruukki Metals**

Ruukin terästuotanto sekä niihin liittyvät esikäsittely-, logistiikka- ja varastointipalvelut painottuvat Ruukki Metalsin vastuualueelle (kuva 1). Teräsliiketoiminnan ydinajatuksena on liiketoiminnan kehitys, kustannustehokkuus ja markkina-aseman vahvistaminen Pohjoismaissa ja Baltiassa. (2, s. 1.)





*KUVA 1. Ruukki Metalsin tuotteet ja palvelut (3, s. 9)*

Kulutusta kestävien teräksien käyttökohteita esimerkiksi ovat kaivinkoneiden kauhat ja maansiirtokoneiden terät. Käyttökohteet vaativat teräkseltä pitkää käyttöikää ja näin myös pienempiä elinkaarikustannuksia. Erikoislujuja teräksiä käytetään siellä, missä tuotteelta vaaditaan keveyttä ja kestävyyttä. Käyttökohteita ovat esimerkiksi erilaiset ajoneuvot ja kuorma-autojen lavarakenteet. (2, s. 1.)

Ruukki Metalsin tavoitteena on kasvattaa erikoisterästuotteiden osuus terästuo-  
tannosta 60 prosenttiin lähivuosina. Ruukki Metalsin palveluksessa työskentelee noin 5 200 henkilöä. (2, s. 1.)

## 2.2 Raahen yksikkö

Ruukin Raahen tehtaalla tehtiin noin 2,3 miljoonaa tonnia terästä vuonna 2012. Tuotannon päätuotteina ovat kuumavalssatut teräslevyt ja -kelat (kuva 2). Raahen tehtaalla valmistetaan myös monenlaisia erikoisteräksiä, jotka voivat olla

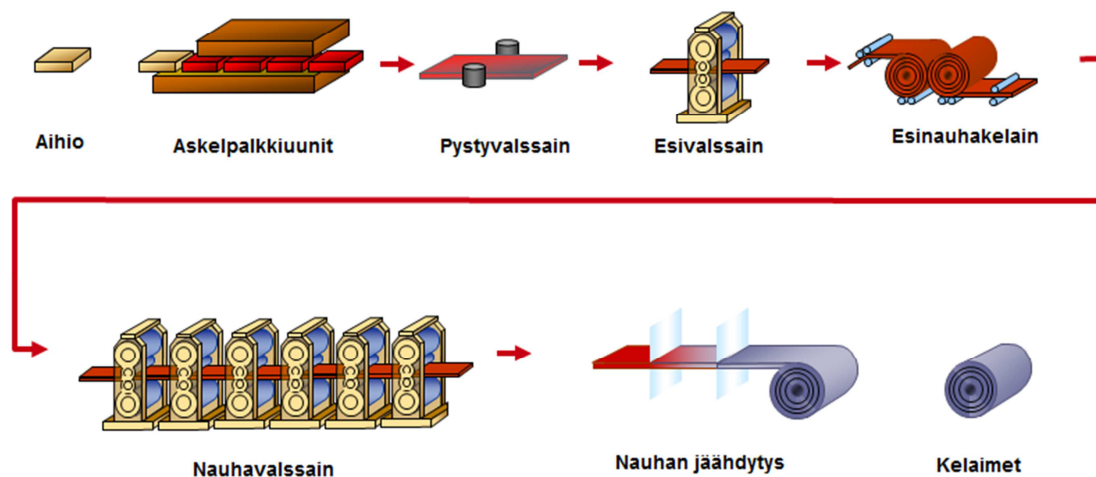
erikoislujia, erityisen hyvin kulutusta kestäviä, erikoispinnoitettuja tai erittäin vahvoja ja iskunkestäviä suojausteräksiä. Raahen yksikkö työllistää noin 2 400 henkilöä. (3, s. 20 - 26.)



*KUVA 2. Kuumanauhavalssaus (4)*

### **2.3 Kuumanauhavalssaus**

Kuumanauhaprosessi (kuva 3) alkaa askelpalkkiuuneista, joissa terässulatolta toimitetut aihiot lämmitetään. Heti uunista tultuaan aihion on noin 1 250 celsius-astetta, minkä jälkeen hilsepesuri pesee hilseen pois aihion pinnasta, ennen kuin se menee pysty- sekä esivalssille. Pystyvalssilla varmistetaan tuotteen oikea leveys. Esivalssilla aihio valssataan tuotteesta riippuen 5 tai 7 kertaa oikeaan paksuuteen, minkä jälkeen sen kelataan esinauhakelaimelle nauhan lämpötilan tasaamiseksi. Esinauhakelaimelta nauha menee hilsepesurin kautta päätypalaleikkurille, jossa leikkuri leikkaa nauhan kummatkin päädyt tasaisiksi. Valssituoleja on yhteensä kuusi kappaletta, jossa nauha valssataan 20 millimetristä 1,5 millimetriin saakka.



KUVA 3. Kuumanauhavalssauksen prosessikaavio (3, s. 31)

Valssien jälkeen on vuorossa jäähdytysjärjestelmä, joka sisältää 16 vyöhykettä. Jäähdytys tapahtuu nopeasti, jolloin vettä ohjataan tietokone säädöllä molemmille puolille nauhaa. Joka vyöhykkeellä on sekä ala- että yläpuolella suutintukit, joiden avulla nauha saadaan hallitusti jäähdytettyä. Jäähdytysvyöhykkeen yläpuolella on ylävesisäiliö 9 metrin korkeudessa. Säiliöstä vesi lasketaan hydrostaattisella paineella putkia pitkin ylä- ja alavesiverhoille. Tarvittava vesimäärä saadaan laskettua nauhan paksuuden, nopeuden, loppuvalssaus- ja kelauslämpötilan, veden lämpötilan sekä teräslaadun perusteella. Näiden tietojen avulla tietokone määrittelee oikeanlaisen jäähdytysstrategian halutulle teräslaadulle. Suorasammutetut tuotteet jäähdytetään noin 50 celsiusasteeseen saakka, mutta perustuotteet kelataan noin 600-celsiusasteisina tuurnalle.

Kelaimelta kela siirretään kuljettimia pitkin sitoma- ja merkkauksipaikalle. Suorasammutetut kelat sidotaan jo kelaimella sijaitsevalla sitomakoneella, ettei kela pääse aukeamaan siirron aikana. Sitomapaikalla suorasammutetut sidotaan vielä muutamalla teräsännällä, koska jännitykset ovat valtavat ja vaarana on kelan aukeaminen. Lopuksi kelat vielä merkataan maalimerkkauksrobotilla ja siirretään jäähtymään varastoon siirtoa varten.

### 3 KUNNOSSAPITO

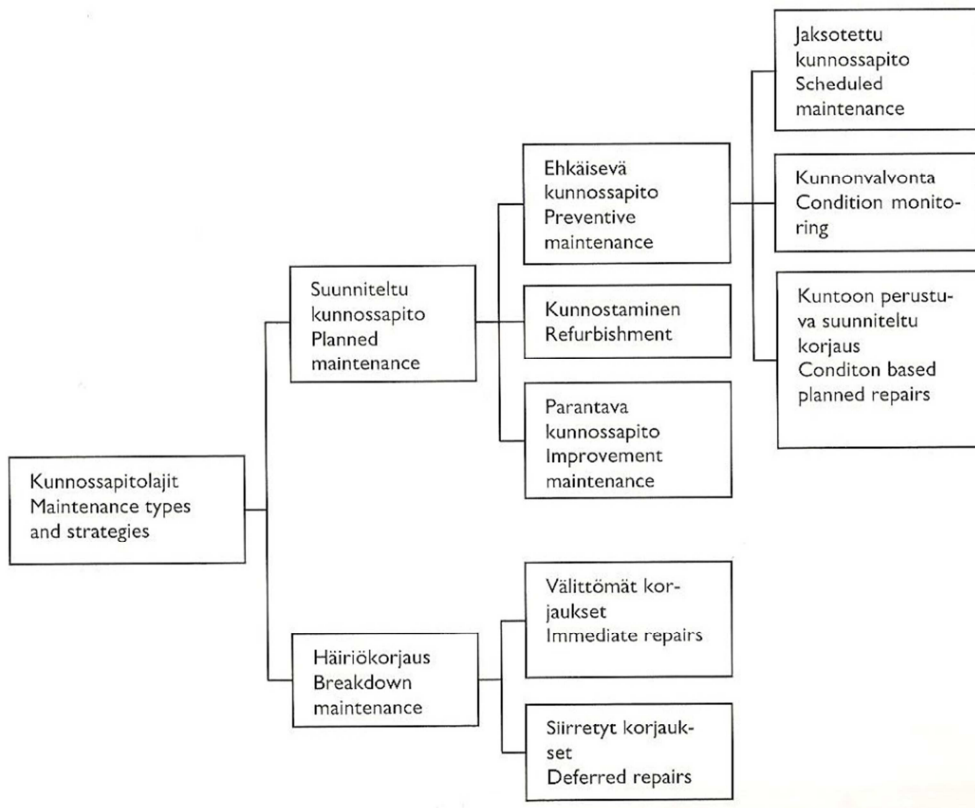
Kunnossapidon tavoitteena on huolehtia koneiden ja laitteiden kunnosta, jotta ne pysyvät käyttökunnossa ja tuotanto olisi turvallista ja laadukasta. Edelleenkin kunnossapito sisältää rikkoutuneiden komponenttien korjauksen, mutta tämä ei ole kunnossapidon päätavoite. Nykyään kunnossapitoa ei enää lasketa pelkästään ylimääräiseksi kustannukseksi vaan se on tärkeä osa tuotantoa, jonka avulla varmistetaan tuotannon kilpailukyky. Jotta kunnossapidollisiin tavoitteisiin päästään, tarvitaan eri kunnossapitolajeja:

- korjaava kunnossapito
- huolto
- ehkäisevä kunnossapito
- parantava kunnossapito
- vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. (5, s. 25; 6, s. 41.)

Kunnossapito määritellään myös eri standardeissa kuten, PSK 6201(5, s. 26):  
*"Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamisen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana".*

#### 3.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapidolla tarkoitetaan laitteen pitämistä toimintakuntoisena tai sen saattamista haluttuun toimintakuntoon. Kunnossapito sisältää useita päälajeja, joihin sisältyy taas erilaisia kunnossapitolajeja tai -tekniikoita. Kuvassa 4 kunnossapito on jaettu kahteen päälajiin, eli suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjaukseen. (5, s. 96.)



KUVA 4. Kunnossapitolajit PSK 750 (5, s. 96)

### 3.1.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa on tarkoituksena palauttaa laite tai komponentti käyttökuntoon joko häiriökorjauksena tai suunniteltuna kunnostuksena. Korjausaikoja voidaan hyödyntää laitteen tai komponentin elinajan ennustamisessa. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy seuraavanlaiset toimet:

- vian määrittäminen
- vian tunnistaminen
- vian paikallistaminen
- korjaus
- väliaikainen korjaus
- toimintakunnon palauttaminen. (6, s. 43 - 44.)

### 3.1.2 Huolto

Huollon avulla voidaan ehkäistä mahdollinen vian syntyminen tai estetään suuremman vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään nimensä mukaisesti

määrätyin väliajoin. Jaksotettuun huoltoon sisältyy muun muassa käytön suorittama kunnossapito, puhdistus, voitelu, kalibrointi ja toimintakyvyn palauttaminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon toimet ovat osittain samoja. (6, s. 44.)

