

PAPERITEHTAAN PROSESSIJÄÄHDYTYSVESIEN (RAAKAVEDEN) SUODATUKSEN PARANTAMINEN

Korhonen Jesse

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jesse Korhonen	Vuosi	2020
Ohjaaja	Ins. AMK Aslak Siimes		
Toimeksiantaja	Efora Oy, Veitsiluodon yksikkö Ins. AMK Jani Kujansuu Ins. AMK Jonne Liiten		
Työn nimi	Paperitehtaan prosessijäähdytysvesien (raakaveden) suodatuksen parantaminen		
Sivu- ja liitesivumäärä	57 + 2		

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää erilaisia suodatusvaihtoehtoja Stora Enson Veitsiluodon paperitehtaiden prosessijäähdytysvesien parantamiseksi. Kohteeksi otettiin paperikonelinjat 2 ja 3. Samaa jäähdytysvettä käytetään myös muualla, joten työtä on mahdollista soveltaa myös esimerkiksi paperikone 5:lle.

Tehtävänä oli tutkia erilaisia automaattisuodatusmenetelmiä ja valita niistä kolme vaihtoehtoa. Työssä paneuduttiin pääasiassa yhden automaattisuodatinyksikön lisäämiseen linjalle, mutta hieman kartoitettiin myös useamman pienemmän suodatusyksikön lisäämistä vain kriittisimpiin kohteisiin. Veitsiluodon tehtailla ei ollut ennestään käytössä minkäänlaista automaattista vedensuodatusyksikköä, joten asia oli sikäli uusi. Jäähdytysvetenä käytetään mekaanisesti puhdistettua vettä, joka on likaista. Likaisuus aiheuttaa ongelmia erityisesti hydraulikkakeskuksien jäähdytyksessä, koska likainen vesi tukkii lämmönvaihtimet.

Erilaisia suodatusvaihtoehtoja alettiin selvittää ottamalla yhteyttä laitetoimittajiin. Kolmelta eri laitetoimittajalta saatiin esittelyt tuotteista sekä tarjoukset, joiden perusteella pystyttiin laskemaan laitteiden kannattavuus. Yhdeltä hydraulikkakeskukselta otettiin myös vesinäyte ja lähetettiin se analysoitavaksi. Näin saatiin tietoon veden suodatusaste, jonka perusteella pystyttiin valitsemaan oikeanlaiset suodattimet. Muita selvitettäviä asioita olivat muun muassa veden virtauskapasiteetti sekä paine. Suuntaa antavat arvot saatiin Veitsiluodon tehtaiden omasta ohjausjärjestelmästä, Dna:sta. Nämä arvot olivat tosin koko tehtaiden arvot, joten paperikonelinjojen arvot piti osittain arvioida. Veden virtauskapasiteetti putkitossa pystyttiin kuitenkin mittaamaan käyttämällä siihen tarkoitettua pintamittaria.

Työssä saatiin selville, että veden suodatusta voidaan parantaa lisäämällä automaattisuodatinyksikkö jäähdytysvesilinjaan. Laskelmien perusteella todettiin myös, että suodatuksen lisääminen on kannattavaa taloudellisesti.

Avainsanat

raakavesi, suodattimet, vedenkäsittely

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jesse Korhonen	Year	2020
Supervisors	Aslak Siimes, B.Eng.		
Commissioned by	Efora Oy, Veitsiluoto Jani Kujansuu, B.Eng. Jonne Liiten, B.Eng.		
Subject of thesis	Improvement of paper mill cooling water filtration processes		
Number of pages	57 + 2		

The subject of this thesis was to find out different filtration options for cooling water at Stora Enso Veitsiluoto Paper Mill. The targets were paper machine lines 2 and 3. The same cooling water is also used on paper machine line 5, so this thesis can also be applied there.

The objective of this thesis was to research different automatic filtration methods from different manufacturers and then choose three options from them. The work focused mainly on adding one filter unit on the paper machine lines 2 and 3. The thesis also considered adding several smaller filter units only on the most critical objects. Veitsiluoto Mill did not have any automatic water filter unit in use, so this was a new thing. The used cooling water is only mechanically purified water, which is dirty. Dirty water causes problems on the cooling of hydraulics because it blocks the heat exchangers.

Various filtering options were investigated by contacting the equipment importers. The presentations and offers of products were received from each equipment supplier. Based on the offers, it was possible to calculate the profitability of equipment. A water sample was also taken from one hydraulic unit and it was sent for analysis. In this way, the water filtration rate was received and it was easier to choose the right filters. Other investigation targets were water pressure and its flow capacity. Indicate values were obtained from Veitsiluoto Mill's own control system called Dna. These are the values of the entire mills, so the correct values of the paper machine lines had to be partially evaluated. However, the water flow capacity in the piping could be measured by using the water flow meter.

In this thesis it was found that the water filtration can be improved by adding an automatic filter unit on the cooling water line. Based on the calculations, it was found that increasing the filtration is economically profitable.

Key words raw water, filters, water treatment

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	STORA ENSO OYJ	10
2.1	Stora Enso Veitsiluodon tehtaet.....	10
2.1.1	Puunjalostajasta paperinvalmistajaksi.....	10
2.1.2	Veitsiluoto Oy:stä Stora Ensoksi	11
2.1.3	Veitsiluodon tehtaet nykyisin	11
3	EFORA OY	13
3.1	Efora Oy Veitsiluoto	13
4	VEDEN EPÄPUHTAUDET	14
4.1	Kiinteät epäpuhtaudet.....	14
4.2	Liuenneet epäpuhtaudet	14
4.3	Kolloidiset epäpuhtaudet.....	14
5	VEDENKÄSITTELY TEOLLISUUDESSA	15
5.1	Mekaaninen käsittely	15
5.1.1	Ilmastus	15
5.2	Kemiallinen käsittely	15
5.2.1	Saostus	16
5.2.2	Flokkaus.....	16
5.2.3	Selkeytys.....	16
5.2.4	Suodatus	17
6	VEITSILUODON NYKYINEN RAAKAVEDEN SUODATUSJÄRJESTELMÄ	19
6.1	Raakaveden puhdistus vesilaitoksella	19
6.2	Veden kulku paperitehtaille.....	22
6.3	Mutasihdit	22
6.4	Ongelmat	24
6.4.1	Seisokkiaika	24
6.4.2	Häiriöt hydraulikassa	25
7	SUODATUKSEN PARANTAMINEN	27
7.1	Ongelmallisimmat kohteet.....	27
7.2	Valintakriteerit	27
7.3	Laitteiston sijainti	28

7.4	Laitteiston mitoitus	29
7.4.1	Veden kulutus	29
7.4.2	Veden paine	30
7.5	Veden suodatusaste	31
7.5.1	Vedestä otettu analyysi	31
7.5.2	Mutasihdin analyysi	32
7.5.3	Yhteenveto analyysista	33
8	ERI LAITTEISTOVAIHTOEHDOT	34
8.1	ALF, Alfa Laval	34
8.1.1	ALF:n rakenne	34
8.1.2	ALF:n toimintaperiaate	35
8.1.3	Kohteeseen sopiva laite	38
8.2	Bernoulli-suodatin, Sarlin	39
8.2.1	Bernoullin laki	39
8.2.2	Bernoulli-suodattimen rakenne	40
8.2.3	Bernoulli-suodattimen toimintaperiaate	40
8.2.4	Kohteeseen sopiva laite	42
8.3	AZUD, Colly Company	43
8.3.1	AZUD-suodattimen rakenne	44
8.3.2	AZUD-suodattimen toiminta (DLP-suodatin)	45
8.3.3	AZUD-suodattimen toiminta (AA-suodatin)	47
8.3.4	Kohteeseen sopiva laite	48
9	KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAIKA	51
9.1	Mutasihtien ja pesujen aiheuttamat kustannukset	51
9.1.1	Mutasihtien aiheuttamat kustannukset	51
9.1.2	Lämmönvaihtimien pesut omalla kunnossapidolla	51
9.1.3	Lämmönvaihtimien pesut ulkopuolisen yrityksen kautta	52
9.1.4	Yhteenveto	52
9.2	Uuden hankinnan kustannukset	52
9.3	Takaisinmaksuaika	52
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	53
10.1	Päätelmät kustannuslaskelmien perusteella	53
10.2	Huollettavuus	53

10.2.1	Bernoulli	53
10.2.2	ALF	54
10.2.3	AZUD	54
10.3	Kriittiset kohteet	54
10.4	Yhteenveto	54
11	POHDINTA	55
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	58

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Efora Oy:n Veitsiluodon tulosityksikköön, paperikoneille PK2 ja PK3.

Haluan kiittää Efora Oy:tä sekä sen henkilökuntaa tästä mahdollisuudesta opin-
näytetyön suorittamiseen. Eryiskiitokset kuuluvat kunnossapitopalvelupäällikkö
Tuomo Salmelalle ja kunnossapitoinsinööri Jani Kujansuulle sekä Jonne Liitenille
tästä mielenkiintoisesta aiheesta ja kaikesta avusta työn suhteen. Kiitoksen an-
saitsevat myös koko muu Veitsiluodon henkilökunta, erityisesti hydraulikan
osasto.

Lisäksi haluan kiittää projekti-insinööri Aslak Siimestä työni ohjaamisesta. Suuren
kiitoksen ansaitsee myös oma avopuolisoni, joka auttoi minua jaksamaan opin-
näytetyöni kanssa kaikista vastoinkäymisistä huolimatta. Laitetoimittajat ansait-
sevat myös kiitoksen hyvästä yhteistyöstä sekä mielenkiinnosta työtäni kohtaan.

Kemissä 11.6.2020

Jesse Korhonen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Aksepti	kelpuutettu syötteen osa
Epäorgaaninen	eloton
Flokkaus	hiutaleiden muodostuminen nesteeseen siten, että pienemmät hiukkaset yhdistyvät
Flotaatio	flokkien nostaminen nesteen pinnalle ilma- tai kaasukuplien avulla
Koagulointi	saostus
Kolloidi	homogeenisen ja heterogeenisen seoksen välimuoto
Membraanisuodatin	kalvosuodatin
Orgaaninen	elollinen, eloperäinen
PK	paperikone
Primäärihuuhtelu	huuhtelun ensimmäinen vaihe
Rejekti	hylätty syötteen osa, poiste
Selkeytys	hiukkasten laskeuttaminen nestealtaan pohjalle
Sekundäärihuuhtelu	huuhtelun toinen vaihe
Suspensio	heterogeeninen seos
SymBelt	kenkäpuristintela
Sym ZLC	keskitela
VKE	kemiallisesti puhdistettu vesi
VME	mekaanisesti puhdistettu vesi
VSU	suodatettu vesi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden paperikonelinjojen 2 ja 3 raakaveden suodatuksen parantaminen. Kohteeksi otettiin vain paperikonelinjat 2 ja 3, jottei työstä tule liian laaja. Kyseisille paperikoneille laitteisto on myös helpoin toteuttaa ja samaa periaatetta voidaan laajentaa myöhemmin myös muihin kohteisiin, esimerkiksi paperikoneelle 5.

Tällä hetkellä raakavesi tulee tehtaille Kemijoesta Keminmaan Lautiosaaren pumppaamolta. Sitä suodatetaan Veitsiluodon tehtailla, mutta suodatus ei ole tällä hetkellä riittävä. Erityisesti keväällä ongelmat alkavat, kun ilmat alkavat lämmetä. Vedessä on paljon epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat muun muassa lämmönvaihtimien tukkeutumisia. Jokakesäinen ongelma onkin hydraulikkakoneikkojen mutasihtien tukkeutuminen. Mutasihtien puhdistus aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä kunnossapidolle. Jos sihtejä ei puhdisteta, lämmönvaihtimet tukkeutuvat eikä hydraulikkakoneikkojen jäähdytys toimi oikein. Tämä aiheuttaa lukuisia toimintaongelmia hydraulikoissa. Esimerkiksi hydraulikkaöljyn liiallinen lämpiäminen aiheuttaa toimilaitteiden tiivisteiden palamista, josta seuraa vuotoja. Öljyn lämpiäminen aiheuttaa myös toimintahäiriöitä prosessissa.

Tavoitteena tässä työssä on parantaa nykyistä suodatusjärjestelmää niin, että se ei aiheuta toistuvaa lisätyötä kunnossapidolle. Tässä työssä tutkitaan erilaisia vaihtoehtoja nykyisen järjestelmän parantamiseksi sekä tehdään kustannusarviota muutoksista. Lisäksi kartoitetaan myös fyysinen paikka mahdolliselle suodatusyksikölle.

