



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

OPINNÄYTETYÖ

Raakaveden käyttö Stora Enson Varkauden tehtaalla

TEKIJÄ: Kirsi Kinnunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Kirsi Kinnunen	
Työn nimi Raakaveden käyttö Stora Ensin Varkauden tehtaalla	
Päiväys 23.04.2019	Sivumäärä/Liitteet 46/5
Ohjaaja(t) Lehtori Markku Huhtinen ja yliopettaja Harri Heikura	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Stora Enso Oyj, Varkauden tehdas Ulla-Maija Olander ja Tenho Pakarinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Stora Enso Varkauden tehdas. Veden kulutuksen tehostaminen tehtaalla ja veden käytön raportointitarkkuuden lisääminen ovat taustana tälle opinnäytetyölle. Tämä opinnäytetyö on laadullinen kehittämistehtävä, jossa tiedonkeruu toteutettiin tehtaalla haastatteleamalla eri osastoista vastaavia päivämestareita ja käyttöinsinöörejä. Haastattelut tallennettiin henkilöiden luvalla, jotta tietoaaineisto saadaan hyvin talteen. Työstä saatujen tulosten perusteella pyrittiin löytämään tehtaan prosesseista kehittämiskohteita, joissa tarvitaan enemmän vedenkulutuksen mittausta.</p> <p>Haastatteluihin ja havaintoihin perustuen ensisijaisesti huomioitavaa on selkeä veden määrämittauksen puutteellisuus tehtaan eri osastoilla. Tehtaan eri osastojen tulevan ja lähtevän veden ja prosessien sisäisiä vedenvirtausmittauksia suositellaan lisättäväksi. Veden määrämittauksen laatuun ei anneta suositusta tässä työssä, vaan mittauksen lisääminen ja laatu suositellaan toteutettavaksi erillisinä projekteina. Kehittämisehdotusten ja toimenpiteiden toteutusten tärkeysjärjestys on myös erikseen mietittävä työn tilaajan toimesta.</p> <p>Lisäksi vesilaitokselle palautuvaan kiertoveteen on tärkeää lisätä erillinen määrämittaus. Opinnäytetyöhön kerättyjen tietojen ja havaintojen mukaan vesilaitokselle palautuvaa kiertovettä mitataan kahteen kertaan. Esimerkiksi kuitulinjan kautta vesilaitokselle palautuva kiertovesi on jo kertaalleen mitattu kuitulinjalla saapuvana raakavetenä. Prosessista palautuessa vesilaitokselle pumpattavassa kiertovedessä ei ole erillistä määrämittausta, vaan sen määrä lasketaan uudestaan vesilaitoksen tulevien vesien määrässä.</p> <p>Työn edetessä havaittiin vedenmittauksen puutteellisuuden lisäksi myös puutteellisuutta dokumentaatioissa. Prosessikaaviot ja PI-kaaviot eivät ole kaikilta prosessien osilta ajan tasalla, joten nämäkin asiat ovat tärkeitä päivittää nykyisten toimintojen mukaisesti. Toteutus voi olla esimerkiksi osastokohtainen opinnäytetyö.</p> <p>Raakaveden käyttöä ja erityisesti uudelleen hyödynnettävän veden käyttöä on hyvä tarkastella osastokohtaisesti, eri osastojen välillä ja myös koko tehtaan toiminnan näkökulmasta. Tällä kokonaisvaltaisella tarkastelulla voidaan kehittää ja tehostaa edelleen kiertoveden käyttömahdollisuuksia tehtaan toiminnoissa.</p>	
Avainsanat raakavesi, mittauspositio, kempuvesi, kiertovesi, 0-vesi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering			
Author(s) Kirsi Kinnunen			
Title of Thesis Use of Raw Water at Stora Enso's Varkaus Mill			
Date	23.04.2019	Pages/Appendices	46/5
Supervisor(s) Markku Huhtinen and Harri Heikura			
Client Organisation /Partners Stora Enso Plc			
<p>Abstract</p> <p>The study was commissioned by Stora Enso Varkaus Mill. The aim of the study was to make water consumption more effective and moreover increase the accuracy of water usage reporting are also reasons for this study. According to strategic corporate responsibility, the targets of Stora Enso include the consideration of sustainable development, and in particular the reduction of water consumption, energy saving and emissions. In this study, theoretical review is discussed shortly, implementation of work is described and finally, the results of the study are presented and development actions are stated.</p> <p>This thesis is a qualitative development study, action research, where data collection was carried out at the factory by interviewing engineers responsible for the different departments. The interviews were recorded with permission in order to save all the gathered information. The collected data materia was mirrored in the theoretical part.</p> <p>Based on result of the study, efforts were made to find development targets for processes where more effective water consumption measurement is needed.</p> <p>According to received data, the primary finding of the study is that there is a clear weakness in raw water measurement in several different departments of the the Mill. Both the number of incoming and outgoing water measurements should be increased to find out how much water is used in different departments. One notable finding is that incoming raw water through the fiber line to the recovery boiler is already measured once and then the warm water is returned to the waterworks through the fiber line and measured again.</p> <p>Secondly, a number of other areas of development emerged and these issues could be studied further in a separate thesis. For example, as the study work progressed, there is a clear finding that documents such as process charts and pi diagrams are not up-to-date. Document updating is recommended.</p> <p>In addition, it is recommended, that the use of raw water and especially the use of recycled water is perused by department, between departments and moreover from the perspective of the entire plant. This comprehensive review can be used to develop and further enhance the potential of using circulating water in the Mill's operations.</p>			
<p>Keywords Raw water, water consumption, water treatment, reused water</p>			