### **3.1.3 Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevässä kunnossapidossa päämääränä on pitää laitteet ja koneet toimintakykyisinä seuraamalla suorituskykyä ja parametreja. Tulosten perusteella pysytään suunnittelemaan paremmin tulevat kunnossapidolliset työt. Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään vähentämään kohteen rikkoontumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevä kunnossapito voi olla joko säännöllistä tai sitä tehdään vaadittaessa. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu muun muassa tarkastaminen, testaaminen, käynninvalvonta, vikaantumistietojen analysointi ja määräystenmukaisuuden toteaminen. (6, s. 44 - 45.)

Kunnonvalvonta voidaan suorittaa käynnin aikana tai erikseen seisakissa. Kunnonvalvonnan avulla määritetään laitteen tämän hetkinen kunto ja arvioidaan tulevien kunnossapidollisten toimien tarve. Kunnonvalvonta tapahtuu erilaisia mittalaitteita tai pelkästään henkilön aisteja apuna käyttäen. (6, s. 44 - 45.)

### **3.1.4 Parantava kunnossapito**

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohteen suorituskykyä ei pyritä parantamaan, vaan rakennetta muutetaan vaihtamalla osia tai komponentteja uudempiin. (6, s. 45.)

Toisessa pääryhmässä ei myöskään suoranaisesti pyritä suorituskyvyn parantamiseen, vaan keskitytään parantamaan koneen toimintaa luotettavammaksi esimerkiksi uudelleensuunnittelulla ja korjauksilla. (6, s. 45.)

Kolmannessa pääryhmässä pyritään modernisoimalla saamaan vanhasta koneesta enemmän suorituskykyä. Tilanne tulee esille vanhojen koneiden kanssa mitkä ei enää pysty kilpailukykyiseen valmistukseen, niin on järkevämpi modernisoida vanha kuin sijoittaa uusi. (6, s. 45.)

### **3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvitys**

Vioissa ja vikaantumisessa pyritään selvittämään vikaantumisprosessi sekä vikaantumisen perussy. Näiden tulosten avulla pyritään estämään vikaa uusiutumasta. Tulosten analysointi vaatii erikoisosaamista, eikä sen takia kannata jokaista rikkoontumistapausta tutkia. Menetelminä käytetään

- vika-analyysia
- vikaantumisen selvittämistä
- mallintamista
- perussyyn selvittämistä
- materiaalianalyseja
- suunnittelun analyseja
- vikaantumispotentiaalin kartoituksia. (6, s. 45 - 46.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei mielletä kunnossapitoon kuuluvaksi, eikä sen takia sitä ole käsitelty kunnossapidon standardeissa. Kansainvälisissä kunnossapitokonferensseissa asiantuntijat ovat kuitenkin sitä mieltä, että vika-historia ja analyysit ovat tärkeä osa kunnossapitoa. (6, s. 45 - 46.)

### **3.2 Nauhavalssaamon kunnossapito**

Nauhavalssaamon kunnossapito koostuu suunnitellusta kunnossapidosta ja häiriökorjauksesta. Nauhavalssaamolla on omat ennakkohuollon kunnossapitoryhmät, joille on määritetty omat vastuualueet. Häiriökorjauksesta vastaavat vuorohuoltomiehet, jotka tekevät samaa vuoroa kuin tuotannontyöntekijät, jotta pitkiltä häiriöiltä vältyttäisiin. Pitkien häiriöiden sattuessa voidaan lainata työntekijöitä ennakkohuollon puolelta tai koko tehtaan alueella toimivasta kenttäryhmästä.

Arttu-järjestelmä on Ruukin tietojärjestelmän keskus, jossa on muun muassa kaikki jaksotetut ennakkohuollot ja vikatyöt. Jokaiseen työhön voi määrittää kuormitusryhmän ja jokaisella kunnossapidon työntekijällä on oma ryhmänsä. Näin tämän järjestelmän avulla työnjohtaja saa hoidettua järjestelmällisesti kaikki huoltotyöt tehtäviksi.

Arttu-järjestelmässä on myös laitehistoria, jossa näkyvät suoritettut huollot ja tieto, mitä osia laitteeseen tai koneeseen on vaihdettu. Nämä tiedot auttavat huoltojen suunnittelussa ja myös siinä, jos jokin laite tarvitsee erityistä kehittämistä luotettavuuden parantamiseksi.

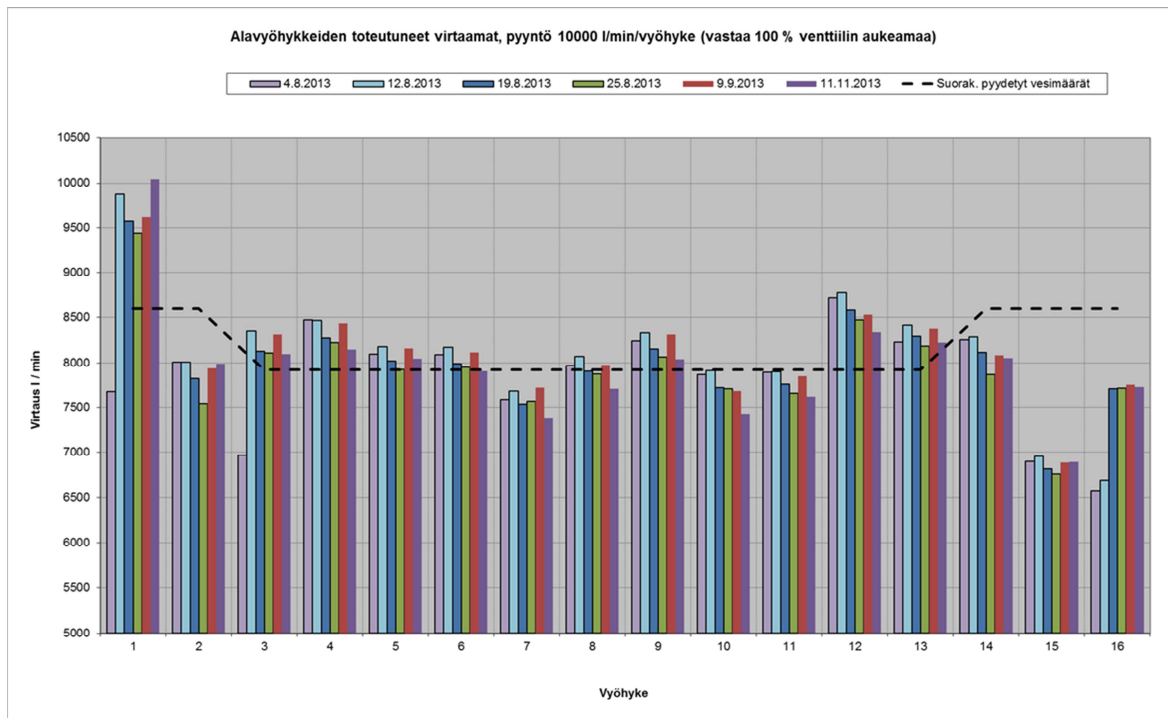
Nauhavalssaamalla pidetään noin kerran viikossa 8 tunnin mittainen huoltopäivä eli seisakki, jolla pyritään varmistamaan häiriötön toiminta. Seisakkipäivät vaativat töiden tarkoin suunnittelua ja kunnossapidon ripeää toimintaa, jotta työt saadaan hoidettua annetun 8 tunnin aika. Suunnittelemattomat viivästykset maksavat tuhansia euroja tunnilta, koska askelpalkkiuunien lämmön ylläpito tapahtuu koksi- ja nestekaasulla. Kerran tai kaksi vuodessa suoritetaan myös iso huolto, jolloin huolletaan sellaiset laitteet ja koneet, joita ei pystytä huoltamaan 8 tunnin aikana. Nämä työt yleensä vaativat myös ulkopuolista työvoimaa.

Jäähdytysjärjestelmän kunnossapidosta huolehditaan viikoittain ennakkohuolloilla, jolloin pestään ylä- ja alaverhoja sekä suuttimia. Putkistosta irtoava ja vedestä tuleva lika tukkivat suuttimia ja vesiverhoja. Seisakkipäivänä voidaan tarvittaessa vaihtaa tukkeutuneet suuttimet ja vesiverhot.

Selkeyttimien toiminnasta huolehditaan pesemällä ne. Ne pestään yleensä pari kertaa vuodessa mutta tarvittaessa selkeyttimen pesu voidaan tehdä myös käynnin aikana. Silloin ajetaan pelkästään yhden selkeyttimen voimin, kun toista pestään.

Prosessin kehitysryhmä käy seisakeissa säännöllisin väliajoin tarkastamassa jäähdytysveden virtausnopeuden. Tämän avulla pystytään myös tarkkailemaan putkistojen kuntoa, kun nähdään poikkeama virtauksen ohjearvosta. Kuvasta 5 nähdään, kuinka vyöhykkeet 15 ja 16 jäävät annetusta arvosta. Syynä voi olla esimerkiksi rikkoutunut virtausmittari tai tukos suuttimissa, mutta vika täytyy selvittää ja korjata.





KUVA 5. Alavyöhykkeiden virtausarvot (7)

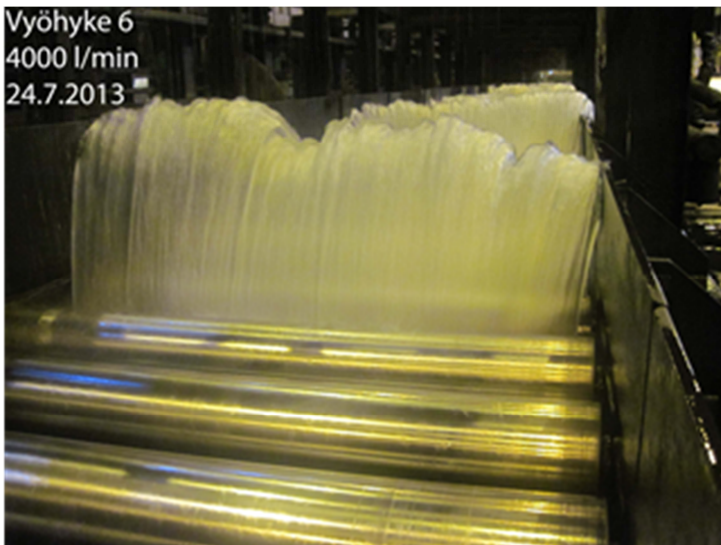
Pelkästään silmämääräisesti tarkkailu on tärkeää, että nähdään, kuinka tasainen vesiverho on. Veden virtaus mitataan kymmeniä metrejä ennen, kuin vesi saavuttaa vesiverhot ja suuttimet. Tästä syystä virtausmittarin lukemasta ei huomata sitä, jos suuttimet ovat tukkeutuneet. Vesiverhon muoto on tärkeä, että nauha tulee jäähdytettyä tasaisesti joka puolelta. Epätasainen jäähdytys aiheuttaa laadullisia ongelmia lopputuotteeseen.

Kuvassa 6 näkyy oikean muotoinen vesiverho, jossa virtaushaittoja eikä tukoksia ole. Vesiverhojen kuvauksissa käytetään huomattavasti pienempää virtaus-  
ta, noin 4 000 l/min, kuin mitä kapasiteettiä olisi käytettävissä, koska jo pienellä virtauksella nähdään vesiverhon muoto.



*KUVA 6. Hyvä alavesiverho (7)*

Kuvassa 7 näkyy selvästi, kuinka virtaus on heikompaa keskellä vesiverhoa, jolloin jäädytys ei ole tasainen koko nauhan leveydellä. Tästä seuraa todennäköisesti hylky, jos usealla vyöhykkeellä on samanlainen ongelma. Kela menee ongelmitta läpi prosessin, mutta jää kiinni laatuvirheestä laboratorion testeissä.