Hankkimalla kunnollinen suodatusjärjestelmä voidaan tehdä suuria rahallisia säästöjä, kun toimilaitteiden viat vähenevät. Myös kunnossapitoaika säästyy muihin kohteisiin, kun sihtejä ei tarvitse käydä puhdistamassa päivittäin.

2 STORA ENSO OYJ

Stora Enso Oyj on suomalais-ruotsalainen metsäteollisuuden yritys, joka toimittaa maailmanlaajuisesti biomateriaali-, pakkaus-, paperi – ja puutuoteteollisuuden uusiutuvia tuotteita. Stora Ensolla on työntekijöitä yli 30 eri maassa ja se työllistää noin 26 000 henkilöä. Vuoden 2019 liikevaihto oli 10,1 miljardia euroa. Stora Enson toimitusjohtajana toimii Annica Bresky. (Stora Enso 2020.)

Stora Enson vuotuinen tuotantokapasiteetti sisältää 1,4 miljardia neliometriä aaltopahvipakkauksia, 4,7 miljoonaa tonnia kartonkia, 5,4 miljoonaa tonnia paperia, 5,9 miljoonaa tonnia kemiallista massaa sekä 5,6 miljoonaa kuutiometriä sahatavaraa. Nykyinen Stora Enso Oy syntyi, kun Enso Oy fuusioitui ruotsalaisen Stora-yhtymän kanssa vuonna 1998. Veitsiluodon vuoden 2019 liikevaihto oli 531,8 miljoonaa euroa. (Stora Enso 2020.)

2.1 Stora Enso Veitsiluodon tehtaat

Stora Enson Veitsiluodon tehtaat sijaitsevat Pohjois-Suomessa Kemissä. Tehtaanjohtajana toimii Juha Mäkimattila. Veitsiluodon tehtaat ovat maailman pohjoisimmat paperitehtaat sekä Euroopan neljänneksi suurimmat. Veitsiluodossa on käytössä nykyisin paperikoneet PK2, PK3 sekä PK5. Koneet PK2 ja PK3 valmistavat hienopaperia ja PK5 valmistaa aikakauslehtipaperia sekä uutena tuotteena elintarvikepaperia. Veitsiluodossa on myös sellutehdas, saha ja arkittamo. Tehtaiden henkilöstömäärä on 600 henkilöä + 160 Eforan palveluksessa olevaa henkilöä. Tehtaiden vuotuinen kapasiteetti on 380 000 tonnia sellua, 850 000 tonnia paperia ja 200 000 kuutiometriä sahatavaraa. (Stora Enso 2020.)

2.1.1 Puunjalostajasta paperinvalmistajaksi

Puunjalostus alkoi Veitsiluodossa vuonna 1922, kun metsähallituksen rakentama kuusiraaminen saha käynnistyi. Vuonna 1930 sahan rinnalle valmistui myös sulfiittisellutehdas. (Lares 1997, 9). Veitsiluodon tuotantolaitoksista sekä valtion haltuun päätyneestä Lieksan Kevätniemen sahasta muodostettiin Veitsiluoto Osa-keyhtiö vuonna 1932. Paperinvalmistus alkoi Veitsiluodon saarella 1955, kun paperikone 1 käynnistyi. Se oli valmistuessaan Suomen suurin paperikone 30 000

tonnin vuosituotantokapasiteetillaan. Paperin tuotanto kasvoi 1960-luvun alussa, kun PK2 ja PK3 käynnistyivät vuosina 1961 ja 1963. Näiden lisäksi toinen sellun kuivauskoneista muutettiin flutingkartonkia valmistavaksi PK4:ksi. Veitsiluodon viides paperikone käynnistyi 1972, jonka jälkeen Veitsiluodon tehtaasta tuli Euroopan suurin sanomalehtipaperin valmistaja. Veitsiluotoon hankittiin Suomen ensimmäinen päällystyskone PK1:n rinnalle vuonna 1969. PK5:lla paperin päällystys alkoi 1986, jolloin Veitsiluoto lopetti kokonaan sanomalehtipaperin valmistuksen ja keskittyi päällystettyjen painopapereiden ja päällystämättömien hienopapereiden tuotantoon. (Hedman 1969, 538; Puro 1972, 45, 72, 110; Saari 2020.)

2.1.2 Veitsiluoto Oy:stä Stora Ensoksi

Veitsiluoto Oy:n sellutuotanto kasvoi useampien fuusioitumisten myötä. Kemijärvi Oy:n sellutehdas sulautettiin yhtiöön vuonna 1968 ja Oulu Oy vuonna 1986. Oulu Oy:n fuusion yhteydessä Kevätniemen saha myytiin, mutta yhtiön sahauskapasiteetti säilyi entisellään Oulu Oy:n mukana tulleen Pateniemen sahan ansiosta. Veitsiluoto Oy fuusioitiin vuonna 1996 Enso-Gutzeit Oy:n kanssa Enso Oyj:ksi. Nykyinen Stora Enso Oyj syntyi, kun Enso Oyj fuusioitiin ruotsalaisen Storan kanssa. (Saari 2020.)

2.1.3 Veitsiluodon tehtaet nykyisin

Veitsiluodon tehdas käsittää nykyisin kolme paperin tuotantolinjaa, niille raaka-ainetta valmistavan sellutehtaan, sahan ja arkittamon. Tehtaan tuotantokapasiteetti on noin 850 000 tonnia paperia, 380 000 tonnia sellua ja noin 200 000 kuutiometriä mäntysahatavaraa vuodessa. Tehdas työllistää suoraan 600 Stora Enson palveluksessa olevaa henkilöä ja 160 kunnossapitoyhtiö Eforan henkilöä. Veitsiluodon saari työllistää noin 900 henkilöä, kun lasketaan mukaan myös Stora Enso -konsernin ulkopuoliset toimijat. Tehtaan liikevaihto on noin 500 miljoonaa euroa. Kuvasta 1 nähdään saaren kaikki tuotantolaitokset. (Saari 2020.)



Kuva 1 Veitsiluodon tehtaat (Stora Enso 2020.)

3 EFORA OY

Efora Oy on Stora Enson tytäryhtiö ja Stora Enson omistuksessa. Efora Oy vastaa Stora Enson paperitehtaiden kunnossapidosta ja tarjoaa lisäksi engineering-palveluita. Efora Oy on perustettu vuonna 2009, kun Stora Enson tehtaiden kunnossapidosta vastanneet yritykset Fortek, Saimaa Service ja Varenso yhdistyivät yhdeksi yritykseksi. Tällöin myös ABB siirtyi 49 prosentin osuudella Eforan omistajaksi. Vuonna 2013 Efora Oy siirtyi kokonaan Stora Enson omistukseen. Yritystä johtaa Pekka Ruutu. (Pöysä 2015; Efora 2019.)

Eforan tavoitteena on tarjota älykkäitä kunnossapitopalveluita ja kasvattaa liike-toimintaa kehittämällä toimintaansa sekä hyödyntää parhaiden toimittajien verkostoa ja tiedonhallintaa. Eforan tunnuslause on älykkäämpää kunnossapitoa. Eforan liikevaihto vuonna 2018 oli 206 M€ ja se työllistää noin tuhat henkilöä. (Efora 2019.)

3.1 Efora Oy Veitsiluoto

Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden kunnossapitoyritys oli ennen vuotta 2009 nimeltään Fortek. Efora syntyi, kun Fortek, Varenso ja Saimaa Service yhdistyivät. Efora tarjoaa Veitsiluodon tehtailla kunnossapitoa ja engineering-palveluita. Jokaisella paperikonelinjalla sekä sellutehtaalla, arkittamolla ja sahalla on oma kunnossapitohenkilöstö, joka huolehtii tehtaan kunnossapidosta. Lisäksi Eforalla on Veitsiluodossa oma suunnitteluyksikkö, joka tarjoaa suunnittelupalveluita tehtaan eri osastoille. Eforalla on lisäksi erikoiskunnossapito eli EKP, johon kuuluu laatusäätöpalvelut, sähkö- ja automaatiolaitahuolto, varastot, kiinteistöhuolto ja kiinteistön LVI- palvelut, LVI-huolto, hitsauspalvelut, kaavarihuolto, telakunnossapito ja -hionta, asennuspalvelut, laitehuolto, ajoneuvohuolto sekä hydrauliiikka. (Efora 2020.)

4 VEDEN EPÄPUHTAUDET

Vesi itsessään on hyvä liuotin. Tästä syystä vedessä on aina epäpuhtauksia, jotka voidaan jaotella eri kategorioihin. Niitä ovat kiinteät, silmin nähtävät liukenemattomat epäpuhtaudet, liukoiset epäpuhtaudet, kolloidiset epäpuhtaudet ja veteen suspendoituneet kiintoaineet. (Vähäsarja 2016.)

4.1 Kiinteät epäpuhtaudet

Kiinteät eli liukenemattomat epäpuhtaudet voidaan jaotella koon tai koostumuksen mukaan. Kokonsa mukaan jaoteltuna vedessä voi olla kelluvia, suspendoituneita ja pohjaan laskeutuneita epäpuhtauksia. Koostumuksen mukaan epäpuhtaudet voidaan jaotella orgaanisiin ja epäorgaanisiin epäpuhtauksiin. Orgaanisia epäpuhtauksia ovat muun muassa erilaiset levät, virukset ja bakteerit. Epäorgaanisiin epäpuhtauksiin kuuluu hiekka, lieju ja savi. (Vähäsarja 2016.)

4.2 Liuenneet epäpuhtaudet

Veteen liukenee muun muassa erilaiset suolat, orgaaniset yhdisteet sekä kaasut. Orgaanisia yhdisteitä ovat muun muassa orgaaniset hapot. Veteen liukenevia kaasuja ovat esimerkiksi CO₂, N₂ ja O₂ -kaasut. Veteen liuenneet suolat ja kaasut nostavat veden sähkönjohtokykyä. (Vähäsarja 2016.)

4.3 Kolloidiset epäpuhtaudet

Kolloidiset epäpuhtaudet ovat pieniä liukenemattomia epäpuhtauksia. Näitä ei voida havaita paljaalla silmällä eikä mikroskoopilla. Tyypillisiä kolloidisten yhdisteiden muodostajia ovat esimerkiksi rauta, mangaani, silikaatti sekä humus. (Vähäsarja 2016.)

5 VEDENKÄSITTELY TEOLLISUUDESSA

Prosessivesiä käsitellään teollisuudessa kolmella eri esikäsittelyvaiheella. Niitä ovat mekaaninen esikäsittely, kemiallinen esikäsittely sekä suolanpoisto. Vedenpuhdistuksen tarve arvioidaan aina käytettävän kohteen mukaan. Mekaanisella käsittelyllä vedestä saadaan poistettua lähinnä kaikki ylimääräiset kiinteät epäpuhtaudet. Kemiallisella käsittelyllä saadaan poistettua lisäksi kolloidit, humus, pieneliöt sekä rasva ja öljyt. (Vähäsarja 2016.)

Tässä työssä perehdytään pääasiassa mekaanisen veden käsittelyyn, mutta käydään läpi myös kemiallisen veden puhdistusta.

5.1 Mekaaninen käsittely

Veden mekaanisen puhdistuksen avulla saadaan vedestä poistettua suurimmat kiinteät epäpuhtaudet. Vettä suodatetaan erilaisten karkeasuodattimien avulla. Niitä ovat erilaiset karkeat sihdit, välpät sekä ketjukorisuotimet. (Vähäsarja 2016). Veitsiluodon tehtailla raakavettä suodatetaan ketjukorisuotimien avulla.

5.1.1 Ilmastus

Mekaaniseen vedenpuhdistukseen kuuluu myös ilmastus, jossa veteen johdetaan ilmaa. Sen seurauksena veteen liuenneita kaasuja poistuu ja rauta sekä mangaani hapettuvat ja saostuvat. (Vähäsarja 2016.)

5.2 Kemiallinen käsittely

Kemiallisella vedenkäsittelyllä voidaan vedestä poistaa erilaiset kiintoaineet ja kolloidit, jotka ovat suodatettavaksi liian pieniä. Kemiallisessa esikäsittelyssä on monia eri vaiheita. Niitä ovat koagulointi eli saostus, flokkaus, selkeytys, flotaatio ja suodatus. (Vähäsarja 2016.)