ALKUSANAT

Esitän kiitoksen Stora Enso Oyj:llä Tenho Pakariselle, joka antoi minulle mahdollisuuden tämän opinnäytetyön tekemiseen. Kiitokset myös Stora Enson Oyj:n ohjaajalleni Ulla-Maija Olanderille, joka ohjasi ja auttoi rajaamaan tehtävän työn, jotta suoriuduin siitä kevään 2019 aikana.

Kiitän myös Stora Ensolla Varkauden tehtaalla haastattelemani seuraavia henkilöitä: Susanna Kiiskinen, Heidi Kopsa, Ari Jolkkonen, Antti Luukkonen, Hemmo Puustinen, Mika T. Immonen, Antti Rämö, Juho Klasila ja Tarmo Saukkonen. Kiitän kaikkia kärsivällisyydestä ja siitä, että käytitte aikaanne kiireisestä työstänne huolimatta ja kerroitte tärkeää osastokohtaista tietoa, jota ei välttämättä oppikirjoista löydy.

Haluan kiittää Savonian ohjaajaa Markku Huhtista, joka ohjasi työni ja antoi vinkkejä teoriapuolen tietolähteistä.

Kiitos kaikille läheiselleni, kun olette kannustaneet ja jaksaneet minua insinööriopintojeni viimeisen koitoksen aikana.

Kuopio 26.03.2019

Kirsi Kinnunen

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	6
1 JOHDANTO	7
2 STORA ENSO VARKAUDEN TEHDAS	8
3 RAAKAVEDEN KÄSITTELY.....	9
4 TYÖN TOTEUTUS	10
4.1 Tausta-aineistot	10
4.2 Tutkimusasetelma	10
4.3 Veden käsittely ja sen mittauksen tarpeen tarkentaminen	11
4.4 Veden puhdistuslaitos	11
4.5 Puunkäsittely	15
4.6 Kuitulinja	16
4.7 Soodakattila	19
4.8 Meesauuni/kaustisointi	22
4.9 PK3 eli entinen paperikone, nykyinen kartonkikone (kraftliner)	29
4.10 Kierrätyskuitulaitos (RCF)	34
4.11 Voimalaitos.....	35
4.12 Jäteveden puhdistamo	37
4.13 Puhtaat vedet	37
4.14 Jätevedet	38
5 OPINNÄYTETYÖHÖN LIITTYVÄT EETTISET JA LUOTETTAVUUSKYSYMYKSET	39
6 TULOSTEN TARKASTELU.....	39
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	40
8 KEHITTÄMISEHDOTUKSET	41
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	44
LIITE 1: HAASTATELTAVILLE ETUKÄTEEN SÄHKÖPOSTILLA LÄHETETYT AVOIMET KYSYMYKSET	47
LIITE 2: LOHKOKAAVIO	48
LIITE 3: JÄTEVEDET	49
LIITE 4: KOONTITAUUKKO VEDET	50
LIITE 5: KARTTA STORA ENSON VARKAUDEN TEHDAS	53

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

KEMPU = kemiallisesti puhdistettu vesi

DEMI = demineralisoitu vesi

PK3 = Paperikone 3, nykyinen kartonkikone, kraftlinerkone

PUKÄ = puunkäsittely

RCF = kierrätyskuitulaitos

LVL1/K7 = lämpövoimalaitos 1 eli kattila 7

LVL2/K6 = lämpövoimalaitos 2 eli kattila 6

VRA = raakavesi

0-vesi = prosessissa puhdistettu vesi, jota ei ole laadultaan niin puhdasta kuin raakavesi, mutta voidaan hyödyntää ei-kriittisissä kulutuskohteissa, niin sanottu uudelleen käytetty vesi

Viemäri 1 (V1) = puhtasvesiviemäri (erilaisia jäähdytysvesiä, pääasiassa sellutehtaan, PK3:n ja voimalaitoksen alueelta)

Viemäri 2 (V2) = sadevesiviemäri (sellutehtaan, PK3:n ja voimalaitoksen piha-alueilta sadevedet)

Viemäri 3 (V3) (Puhdistamon purkutupki) = puhdistamolta poistuva prosessijätevesi

BAT = Paras käyttökelpoinen tekniikka (Best Available Technique)

1 JOHDANTO

Vesi on tärkeää kaikkialla maailmassa ja meille suomalaisille se on itsestään selvyyys. Meillä on tuhansia järviä ja Suomen pinta-alasta noin 10 prosenttia on vesistöä.