*KUVA 7. Huono alavesiverho (7)*

### **3.3 Kunnonvalvonta**

Kunnonvalvonta suoritetaan nauhavalssaamalla siihen tehtävään tarkoitettuun ryhmän voimin. Kunnonvalvonta mittaa muun muassa värähdyksiä moottorin kytkimiltä, akseleilta ja vetorullilta. Kunnonvalvontaa suoritetaan myös jäähdy-

tysjärjestelmälle, missä seurataan jäähdytysvyöhykkeen veden virtauksia. SPC-seurannan avulla järjestelmä hälyttää automaattisesti mahdollisista virtauksien heikkenemisistä. SPC:lle asetetaan kullekin tuotteelle tietyt rajat, millä välillä jäähdytysveden virtaus saa vaihdella. SPC:n avulla voidaan saada selville venttiiliviat järjestelmässä, kun asetetaan järjestelmän pyynti nolnaan ja katsotaan, paljonko ohivirtausta tulee. Jos virtausta syntyy, tarkoittaa se sulkuventtiilin rikkoutumista tai jumiutumista.

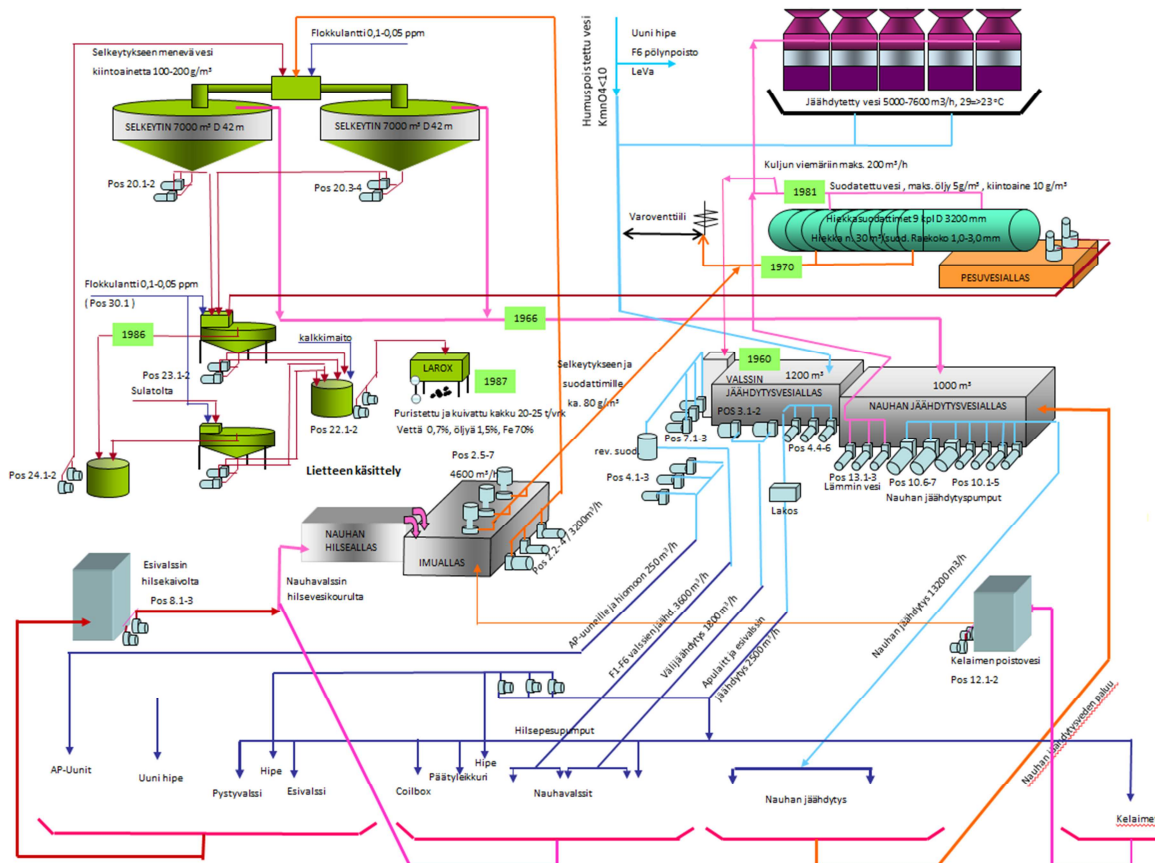
### **3.4 SPC-seuranta**

SPC on lyhenny sanoista Statistical Process Control ja tarkoittaa suomeksi tilastollinen prosessin ohjaus. SPC:n perusajatuksena on seurata systemaattisesti prosessin kehitystä ja vähentää sen vaihtelua. SPC:n luoja Walter A. Shewhart loi universaalien teorian, joka selittää vaihtelun kaikissa palvelu- ja teollisuusprosesseissa. Vaihtelu jakaantuu satunnaissyvaihteluun ja erityisyyvaihteluun. Käsitteellä kohina eli noise tarkoitetaan satunnaissyvaihtelua ja käsitteellä signaali, erityisyyvaihtelua. Lisäksi Shewhart loi säännöt, kuinka vaihtelu jaetaan näihin kahteen käsitteeseen. Tämä tapahtuu ohjauskorttien avulla. (8; 9.)

SPC-työkalua pidetään laadun kehittämisen keskeisenä työkaluna. SPC sisältää kaksi päätehtävää, johon sitä käytetään laadun ohjauksessa. SPC kertoo, milloin prosessia pitää säätää tai korjata, jotta se säilyttää ennustettavuutensa. Sen avulla voidaan myös analysoida ja parantaa prosessia. Ohjauskorttien avulla tunnistetaan vaihtelun lajit prosessista. Näin prosessissa tapahtuvat muutokset havaitaan nopeasti ja korjaustoimenpiteisiin voidaan ryhtyä heti. Ohjauskorttien ansiosta prosessille saadaan yhtenäiset laatumittarit ja näin myös opitaan tuntemaan oma tuotantoprosessi entistä paremmin. (8; 9.)

## 4 NAUHAVALSSSAUSLINJAN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

Nauhavalssauslinjan jäähdytysjärjestelmä jaetaan kahteen erilliseen järjestelmään, suora jäähdytys sekä epäsuora jäähdytys. Suora jäähdytys jäähdyttää tuotteet ja laitteet ja epäsuora jäähdyttää muun muassa askelpalkkiuunien palkit (kuva 8).



KUVA 8. Nauhan vesijärjestelmä (7)

Suoran jäähdytyksen vesi jäädyttää nauhavalssauslinjan tuotteet sekä laitteet, ja lämmennyt vesi palaa vesikourua pitkin nauhan hilsekaivoon. Hilsekaivosta vesi pumpataan puhdistus- ja jäähdytyskiertoon. Osa vedestä pumpataan selkeyttimien kautta nauhan jäähdytysvesialtaaseen. Sieltä vastaavasti pumpataan sama määrä lämmintä vettä jäähdytystorneille. Toinen osa suoran jäähdytyksen vesimäärästä pumpataan hiekkasuodattimien kautta jäähdytystorneille. Kun vesi on jäähdytetty torneilla, vesi palautuu valssien jäähdytysvesialtaaseen. (10, s. 1.)

Epäsuora jäähdytys jäädyttää sähkö-, voitelu- ja hydraulikkalaitteet sekä askelpalkkiuunien palkit. Epäsuora jäähdytys tapahtuu lämmönvaihtimilla ja jäähdystorneilla. Ensiöpuolella kiertävä vesi lämpenee sähkö-, voitelu- ja hydraulikkalaitteiden lämmönvaihtimissa ja askelpalkkiuunien laitteilla. Lämmönvaihtimissa jäähdytetään lämmennyt vesi ja pumpataan takaisin laitteiden jäähdytykseen. Ensiöpuolen vedet jäähdytetään lämmönvaihtimien toisiopuolella kiertävän jäähdystornien vesikierron avulla. Ensiöpuolen vesijärjestelmä on niin sanotusti suljettu kierto, jolloin ehkäistään järjestelmässä olevien lämmönvaihtimien likaantuminen sekä vähennetään korroosiovaurioita putkistoissa ja laitteissa. (10, s. 1.)

#### **4.1 Jäähdytyksen tärkeys**

Raahen tehtaalla voidaan valmistaa erikoislujia Optim-teräksiä sekä hyvin kulu- tusta kestäviä Raex-teräksiä suorasammuttamalla. Suorasammutuksen ajatuk- sena on jäädyttää 900-celsiusasteinen nauha noin 50 celsiusasteeseen heti valssauksen jälkeen. Jäähdytys tapahtuu vedellä, joka tulee nauhan jäähdytys- järjestelmästä. Nopean jäähdytyksen avulla teräkselle saadaan bainiittinen ja/tai martensiittinen mikrorakenne, jotka ovat kovia ja lujia rakenteita. Suorasammu- tusjärjestelmää voidaan pitää myös energiatehokkaana erikoislujien terästen valmistuksessa, koska kuumavalssauksen jälkeinen kuumennusvaihe jää koko- naan pois. (11.)

#### **4.2 Jäähdytysjärjestelmän ongelmat**

Jäähdytysjärjestelmän ongelmat tulevat valssi alueelta asti, missä hydraulikka- vuodot pääsevät jäähdytysvesi kiertoon. Hilsepesureilta tuleva hilse ja valsseilta tuleva hydraulikkaöljy muodostavat likaa, joka tarttuu putken seinämiin ja näin vaikeuttaa putkistojen virtauksia (kuva 9). Vaikka prosessista tuleva jäähdytys- vesi, jossa öljyä ja hilsettä, osittain suodatetaan, silti putkistoon kertyy likaa vuosien aikana. Tämä samainen lika tukkeuttaa suuttimia vesiverhoilla ja pitkän ajan kuluessa kokonaisia vesiverhoja. Lika vaikeuttaa myös putkistoissa olevien virtausmittareiden toimintaa, kun virtausmittari muodostaa magneettikentän vir- tausmittarin putken sisälle. Putken kummallakin puolella on magneetit, jotka

muodostavat magneettikentän, ja sisällä oleva lika haittaa kenttää ja aiheuttaa virheellistä lukemaa.