5.2.1 Saostus

Saostuksessa veteen lisätään koagulointikemikaalia, joka aiheuttaa veden pienpartikkeleiden saostumisen. Koagulointikemikaalit neutraloivat hiukkasten negatiivisia pintavarauksia sekä muodostavat kasoja, joihin erilaiset pienpartikkelit tarttuvat. Koagulointia voidaan tehostaa lisäämällä veteen esimerkiksi happoa tai kalkkia. Veden pH-arvo vaikuttaa koagulointikemikaalin valitsemiseen ja kemikaali valitaankin laboratorioissa tehtävän saostuskokeen mukaan. Esimerkiksi alumiinisulfaattia ja rautakloridia käytetään koagulointikemikaaleina. (Vähäsarja 2016.)

5.2.2 Flokkaus

Flokkauksessa vettä sekoitetaan hitaasti sekoituskammiossa tai reaktorissa. Sekoituksessa veden partikkelikasaumat saatetaan kosketuksiin toistensa kanssa, jolloin muodostuu suurempia partikkelikasaumia. Näitä kasaumia kutsutaan flokkeiksi. (Vähäsarja 2016.)

5.2.3 Selkeytys

Flokkauksen jälkeen veteen kasaantuneet flokit poistetaan flotaatiolla tai selkeytyksellä. Flotaatiossa flokit nostetaan veden pintaan ilmakuplien avulla. Flokkien poisto tapahtuu tämän jälkeen ylijuoksutuksella tai kaapimalla. Selkeytyksessä flokit painuvat veden pohjalle selkeytysaltaassa. Selkeytys voidaan tehdä pystyselkeytyksenä, lamelliselkeytyksenä tai vaakaselkeytyksenä. Pystyselkeytyksessä allas on sen muotoinen, että flokit kertyvät lähinnä pystyyn altaan pohjalle. Lamelliselkeytysaltaassa on erilaisia lamelleja. Vaakaselkeytyksessä altaan pohja on tasainen ja flokit kertyvät vaakasuunnassa altaan pohjalle. (Vähäsarja 2016.)

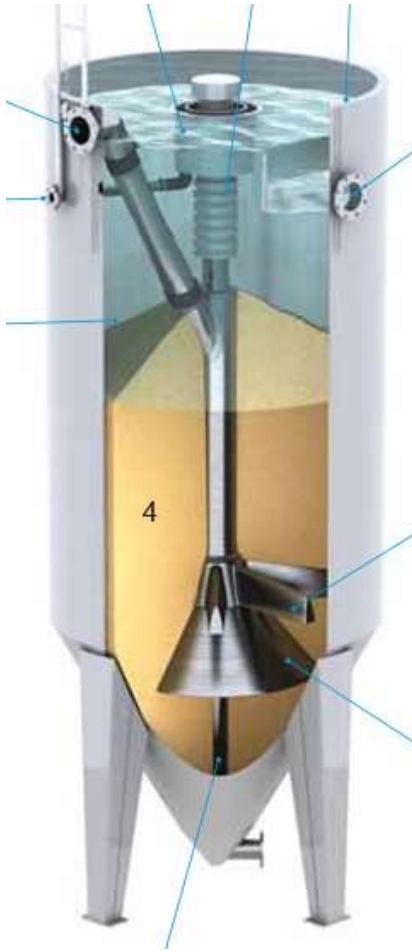
Esimerkiksi Vaasan vesi käyttää selkeytyksessä toimintatapaa, jossa puhdistettu vesi johdetaan jälkikäsitteilyyn ja flokki jää altaan pohjalle. Tämä pohjalle jäänyt flokki pumpataan takaisin sekoitusaltaaseen, jossa se sekoittuu sinne tulevaan jäteveteen. (Vaasan vesi 2015.)

5.2.4 Suodatus

Selkeytyksen jälkeen vesi suodatetaan hiekkasuodattimilla. Hiekkasuodatuksessa vesi ohjataan kulkemaan hiekkasuodattimen hiekkapatjan läpi. Suodattimia on olemassa jatkuvatoimisia sekä sykleittäin toimivia. (Vähäsarja 2016.)

Esimerkiksi Dynasand- suodatin on jatkuvatoiminen hiekkasuodatin, jossa vesi syötetään ensin sisään ylhäältä syöttöputkesta (Kuva 2). Vesiputkea ympäröi hiekka. Vesi nousee hiekkapatjan läpi samalla kun hiekka liikkuu alaspäin. Suodatettu vesi poistuu poistoyhteen ja ylivuotoreunan kautta. (Hyxo Oy 2020.)

Suodattimen pohjalla sijaitseva pumppu nostaa likaantuneen hiekan suodattimen pohjalta ylös hiekan pesurin yläosaan, jonka seurauksena hiekka valuu pesurin läpi. Hiekka puhdistuu pesurissa vastavirtaperiaatteella, kun hiekkaa vastaan virtaa puhdasta suodatettua vettä. Puhdistettu hiekka valuu takaisin hiekkapatjan pinnalle. (Hyxo Oy 2020.)



Kuva 2. Dynasand -hiekkasuodatin (Hyxo Oy 2020.)

6 VEITSILUODON NYKYINEN RAAKAVEDEN SUODATUSJÄRJESTELMÄ

Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden vesi tulee Kemijoesta, Lautiosaaren pumpaamolta. Vesi tulee sieltä Veitsiluodon omalle vesilaitokselle, joka sijaitsee tehdasalueella. Vesilaitoksella on omat puhdistusaltaat raakavedelle sekä kemiallisesti puhdistettavalle vedelle. Raakavettä käytetään muun muassa jäähdytysvetenä eri kohteissa niin sellu- kuin paperitehtailla. Vesilaitoksella puhdistetaan vettä myös kemiallisesti ja myös talousvesi puhdistetaan täällä tehtaiden käyttöön.

6.1 Raakaveden puhdistus vesilaitoksella

Raakavesi tulee Lautiosaaresta Veitsiluodon tehtaiden vesilaitoksen puhdistusaltaille. Kuva 3 nähdään osa vesilaitoksen suodatusaltaista.



Kuva 3. Vesilaitoksen suodatusaltaat

Altaista pumpataan vesipumpuilla putkistoja pitkin vesi ketjukorisuodatinyksiköille, jotka sisältävät yhteensä 54 kpl metalliverkkosuodattimia. Kuva 4 näkyy yksi vesipumpuista.



Kuva 4. Yksi vesilaitoksen pumpuista sekä pumpulle menevä vesiputkilinja

Vesilaitoksella on kaksi Rauma-Repolan valmistamaa ketjukorisuodinyksikköä, jotka sisältävät 54 kpl metalliverkkosuodattimia. Suodattimien langanpaksuus on 0,14 mm ja silmän koko on 0,30 mm. Ketjukorisuotimien tehtävänä on suodattaa suurimmat epäpuhtaudet vedestä (Kuva 5).



Kuva 5. Ketjukorisuotimen suodattimet

Ketjukorisuotimet ottavat aina tietyn määrän vettä puhdistettavaksi ja puhdistettu vesi kulkee suotimien läpi altaaseen, josta se lähtee putkistoja pitkin eteenpäin sellutehtaalle sekä paperitehtaille (Kuva 6).



Kuva 6. Ketjukorisuotimelta lähtevät putkistolinjat

6.2 Veden kulku paperitehtaille

Vesilaitoksella suodatettu mekaanisesti puhdistettu vesi kuljetetaan putkistoa pitkin paperitehtaan hiomolle, josta se jaotellaan tarkemmin ympäri tehtaita. Kuva 7 nähdään hiomon iso vesiputkilinja, josta jäähdytysvesi jakautuu ympäri paperikoneita muun muassa lämmönvaihtimille. Tässä kuvassa näkyvä pienempihalkaisijainen putkilinja on juuri se linja, mihin automaattisuodatin on tarkoitus asentaa. Kyseinen putkilinja kulkee hiomon yläkerrasta paperikoneille asti ja suodatinyksikkö on tarkoitus asentaa tähän putkilinjaan PK2 – PK3 alakerrassa ennen suodatettavia kohteita.



Kuva 7. PK2:lle ja PK3:lle lähtevä jäähdytysvesilinja

6.3 Mutasihdit

Tällä hetkellä vesilinjastossa ei ole vesilaitoksen ketjukorisuotimien lisäksi juuri-kaan muuta suodatusta. Erillisissä jäähdytettävissä kohteissa on kuitenkin mutasihdit putkistoissa, jotta enimmäkseen epäpuhtaudet suodattuvat. Mutasihti on vesi-

putkistossa yleensä ennen lämmönvaihainta sijaitseva pieni metalliverkkosuodatin, joka voidaan yleensä puhdistaa käynnin aikana kääntämällä käsisulkuventtiilit kiinni ja irrottamalla sihti. Tämä toki edellyttää, että putkistoon on rakennettu ohitus, jotta sihti voidaan väliaikaisesti ohittaa. Suuremmat mutasihdit ovat laippakiinnitteisiä, kuten Kuva 8. Sihti puhdistetaan avaamalla laipan mutterit ja irrottamalla sihti.



Kuva 8. Laippakiinnitteinen mutasihti

Pienemmät mutasihdit sisältävät kannen, jonka avaamalla sihti saadaan irrotettua puhdistusta varten. Kuva 9 nähdään mutasihdin rakenne ja itse sihti. Sihti puhdistetaan avaamalla kansi.



Kuva 9. Pienempi mutasihti avattuna

6.4 Ongelmat

Jos raakavettä ei ole suodatettu tarpeeksi, lika löytää tiensä lopulta lämmönvaihtimeen tukkien sen vähitellen. Tämän takia monissa hydraulikkakeskuksien yhteydessä on aiemmin mainitut mutasihdit, joiden kautta vesi kulkee. Mutasihdit voidaan puhdistaa käynnin aikana, jos putkistoon on rakennettu ohitus. Puhdistus ei itsessään vie kauaa, mutta varsinkin lämpimillä ilmoilla se voi olla pahimmillaan päivittäistä. Pahimmassa tapauksessa sihti on voitu poistaa välistä kokonaan sen tukkeuduttua, jolloin veden epäpuhtaudet menevät suoraan lämmönvaihtimiin.

6.4.1 Seisokkiaika

Seisokeissa pestään monesti eri hydraulikkakeskusten lämmönvaihtimia siihen tarkoitetuilla pesureilla. Pesut tilataan joko ulkopuoliselta toimijalta tai hätätapauksissa vaihtimet pestään itse rakennetuilla pesureilla. Ulkopuolisen toimijan tilaaminen pesuja varten on kallista, mutta joskus välttämätöntä lämmönvaihtimien puhtauden takaamiseksi. Jos vaihtimia pestään omalla kunnossapitoporukalla, seisokkiaikaa kuluu pesurien laittamiseen ja purkamiseen. Tämä aika on

silloin pois muista seisokkitöistä. Itse tehdyt pesurit eivät myöskään ole yhtä tehokkaita kuin ulkopuolisen toimijan oikeat teollisuuspesurit, sillä ulkopuolisten pesureilla voidaan pestä useampaa vaihdinta yhtä aikaa. Kuva 10 nähdään ulkopuolisen yrityksen pesuri, joka puhdistaa takana näkyvän hydraulikkakeskuksen lämmönvaihdinta. Kuvan tilanteessa pesuri pesee kahta lämmönvaihdinta yhtä aikaa.



Kuva 10. Ulkopuolisen yrityksen pesuri puhdistamassa lämmönvaihtimia

6.4.2 Häiriöt hydraulikassa

Hydrauliikkajärjestelmässä on yleensä ylä- ja alahälytysrajat öljyn lämpötilan suhteen, joten järjestelmän toimilaitteet voivat pysähtyä automaattisesti, kun lämpötila ylittää hälytysrajan. Laitteen pysähtyminen voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa seisokin. Hydrauliikkaöljy menettää myös ominaisuutensa liian korkeassa lämpötilassa. Tällöin voidaan puhua jo hydraulikkaöljyn palamisesta. Palanut hydraulikkaöljy ei välttämättä toimi enää tehonsiirtimenä niin kuin pitäisi. Täl-

löin myös hydraulikkaöljyn toimilaitteita jäähdyttävä vaikutus ja voitelukyky huononevat. Hydraulikan toimilaitteille on tietyt suunnitellut toimintalämpötilat, joiden ylittyessä laitteet eivät välttämättä toimi oikein. Vikaherkimpiä näistä ovat esimerkiksi erilaiset ohjausventtiilit, joiden vikaantuminen aiheuttaa laiteseisokin, pahimmillaan linjaseisokin. Hydraulikkaöljyn ylikuumentuminen aiheuttaa myös öljyvuo-
toja, kun toimilaitteiden tiivisteet palavat. Suuret öljyvuo-dot voivat keskeyttää tuotannon, erityisesti jos tehdään puhtaudeltaan kriittistä paperia.