Maailman vedestä 97,5 prosenttia on suolaista ja vain 2,5 prosenttia on makeaa vettä. Vain yksi prosentti makeasta vedestä on helposti hyödynnettävissä järvissä, joissa ja tekoaltaissa. Suurin osa makeasta vedestä on kiinteää jääpeitettä tai jäätikköä. (Suomen YK-liitto, Vesi 2019.)

Vesi raaka-aineena on erityisen tärkeä myös metsäteollisuudessa ja sen vuoksi vesi-intensiivinen teollisuus rakennetaan yleensä veden äärelle. Sellu- ja kartonkitehtaalla vettä käytetään puun sulattamiseen, kuidun kuljettamiseen, lämmön siirtämiseen, koneiden pesuun, jäähdyttämiseen ja tiivistämiseen. (KnowPulp, Vesi 2019.)

Metsäteollisuudessa käytetään vettä reilut kuusi prosenttia vedenotosta Suomessa. Metsäteollisuus on erittäin vesi-intensiivinen toimiala, mutta se on onnistunut vähentämään vuosikymmenten kuluessa tehokkaasti vedenkulutusta vesipihien teknologioiden ja suljettujen vesikiertojen avulla. Lisäksi tehokkaiden biologisten puhdistamoiden avulla prosessissa likaantuneesta vedestä voidaan poistaa kiintoaineet ja muut epäpuhtaat jakeet ja puhdas vesi voidaan palauttaa vesistöön. Paperi- ja kartonkiteollisuus on nelinkertaistunut ja selluntuotanto kaksinkertaistunut 1970-luvulta nykypäivään. Vielä 1970-luvulla sellutonnin valmistamiseen käytettiin 250 kuutiota vettä, kun nykyisin tarvittava vesimäärä on enää 5 – 50 kuutiota. Samalla aikavälillä on tuotantoon suhteutettuja kiintoainepäästöjä vähennetty 99 prosenttia. (Metsäteollisuus ry 2019).

Vesi pyritään kierrättämään prosesseissa suljetussa kierrossa mahdollisimman pitkään, jotta vesihävikkiä tulee mahdollisimman vähän. Veden käyttö on tehostunut uudelleen käyttämällä vettä prosessin puhtaammista osista prosessin muihin kulutuskohteisiin, joissa veden laatuvaatimukset ovat alhaisemmat (Metsäteollisuus ry 2019).

Kiertotalouden näkökulmasta vesiviisaudella pyritään veden hukan vähentämiseen ja sen käytön tehostamiseen, aineiden ja energian talteenottoon ja veden kierrättämiseen ja uudelleenkäyttöön. (Salminen, Tikkanen, Koskiahho 2017, 4).

Käytetyn veden, likaisen veden eli toisin sanoen jäteveden käsittely on myös vesiviisasta kiertotaloutta. Vedestä otetaan talteen arvokkaat jakeet ja epäpuhtaudet ja hyödynnetään myös veteen varastoitunut energia. Nykyisen tehokkaan puhdistuksen jälkeen vesi voidaan uudelleen käyttää tai palauttaa takaisin vesistöön. Haitallisten aineiden poistaminen kierrosta on osa kiertotaloutta ja osa puhtaiden materiaalikierrojen periaatetta. (Salminen, Tikkanen, Koskiahho 2017, 22.)

Opinnäytetyön tilaajana oli Stora Enson Varkauden tehdas. Stora Enso -konsernin yhteiskunta -ja yritys vastuullisuus, ympäristön hyvinvointi ja lakisääteiset vaatimukset ohjaavat Stora Enson Varkauden tehtaan toimintaa. Stora Enson Varkauden tehtaalla ympäristöasioista keskiössä ovat

veden käytön tehostaminen, energiatehokkuus ja energian käytöstä johtuvien hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. (Stora Enso Ympäristötoimintakuvaus 2018-09-17.)

2 STORA ENSO VARKAUDEN TEHDAS

Stora Enso on maailmanlaajuinen pakkaus-, biomateriaali-, puutuote- ja paperiteollisuuden uusiutuvien tuotteiden toimittaja. Stora Enso -konsernin liikevaihto vuonna 2018 oli yli 10 miljardia euroa ja operatiivinen liiketulos kasvoi 2018 vuoden aikana 32 prosenttia 1,3 miljardiin euroon vuodesta 2017. Konsernitasolla työntekijöitä on ympäri maailman 26 000 ja yritys toimii 30 eri maassa. Stora Enson Varkauden tehdas kuuluu konsernin Packaging Solutions -divisioonaan. (Stora Enso Oyj, Stora Enson tilinpäätöstiedote 2019-02-01.)

Stora Enson Varkauden tehdasalueella toiminta teollisessa muodossaan on alkanut 1834 sahatoimintana, josta se on vuosien saatossa laajentunut sellu- ja kartonkiteollisuudeksi. Tehdasalueen koko on 185 hehtaaria ja tehtaan vesialueen koko on 200 hehtaaria. (Aluehallintovirasto, 2015-01-20, päätös 3/2015/1; Stora Enso Ympäristötoimintakuvaus 2018-09-17.)