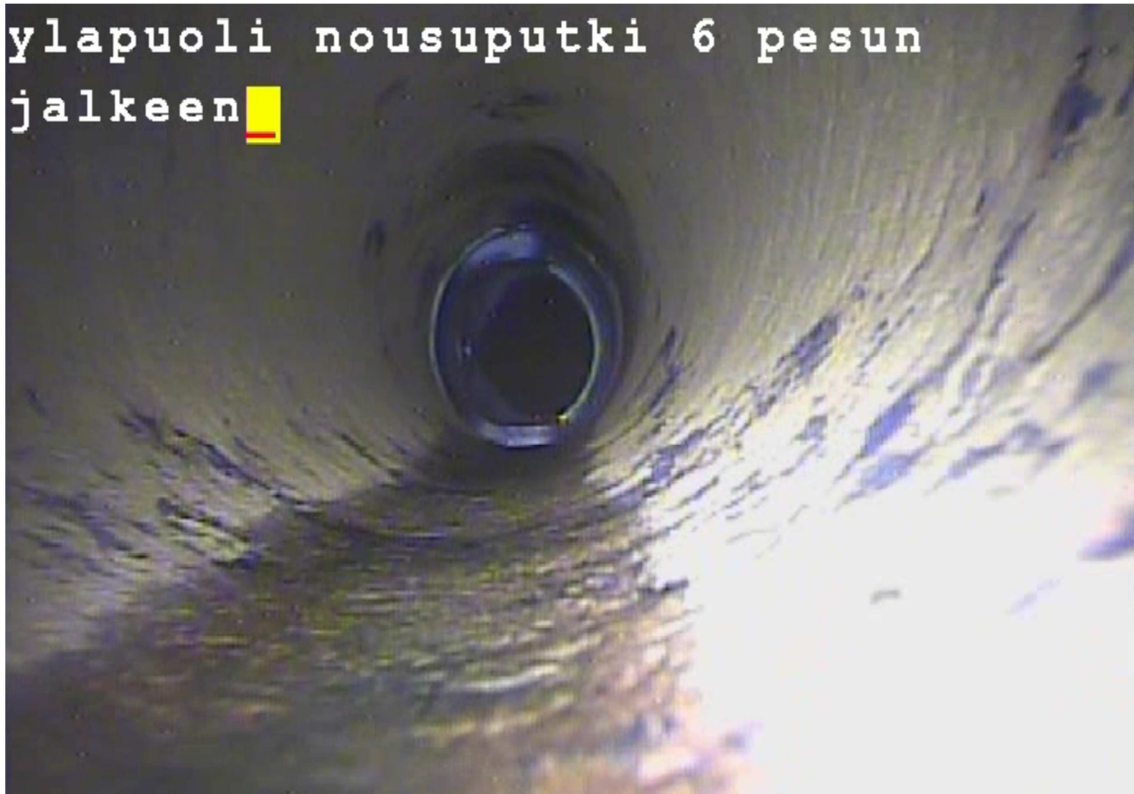


*KUVA 9. Ennen jäähdytysputken pesua (7)*

Nauhan jäähdytysjärjestelmän voisi ajatella toimivan osittain suljettuna omana järjestelmänään, koska siellä kiertävä vesi ei lähde kiertämään muuhun prosessiin. Jäähdytysvettä tulee lisää nauhan jäähdytysvesialtaalle selkeyttimien ylivuotona. Ylivuotovesi ei ole suodatettua mutta on selkeytettyä. Selkeyttimet on mitoitettu huomattavasti pienemmille virtauksille, ja tämän vuoksi selkeyttimet eivät toimi täydellisesti. Selkeyttimen tarkoituksena on, että raskaat kiintoaineet valuvat selkeyttimen pohjalle, mutta nousseiden virtausarvojen vuoksi selkeyttimessä olevat kiintoaineet eivät ehdi kunnolla valua pohjalle. Tämän takia ylivuotovesi voi olla likaista ja aiheuttaa ongelmia jäähdytysvyöhykkeellä.

Viikoittain pyritään tekemään pesuja vesiverhoille ja suuttimille. Kerran vuodessa tehdään suurempi pesu, missä putket avataan ja pestään suurella paineella. Kesällä 2013 putket pestiin aluksi 1 000 baarin paineella, mutta vanhat putket eivät sitä kestäneet. Paine jouduttiin pudottamaan 640 baariin ja lopputulos oli osittain hyvä, kun putkistot saatiin puhtaaksi (kuva 10). Pesun jälkeen huomattiin, että lika oli poissa mutta osa putkiston seinämästä oli myös. Ongelma huo-

mattiin, kun aloitettiin jäähdytysvesien pumppaus ylävesisäiliöön ja jäähdytyksen testaus vesiverhoilla, että putkiston seinämän vahvuus ei ollut joka kohdassa riittävä hydrostaattiselle paineelle ja vesivirralle. Putkistot saatiin puhtaaksi, mutta paikattavaa oli paljon. Samalla huomattiin putkiston olevan niin vanha, ettei se kestä enää kauaa eli uudet putket tarvitaan pian.



*KUVA 10. Jäähdytysputki pesun jälkeen (7)*

Yksi ongelma on myös se, ettei riitä vain toimiva suodatus nauhan jäähdytyksessä, missä hilsettä, öljyä tai mitään muutaakaan ei olisi jäähdytysvedessä. Koko vesijärjestelmän tulisi toimia kokonaisuutena, missä jokainen prosessin osa-alue olisi suodatettua ja puhdasta vettä. Jos jokin osa-alue ei ole puhdasta, se todennäköisesti sotkee myös muun prosessissa kiertävän veden.

## **5 SUODATUSJÄRJESTELMÄ**

Nauhavalssaamon suodatinlaitteisto koostuu yhdeksästä rinnakkain toimivasta painehiekkasuodattimesta. Jokainen suodatin toimii jaksoittain suodatus- ja huuhteluvaiheessa, ja vain yksi suodatin on kerrallaan huuhteluvaiheessa. Näin suodatus tapahtuu jatkuvasti ja aina voidaan suodattaa vettä mitoitusteholla. Suodatuksessa tarvittavat pumppu- ja venttiiliohjaukset tapahtuvat automaattilla. Suodattimen likaantumisasaste eli suodatusvastus ja suodatukseen tuleva vesimäärä määrittelee suodattimen huuhtelutarpeen. Suodattimet suodattavat maksimissaan 4 500 m<sup>3</sup>/h ja minimissään 2 400 m<sup>3</sup>/h vesimäärän. (12.)

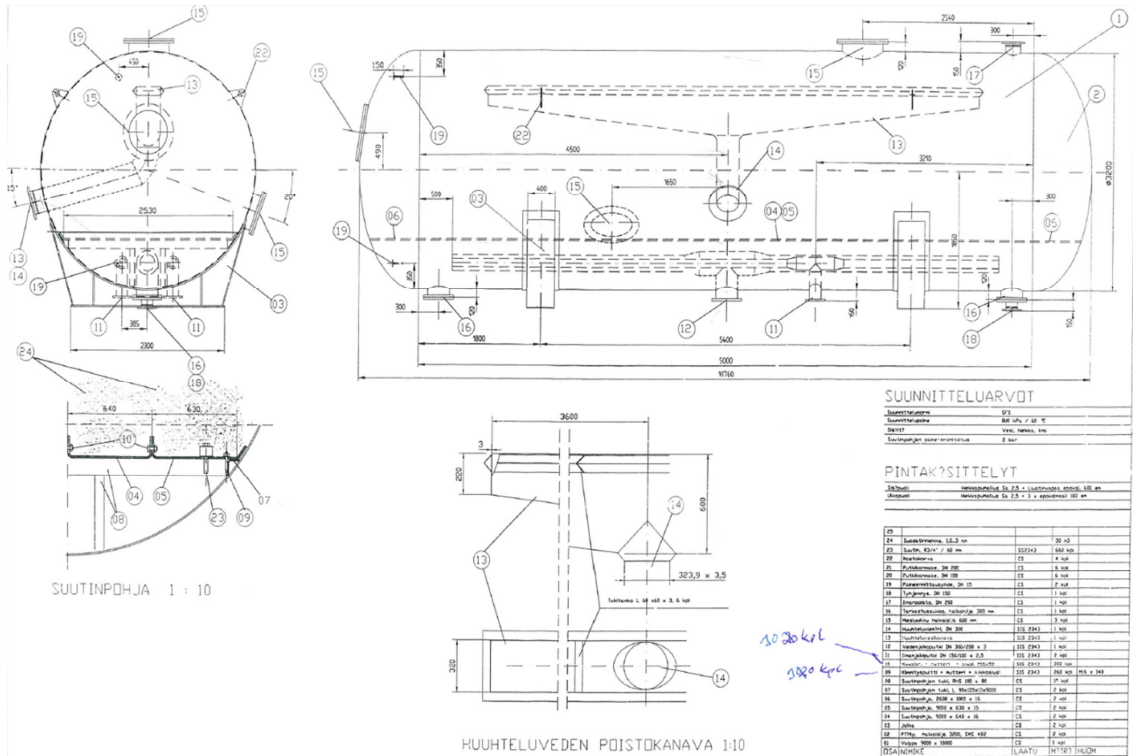
### **5.1 Painehiekkasuodattimen toiminta**

Painehiekkasuodattimen toiminta koostuu kahdesta vaiheesta, suodatus- ja huuhteluvaihe. Jotta painehiekkasuodatin saadaan toimimaan jatkuvasti, tarvitaan vähintään kaksi suodatinta. Tämä siksi, että suodatus- ja huuhteluvaiheet vuorottelevat ja vain yksin suodatin on kerrallaan huuhteluvaiheessa. Suodatusvaihe kestää keskimäärin 12 - 20 h, kiintoainemäärän mukaan. (12.)

#### **5.1.1 Suodatusvaihe**

Suodattimen (kuva 11) yläosaan pumpataan suodatusta tarvitseva vesi, mistä se jaetaan koko suodattimen pituudelle huuhteluveden poistokanavan kautta. Poistokanavasta vesi virtaa alakammioon lävistäen suodatinhiekkakerroksen ja myös sen alla olevan suutinpohjan. Alakammioista suodatettu vesi menee koojaputken ja yhteen numero 12 kautta jäähdytystorneille. (12.)





KUVA 11. Hiekkasuodatin (13)

5.1.2 Huuhteluvaihe

Alkuun suljetaan tulo- ja lähtöventtiilit sekä aukaistaan huuhteluviemäri-venttiili. Seuraavaksi suodatinhiekkakerroksen alle johdetaan pieni vesivirta suodatettua vettä. Tämän jälkeen avataan huuhteluilma-venttiili ja käynnistetään huuhteluilma-kompressori. Tämä aiheuttaa suutinpohjan alle matalapaineisen ilmavirran, joka virtaa ylöspäin läpi hiekkakerroksen ja samalla sekoittaa hiekkakerrosta. Kiintoaine irtoaa, kun hiekanjyvät hankautuvat toisiinsa. Suodattimeen johdettu pieni vesivirta kuljettaa irronneet kiintoaineet mukanaan huuhteluvien poistokanavaan ja sieltä yhteen numero 14 kautta pois suodattimesta. Tämä vaihe kestää noin 6 - 8 minuuttia. (12.)

Huuhteluvaiheen lopuksi tehdään niin sanottu loppuhuuhtelu, jossa suurta vesimäärää käyttäen huuhdellaan hiekkakerroksesta irronneet kiintoaineet pois suodattimen yläosasta. Tämä kestää noin 4 minuuttia. Lopuksi suljetaan huuhteluviemäri-venttiili, huuhteluilman poistoventtiili, huuhteluvien ja ilman tuloventtiilit sekä aukaistaan suodatettavan veden tuloventtiili ja suodosvesiventtiili, jotta uusi suodatusvaihe voi alkaa. (12.)

## **5.2 Lietteen käsittely**

Selkeyttimillä raskaampi vesi eli kiintoaine laskeutuu pohjalle, josta se pumpataan yhdessä suodattimen pesuveden kanssa lietteen sakeuttimelle. Sakeutin sakeuttaa veden kiintoaineet lietteeksi. Lietteestä poistetaan vesi pumppaamalla se puristimeen. Kuivattu kiintoaine menee uudelleen käyttöön sintrausprosessiin. (10, s. 1.)

## 6 JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Jäähdytysjärjestelmän kehittäminen on tärkeä työ, jotta ylimääräisiltä kustannuksilta ja ongelmilta vältyttäisiin ja saataisiin tehtyä huippulaatuista terästä. Siksi tämän asian ratkaisemista on mietitty usealta näkökulmalta. Kehittämiseen ei yksin riitä vain todella hyvän suodatusjärjestelmän hankkiminen vaan järjestelmän likaantuminen tulisi estää kokonaan. Likaantumisen juurisyynä vaikuttaisi olevan hilseen ja hydraulikkaöljyn pääsy prosessiveteen, mistä muodostuu ongelmallista likaa, jota nykyisin huonolla menestyksellä suodatetaan.