7 SUODATUKSEN PARANTAMINEN

Tämän työn kannalta tärkeimmät vaihtoehdot suodatuksen parantamiseksi ovat yhden automaattisuodatinyksikön lisääminen paperikoneiden ja hiomon tuotantoprosessin alkupäähän tai useamman pienemmän suodatinyksikön lisääminen paperikoneen kriittisimpiin suodatuskohteisiin. Tässä työssä paneudutaan enemmän yhden suuremman suodatusyksikön kartoittamiseen, mutta otetaan huomioon myös toinen vaihtoehto, jossa pienemmät suodatinyksiköt sijoitettaisiin kriittisimpiin kohteisiin.

7.1 Ongelmallisimmat kohteet

Tietyt hydraulikkakeskusten lämmönvaihtimet ovat kriittisempiä kuin toiset ja ne myös tukkeutuvat muita useammin. Jos ajateltaisiin, että sijoitettaisiin pienemmät automaattisuodattimet kriittisimpiin kohteisiin yhden suuremman suodattimen sijasta, kohteet voisivat olla seuraavat kaikki paperikonelinjat mukaan lukien:

- PK2 ja PK3 kuivanpään kiertovoitelukeskukset
- PK2 SymBelt, PK2 ZLC - hydraulikkakeskukset
- PK3 3. puristimen hydraulikkakeskus
- PK5 kiertovoitelukeskus
- PK5 2-3 puristimen hydraulikkakeskus (Kysters)

Kyseisissä kohteissa on havaittu eniten lämpöongelmia ja niiden mutasihtejä saa olla puhdistamassa kesäisin lähes päivittäin.

7.2 Valintakriteerit

Suodatusjärjestelmän täytyy toimia mahdollisimman automaattisesti ja vähällä kunnossapidolla, jotta se ei aiheuta lisää kunnossapitokuormaa. Tarkoituksena ei ole lisätä mekaanista huoltoa vaativia laitteita.

7.3 Laitteiston sijainti

Laitteiston paikan suunnittelussa on otettava huomioon monia asioita. Suodatusyksikkö tarvitsee sähköä ja paineilmaa toimiakseen. Tässä työssä ei kuitenkaan keskitytä niihin, otetaan vain huomioon, että sijoituspaikkaan on helppo vetää sähköjohdotukset sekä mahdolliset pneumatiikkalinjat.

Laitteisto on suunniteltu kytkettäväksi hiomolta paperitehtaalle kulkevan VSU-putken väliin ennen prosessilaitteita. Se on tarkoitus sijoittaa PK2-3 alakertaan märkäänpään kesikäytävälle, missä sijaitsee myös hydraulikkakoneikot. Suodatinyksikkö ei itsessään ole arka lialle ja lämmölle, joten se voidaan sijoittaa paperikoneiden hydraulikkojen läheisyyteen. Alakerran katossa kulkee myös raakaveden putket, joten putkilinjat ovat tästä paikasta helppo vetää laitteistolle ja saada suodatettu vesi lähtemään siitä prosessiin. Alakerrasta löytyy myös tyhjää tilaa. Kuva 11 on yleisnäkymä PK2-3 käytävältä.



Kuva 11. Yleiskuva PK2 käytävältä, johon laitteisto on tarkoitus sijoittaa

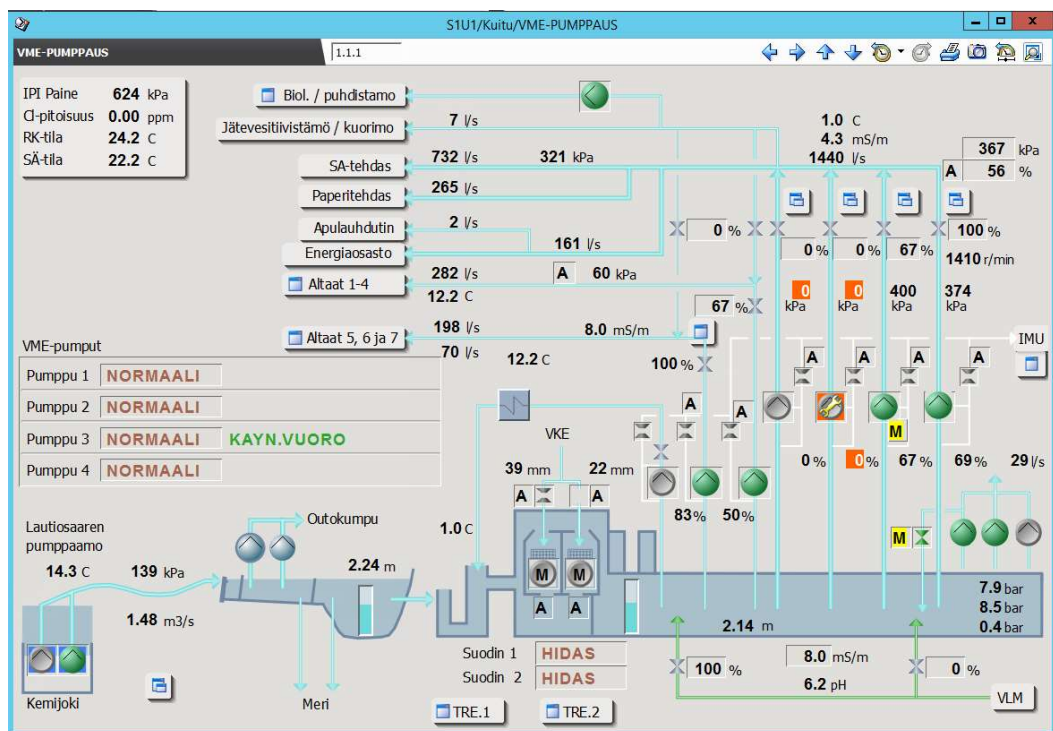
7.4 Laitteiston mitoitus

Valittaessa uutta suodatusjärjestelmää on otettava huomioon järjestelmän suodatuskapasiteetti. Ennen kuin uusi automaattisuodatusjärjestelmä voidaan valita, täytyy mitoittaa se oikein. Selvitettäviä asioita ovat muun muassa vesiputkien halkaisijat, veden kulutus/virtaus ja paine. Veden suodatusasteen selvitys on myös ratkaisevassa roolissa laitteiston mitoituksen kannalta.

7.4.1 Veden kulutus

Veitsiluodon ohjausjärjestelmästä, Dna:sta nähdään veden kulutus tietokoneelta suoraan (Kuva 12). Kuvanottohetkellä sellutehdas otti vettä käyttöönsä 732 l/s ja paperitehtaat yhteensä 265 l/s. Kuva on otettu keväällä 2020. Myös syksyllä 2019 otettiin ylös sellutehtaan ja paperitehtaiden vedenkulutus. Tällöin sellutehdas otti vettä 627 l/s ja paperitehtaat yhteensä 415 l/s. Vedenkulutus on siis riippuvainen tehtaiden senhetkisestä veden tarpeesta.

Kesällä vettä menee tuplaten muihin vuodenaikoihin verrattuna, joten mitoitusarvoina voidaan käyttää edellä mainittuja arvoja kerrottuna kahdella. Tämä siksi, että kesällä on lämpimämpää, joten jäähdytystä tarvitaan enemmän.



Kuva 12. Kuvankaappaus Dna-ohjelmasta

PK2-3 linjoilta mitattiin myös veden kulutus putkistossa pintamittarin avulla (Kuva 13). Veden kulutuksessa oli hieman luonnollista vaihtelua, mutta arvona voidaan pitää noin 260 m³/h. Kun tämä muutetaan litroiksi sekunnissa, saadaan noin 72 l/s. Koska mittaukset on tehty syksyllä, täytyy ne kertoa kahdella, jotta saadaan realistiset arvot kesän kulutuksesta. Tällöin PK2-3 linjat kuluttaisivat vettä noin 140 l/s eli vettä kuluisi noin 500 m³/h. Tätä voidaan käyttää mitoitusarvona valittaessa oikean kokoista suodatinta.



Kuva 13. Veden virtauksen mittaus pintamittarilla

7.4.2 Veden paine

Raakaveden paineelle ei ole Veitsiluodon tehtailla tarkkoja mittauksia, joten veden paine täytyy arvioida. Wedge -ohjelman kautta saadaan kuitenkin suuntaa antava paine vesilaitokselta. Vesilaitoksen mittauksen mukaan paine vaihtelee

350-400 kPa välillä, joka on muutettuna 3,5-4 bar. Tämä jää huomattavasti alle suodattimien sallitun maksimiarvon, joka on 10 bar.

7.5 Veden suodatusaste

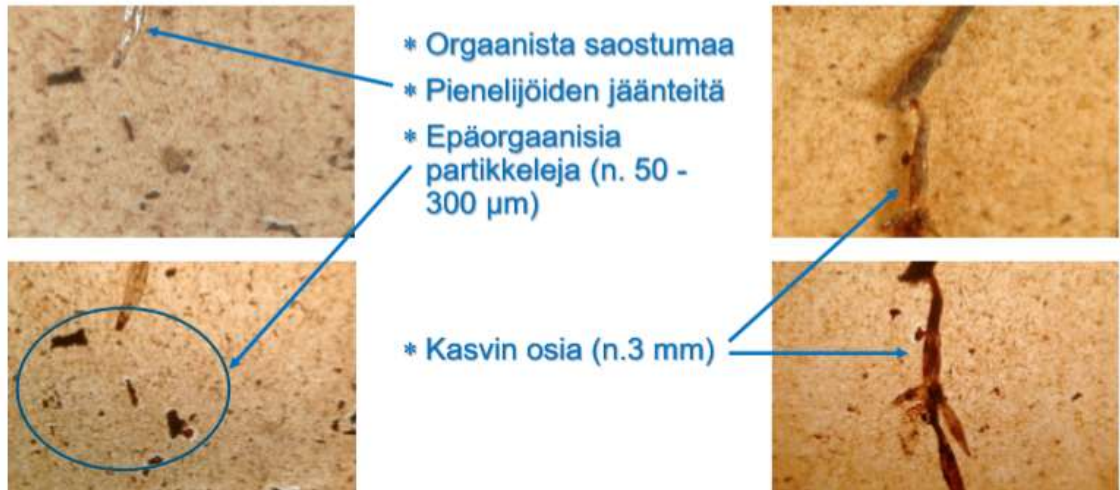
Veden suodatusaste kertoo sen sisältämät partikkelit. Mitä pienempi luku suodattimessa on, sitä tiukempi se on eli sitä vähemmän se päästää epäpuhtauksia läpi. Suodatusaste täytyy olla oikea, sillä liian tiukka suodatin on koko ajan tukossa ja liian väljä suodatin päästää kaiken läpi. (Hirvonen 2020b.)

7.5.1 Vedestä otettu analyysi

Tätä työtä varten otettiin vesinäyte PK5:n uratelojen hydraulikkakeskuksen mutasihdiltä suodatusasteen selvittämiseksi. Myös itse sihti lähetettiin analysoitavaksi. Analyysin teki Colly Companyn Jukka Hirvonen. Vaikka tämä työ tehdään pääasiassa PK2 – PK3 paperikoneille, jäähdytysvesi on samaa myös PK5:llä, josta näyte otettiin. Vesianalyysin tulokset kertovat tarpeellisen veden suodatusasteen.

Näytettä otettiin yksi litra pulloon ja se suodatettiin membraanisuodattimella, jonka suodatusaste oli 1,6 µm. Membraani tutkittiin mikroskopoimalla näyte pinta – ja läpivalotekniikoita apuna käyttäen. Näytteen partikkelikoko mitattiin okulaarimikrometrin avulla. (Hirvonen 2020c.)

Jäähdytysveden sisältämä kiintoaine oli tyypillistä raakaveden kiintoainesta. Se sisälsi orgaanista saostumaa eli humusta, eloperäisiä kasvien ja pieneliöiden jäänteitä sekä epäorgaanisia partikkeleita, kuten silikaatteja. Näiden partikkeleiden kokojakauma oli pääosin noin 50-300 µm (Kuva 14). (Hirvonen 2020c.)



Kuva 14. Vesianalyysin tulokset (Hirvonen 2020c.)