Stora Enson Varkauden tuotantoyksikössä on sellu- ja kartonkitehtaan lisäksi kierrätyskuitulaitos, saha, viilupuutuotanto ja tehtaiden energiantuotanto. Tehdasalueelta löytyy lisäksi raakaveden puhdistuslaitos ja jäteveden puhdistuslaitos. Tehdas sijaitsee keskellä Varkauden kaupunkia, pääosin Päiviönsaaren puolella. (Aluehallintovirasto, 2018-05-09, päätös 9/2018/1.)

Tehdasalueella muita toiminnanharjoittajia ovat Carelian Caviar Oy:n ja Finnforel Oy:n kalankasvatus- ja -jalostuslaitokset (Stora Enso Ympäristötoimintakuvaus 2018-09-17).

Varkauden tehtaiden tuotantokapasiteetit ovat 310 000 tonnia valkaisuamatonta sellua vuodessa, 390 000 tonnia ruskeaa kraftlineria ja 20 000 tonnia valkeapintaista (white top) kraftlineria. Tehtaan sahalla tuotetaan 150 000 kuutiota sahatavaraa ja viilupuulinjalla eli LVL-tuotannosta tuotetaan 70 000 kuutiota viilupuuta vuodessa. Tehtaan sivuvirtatuotteita ovat mäntyöljy, tärpähti ja alumiini. Varkauden tehtaat työllistää kaikkiaan 410 henkilöä. (Stora Enso Oyj, Varkaus Mill 2019; Klasila 2019-01-21.)

Stora Enson Varkauden tehdas on vesi-intensiivinen prosessilaitos, jonka eri osastoilla prosessit ovat joko mekaanisia, aineensiirto- ja lämmönsiirtoprosesseja ja kemiallisia prosesseja. Aineen laatu ei muutu mekaanisissa ja lämmönsiirtoprosesseissa. Kemiallisessa prosessissa tapahtuu kemiallinen reaktio, jossa syntyy uusia yhdisteitä. (Pihkala, 2011, 11.)

3 RAAKAVEDEN KÄSITTELY

Stora Enson Varkauden tehtaan raakavesi otetaan Unnukan vesialueen Komminselältä. Raakavedenottamo on 1,8 kilometrin päässä tehtaalta Pitkälänniemellä ja alueen omistaa Stora Enso. Vesi johdetaan 10 metrin pituisella avokanaalilla välppäsiivilälaitokselle ja sieltä edelleen vuonna 1969 louhittua tunnelia pitkin tehtaalle. Tunnelin pituus on 2,1 kilometriä. Vedenottomäärä voi olla enintään 47,5 miljoonaa kuutiota vuodessa lupamääräyksen mukaisesti. Tehtaan purkuvedet ohjataan Haukiveteen. (Aluehallintovirasto 2015-08-27, päätös 53/2015/1; Stora Enso Ympäristön-toimintakuvaus 2018-09-17.)

Stora Enson Varkauden tehtaan veden kulutus lasketaan puhdasvesiviemärin (V1), sadevesiviemärin (V2) ja puhdistamon purkuputken eli viemäri 3 (V3) kautta poistuvien mitattujen vesimäärien ja laskennallisesti tehtyihin arvioihin perustuen. Vettä käytetään prosesseissa eri käyttötarkoitukseen ja nykyinen käyttötarve on noin 26 miljoonaa kuutiota vuodessa. Arvioitu veden kulutus on noin 4 miljoonaa kuutiota vuodessa käytetystä kokonaisvesimäärästä. Arvioitu veden määrä perustuu laskennallisiin menetelmiin ja sekundäärisiin mittauksiin. (Olander 2018-12-17.)

Jätevedet määritetään hyvinkin tarkasti ja tehtaalla tiedetään, paljonko puhdistamolle tulee vettä ja paljonko puhdistettua vettä lasketaan ympäristöön. Tehtaalle sisääntulevan veden mittaus on osin puutteellinen ja tästä syystä osa prosesseissa käytettävästä vesimäärästä arvioidaan laskennallisesti tai sen määrä perustuu sekundääriseen mittaukseen. (Olander 2018-12-17.)

Varkauden tehtaan eri osastojen prosesseja ohjataan prosessiautomaation avulla ja erityisesti veteen liittyen käytössä olevia prosessisuureita ovat paine, lämpötila, virtaus ja pinnankorkeus. Myös massan sakeutta tai tiheyttä mitataan prosessiautomaation keinoin. (Pihkala 2010, 9.)

Stora Enso Varkauden tehdas on raportoi vedenkäytöstä kerran vuodessa Metsäteollisuus ry:lle, Tilastokeskukselle ja Stora Enso -konsernille. Stora Enso -konsernille raportoidaan lisäksi neljännesvuosittain veden käytöstä. Lisäksi vedenkäytöstä raportoidaan vuosittain Pohjois-Savon Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle eli Pohjois-Savon ELY:lle ja Keski-Savon ympäristötoimelle. (Olander 2018-12-17.)