Valssialueella on paljon hydraulikalla toimivia laitteita ja koneita, joista rikkoutuksessaan tulee öljyvuotoja, eikä niitä voida täysin estää tapahtumasta. Myöskään prosessia ei voida tehdä ilman suuria toimenpiteitä sellaiseksi, ettei hilsettä pääsisi prosessiveteen. Siksi työssä on keskitytty eri ratkaisuihin, jotta edellä mainitut ongelmat saadaan poistettua veden seasta.

### 6.1 Kehityshankkeet tähän mennessä

Vuosien aikana on ollut monenlaisia ajatuksia, kuinka vesijärjestelmästä saataisiin aiempaa parempi. Samalla kun uusia ratkaisuja mietitään, tulee uusia ongelmia, jotka ovat kiireellisempiä selvittää. Harsonic-ultraäänianturi oli kokeilun arvoinen, koska yrityksellä oli aikaisempaa kokemusta vastaavanlaisista järjestelmistä. Vesiverhojen pesua on tehty jo vuosia ja hyödylliseksi havaittuna sitä on jatkettu. Erilaisia kemikaaleja on laitettu veteen hajottamaan partikkeleita, mutta ne eivät ole toimineet toivotulla tavalla. Mitä tahansa kemikaaleja ei voi käyttää, koska kemikaali voi vaikuttaa heikentävästi tuotteen jäähdytystehoon ja sitä kautta myös tuotteen laatua.

#### 6.1.1 Harsonic-ultraäänianturi

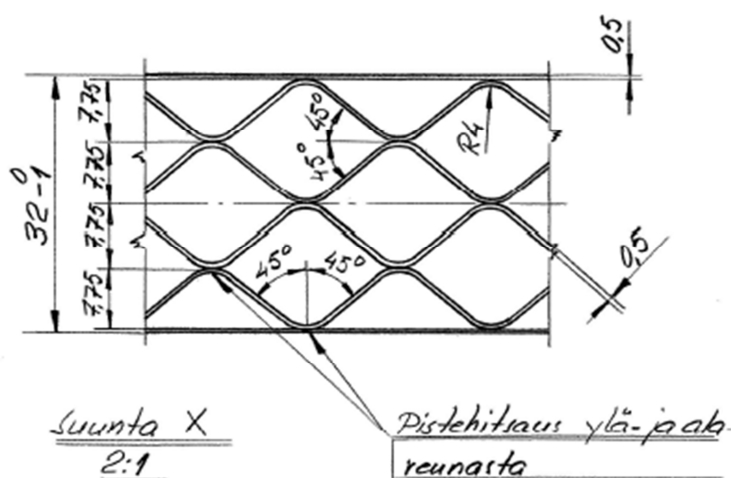
Harsonicin valmistama ultraäänianturi oli vuoden 2013 kokeilu, jolla pyrittiin saamaan putkistot pysymään puhtaampina. Ultraäänianturit asennettiin kesällä 2013 heti vuosihuollon jälkeen, kun putkistot olivat puhtaat ja pestyt. Jäähdytysvyöhyke 2 eli niin sanottu u-putkialue toimi koevyöhykkeenä. Anturit asennettiin ylä- ja alavyöhykkeiden jakotukeille ja niiden annettiin olla muutama kuukausi

toiminnassa. Tulokset tarkastettiin siten, että jakotukit avattiin ja tarkasteltiin silmämääräisesti, oliko putkistoihin kertynyt yhtään vähemmän likaa kuin viereiseen jakotukkiin. Tulokset olivat huonot, ja ultraäänianturit otettiin pois käytöstä.

Harsonic-ultraääniantureita on alun perin käytetty vesialtaissa esiintyviin bakteeristöihin, mistä anturit ovat laajenneet erilaisiin puhtaanapidollisiin teollisiin toteutuksiin. Peruseriaatteena on ultraäänien kyky tuhota yksisoluisen bakteeri eli limakerros, johon erilaiset bakteerit ja kasvustot kiinnittyvät ja saavat siitä ravintoa. Lisäksi estää mineraalikertymien muodostuminen säiliöihin ja putkistoihin. (14.)

### 6.1.2 Vesiverhojen pesu

Vuoden 2014 alusta jäähdytysjärjestelmään kehiteltiin uusia pesutapoja, joilla saataisiin tukkeutuneet vesiverhot pestyä entistä paremmin. Urakoitsija hankki kyseistä työtä varten uuden painepesurin pesupään. Painepesurin pesupää pyörii veden virratessa siitä läpi 200 baarin paineella. Tällä päästään paremmin pesemään vesiverhojen kennostot vyöhykkeillä 3 - 13. Jokaisessa huoltoseisakissa vesiverhoja käydään pesemässä urakoitsijan toimesta. Ennen uutta pesupäätä kaikkia ylävesiverhoja ei ole voitu pestä kunnolla, koska vesiverhojen kennosto on sen mallinen (kuva 12), ettei pesupää mahdu sinne kunnolla. Vesiverhojen pesua tullaan jatkamaan, koska tämä on hyväksi havaittu keino pitää vesiverhot puhtaana.

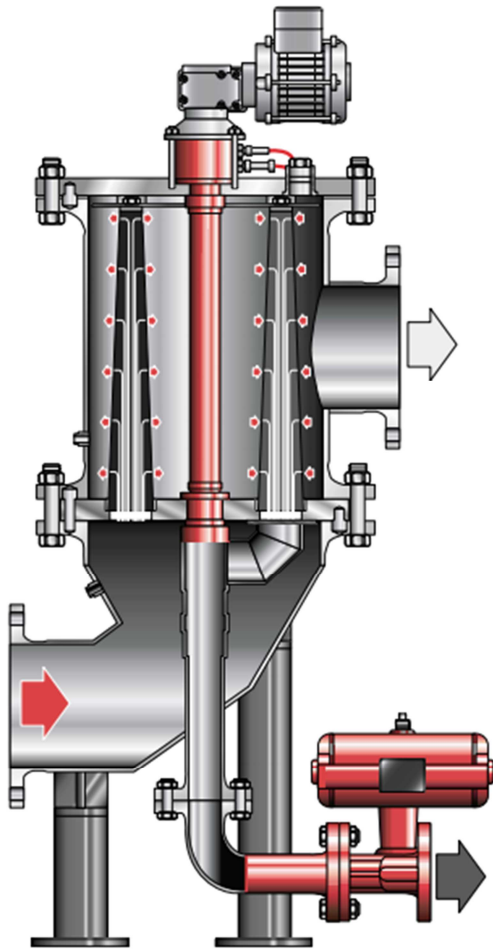


KUVA 12. Ylävesiverhon ohjauskenno (15)

### 6.1.3 Hydac-vastahuuhtelusuodatin

RF3-vastahuuhtelusuodatin on automaattinen itsepuhdistuva suodatin. Suodattinta käytetään kiinteiden aineiden erottamiseen matalan viskositeetin nesteissä. Suodattimen suodatusprosessi on jatkuvaa, koska vastahuuhtelun aikana huuhdellaan vain suodatinpatruuna kerrallaan. Suodattimen etuja ovat sen täysi automaattisuus ja se, ettei normaalioloissa tarvitse vaihtaa suodatinpatruunoita. (16, s. 1 - 2.)

Suodatettava neste virtaa suodatinpatruunoiden läpi sisäpuolelta ulkopuolelle. Epäpuhtaudet kerääntyvät suodatinpatruunoiden sisälle. Epäpuhtauksien kasvaessa suodatinpatruunassa nousee sisä- ja ulkopuolen välinen paine-ero, jolloin esiasetetun arvon ylittyessä alkaa automaattisesti vastahuuhtelu. Vastahuuhtelun alkaessa suodattimen päällä oleva sähkömoottori siirtää suodattimen sisällä olevan huuhtelutarren suodatettavan patruunan alle (kuva 13). Näin patruunaan ei pääse likaista nestettä. Suodattimen alaosassa olevan vastahuuhteluventtiilin avautuessa paine-ero kasvaa suodattimessa ja pieni määrä suodatettua nestettä virtaa takaisin suodatinpatruunan sisälle, ja näin irrottaa epäpuhtaudet seinämästä. Epäpuhtaudet virtaavat huuhtelutarren kautta vastahuuhtelulinjaan. (16, s. 1 - 2.)



KUVA 13. Automaattinen itsepuhdistuva RF3-vastahuuhtelusuodatin (17)

## 6.2 Ratkaisuehdotukset

Suodatinratkaisuissa on keskitytty vesijärjestelmän loppupäähän eli välille selkeytin - jäähdytysvyöhyke ja vielä tarkemmin välille nauhan jäähdytysvesiallas - ylävesisäiliö, koska tällä välillä ei ole minkäänlaista suodatusta. Selkeyttimiä ennen olevat kiintoaineen määrät ovat niin suuria, että niiden suodatuksesta tulevat epäpuhtaudet vaatisivat erillisen käsittelylaitoksen, ja se tarkoittaisi suuria investointeja, eikä se ole tässä työssä tarkoituksena. Siksi pyritään hyödyntämään nykyiset resurssit paremmin ja pyritään sijoittamaan suodatin siten, ettei suuria investointeja synny.

Prosessivesien suuret virtausmäärät ovat vaikeuttaneet suodatusvaihtoehtojen suunnittelua. Ensimmäinen vaihtoehto oli magneettisuodatin, mutta sen käyttäminen on suorastaan mahdotonta, koska virtaus on niin suuri, ettei magneetti

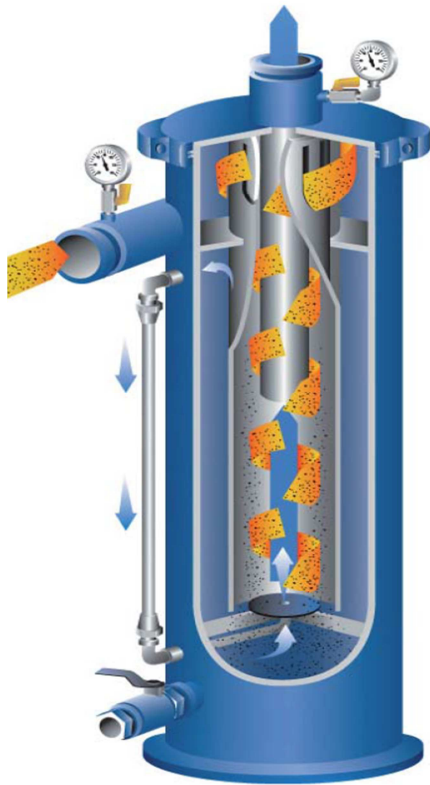
ehdi toimia. Suodatettavan nesteen kiintoaineen suuret määrät voivat myös vaikeuttaa suodattimen toimintaa ja jopa tukkeuttaa magneettisuodattimen. Tästä syystä on osittain päädytty jo ennestään Ruukilla esiintyviin suodatusvaihtoehtoihin. Keskipakoerottimet, itsepuhdistuvat suodattimet ja erilaiset välpät ovat hyviä vaihtoehtoja suurille tilavuusvirroille. Keskipakoerottimet toimisivat esimerkiksi pumppujen painepuolella tai selkeyttimien ylivuotoveden suodatuksessa. JET- itsepuhdistuvat suodattimet toimisivat suuremmissa tilavuusvirtaputkissa, kuten nauhan jäähdytysvesialtaan ja ylävesisäiliön välissä.