7.5.2 Mutasihdin analyysi

Tutkittavaksi lähetettiin myös puhdistamaton mutasihti samalta keskukselta. Mutasihti sisälsi orgaanista saostumaa, kasvin osien jäänteitä, kotiloita ja muita pieneliöiden jäänteitä sekä paljon kuitumaista ainesta. Nämä näkyvät myös Kuva 15. (Hirvonen 2020c.)



Kuva 15. Mutasihdin kiintoaineet (Hirvonen 2020c.)

7.5.3 Yhteenveto analyysista

Näytteen sisältämät partikkelit, kuten kasvin osien jäänteet ja pieneliöt on mahdollista puhdistaa suodattamalla. Partikkelit ovat kooltaan sitä luokkaa, että suodatusasteen täytyy olla mielellään väliltä 50-100 µm. (Hirvonen 2020c.)

Vedestä löytyi myös orgaanista saostumaa eli humusta, joka on ongelmallista suodatettavaa. Humusta ei saada poistettua suodattamalla. Jos haluttaisiin, ettei humusta ole yhtään, täytyisi vesi puhdistaa kemiallisesti. Suodattamalla vedestä saadaan kuitenkin kiinteät partikkelit poistettua. Kiinteät partikkelit koetaan jäähdytysveden suurimmaksi ongelmaksi. (Hirvonen 2020c.)

8 ERI LAITTEISTOVAIHTOEHDOT

Automaattisesti suodattavia suodatinyksiköitä löytyy useammalta eri valmistajalta suomesta. Tähän työhön valittiin niistä kolme. Alfa Lavalin ALF-suodattimessa automaattinen puhdistus perustuu vastahuuhteluperiaatteeseen. Sarlinin Bernoulli-suodatin perustuu Bernoullin lakiin. Colly Companyn markkinoima AZUD-suodatinyksikkö käyttää hyödyksi kiekkosuodatustekniikkaa.

8.1 ALF, Alfa Laval

Alfa Laval on ruotsalainen yritys, joka on erikoistunut teollisuuden lämpö-, erotus- ja virtaustekniikkaan. Alfa Lavalin tuotteita käytetään yleisesti Veitsiluodon tehtailla. Erityisesti monet hydraulikkakeskusten läheisyydessä sijaitsevat lämmönvaihtimet ovat Alfa Lavalin valmistamia. Suomessa Alfa Lavalin tuotteita jälleenmyy Alfa Laval Nordic Oy. (Alfa Laval 2015.)

Alfa Lavalin ALF-suodatinyksikkö on automaattisesti toimiva painesuodatinyksikkö. ALF hyödyntää puhdistuksessaan vastahuuhteluperiaatetta. Vastahuuhtelussa veden virtaussuunta käännetään vastakkaiseksi suodatinelementtiin nähdessä ja putkilinjan paine saa aikaan voimakkaan virtauksen avoimeen tilaan. (Alfa Laval 2015; Filterit 2019.)

8.1.1 ALF:n rakenne

ALF-suodatinyksikkö on rakennettu pääasiassa säiliöön ja sen ympärille. Säiliön rakenne itsessään on melko yksinkertainen: se sisältää sisään -ja ulostulot, säiliön sisääntulon läheisyydessä sijaitsevan säätöventtiilin, säiliön päällä olevan huuhteluventtiilin sekä itse suodatinkorin. Säiliön pääty on avattavissa laippaliitoksella. (Alfa Laval 2016.)

ALF sisältää myös automaatiota, sillä venttiileitä ohjataan automaation avulla. Yksikön läheisyydessä sijaitsee myös ohjauspaneeli, josta yksikköä voidaan tarvittaessa operoida. ALF käyttää suodatinkoreina joko perforoitua suodinkoria tai kiilalankakoria. Perforoitu suodinkori on tarkoitettu väljemmille suodatusasteille ja kiilalankakori tiukemmille suodatusasteille. Kuva 16 näkyy yleiskuva ALF-suodattimesta. (Alfa Laval 2016.)

ALF - Alfa Laval Filter

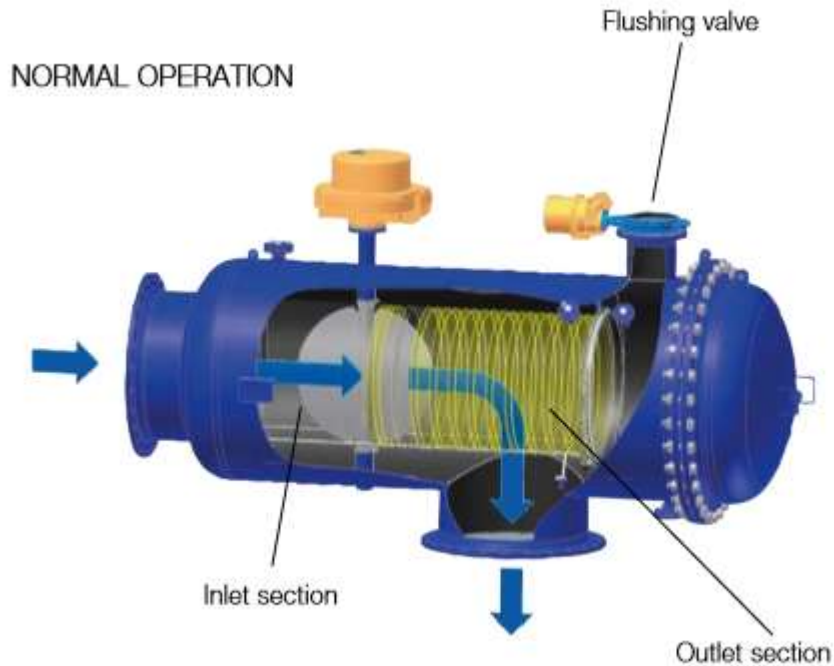
Filtration for cooling systems using low-quality water



Kuva 16. ALF-suodatinyksikkö (Alfa Laval 2016.)

8.1.2 ALF:n toimintaperiaate

ALF toimii eri lailla eri tilanteissa. Normaalisissa tilanteissa puhdistettava vesi virtaa tuloaukosta sisään säiliöön. Tällöin säätöventtiili on auki ja huuhteluventtiili kiinni. Vesi virtaa suodatinkorin läpi ja säiliön alaosassa olevasta ulostuloaukosta prosessiin (Kuva 17). (Alfa Laval 2016.)

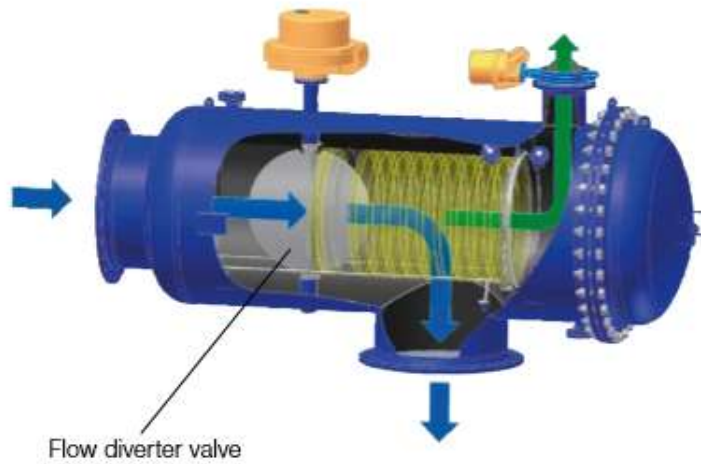


Kuva 17. Normaali tilanne (Alfa Laval 2016.)

Toinen tilanne on regenerointi eli puhdistustilanne. Regenerointi käynnistyy siinä vaiheessa, kun suodattimeen on kertynyt likaa ja muita epäpuhtauksia. Regenerointivaihe voidaan käynnistää joko automaattisesti tai manuaalisesti. Automaatilla toimiessaan puhdistus käynnistyy ajastimen avulla, sillä laitteeseen voidaan asettaa tietty aika, jolloin puhdistus käynnistyy. Manuaalisesti puhdistus voidaan käynnistää painamalla nappia ohjauspaneelista. (Alfa Laval 2016.)

Regenerointi voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: primäärihuuhteluun ja sekundäärihuuhteluun, joka toimii vastahuuhtelulla. Primäärihuuhtelussa säiliön sisääntulon läheisyydessä oleva säätöventtiili pysyy auki. Lisäksi säiliön päällä oleva huuhteluventtiili aukeaa vähentääkseen painehäviötä sekä lisätäkseen nopeutta ja kokonaisvirtausta suodattimen läpi. Tällöin suodatinkoriin tarttuneet roskat lähtevät liikkeelle ja poistuvat huuhteluventtiilin kautta (Kuva 18). (Alfa Laval 2016.)

REGENERATION – primary flushing



Kuva 18. Regenerointi, primäärihuuhtelu (Alfa Laval 2016.)

Vastahuuhtelussa säiliön sisäinen säätöventtiili sulkeutuu huuhteluventtiin pysyessä auki. Koska säätöventtiili on kiinni, veden virtaus ohjautuu pakotettuna suodatinkorin läpi, suodatinkorin ulkopuolelta sisäpuolelle. Suurin osa vedestä poistuu pääulostulon kautta, mutta suodattimessa vallitseva paine vetää osan virtauksesta ulostulon sisäpuolelle. Tämä saa aikaan vastahuuhtelureaktion suodattimessa. Mahdolliset suodattimesta irtaantuneet epäpuhtaudet poistuvat tämän jälkeen huuhteluventtiin kautta (Kuva 19). (Alfa Laval, 2016.)

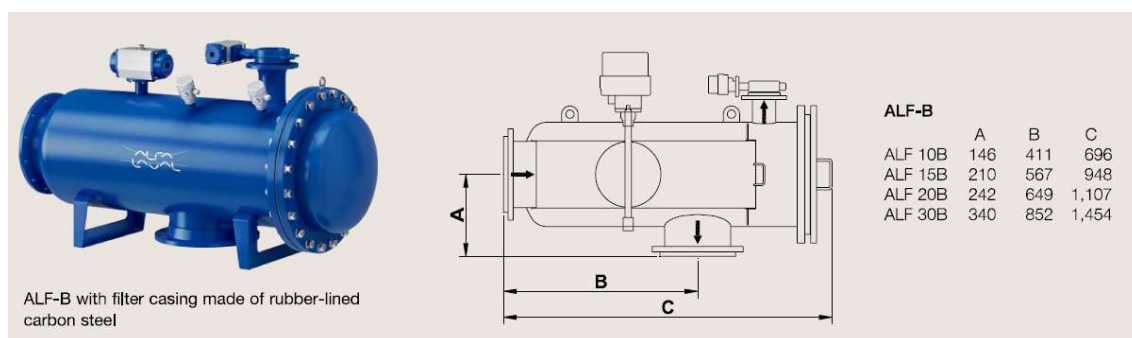
REGENERATION – secondary flushing (backflushing)



Kuva 19. Regenerointi, vastahuuhteluvaihe (Alfa Laval 2016.)

8.1.3 Kohteeseen sopiva laite

Alfa Laval tarjoaa kohteeseen ALF 20-B -suodatusyksikköä. Laite on mitoitettu 300 µm suodatusasteelle ja sen maksimi virtauskapasiteetti on noin 500 m³/h. Laite on tarkoitettu ohjattavaksi tehtaan omalla järjestelmällä, se ei siis sisällä ohjausyksikköä. Kuva 20 nähdään suodattimen mitat.



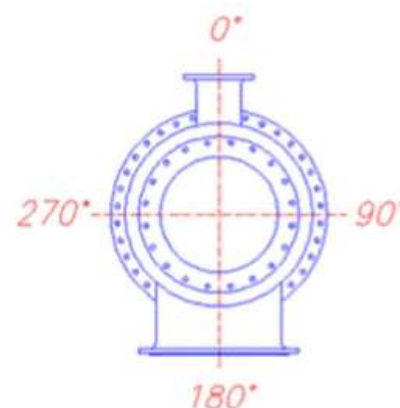
Kuva 20. ALF 20-B mitat (Alfa Laval 2016.)

Suodattimen runko on kumivuorattua hiiliterästä. Suodinkorin materiaali on AISI316. Suodatin on suunniteltu käytettäväksi maksimissaan 10 barin paineella maksimissaan 65°C lämpötilassa. Yksikkö sisältää pneumaattiset toimilaitteet. Suodatinkorina on kiilalankakori, jonka suodatusaste on 300 µm. Tarkemmat tekniset tiedot nähdään Kuva 21. (Alfa Laval 2020a.)