Tehtaan veden kulutuksen tehostaminen ja veden käytön raportointitarkkuuden tehostaminen on siis tämän opinnäytetyön taustalla. Työn tavoitteena oli selvittää sisääntulevan veden, erityisesti raakaveden kulku ja sen mittaukset ja lisämittausten tarve tehtaan eri prosesseissa. Tässä työssä käytiin läpi tehtaan eri prosesseja: raakaveden puhdistuslaitos (KEMPU/DEMI), puunkäsittely (PUKÄ), kuitulinja, soodakattila, meesauuni, kartonkikone (PK3 eli paperikone 3, nykyinen kartonkikone eli kraftlinerikone), kierrätyskuitulaitos (kierrätyskuitulaitos/RCF), jätevedenpuhdistamo ja energiantuotannon turvaava voimalaitospuoli (LVL1/K7 ja LVL2/K6).

4 TYÖN TOTEUTUS

Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen tietoaineistoa kerätään yleensä havainnoimalla, kyselyillä, aiheeseen liittyvistä kirjallisista lähteistä ja haastattelemalla. Laadullisen työn haastattelut jaotellaan strukturoituihin haastatteluihin, puolistrukturoituihin, teemahaastatteluihin ja avoimiin haastatteluihin. (Kananen 2014,79.) Havainnoinnista löytyy myös useita eri muotoja, kuten suora havainnointi, piilohavainnointi, osallistuva ja osallistava havainnointi (Kananen 2014,78). Laadullisen tutkimukseen valikoidaan ne henkilöt, joilta saadaan tehtävänannon kannalta parasta tietoa (Kananen 2014, 93).

4.1 Tausta-aineistot

Tämä opinnäytetyö on kvalitatiivinen eli laadullinen työ, jossa tiedonkeruu toteutettiin tehtaalla teemahaastattelemalla eri osastoista vastaavia päivämestareita ja käyttöinsinöörejä. Laadullisen tutkimuksen toteutus oli luonnollinen valinta tehtävänannon mukaan.

Ensisijaisena tietolähteenä ovat tallennetut teemahaastattelut, joissa haastateltiin Stora Enson Varkauden tehtaalla eri osastoista vastaavia henkilöitä. Haastateltavia henkilöitä oli kaikkiaan kymmenen. Kaikki haastateltavat antoivat luvan haastattelujen tallentamiseen ja nimensä julkaisemiseen opinnäytetyössä.

Haastateltavat henkilöt olivat kemiallisen vesilaitoksen operaattori Heidi Kopsa, puunkäsittelyn käyttöinsinööri Ari Jolkkonen, voimalaitoksen käyttöpäällikkö (1.4.2019 alkaen) Tarmo Saukkonen, kuitulinjan osastomestari Antti Luukkonen, kaustistamon ja soodakattilan päivämestari Hemmo Puustinen, soodakattilan käyttöinsinööri Mika T. Immonen, kierrätyskuitulaitoksen käyttöinsinööri Antti Rämö, PK3 eli entisen paperikoneen, nykyisen kartonkikoneen tuotantoinsinööri Juho Klasila ja vedenpuhdistamon ympäristöinsinööri (1.4.2019) Susanna Kiiskinen.

Lisäksi aineistona on hyödynnetty Stora Ensolta saatuja jo olemassa olevia tietoja ja tilastoja veden käyttöön ja sen mittaukseen liittyen. Lisäksi olen käyttänyt alaan liittyvää kirjallisuutta ja KnowPulp -internetversiota, joka vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan. KnowPulp on sellutekniikan, automaation ja prosessinhallinnan oppimisympäristö.

4.2 Tutkimusasetelma

Työn tavoitteena oli saada lisätietoja veden käytöstä ja sen mittauksesta Stora Enson Varkauden tehtaalla.

Haastateltavien kanssa sovittiin sähköpostitse tai puhelimitse tapaaminen ja lähetettiin etukäteen sähköpostitse avoimia kysymyksiä, joihin toivottiin sovitulla tapaamisella vastausta. (Liite 1.) Haastattelut toteutettiin teemahaastattelun ja avoimen haastattelun keinoin eli haastateltavat henkilöt kertoivat veden käytöstä oman vastualueensa prosessissa vapaamuotoisesti.

Haastatteluja ei olisi voinut toteuttaa strukturoidulla menetelmällä, koska osastot ja prosessit eroavat niin paljon toisistaan, unohtamatta tietenkään haasteltavia henkilöitä. Nämä "kentällä" toteutetut haastattelut on tallennettu, jotta kaikki mahdollinen tieto saadaan talteen. Tehtävänannon kannalta tärkein tieto on tuotu esiin tässä opinnäytetyössä.

4.3 Veden käsittely ja sen mittauksen tarpeen tarkentaminen

Työn tavoitteena on kartoittaa erityisesti tehtaan eri osastoille sisääntulevan veden ja osastoilta lähtevän veden kulkua, onko kulutuskohteissa mittauksia tai tarvitaanko mittauksia lisätä. Prosessien sisäiseen veden kulkuihin ja käsittelyyn ja sisäiseen vesitaseeseen ei keskitytä tässä työssä, vaan tavoitteena on kartoittaa tehtaan eri osastoille saapuva vesi, lähtevä vesi, mahdolliset mittauspositiot ja uudelleen käytetty vesi. Lisäksi kaikki muu havaittu tai huomiota vaatia asia tehtaan vedenkäyttöön liittyen tuodaan esille tässä työssä.