Ratkaisuina on suunniteltu olemassa olevien resurssien parempaa hyödyntämistä. Valssin ja nauhan jäähdytysvesialtaiden välisen putken hyödyntämisellä voitaisiin vähentää position 2.2 - 2.4 eli imualtaan alimpien pumppujen käyttöastetta. Näin tulisi vähemmän likaista vettä selkeyttimille ja vähemmän selkeyttimien kuormitusta. Näytteenottopisteen lisäämisellä välille imuallas - selkeytin, saataisiin paremmin tietoa siitä, kuinka selkeyttimet toimivat. Selkeyttimien laajennuksella saataisiin enemmän selkeytystilavuutta, ja näin ne myös voisivat toimia paremmin.

Hilsealtaan ja imualtaan välissä olevan välpän päivityksellä voitaisiin saavuttaa myös puhtaampaan vettä lopulle prosessille. Välppä on sellaisessa paikassa, jossa virtaa suuria vesimassoja eikä sinne pääse ilman pitkäaikaista seisakkaa, joten siksi tässä työssä ei ole sitä tutkittu.

### **6.2.1 Keskipakoerotin**

Keskipakoerotin toiminta perustuu keskipakovoimaan. Suodatettava neste joutuu pyörteelliseen virtaukseen suodattimeen tullessaan ja nestettä painavammat partikkelit kulkeutuvat pyörrevirran ulkoreunalle. Pyörrevirta kulkee suodattimessa ylhäältä alaspäin. Raskaat partikkelit erkanevat pyörrevirran alimmassa kohdassa ja laskeutuvat suodattimen pohjalle. Pohjalla on keräilykammio, josta partikkelit poistetaan tyhjennysventtiilin kautta. Suodatettu, puhdas neste poistuu suodattimen keskeltä ulos (kuva 14). (18, s. 2.)



*KUVA 14. Keskipakoerottimen rakenne (18)*

Suodattimen tyhjennysventtiili voi olla joko käsi- tai automaattiohjattu. Automaattikka toimii yleensä ajastimella. Tyhjennystä ohjaa automaattikka, joka avaa keräilykammion toimilaitteen tyhjennysventtiilin. Tyhjennysventtiilin avautuessa putkilinjan paine aiheuttaa virtauksen avoimeen tilaan esimerkiksi viemäriin. Näin partikkelit siirtyvät keräilykammiosta ulos. Suodatus toimii koko ajan, myös tyhjennyksen aikana. (18, s. 2.)

Suodattimen etuja ovat huoltovapaus, koska ei ole liikkuvia, vaihdettavia tai puhdistettavia osia. Suodattimen rakenteen ansiosta suodatin pystyy suodattamaan suuria kiintoainemääriä sekä nestemääriä, jopa 3 000 m<sup>3</sup>/h. (18, s. 2.)

### **Selkeyttimien ylivuodon suodatus**

Nauhan jäähdytysvesialtaalle tuleva lisävesi on selkeyttimien ylivuotovettä. Kiintoainepitoisuusmittauksista saadaan selville, että ylivuotoveden kiintoainepitoisuus on noin 25 g/m<sup>3</sup> näytteenottoaikassa 1966. Näytteenottoaikassa 1981 eli hiekkasuodattimilta valssin jäähdytysvesialtaalle tuleva vesi noin 2,7 g/m<sup>3</sup> eli noin 10 kertaa puhtaampaa vettä. Tuloksien valossa suodatus olisi tarpeen sel-



keyttimien ylivuodolle. Ylivuotovesiputkessa ei ole virtausmittausta, mutta position 2.2 - 2.4 pumput pumppaavat 3 200 m<sup>3</sup>/h vettä selkeyttimille, joten tuota arvoa käytetään suunnittelun lähtökohtana. (19.)

Keskipakoerotin olisi hyvä vaihtoehto selkeyttimen ylivuotovedelle, koska virtaukset ja kiintoainemäärät voivat välillä olla suuria ja keskipakoerotin pystyy todella hyvin suodattamaan suuriakin kiintoainemääriä. Suodattimelta vaaditaan myös automaattista tyhjennystä, koska likaa kertyy suodattimeen huomattavia määriä tunnissa. Näytteenoton mukaan kiintoainemäärä on noin 25 g/m<sup>3</sup> ja virtaus on noin 3 200 m<sup>3</sup>/h eli likaa kertyy tunnissa noin 80 kg. Seuraavalla tavalla lasketaan lian määrä:

tunnissa kertyvä lika:  $25 \text{ g/m}^3 \times 3\,200 \text{ m}^3/\text{h} = 80 \text{ kg/h}$

vuorokaudessa kertyvä lika:  $80 \text{ kg/h} \times 24 \text{ h} = 1\,920 \text{ kg} = 1,92 \text{ t}$ .

Likaa kertyy niin paljon, että automaattinen tyhjennys tarvitaan ja viemäriinjan täytyy olla riittävän suuri, ja vaaditaan jokin paikka, johon lika viemäroidään. Keskipakoerotin maksimivirtaus on 2 900 m<sup>3</sup>/h, jolloin tarvitaan kaksi suodattinta. Näin saadaan yhden suodattimen käyttöaste puolittumaan, mutta keskipakoerotimella on myös toimiakseen minimivirtaus, joka on noin 50 - 60 % maksimivirtauksesta eli noin 1 500 m<sup>3</sup>/h.

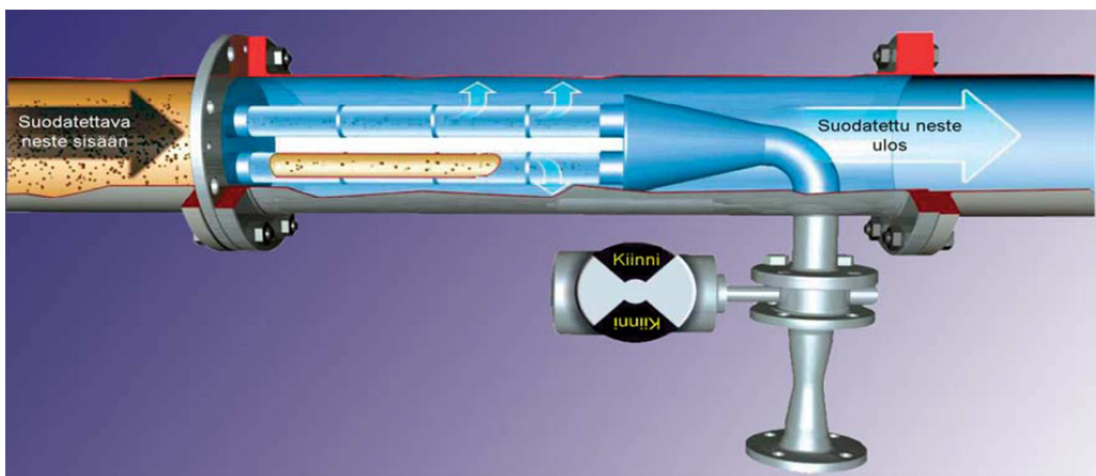
Keskipakoerotin asennusta varten täytyy selvittää ylivuotoveden todellinen virtaama ja putken paine, koska keskipakoerotin tarvitsee 0,5 baarin paineen toimiakseen. Keskipakoerotin voidaan sijoittaa ulos samoin ehdoin kuin muutkin ulkona olevat vesiputket. Kuvassa 15 on Lakos-keskipakoerotin, joita on käytössä Ruukilla.



KUVA 15. Lakos-keskipakoerotin (18)

### 6.2.2 JET- itsepuhdistuva suodatin

Suodatettava neste virtaa suodattimeen päätylaipan läpi (kuva 16). Laipan kohdalla virtauspinta-ala pienenee ja nesteen virtausnopeus kasvaa suodatinelementtien sisällä. Epäpuhtaudet kulkeutuvat keräilykammioon, joka on yhdistetty suoraan suodatinelementteihin. Neste suodatuu suodatinelementtien läpi viimeisen 10 - 20 %:n osalla pituudesta ennen keräilykammiota. (18, s. 4.)



KUVA 16. JET-suodattimen rakenne (18)

Suodattimen tyhjennystä ohjaa automatiikka. Toimilaitteellinen tyhjennysventtiili tyhjentää suodattimen. Tyhjennysventtiilin avautuessa putkilinjassa vallitseva paine aiheuttaa virtaukseen esimerkiksi viemäriin. Tällöin keräilykammioon suodatetut partikkelit ja epäpuhtaudet siirtyvät ulos kammioista. Tyhjennysventtiilin avautuessa suodatus ei lakkaa vaan se toimii koko ajan. (18, s. 4.)

JET-suodattimen etuja ovat huoltovapaus, koska siinä ei ole liikkuvia, vaihdettavia tai puhdistettavia osia. Se pystyy suodattamaan suuria kiintoainemääriä eikä tukkeudu. Suodattimen asennus ei vaadi suuria putkistomuutoksia, koska se voidaan asentaa suoraan putkilinjaan, eikä se vaadi paljoa tilaa eikä perustuksia tai jalustaa. (18, s. 4.)

### **Nauhan jäähdytysvesialtaan ja ylävesisäiliön välinen suodatus**

Nauhan jäähdytysvesialtaan ja ylävesisäiliön välinen suodatus on tärkeässä asemassa, koska tällä välillä ei ole minkäänlaista suodatusta. Kaikki lika tällä välillä menee jäähdytysvyöhykkeille saakka. Selkeyttimiltä tuleva likainen vesi ja jäähdytyksen aikana irtoava lika vain kiertävät jatkuvasti putkistoissa ja vesiverhoissa likaannuttamassa niitä. Kyseisen välin suodatus olisi hyvä toteuttaa 10. position pumppujen jälkeen, koska likaantuminen on hyvä estää heti alkuun, ennen kuin likainen vesi ehtii likaannuttaa putkistoja. Myös siksi pumppujen jälkeen, koska nauhan jäähdytysvesiallas toimii pienenä selkeyttäjä ja pumput tulevat heti altaan jälkeen. Näin myös säästettäisiin pesukustannuksissa, mikäli suodatus toimisi suunnitellulla tavalla.

10. position pumpuilta lähtevät DN 600 -nousuputket yhtyvät DN 1 200 -putkeen, joka menee ylävesisäiliölle. Ennen ylävesisäiliötä putki haaroittuu neljään DN 700 -putkeen, joita pitkin vesi nousee säiliöön. DN 1 200 -putkessa virtaa vettä 13 200 m<sup>3</sup>/h ja tämä virtaus jaetaan neljään putkeen. JET- itsepuhdistuva suodatin pystyy suodattamaan jopa 25 000 m<sup>3</sup>/h riippuen suodattimen koosta. Suodattimen yhteet ovat DN 50 - DN 3 000.

JET- itsepuhdistuva suodatin tarvitsee tyhjennystä varten vähintään 1,5 baarin paineen ja 10. position pumpuilla on mitattu 1,8 baarin paine, kun pumpataan vettä ylävesisäiliöön. Toimittajan mielestä tarvitaan vähintään 2 baarin paine, että suodatin toimii varmasti toivotulla tavalla (20). Jäähdytysputken painetta ei

ole mitattu, mutta pumppujen tuottaman paineen perusteella paineen korotus tarvitaan. Painetta voidaan lisätä esimerkiksi paineenkorotuspumpun avulla. Paineenkorotuspumppuja käytetään esimerkiksi position 4.4 - 4.6 pumppujen jälkeen. Osaa 10. position pumpuista ollaan vaihtamassa uudempiin ja tehokkaampiin. Tämän vaihdon yhteydessä olisi hyvä ottaa huomioon suodattimen toiminta eli ottaa sen verran tehokkaammat pumput, että 2 baarin paine saadaan suodattimelle.