Specification ALF 20-B

Flow per Filter	500	m ³ /h
Number of Filters	1	pcs
Working Pressure	1	bar(g)
Working Temperature	50	°C
Filter Type	ALF 20-B	
Minimum Flow rate	180	m ³ /h
Maximum Flow rate	550	m ³ /h
Flushing Flow rate	100	m ³ /h
Flushing Velocity	5.47	m/s
Minimum Temperature	0	°C
Maximum Temperature	65	°C
Minimum Pressure	0	bar(g)
Maximum Pressure	10	bar(g)

Pressure Drop	0.246	bar
---------------	-------	-----



Seen from Main Inlet

Kuva 21. ALF 20-B tekniset tiedot (Alfa Laval 2020b.)

8.2 Bernoulli-suodatin, Sarlin

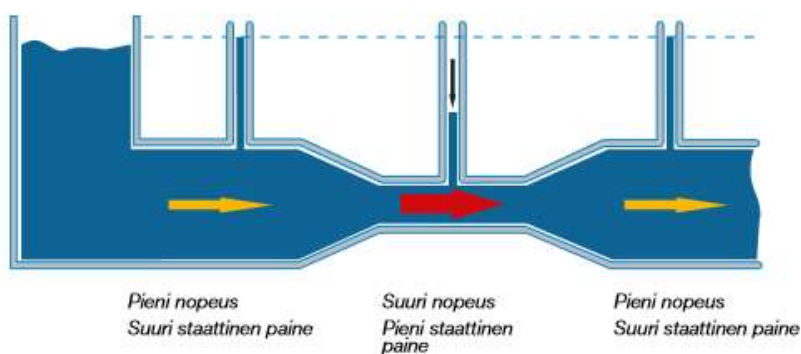
Bernoulli-suodatin on Bernoulli Systemin automaattisuodatin. Se on saanut nimensä Bernoullin lain mukaan. Bernoulli System AB on vuonna 1986 perustettu ruotsalainen yritys, joka on erikoistunut muun muassa vesien suodatukseen (Sarlin 2019.)

Bernoulli-suodatin hyödyntää suodatuksessaan pneumatiikkaa. Likaantuessaan suodatin puhdistetaan paineilmasylinterin päähän kiinnitettyllä levyllä, joka työnnyttyy suodatinkoriin ja saa aikaan veden virtausnopeuden kasvamisen sekä staattisen paineen alenemisen Bernoullin lain mukaisesti. (Sarlin 2019.)

Bernoulli-Systemin suodattimia toimittaa Suomessa Sarlin Oy Ab. Sarlin on suomalainen yritys, joka on erikoistunut teolliseen paineilmaan, automaatioon ja energiateknologiaan. (Sarlin 2019.)

8.2.1 Bernoullin laki

Bernoullin lain mukaisesti kokoonpuristumattomassa virtauksessa kaasun tai nesteen nopeuden kasvaessa, sen paine alenee. Pienellä nopeudella nesteellä on suuri staattinen paine, kun taas suurella nopeudella paine on pieni. Kuva 22 havainnollistaa Bernoullin lakia. (Sarlin 2019)



Kuva 22. Bernoullin laki (Sarlin 2019.)

8.2.2 Bernoulli-suodattimen rakenne

Bernoulli-suodatin koostuu rungosta, suodatinkorista, huuhteluventtiileistä pneumatiikkasyylintereineen, sekä paineantureista. Lisänä on myös ohjauspaneeli, josta suodatinta voidaan ohjata manuaalisesti. Paneelista voidaan myös asettaa ajastimella haluttu huuhtelujakson ajankohta. Kuva 23 on mallinnettu kuva Bernoullista kytkettynä järjestelmään. (Sarlin 2019.)



Kuva 23. Bernoulli-suodatin kytkettynä järjestelmään (Sarlin 2019.)

8.2.3 Bernoulli-suodattimen toimintaperiaate

Bernoulli-suodattimen toiminta voidaan jakaa erilaisiin vaiheisiin. Näitä ovat niin sanottu normaali tilanne, esihuuhteluvaihe ja huuhteluvaihe.

Normaalissa tilanteessa vesi kulkee suodatinyksikön läpi sisääntulosta ulostuloon. Suodattimen tukkeutuessa vähitellen tarvitaan huuhtelua. (Sarlin 2019.)

Ensimmäinen vaihe on esihuuhteluvaihe. Esihuhteluvaiheessa automatiikka aukeaa suodattimen yläosassa sijaitsevan huuhteluventtiilin, jonka seurauksena suurimmat likahiukkaset huuhtoutuvat veden mukana pois. (Sarlin 2019.)

Esihuuhteluvaihetta seuraa varsinainen huuhteluvaihe, jossa pneumatiikkasylin-
terin päässä sijaitseva levy työntyy suodatinkoriin. Levyn ja suodatinkorin väliin
jää rako, joka aiheuttaa veden virtausnopeuden kasvamisen, kun sylinteri painaa
levyä alaspäin. Virtausnopeuden kasvamisen seurauksena staattinen paine ale-
nee Bernoullin lain mukaisesti, joten veden virtaussuunta kääntyy. Virtaussuun-
nan kääntymisen seurauksena suodatinkorin pintaan kiinnittyneet likahiukkaset
irtoavat. Likahiukkaset johdetaan pois suodattimesta huuhteluaukon kautta. Tä-
män jälkeen ollaan taas normaalitilanteessa. (Sarlin 2019.)

Huuhtelujakson alkaminen voidaan määrittää joko ajallisesti tai paine-eroanturei-
den avulla. Ohjelmaan voidaan määrittää ajastus, jolloin huuhtelujakso käynnis-
tyy asetettuun aikaan. (Sarlin 2019.)

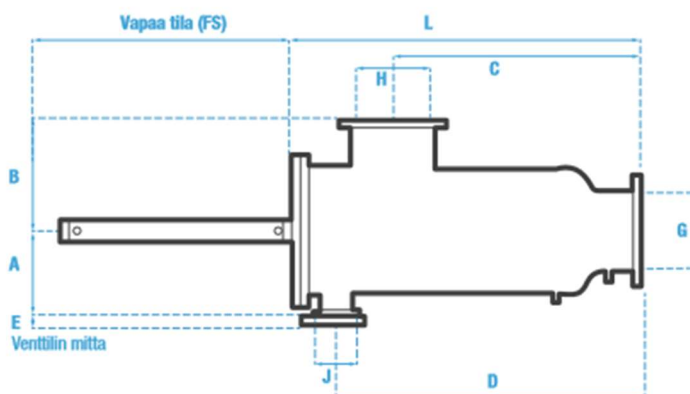
Huuhtelujakso käynnistyy myös paine-eroantureiden avulla. Paine-eroanturit ha-
vaitsevat veden paineessa muutosta ja käynnistävät huuhtelujakson. Jakso käyn-
nistyy jo ennen kuin veden virtausnopeus on päässyt heikkenemään. Kuva 24
nähdään Bernoulli-suodattimen periaate (Sarlin 2019.)



Kuva 24. Bernoulli-suodattimen toimintakuva (Sarlin 2019.)

8.2.4 Kohteeseen sopiva laite

Sarlin tarjoaa kohteeseen Bernoulli BSG250-suodatinta tai BSS250-suodatinta. BSG-suodattimen runko on valmistettu lasikuituvahvisteisesta polyesteristä. Se on suunniteltu merivesipohjaiselle vedelle, joten se ei ole altis korroosiolle. Toinen vaihtoehto on BSS250-suodatin, jonka erona on rosterista valmistettu runko. Suodattimien maksimipaine on 10 bar ja suodatusaste on joko 100 µm tai 200 µm. Maahantuoja suosittelee 200 µm suodatusastetta tähän kohteeseen. Kuva 25 on suodattimen mitoitustaulukko, josta nähdään mittojen lisäksi tärkeimmät tekniset tiedot. (Sarlin 2019.)



MITAT

Suodattin- tyyppi	Virtauskapasiteetti		Mitat (mm)										Paino (kg)
	Max (l/s)	Huuhtelu (l/s)	A	B	C	D	E	L	FS	G/H	J		
SOUDATTIMEN RUNKO PVC													
BSP 65	17	2	96	205	295	380	bullt in	460	330	DN 65	BSP 1*	12	
BSP 80	23	3	180	235	380	485	150	630	430	DN 80	DN 40	17	
BSP 100	36	4	185	275	440	550	150	720	450	DN 100	DN 40	24	
SOUDATTIMEN RUNKO GRP													
BSG 100	36	4	185	200	385	495	212	630	450	DN 100	DN 40	18	
BSG 150	83	9	240	275	530	675	212	820	590	DN 150	DN 40	40	
BSG 200	145	17	310	350	705	890	292	1060	790	DN 200	DN 65	60	
BSG 250	235	26	350	400	825	1050	52	1260	940	DN 250	DN 100	105	

Kuva 25. Bernoulli-suodattimen mitoitustaulukko. Kohteeseen sopiva suodatin on taulukossa merkitty punaisella (Sarlin 2019.)

8.3 AZUD, Colly Company

AZUD on 80-luvulla perustettu yritys, jonka pääkonttori sijaitsee Espanjassa. AZUD:lla on tytäryhtiöitä myös Intiassa, Brasiliassa, Meksikossa ja Kiinassa. Suomessa AZUD:n tuotteita maahantuo Oy Colly Company Ab. (Azud 2020; Colly Company 2020.)

AZUD Helix on kiekkosuodatustekniikkaan perustuva automaattisuodatin, joka käyttää hyödykseen vastahuuhteluperiaatetta. Vesi kulkee suodattimessa pinottujen levyjen kautta. Suodatin sisältää vastahuuhteluventtiilin, jolla suodatin puhdistuu automaattisesti. (Hirvonen 2020a.)

AZUD:lla on valikoimassa kahta erilaista suodatintyyppiä. Ensimmäinen tyyppi käyttää niin sanottua DLP-tekniikkaa ja toinen suodatustyyppi on AA-tekniikkaan perustuva paineilma-avusteinen. Kuva 26 nähdään yksinkertainen kolmen suodattimen Helix DLP-suodatinyksikkö. (Hirvonen 2020a.)



Kuva 26. AZUD Helix suodatusyksikkö (Hirvonen 2020a.)

8.3.1 AZUD-suodattimen rakenne

DLP-suodatin koostuu suodatinelementistä, kolmitieventtiilistä, ohjausyksiköstä ja mahdollisista jakotukeista. AA-typin suodattimessa on edellä mainittujen lisäksi paineakku. Kuva 27 nähdään tarkemmin suodattimen osat. (Hirvonen 2020a.)



Kuva 27. AZUD-suodattimen osat (Hirvonen 2020a)

Suodatinelementti koostuu rungon päässä olevasta männästä, päällekkäin pinotuista kiekkoista ja suodatinrungosta. Kiekot ovat päällekkäin pinottuja uritettuja levyjä, jotka on valmistettu teknisestä muovista. Kiekoissa on muotoiltuja kanavia, joiden kautta vesi kulkee ja johon likapartikkelit tarttuvat. Kiekoja on olemassa kahdenlaisia: MG-kiekoja ja WS-kiekoja. MG-kiekojen suodatusluokka on 5-400 μm , joten ne soveltuvat syväsuodatukseen. WS-kiekot ovat puolestaan niin sanottuja pintasuodatuselementtejä, joita käytetään 50 μm ja pienemmissä erotusasteissa. Molempia kiekkotyyppejä voidaan käyttää sekä DLP- että AA-suodatinlaitteissa. Kiekot pinotaan päällekkäin ja puristetaan suodatinrunkoon esijännitetyn jousen avulla. Tämän ansiosta vesi voi virrata vain levyjen välisten pienten kanavien kautta. (Hirvonen 2020a.)

8.3.2 AZUD-suodattimen toiminta (DLP-suodatin)

Vesi kulkee ensiksi suodattimen tuloaukosta sisään tangentiaalisesti, jonka jälkeen vesi alkaa kiertää suodatinelementissä olevien pinottujen levyjen kautta ulkopuolelta sisäpuolelle. Levyt ovat molemmilta puolin uritettuja ja veden epäpuhtaudet sekä kiintoaineet tarttuvat levyissä oleviin uriin. Toiminta nähdään myös Kuva 28. (Hirvonen 2020c.)



Kuva 28 Suodattimen toiminta normaalitilanteessa (Hirvonen 2020a.)