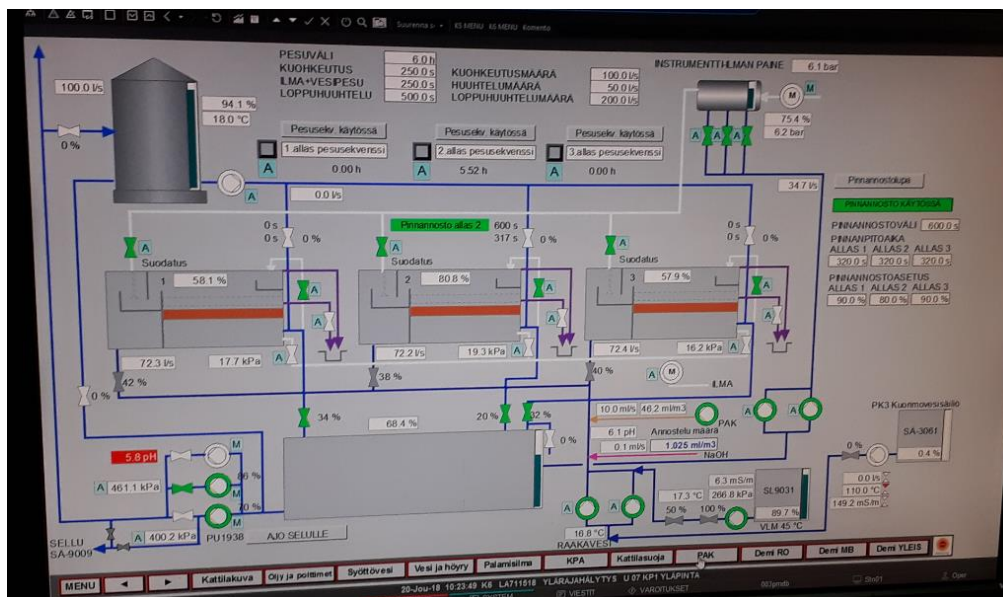
4.4 Veden puhdistuslaitos

Tehtaalla käytettävä raakavesi otetaan Pitkälänniemen raakavesipumppaamon kautta vesistöstä. Raakavettä puhdistetaan mekaanisesti ja kemiallisesti. Mekaanisesti puhdistetusta vedestä poistetaan isommat jakeet ja roskat välillä ja korisuotimilla. Mekaanisesti puhdistettua vettä käytetään jäähdytys- ja tiivistysvetenä tehtaalla. (Kopsa 2018-20-12.)

Kemiallisesti puhdistetusta vedestä (jäljempänä kempuvedestä) poistetaan humusta kemikaalien, flotaation ja hiekkasuodatuksen avulla. Kemiallisessa puhdistuksessa ei kuitenkaan saada vedestä poistettua suoloja. Kempuvesi (kemiallisesti puhdistettu vesi) valmistetaan kemiallisen puhdistuksen laitoksella ja lisävesi valmistetaan kempuvedestä suolanpoistolaitoksella ioninvaihdon ja käänteisosmoosin avulla. Kemiallisesti puhdistetusta vettä käytetään eri käyttötarkoitukseen tehtaalla, mm. eri kemikaaliyhdisteiden valmistamiseen, liuotukseen, massan pesuun jne. Kemiallisesti puhdistetusta vedestä tehdään kattilavesi eli lisävesi ioninvaihdon ja käänteisosmoosin avulla. Talousvesi tulee Varkauden kaupungin vesiverkostosta. (Kopsa 2018-20-12.)

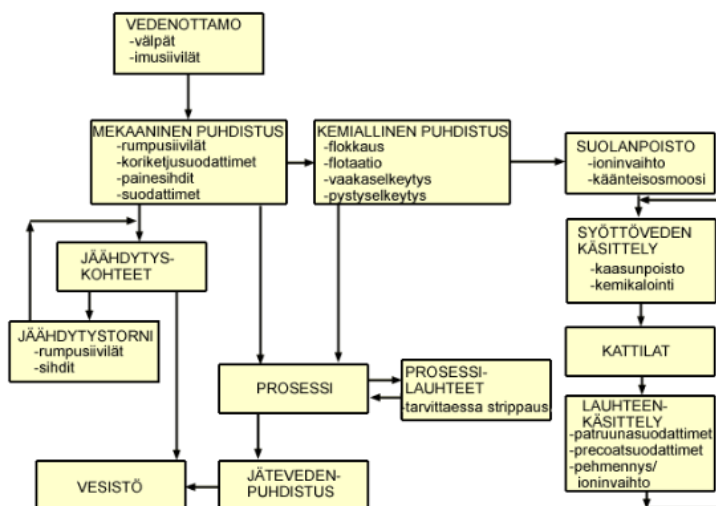
Kempuvedestä prosessoidaan tarvittava lisävesi energiapuolelle, kun voimalaitoksella ei saada kaikkia lauheteita otettua talteen. Esimerkiksi kuitulinjan keittämö ottaa suoraan höyryä, joka menee tuotteeseen. Massan pesussa lauhtunut höyry jää kuitulinjalle. (Saukkonen 2019-01-14.)