Ruukki ohjeisti mitoittamaan suodattimen 15 000 m<sup>3</sup>/h virtauksen mukaan, koska tulevaisuudessa virtaukset tulevat kasvamaan. Virtauksen suuruuden vuoksi DN 1 200 -putkelle tarvitaan kaksi rinnakkain asennettavaa DN 1 200 -suodatinta tai neljä kappaletta DN 900 -suodatinta. Jos suodatus halutaan toteuttaa yhdellä suodattimella, suodattimen koko olisi DN 1 800, joka pystyy suodattamaan 23 400 m<sup>3</sup>/h. Yksi DN 1 200 -suodatin pystyy suodattamaan 8 000 m<sup>3</sup>/h virtaaman ja yksi DN 900 4 000 m<sup>3</sup>/h. Edellä mainituilla suodattimilla riittää kaikilla kapasiteetti suodattaa 15 000 m<sup>3</sup>/h. Halvin vaihtoehdoista on kaksi kappaletta DN 1 200 -suodattimia. (20.)

10. position pumppujen ja ylävesisäiliön välinen suodatus voidaan toteuttaa joko heti pumppujen jälkeen nousuputkissa, jotka yhtyvät DN 1 200 -putkeen. Voidaan myös suodattaa DN 1 200 -putki, mutta alkuperäisen suunnitelman mukaan putkitunnelia ei voida hyödyntää tilan puutteen takia. Jos DN 1 200 -putki halutaan suodattaa, suodatin tai suodattimet tulee sijoittaa heti pumppujen jälkeen tulevalle osuudelle (kuva 17). Voidaan myös suodattaa ylävesisäiliölle nousevat DN 700 -putket. Suodattimen ja suodatuspaikan valinnassa täytyy ottaa huomioon myös suodattimen muuttuvat mitat. Mitä suurempi suodatin on halkaisijaltaan, sitä pidempi suodatin on.



*KUVA 17. 10. position pumppujen jälkeinen putkiosuus ennen putkitunnelia*

Suodattimen tyhjennys kestää noin 20 sekuntia, ja tämän aikana osa kokonaisvirtauksesta pääsee viemäriin. Useamman suodattimen kanssa tyhjennys rytmitetään siten, että vain yksi suodatin tyhjentää kerrallaan. Yhdellä suodattimella suodattaessa kokonaisvirtauksesta menee tyhjennyksen aikana viemäriin noin 20 - 25 %. Kahdella suodattimella suodattaessa osuus puolittuu ja neljällä suodattimella kokonaisvirtaaman menetys on vain neljännesosan yhden suodattimen menetyksestä. (20.)

10. position pumppujen jälkeen olevien nousuputkien suodatus voitaisiin toteuttaa DN 700 -suodattimella, jolla maksimi suodatusvirtaus on 3 000 m<sup>3</sup>/h. Pumppeja on seitsemän kappaletta, joten tulisi paljon asennustöitä tämän toteuttamaksi mutta suodattimien hankintakustannukset pysyvät kuitenkin maltillisina. Myös ylävesisäiliölle nousevat DN 700 -putket (kuva 18) voitaisiin suodattaa DN 900 -suodattimella, jolla maksimi suodatusvirtaus 4 000 m<sup>3</sup>/h. Mikäli DN 1 200 -putken virtausmäärä jakaantuu tasaisesti neljään eri putkeen, silloin edellä mainitun suodattimen koko riittäisi.



*KUVA 18. Ylävesisäiliön nousuputki*

### **6.2.3 Valssin ja nauhan jäähdytysvesialtaiden yhdysputki**

Nauhan jäähdytysvesialtaan ja valssin jäähdytysvesialtaan välille on rakennettu putki vuosia sitten, mutta ei ole koskaan vielä otettu käyttöön. Nauhan jäähdytysvesialtaalle saataisiin enemmän puhdasta vettä, jos altaiden välinen putki otettaisiin käyttöön. Valssin jäähdytysvesialtaalle tuleva vesi on hiekkasuodattimilta tulevaa vettä ja sen kiintoainepitoisuus on huomattavasti pienempi kuin nauhan altaalla. Sama vesi kiertää myös jäähdytystornien kautta, jolloin se on paljon kylmempää vettä, mikä on eduksi nauhan jäähdytyksessä.

Putken käytöllä voisi mahdollisesti vähentää position 2.2 - 2.4 pumppujen käyttöä, jolloin ei tarvitsisi pumpata vettä selkeyttimille niin paljon. Tämä tarkoittaisi, että position 2.5 - 2.7 pumppujen käyttöastetta jouduttaisiin nostamaan ja pumpaamaan enemmän vettä hiekkasuodattimille. Nämä pumput pystyvät

pumppaamaan 4 600 m<sup>3</sup>/h ja hiekkasuodattimet pystyvät 4 500 m<sup>3</sup>/h nestemäärän suodatukseen. Pumput ja hiekkasuodattimet joutuisivat toimimaan todella suurella käyttöasteella silloin, kun ajetaan suorasammutettuja nauhoja, joissa veden tarve on todella suuri.

Position 2.2 - 2.4 pumput ottavat huomattavasti alempaa vettä imualtaasta kuin position 2.5 - 2.7 pumput, jotka menevät hiekkasuodattimille. Imuallas toimii eräänlaisena esiselkeyttimenä, missä kiintoaineet valuvat altaan pohjalle. Läh-  
tökohtaisesti hiekkasuodattimille menevä vesi on puhtaampaa kuin alimitoitetuille selkeyttimille menevä vesi. Putken avulla saadaan nauhan jäähdytykseen enemmän puhdasta ja kylmempää vettä.

Vuoden 2014 alussa on hiekkasuodattimista ollut yksi korjauksessa jo kauan, joten on ajettu käytännössä seitsemällä suodattimella, koska yksi on vuorollaan huuhtelussa. Tuolla kokoonpanolla suodatetaan keskimäärin 3 200 m<sup>3</sup>/h, jolloin kapasiteettia pitäisi voida nostaa ainakin 1 000 m<sup>3</sup>/h. Hiekkasuodattimille tulee ainoastaan nestettä imualtaan pumpuilta, ja koska niiden maksimikapasiteetti on 4 600 m<sup>3</sup>/h, 1 000 m<sup>3</sup>/h virtauksen nosto ei pitäisi olla ongelma. (21.)

#### **6.2.4 Näytteenotto välille imuallas - selkeytin**

Kuvassa 8 oli merkitty veden näytteenottopisteet nelinumeroisella tunnisteella. Näytteestä 1966 saadaan selville, kuinka puhdasta vettä tulee selkeyttimiltä. Imualtaan ja selkeyttimen väliltä puuttuu näytteenottopiste ja sen avulla saataisiin tieto kuinka hyvin selkeyttimet toimivat, kun tulosta voitaisiin verrata näytteeseen 1966. Olisi hyvä myös saada tietoa siitä, kuinka paljon hilsettä ja kiintoainetta jää nauhan hilsealtaan ja imualtaan väliselle välipälle.

#### **6.2.5 Selkeyttimen laajennus**

Vesijärjestelmän selkeyttimet ovat alimitoitettuja, koska vuosien aikana virtausmäärät ovat nousseet huomattavasti siitä, mihin selkeyttimet ovat alun perin suunniteltu. Selkeyttimien roolit ovat tärkeitä, koska ne selkeyttävät tällä hetkellä ainoana koko nauhan jäähdytysjärjestelmän veden. Selkeyttimien läpi virtaa suuria määriä vettä, jossa on paljon kiintoainetta. Jos ne eivät toimi tarkoitetulla tavalla, ne saastuttavat koko järjestelmän. Selkeyttimien alkuperäinen koko on

7 000 m<sup>3</sup> selkeytintä kohti. Selkeyttimillä on suuri halkaisija, joten muuraamalla metrin korotuksen selkeyttimen seinämään saadaan huomattavasti lisää selkeytystilavuutta.

$$\pi * r^2 * h = V$$

KAAVA 1

r = selkeyttimen säde (m)

h = selkeyttimen reunan korkeus (m)

V = selkeyttimen jatkon tilavuus (m<sup>3</sup>)

$$\pi * 21m^2 * 1m = 1\,385,44\,m^3$$

Uusi koko olisi 8 385,44 m<sup>3</sup>, ja jos tämä tehtäisiin kumpaankin selkeyttimeen, yhteenlaskettu tilavuus olisi 16 770,88 m<sup>3</sup>. Uudella tilavuudella saadaan lähes 20 %:n kasvu vanhaan tilavuuteen verrattuna. Jos tulevaisuudessa aiotaan kasvattaa virtauksia, tällä hetkellä alimitoitettut selkeyttimet eivät tule tulevaisuudessa selkeyttämään edes sitä, mitä nykyään. Sen takia selkeyttimiä täytyy laajentaa tai vesi täytyy kierrättää muuta kautta nauhan jäähdytykselle.



## 7 KUSTANNUKSET

Kustannuslaskelmassa on laskettu karkeasti kertyvät kustannukset JET-itsepuhdistuvan suodattimen hankinnasta. Suodattimen paikkana on 10. position pumppujen ja ylävesisäilön välinen putkisto. JET-suodatin on ylimitoitettu varalta 15 000 m<sup>3</sup>/h virtaukseen, koska tulevaisuudessa virtaukset voivat vielä nousta. Ylimitoituksen takia suodattimia joudutaan laittamaan 1, 2 tai 4 kappaletta, mikä riippuu suodattimen koosta. Suodattimien hankintakustannuksia on verrattu siihen, kun urakoitsija käy kerran viikossa pesemässä vesiverhoja. Liitteenä 2 on toimittajan tarjous halvimmman vaihtoehdon mukaan eli kahden DN 1 200 -suodattimen. Suodattimen hinta on 67 000 € kappaleelta eli yhteensä 134 000 €.

Toimittajan tarjouksesta selviää, että suodattimen tyhjennys tapahtuu DN 300 putkea pitkin. Viemäri linja on tarkoituksena vetää samaan paikkaan kuin aiemmin asennetut Lakosit tyhjentävät eli nauhan hilsealtaaseen. Tämä tarkoittaa noin 60 metrin putkilinjaa. Vaikka suodattimia on kaksi, yksi putkilinja riittää, koska suodattimet eivät tyhjennä koskaan samaan aikaan. Nauhavalssaamon työnjohtaja on arvioinut, että putkilinjan asennus maksaa noin 200 €/m, eli viemäri linjan asennuksesta kertyy

$$200 \text{ €/m} \times 60 \text{ m} = 12\,000 \text{ €}.$$

Yhteensä nämä tekevät

$$67\,000 \text{ €} \times 2 + 12\,000 \text{ €} = 146\,000 \text{ €}.$$

Lisäksi tulee vielä mahdollisesta paineenkorotuspumpusta kertyvät kustannukset ja suodattimien toimituksesta Raaheen. Seuraavassa on eri vaihtoehdoista muodostuvia kustannuksia:

DN 1 800 -suodattimen hinta on 172 000 €/kpl eli yhteensä 172 000 € + putkistoasennukset.

DN 900 -suodattimen hinta on 39 000 €/kpl eli = 4 x 39 000 € = 156 000 € + putkistoasennukset.

DN 700 -suodattimen hinta on 27 000 €/kpl eli = 7 x 27 000 € = 189 000 € + putkistoasennukset.

Urakoitsijan käy joka viikko pesemässä yläverhoja vähintään kahden miehen ja yhden kuumahöyrypesurin kanssa. Tästä muodostuneet kustannukset ovat vuodessa

52 viikkoa x 8 tuntia x 2 miestä x tuntiveloitus x pesurin tuntiveloitus =

52 x 8 x 2 x 35 x 25 = 39 520 €/vuodessa.