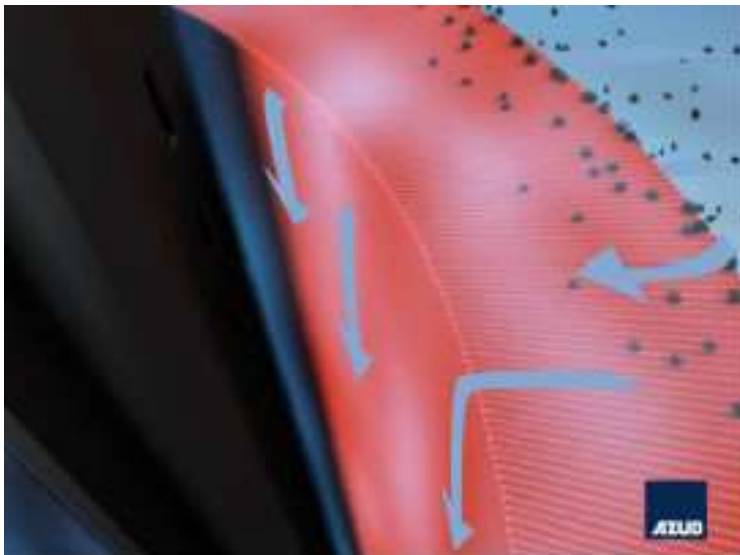
Automaattinen vastahuuhtelujakso käynnistyy, kun tulo- ja lähtöpuolen välinen paine-ero kasvaa tarpeeksi suureksi. Käynnistyminen voidaan myös ajastaa tai käynnistää sähköisesti ohjausyksikön kautta. (Hirvonen 2020a.)

Vastahuuhtelun käynnistyessä kolmitieventtiili ohjaa akseptin vastavirtaan suodatinelementtiin ja sitä kautta kanaaliin. Samalla elementin yläosassa oleva mäntä nousee ja vapauttaa kiekot erilleen vastapesun ajaksi. Vesi virtaa pienten suuttimien läpi kovalla paineella suodatinelementtiin huuhdellen sen (Kuva 29). (Hirvonen 2020c.)



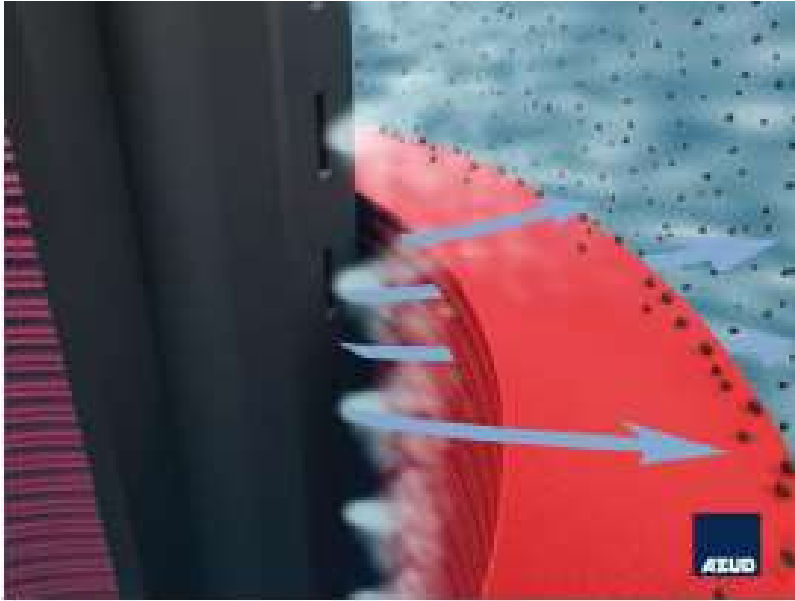
Kuva 29. Suodattimen toiminta vastahuuhtelujakson aikana (Hirvonen 2020a.)

Normaalissa tilanteessa vesi virtaa Kuva 30 mukaisesti ulkoa sisälle ja saa vedessä olevat likapartikkelit tarttumaan kiekkojen kanaviin. (Hirvonen 2020a.)



Kuva 30. Veden virtaus normaalitilanteessa (Hirvonen 2020a.)

Vastahuuhteluvaiheessa venttiilin auetessa vesi virtaa Kuva 31 näkyvien pienten suuttimien läpi toiselta puolen kiekkoa, joka saa aikaan suodattimen automaattisen puhdistumisen, kun likapartikkelit irtoavat kiekkojen pinnoilta. (Hirvonen 2020a.)



Kuva 31. Veden virtaus vastahuuhteluvaiheessa (Hirvonen 2020a.)

8.3.3 AZUD-suodattimen toiminta (AA-suodatin)

AA-menetelmällä toimiva suodatin toimii muuten samalla tavalla kuin DLP-menetelmällä toimiva, mutta se käyttää lisäksi apunaan pneumatiikkaa. Paineilmaavusteinen suodatin sisältää paineakun, jossa pesuvesi on valmiina. Vastapesun alkaessa paineakkuun sekä pesuvesilinjaan ohjataan paineilmaa, joka tehostaa merkittävästi vastapesua ja vähentää pesun aikana käytettävän veden määrää. Kuva 32 on vierekkäin suodatinelementti ja paineakku. (Hirvonen 2020a.)



Kuva 32. AA-suodatin. Vasemmalla suodatinelementti ja oikealla paineakku (Hirvonen 2020a.)

8.3.4 Kohteeseen sopiva laite

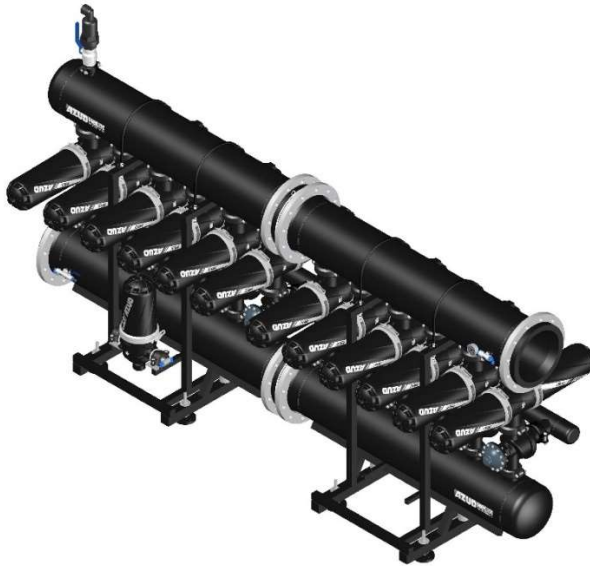
AZUD Helix -suodattimia löytyy kolmea eri mallia, jotka soveltuvat kaikki tähän kohteeseen. Mallit on listattu Taulukko 1.

Taulukko 1. Suodatinvaihtoehdot (Hirvonen 2020c.)

	kapasit.m ³ /h	laite lkm
AZUD HELIX AUTOMATIC FT4DCL12/12FX N DLP WS 100 M	504	1
AZUD HELIX AUTOMATIC FT4DCL7/10FX N DLP WS 100 M	540	2
AZUD HELIX AUTOMATIC FT210/8FX AA DLP WS 100MICRON	540	3

Kaksi ensimmäistä vaihtoehtoa ovat DLP – periaatteella toimivia ja kolmas käyttää apuna lisäksi pneumatiikkaa. Kiekot ovat kaikissa WS-tyyppiä. Kaikki vaihtoehdot on mitoitettu 100 µm suodatusasteelle ja niiden virtauskapasiteetti on noin

500 m³/h. Suurimpana erona ensimmäisen ja toisen suodattimen välillä on suodatinelementtien lukumäärä. HELIX FT4DCL12 sisältää 12 kpl suodatinelementtejä (Kuva 33).



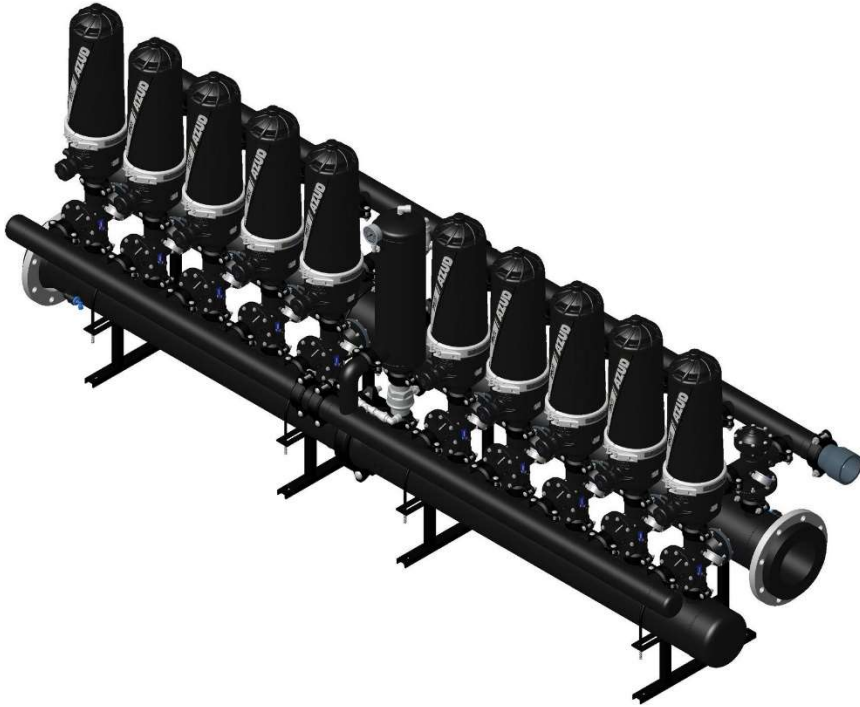
Kuva 33. HELIX FT4DCL12 – suodatin (Hirvonen 2020c.)

HELIX FT4DCL7 – suodatin on lähes samanlainen edelliseen verrattuna, mutta se sisältää 7 kpl suodatinelementtejä (Kuva 34).



Kuva 34. HELIX FT4DCL7 – suodatin (Hirvonen 2020c.)

Kolmas vaihtoehto (Kuva 35) sisältää 10 kpl suodatinelementtejä sekä lisäksi paineakun, jossa pesuvesi on valmiina. Toinen huomattava ero tässä on suodatinpatruunoiden asennussuunta: ne on asennettu vertikaalisesti.



Kuva 35. HELIX FT210 – suodatin (Hirvonen 2020c.)

9 KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAIKA

Tässä luvussa käsitellään hankinnan kannattavuutta. Kullekin kolmelle eri laite-toimittajan suodattimelle laskettiin kustannukset ja takaisinmaksuaika. Viralliset laskelmat ovat liikesalaisuuksia, joten niitä ei voida tässä paljastaa. Kustannukset ovat siis fiktiivisiä, mutta suhteutettu vastaamaan oikeaa tilannetta.

9.1 Mutasihtien ja pesujen aiheuttamat kustannukset

Mutasihtejä täytyy puhdistaa kesäaikana päivittäin, jotta turvataan hydraulikka-keskuksien tasainen lämpötila. Myös ainakin kerran vuodessa on tarve ottaa ulkopuolinen toimija pesemään lämmönvaihtimia. Näiden laskelmien luvut ovat fiktiivisiä, mutta verrattavissa oikeisiin lukuihin.

9.1.1 Mutasihtien aiheuttamat kustannukset

Jos kuvitellaan yhden kunnossapitoasentajan omakustannehinnaksi 40 € ja hän käy kesäaikana puhdistamassa yhden mutasihdin kerran päivässä, tästä saadaan jo 2400 € kesän kustannuksiksi seuraavasti:

$$40 \times 5 = 200 \text{ € / viikko}$$

$$200 \text{ €} \times 4 = 800 \text{ € / kuukausi}$$

$$800 \text{ €} \times 3 = 2400 \text{ € kolmessa kuukaudessa (kesäaika)}$$

Kesäajaksi tähän lasketaan kolme kuukautta. Käytännössä tuo summa on enemmän, sillä päivässä puhdistettavia sihtejä on enemmän. Muun 9 kk aikana ei tarvitse päivittäin puhdistaa sihtejä, joten ajatellaan sihdin puhdistus kerran viikossa. Tämä tekee 160 € kuukaudessa ja 1440 € yhdeksän kuukauden ajalta.