Vesilaitoksella on kolme selkeytysallasta, jotka pestään kuuden tunnin välein vuorotellen. Selkeytysalaiden pesut toteutetaan kempuvedellä. Pesussa on kolme vaihetta: kuohkeitus, huuhtelu ja loppuhuuhtelu. Kuohkeituksessa käytetään vettä 100 litraa sekunnissa, huuhtelussa 50 litraa sekunnissa ja loppuhuuhtelussa 200 litraa sekunnissa. Pesuvaiheiden kestoajat eivät ole tarkasti tiedossa. Puhtaat pesuvedet ohjataan voimakanavaan eli virtaan, eikä veden määrästä ole mittausta. Kellottamalla pesuvaiheiden ajat, voidaan pesuissa käytetyn veden määrä laskea. (Kopsa 2018-20-12.)



KUVA 1. Prosessikaavio. Vesilaitoksen selkeyntaltaat. (Kinnunen 2018-12-20.)

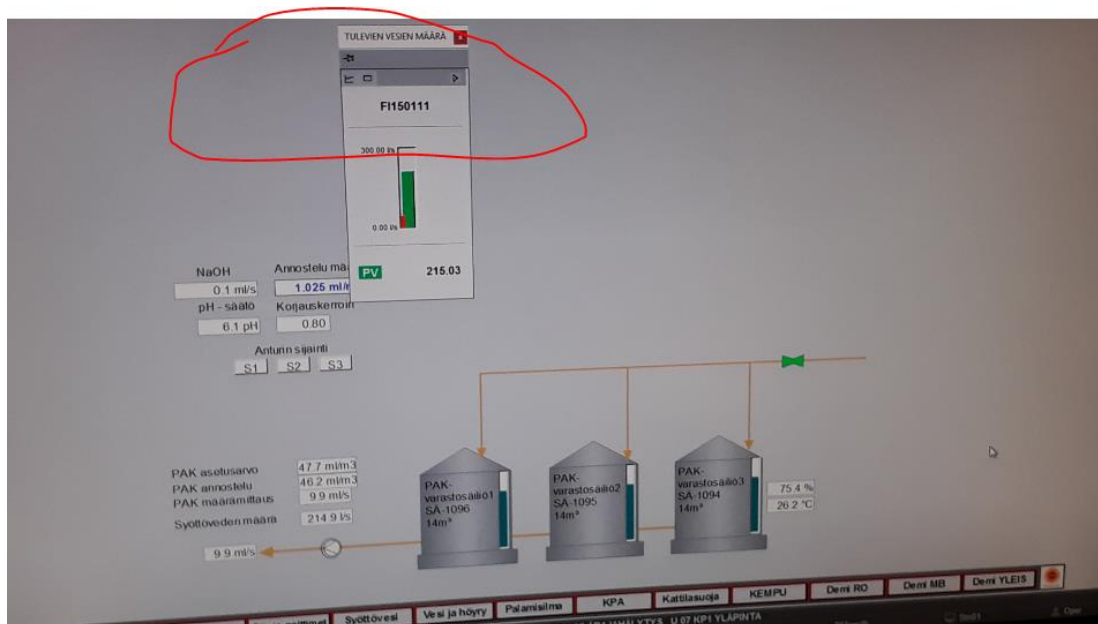
Veden käsittely sellutehtaalla



KUVA 2. Veden käsittely sellutehtaalla, KnowPulp 2019.

Saapuva vesi

Vesilaitokselle tulevasta raakavedestä on mittaus ja sen positio on FI150111. Veden virtauksen määrä vaihtelee, haastattelun aikana (20.12.2018) se oli 213 litraa sekunnissa, mutta keskimäärin virtausmäärä on 200 – 250 litraa sekunnissa. Veteen lisätään saostuskemikaalia, jolla on omat säädöt ja mittaukset tietyillä asetusarvoilla. (Kopsa 2018-20-12.)



KUVA 3. Prosessikaavio. Vesilaitoksen tulevien vesien määrä. (Kinnunen 2018-12-20.)

Vesilaitokselle tulevien vesien määrä sisältää kuitulinjalta tulevan lämmitetyn 45 celsiusasteisen raakaveden osuuden. Kuitulinjalta saapuvasta vedestä ei ole määrämittausta, vesilaitoksella on luettavissa vain venttiilien asetukset. Kuitulinjalla raakavesi on jo kertaalleen mitattu. Raakavettä pumpataan kuitulinjalta soodakattilalle pintalauhduttimelle. Lämmintä vettä palautetaan kuitulinjalle ja kuitulinjalta edelleen vesilaitokselle. Kuitulinjalta vesilaitokselle palautettavasta lämpimästä vedestä, joka on noin 60 asteista lähtiessään kuitulinjalta, ei ole erillistä määrämittausta. Tietojen perusteella vesimäärä mitataan kahteen kertaan. (Kopsa 2018-20-12; Luukkonen 2019-01-03.)