Jos urakoitsija maksaa vähintään 39 520 € vuodessa, suodattimen hankinta on maksettu takaisin noin neljässä vuodessa. Jos virtausarvot ovat menneet huonoksi jäähdytysvyöhykkeellä, voidaan käyttää neljää miestä pesemisessä ja se nostaa vuosihintaa. Täytyy myös ottaa vielä huomioon vuosiseisakissa tehdyt suuremmat pesut, jolloin putkistoja pestään ympäri vuorokauden. Jos suodattimet toimisivat niin hyvin, ettei pesuja enää tarvittaisi, myös kustannukset vähenisivät, kun ei tarvitsisi enää vaihtaa tukkeutuneita vesiverhoja vyöhykkeille.

## 8 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin syitä kuumanauhan jäähdytysjärjestelmän likaantumiseen ja keinoja, kuinka likaantuminen voidaan estää. Tavoitteena on ollut löytää likaantumisen juurisyy ja sen pohjalta keksiä uusia kehitysideoita. Jäähdytysjärjestelmän nykytilanteen selvittämisen perusteella päädyttiin miettimään erilaisia suodattimia poistamaan epäpuhtauksia järjestelmästä.

Jäähdytysjärjestelmässä kiertävien suurien virtaus- ja kiintoainemäärien takia on suodatusvaihtoehtojen selvittäminen ollut haasteellista. Aluksi selvitettiin täysin uusia suodatustapoja, joita aikaisemmin ei ole Ruukilla ollut. Esimerkiksi magneettisuodatin oli pitkään yhtenä vaihtoehtona, mutta virtausmäärät olivat niin suuret, ettei magneetti olisi todennäköisesti ehtinyt kerätä epäpuhtauksia. Vaarana olisi myös ollut suodattimen tukkeentuminen, vaikka valmistajan mukaan suodatin oli tukkeumaton.

Magneettisuodattimen jälkeen päädyttiin tarkastelemaan nauhavalssaamalla jo esiintyviä suodattimia. Keskipakoerotin osoittautui hyväksi vaihtoehdoksi, koska se voi suodattaa nestettä jopa 3 000 m<sup>3</sup>/h ja toimii automaattijennyksellä. Lakos-keskipakoerottimia on Ruukilla jo ennestään käytössä mutta huomattavasti puhtaammassa nesteessä. Lakosit voisivat toimia 10. position pumppujen painepuolen suodatuksessa, position 2.2 - 2.4 pumppujen painepuolella tai selkeyttimien ylivuotoveden suodatuksessa. Position 2.2 - 2.4 pumput pumppaavat niin likaista vettä, ettei ilman suurempaan jätteenkäsittelylaitosta suodattimia voisi asentaa, koska lian määrä olisi niin valtava. Lakosit olisivat hyvä vaihtoehto joko position 10 pumppujen painepuolelle tai selkeytetyle ylivuotovedelle, vaikka tuollakin epäpuhtauksien määrä on vielä todella suuri verrattuna veteen, joka tulee hiekkasuodattimilta.

Täysin uutena vaihtoehtona on JET- itsepuhdistuva suodatin, jonka suuri suodatusaste, jopa 25 000 m<sup>3</sup>/h, mahdollistaa nauhan jäähdytysvesialtaan ja jäähdytysjärjestelmän ylävesisäiliön välisen suodatuksen. JET-suodattimen helppo sijoittaminen putkilinjaan ja suodattimien kokovalikoima on suurena plussana. Epäpuhtauksien poisto aiheuttaa ainoastaan suurempia putkitöitä tämän suo-

dattimen asennuksessa. Vaikka JET-suodattimen hankinta ja asennuskustannukset nousevat suuriksi, muutamassa vuodessa suodattimen hankintakustannukset on säästetty, mikäli putkistoa ei tarvitse urakoitsijan enää puhdistaa ja suodatin toimii suunnitellulla tavalla. Suodattimen toimiessa oikein säästetään myös varaosien hankinnoissa ja niiden vaihtamiseen kuluviissa kustannuksissa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin selville jäähdytysjärjestelmän nykyinen kunto ja sen pohjalta löydettiin uusia vaihtoehtoja, kuinka järjestelmä voisi toimia paremmin. JET- itsepuhdistuva suodatin oli uusi vaihtoehto, josta on myös toimitajan tekemä tarjous liitteenä 2. Tilaajalle jää päätettäväksi, otetaanko kyseinen suodatin testauskäyttöön.

## LÄHTEET

1. Yhtiön historia. 2013. Ruukki Oyj. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/About-Ruukki/Historia/>. Hakupäivä 21.10.2013.
2. Teräsliiketoiminta - Ruukki Metals. 2013. Ruukki Oyj. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Konsernirakenne/Ruukki-Metals>. Hakupäivä 21.10.2013.
3. Raahen tehdas 2013. Power Point -esitys. Ruukin sisäinen tietokanta. Ruukki Oyj.
4. Rautaruukki ei ehkä kehtaa maksaa kunnan osinkoa. 2012. Kauppalehti 28.9.2012. Saatavissa: <http://www.kauppalehti.fi/omaraha/rautaruukki+ei+ehka+kehtaa+maksaa+kunnan+osinkoa/201209271149>. Hakupäivä 13.11.2013.
5. Kuntoon perustuva kunnossapito. 2009. Kunnossapito yhdistys promaint. Helsinki: KP-Media Oy.
6. Kunnossapito. 2006. Kunnossapitoyhdistys ry. Helsinki: KP-Media Oy.
7. Ylikauppila, Jarkko 2013. Re: Vesiverhot. Sähköpostiviesti. 15.11.2013
8. Tilastollinen prosessinohjaus (SPC). Quality Knowhow Karjalainen Oy. Saatavissa: <http://www.koulutus.fi/kurssi/tilastollinen-prosessinohjaus-spc-85122>. Hakupäivä 13.1.2014.
9. Tilastolliset menetelmät (SPC, MSA, jne). Laatutieto.fi. Saatavissa: [http://www.laatutieto.fi/product\\_catalog.php?c=46](http://www.laatutieto.fi/product_catalog.php?c=46). Hakupäivä 13.1.2014.

10. Vesilaitos toimintasel. 2005. Microsoft Word -tiedosto. Ruukin sisäinen tietokanta. Ruukki Oyj.
11. FIMECC Prize -ehdokkaat. Fimecc Oy. Saatavissa: <http://www.fimecc.com/content/fimecc-prize-ehdokkaat>. Hakupäivä 3.1.2014.
12. Hiekkasuodatus. Pdf -tiedosto. Ruukin sisäinen tietokanta. Ruukki Oyj.
13. Hiekkasuodatin\_03. Pdf -tiedosto. Ruukin sisäinen tietokanta. Ruukki Oyj.
14. Kotajärvi, Markku 2013. FW: Ultraääniratkaisut prosessien puhtaanapitoon. Sähköpostiviesti. 17.12.2013
15. 2408920. Pdf -tiedosto. Ruukin sisäinen tietokanta. Ruukki Oyj.
16. Käyttöohjeet vastahuuhtelusuodatin RF3. Hydac Oy.
17. Autofilt RF3 automatic self-cleaning filter. Hydac Oy. Saatavissa: <http://www.hydacusa.com/literature/filters/rf3.pdf>. Hakupäivä 4.3.2014.
18. Filterit – Lakos ja JET suodattimet. Pdf -tiedosto. Filterit Oy.
19. Näytteenotto ja analyysitulokset. Excel -tiedosto. Ruukin sisäinen tietokanta. Ruukki Oyj.
20. Maavuori, Jouni 2014. Filterit Oy. Puhelinkeskustelu 3.3.2014.
21. Holappa, Markus 2014. Opari. Sähköpostiviesti. 20.02.2014

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Tomi Kvick \_\_\_\_\_

Tilaaja Ruukki Oyj \_\_\_\_\_

Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot

Markku Kotajärvi puh.020-592 2059 \_\_\_\_\_

Työn nimi Nauhan jäähdytysjärjestelmän kunnossapito \_\_\_\_\_

Työn kuvaus

Nauhan jäähdytyksen suuttimet, tukit ja putket tukkeutuvat ja näin vaikuttavat veden virtaukseen, ja tämä taas vaikuttaa lopputuotteen laatuun. Viikoittain suoritetaan pesuja sekä vuosittain isompi pesu, jotta putket eivät tukkeutuisi \_\_\_\_\_

Työn tavoitteet

Tavoitteena kehittää kunnossapitomenetelmiä sekä miettiä mahdollista suodatusjärjestelmää ongelman poistamiseksi \_\_\_\_\_

Tavoiteaikataulu

Alustavasti 1.11.2013 – 31.3.2014 \_\_\_\_\_

Päiväys ja allekirjoitukset \_\_\_\_\_

3/10/2013 Tomi Kvick \_\_\_\_\_

3/10/2013 Markku Kotajärvi \_\_\_\_\_



Tarjous 10142842

25.02.2014

Ruukki Metals Oy Raahе  
 Tomi Kvick  
 Rautaruukintie 155  
 92100 RAAHE

Tuotenumero	Kpl	Tuote	A-hinta	Summa
		<b>BUDJETTITARJOUS</b>		
		<b>MITOITUSARVOT</b>		
		suodatettava neste: vesi		
		tilavuusvirta: 15000 m <sup>3</sup> /h		
		käyttöpaine: MINIMI 2 BAR HUUHTELUN AIKANA		
		suodatusaste: 300 µm		
31135	2	<b>JET ITSEPUHDISTUVA SUODATIN</b>	67 000,00	134 000,00
		tilavuusvirta: max 8000 m <sup>3</sup> /h		
		käyttöpaine: max 10 bar, huuhtelun aikana min 2 bar		
		suodatusaste: 300 µm		
		alkupainehäviö: 0,2 bar / 8000 m <sup>3</sup> /h		
		runkomateriaali: sinkitty teräs		
		suodatinmateriaali: 1.4435 (AISI 317L)		
		liitäntäyhdyt: DIN DN1200 PN10 laippa		
		tyhjennysyhde: DIN DN300 PN10 laippa		
		Toimitusaika: sopimuksen mukaan		
		Hinta: Eur, alv 0%		
		Maksuehto: 30 pv netto		
		Voimassaoloaika: 1 kk		
		Toimitusehto: Ex works Helsinki		
		Takuu: 1 vuosi toimituspäivämäärästä materiaali ja valmistusvirheille		
		Korvausvastuut: Osapuolet eivät ole velvollisia korvaamaan toisilleen aiheutuneita välillisiä vahinkoja kuten tuotantotappioita, saamatta jäänyttä voittoa tai muuta taloudellista seurannaisvahinkoa. Filterit Oy vastaa aiheuttamastaan välittömästä vahingosta korkeintaan tuotteen tai palvelun verottomaan myyntihintaan saakka		
		Muut ehdot: Teknisen Kaupan Liiton myyntiehdot TKL 10 (toimitamme pyynnöstänne)		
		Ystävällisin terveisin		
		<b>FILTERIT OY</b>		
		Joumi Maavuori		
		Puh 010 229 0630		
		GSM 040 516 3995		
		email jouti.maavuori@filterit.fi		
		www.filterit.fi		

Filterit Oy  
 Karjalankatu 2  
 00520 Helsinki

Puhelin 010 229 0630  
 Fax 010 229 0639  
 info@filterit.fi  
 www.filterit.fi

Tili OP 578041-20027815  
 Y-tunnus 0872968-0