9.1.2 Lämmönvaihtimien pesut omalla kunnossapidolla

Kesäisin lämmönvaihtimien pesu seisokeissa on välttämätöntä. Jos kaksi kunnossapitoasentajaa pesee kahdeksan tunnin seisokissa vaikkapa kaksi lämmönvaihdinta itse tehdyillä pesureilla, se tekee 640 €. Jos kuvitellaan kerran kuukaudessa seisokki sekä PK2 että PK3 – linjalle koko vuoden ajan, se tekee 15 360

€. Täytyy toki ottaa huomioon, että talvella jokaisessa seisokissa ei ole välttämättöä pestä vaihtimia, kesällä taas voidaan pestä useampia vaihtimia samassa seisokissa. Tämä pesureiden asentaminen seisokeissa on tietenkin pois myös muusta kunnossapitoajasta.

9.1.3 Lämmönvaihtimien pesut ulkopuolisen yrityksen kautta

Yleensä keväisin otetaan myös ulkopuolinen yritys pesemään lämmönvaihtimia. Jos ajatellaan ulkopuolisen hinnaksi 4000 € päivältä ja lasketaan se molemmille linjoille, se maksaa 8000 €.

9.1.4 Yhteenveto

Yhteensä näillä laskelmilla vuosikustannuksiksi saadaan seuraavaa:

$$2400 \text{ €} + 1440 \text{ €} + 15360 \text{ €} + 8000 \text{ €} = 27200 \text{ €}$$

Vuosikustannuksiksi saadaan siis tämän esimerkin mukaan 27200 €, joka on aika varovainen arvio kustannuksista. Se antaa kuitenkin suuntaa tämänhetkisistä kustannuksista.

9.2 Uuden hankinnan kustannukset

Kaikilta kolmelta eri suodatintoimittajalta saatiin tarjoukset, joiden mukaan laskettiin myös esimerkiksi takaisinmaksuaika. Virallisia tarjouksia ei paljasteta julkisesti. Yhdenkään laitetoimittajan tarjoukset eivät sisällä asennusta, vaan ne ovat laitteiston tarjoukset. Asennuskustannukset lisäävät arviolta muutaman tuhat euroa hintaa, sillä suodattimia varten täytyy vetää vesiputkitukset sekä sähköistys. Laitteiden asennus on ajateltu tehtäväksi oman kunnossapitohenkilöstön voimin.

9.3 Takaisinmaksuaika

Kunkin laitetoimittajan tarjouksen perusteella laskettiin takaisinmaksuaika. Jokainen laite maksaa itsensä takaisin alle kolmessa vuodessa. Edullisin suodatin maksaa itsensä takaisin jo saman vuoden aikana.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä kartoitetut kolme eri suodatinvaihtoehtoa ovat mielestäni kaikki hyviä kyseiseen kohteeseen. Parantamalla jäähdytysveden suodatusta saadaan suuria kunnossapitosäästöjä aikaiseksi. Kuten vesianalyysin perusteella voidaan todeta, vesi sisältää sen verran epäpuhtauksia, että suodatuksen lisääminen on tarpeen.

10.1 Päätelmät kustannuslaskelmien perusteella

Kustannuslaskelmien perusteella Sarlinin tarjoama Bernoulli- suodatin on varteenotettavin vaihtoehto, mutta asiaa täytyy tarkastella monelta muultakin kantilta, muun muassa huoltojen ja varaosien kautta. Toimintaperiaatteiltaan kaikki vaihtoehdot ovat yksinkertaisia, mutta niissä on kuitenkin eroja. AZUD:n tarjoamista vaihtoehdoista toiminnaltaan paras on AA-tyyppin suodatin paineakkunsa ansiosta, sillä vastapesun alkaessa paineakkuun ohjattava paineilma tehostaa merkittävästi suodattimen puhdistusta. Sillä on kuitenkin pidempi takaisinmaksuaika.

10.2 Huollettavuus

Vaikka suodattimet ovat automaattisuodattimia, niitäkin pitää joskus huoltaa. Kaikki tässä työssä esiteltyt suodattimet ovat kuitenkin kohtuullisen huoltovapaita. Työssä kuitenkin vertailtiin hieman suodattimien vikaherkkyyttä ja varaosien vaihtotarvetta.

10.2.1 Bernoulli

Sarlinin tarjoaman Bernoulli-suodattimen pneumatiikalla toimiva mäntä kestää noin viisi vuotta suunnitellulla suodatusasteella, jonka jälkeen mäntä on vaihdettava uuteen. Mäntä on helposti vikaantuvin osa Bernoullissa, muuten laite on yksinkertainen. (Astola 2020.)

10.2.2 ALF

Alfa Lavalin ALF-suodatin on myös yksinkertainen toiminnaltaan sekä rakenteeltaan. Yleisimmin vaihdettava osa ALF suodattimessa on itse sihti, jonka vaihtoväli on noin 10-15 vuotta. Lisäksi myös automaattiventtiilin karan tiivisteitä voi joskus joutua vaihtamaan. ALF-suodattimeen saa tilattua kaikkia varaosia Alfa Lavalin kautta. (Wathen 2020.)

10.2.3 AZUD

AZUD:n sisältämät suodatuskiekot joudutaan vaihtamaan noin kolmen vuoden välein, mutta ensimmäistä kertaa laitteen käyttöönoton jälkeen kiekot kannattaa tarkistuttaa maahantuoja kahden vuoden päästä asennuksesta. Maahantuoja suosittelee lisäksi solenoidiventtiilien tarkistusta 3-4 vuoden välillä, esimerkiksi seisokissa. Varaosia saa maahantuojalta muutaman tunnin sisällä kiiretapauksissa. Jos osia tarvitsee tilata valmistajalta, ne tulevat muutaman päivän sisällä Suomeen. (Hirvonen 2020b.)

10.3 Kriittiset kohteet

Jos yksi iso suodatusyksikkö osoittautuu kustannuksiltaan liian suureksi, voidaan ajatella pienemmän suodatinyksikön sijoittamista kriittisimpiin kohteisiin. Kaikista suodatinvaihtoehdoista saadaan pienempiä versioita, joita voidaan sijoittaa hydraulikkakeskuksien läheisyyteen. Ne ovat pienempiä kooltaan ja myös halvempia.

10.4 Yhteenveto

Yhteenvetona sanottakoon, että kaikki suodattimet vaikuttivat hyviltä. Itse valitsin tähän kohteeseen ALF:n sen yksinkertaisuuden ja huoltovapaan rakenteen takia. ALF:n suodatusasteella päästään noin 300 µm lukemiin, joka on näistä kolmesta kuitenkin kaikista suurin. Myös Colly Companyn tarjoama AZUD on varteenotettava vaihtoehto, koska sillä päästään kaikista tiukimpaan suodatusluokkaan. Yritys tarjoaa myös pilotointilaitteistoa tehtaalle testaamista varten. Pilotointilaitteiston avulla voidaan varmistaa laitteen sopivuus kyseiseen kohteeseen.

11 POHDINTA

Opinnäytetyön valmistumisessa oli monia haasteita, mutta niistä selvittiin. Opinnäytetyö aloitettiin jo syksyllä ja sovittiin työn valmistumispäiväkin etukäteen. Lopullinen työn valmistumispäivä ei pitänyt paikkansa, sillä sain töitä joulukuussa. Opinnäytetyön tekeminen työn ohella oli ajankäytön kannalta hieman haastavaa.

Työssä kartoitettiin eri laitetoimittajien vaihtoehtoja automaattisuodatukseen liittyen. Toimittajien oli alun perin tarkoitus tulla vierailemaan työkohteessa, jotta laitteen kartoitus olisi mahdollisimman helppoa ja sujuvaa. Tämä ei onnistunut, sillä ensin tuli paperitehtaiden sekä ammattiliitto Pro:n lakko, jonka aikana ulkopuoliset eivät päässeet tehtaalle. Lakon jälkeen maailmanlaajuinen COVID-19 –viruksen aiheuttama poikkeustilanne vaikutti työhöni niin, että ulkopuolisten vierailu tehtaalla kiellettiin. Suodatinesittelypalaverit jouduttiin edellä mainituista syistä pitämään etänä Microsoft Teamsin välityksellä. Palaverit onnistuivat sitäkin kautta, mutta tässä tapauksessa etäpalaverit eivät korvanneet oikeaa tapaamista. Myös työni ohjaaja Eforan puolelta vaihtui tammikuussa, kun kunnossapitoinsinööri Jonne Liiten vaihtoi työpaikkaa. Työn valmistumista varjostivat myös henkilökohtaiset syyt.

Työn aikana opin paljon prosessivesien suodatustekniikoista ja yleisesti suodatuksista. Minulle myös valkeni, miten Veitsiluodon tehtaiden prosessivesiä suodatetaan ja mihin mitäkin vettä käytetään. Erityisesti raakaveden suodatus tehtailla oli sellainen asia, johon perehdyin. Poikkeustilanteen takia opin myös vetämään palavereita etänä.

Tämä työ oli vasta suunnitelma suodatuksen parantamiseksi ja toivottavasti tämä toteutettaisiin myös käytännössä. Samaa suodatustekniikkaa voidaan hyödyntää myös PK5 paperikoneella, sillä jäähdytysvesi on samaa sielläkin.

LÄHTEET

Alfa Laval 2016. ALF - Alfa Laval Filter. Viitattu 10.2.2020. <https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/products/separation/automatic-back-flushing-filters/Alf-filters-pee00007en.pdf>

Alfa Laval 2020a. Tarjous ALF 20-B. Viitattu 1.6.2020.

Alfa Laval 2020b. Filter specification ALF 20-B. Viitattu 1.6.2020.

Astola, J. 2020. Sarlin Oy Ab. Tuotepäällikön haastattelu 13.5.2020.

AZUD 2020. About us. Viitattu 25.4.2020. <https://azud.com/en/about-us/>

Efora 2019. Tietoa meistä. Viitattu 4.11.2019. <http://www.efora.fi/#tietoa-meista>

Efora 2020. Organisaatiokaavio. Sisäinen intranet.

Filterit 2019. Itsepuhdistuvat suodattimet. Viitattu 14.3.2020. <https://filterit.fi/tuote-osasto/itsepuhdistuvat-suodattimet/>

Hedman, O. 1969. Kemin historia 1. osa. Tampere: Tampereen yliopiston tutkimuslaitos.

Hirvonen, J. 2020a. AZUD Helix automaattisuodatin. Viitattu 4.5.2020.

Hirvonen, J. 2020b. Oy Colly Company Ab. Tuotepäällikön haastattelu 4.5.2020.

Hirvonen, J. 2020c. Tiedustelu automaattisuodattimesta. Sähköposti korhone_95@hotmail.com 27.5.2020. Tulostettu 27.5.2020.

Hyxo Oy n.d. Dynasand. Viitattu 14.3.2020. <https://hyxo.fi/products/fin/dynasand-p-112-198/>

Lares, J. 1997. Saaren tarina. Oulu: Enso Group.

Puro, P. 1972. Veitsiluodosta valtavyllille. Kemi.

Pöysä, J. 2015. Kunnossapito puristuksessa. Kauppalehti 28.4.2015. Viitattu 4.11.2019. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/kunnossapito-puristuksessa/e94beedb-ea6c-36eb-b23d-1aa44d436481>

Saari, T. 2020. Veitsiluodon tehtaan tiedotuspäällikön haastattelu. Sähköposti korhone_95@hotmail.com 27.5.2020. Tulostettu 27.5.2020

Sarlin 2019. Bernoulli-suodatin luonnonvesille. Viitattu 4.11.2019. <https://www.sarlin.com/tuotteet/bernoulli-suodatin-luonnonvesille>

Stora Enso Oyj 2020a. Stora Enso nimittää Annica Breskyn konsernin toimitusjohtajaksi. Viitattu 26.1.2020. <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2019/9/stora-enso-nimittaa-annica-breskyn-konsernin-toimitusjohtajaksi>

Stora Enso Oyj 2020b. Tietoa ja lukuja. Viitattu 26.1.2020. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/facts-and-figures>

Stora Enso Oyj 2020c. Veitsiluodon tehtaot. Viitattu 26.1.2020. <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/veitsiluoto-mill>

Vaasan vesi 2015. Selkeytys. Viitattu 14.3.2020. <https://www.vaasanvesi.fi/selkeytys>

Vähäsarja, S. 2016. Veden sisältämät epäpuhtaudet ja raakaveden esikäsittely. Viitattu 2.3.2020. <https://docplayer.fi/19019544-Veden-sisaltamat-epapuhtaudet-ja-raakaveden-esikasittely-susanna-vahasarja-af-consult.html>

Wathen, R. 2020. Alfa Laval Nordic Oy. Huollon myynti-insinöörin haastattelu 20.5.2020.

LIITTEET

Liite 1 Kustannuslaskelmat