Myös lauhdelaitokselta palautetaan vesilaitokselle vettä. Lauhdelaitoksen raakavesilämmönvaihtimelta ulostuleva raakavesi pumpataan myös kempulaitokselle, mutta tästä palautuvasta vedestä ei ole määrämittausta. Lämmönvaihtimelle menevästä ja sieltä lähtevästä vedestä ei ole määrämittausta, vain lämpötilat löytyvät. Lämmönvaihtimelle vesi otetaan PK3:n eli kartonkikoneen raakavesilinjasta, jossa ei ole määrämittausta. (Kopsa 2018-20-12; Luukkonen 2019-01-03.)

Kemiallisesti puhdistetusta vedestä tehdään täyssuolanpoistolaitoksella eli demineralisoidun vedenlaitoksella kattilan lisävesi. Kempun selkeytysaltaissa on virtausmittaukset FC150110, FC150210 ja FC150310. Virtausmittausten keskiarvo on yhteensä 250 litraa sekunnissa. (Kopsa 2018-22-12 ja Saukkonen 2019-01-14.)

Kemiallisesti prosessoitua vettä pumpataan PK3:lle eli kartonkikoneelle ja sellun säiliöön eli kuitulinjalle. PK3:lle menevästä vedestä löytyy virtausmittaus FI150050. Tätä vettä ei ainoastaan käytetä PK3:lla, vaan vettä ohjautuu PK3:lta eteenpäin esimerkiksi kierrätyskuitulaitokselle. Veden virtauksen määrä haastattelun aikana oli 82 litraa sekunnissa, mikä on keskimääräinen veden virtausmäärä. Kartonkikoneelta eli PK3:lta kierrätyskuitulaitokselle menevästä vedestä ei ole määrämittausta.

Sellulle eli kuitulinjalle menevästä vedestä ei ole näkyvässä virtausmittausta vesilaitoksella, mahdollisesti mittauspositio löytyy sellun kaaviosta. Vesi pumpataan kuitulinjan vesisäiliöön ja jakaantuu sitten siellä eteenpäin. Noin 250 litran vesimäärästä ovat tiedossa olevat vesimäärät demilaitoksen 55,5 litraa sekunnissa ja PK3:lle lähtevä 80 litraa sekunnissa. Vesimäärästä 114,5 litraa sekunnissa on sellaista vettä, jolle ei ole määramittausta, eikä tiedetä, miten se jakaantuu muille osastoille. (Saukkonen 2019-01-14 ja Kopsa 2018-22-12.)

Kemiallisesti puhdistettua vettä menee myös kahdessa linjassa 55,5 litraa sekunnissa lisäveden valmistukseen täyssuolanpoistolaitokselle eli demille. Mittauspositio on FI762102 ja nimeltään kempun vesivirtausmittaus. Oikeampi termi kaaviossa olisi kempun vesi demilaitokselle virtausmittaus. Jos käytössä vain yksi linja, niin silloin vettä menee puolet eli 27,75 litraa sekunnissa. Useimmiten on kaksi linjaa käytössä. Veden virtaus ohjautuu linjoissa säiliöiden pinnansäädön mukaan. (Kopsa 2018-22-20.)

Saapuva vesi täyssuolanpoistolaitokselle

Demilaitoksen pääasiallinen tarkoitus on tuottaa kattilavettä eli lisävettä. Kemiallisesti puhdistettua vettä pumpataan demilaitokselle ja siitä on edellä mainittu määramittausero FI762102. Virtausmäärä on 55,5 litraa sekunnissa.

Demilaitoksella tuotetaan kattilavettä 36 litraa sekunnissa kempulaitokselta saapuvasta 55,5 litrasta sekunnissa, eli jätevettä syntyy 19,5 litraa sekunnissa. RO-yksikössä tuotetaan puhdasta vettä kahdessa linjassa. Linjat ovat RO1 ja RO2 permeaatin virtaus eli puhdas vesi, mikä menee sekavaihtimelle. RO1 permeaatin virtausmääräpositio FC762116 ja RO2 permeaatin virtausmääräpositio FC762127. (Kopsa 2019.)

Demilaitoksen lisäveden valmistusprosessissa tulevasta kempuvedestä valmistetaan kattilavettä 70 prosenttia ja 30 prosenttia päätyy jätevedeksi. Puhdas vesi ajetaan ensin demivesisäiliöön, sen jälkeen lisävesisäiliöön ja jaetaan sieltä eri syöttövesisäiliöihin.

Jätevedestä ei ole erillistä automaattista mittausta, vaan jätevettä mitataan rotametrillä, joka on käsisäädöllä. Vesimäärän säätö tapahtuu kuutiomäärän mukaan. Jäteveden säätö yhdessä linjassa on 32 kuutiota tunnissa (m³/h) ja jätevedet ohjautuvat sellutehtaan jätevesien mukana vedenpuhdistamolle. (Kopsa 2019.)

Kehitysehdotukset vesilaitos: Vesilaitokselta lähtevästä kempuvedestä sellulle eli kuitulinjalle ei ole virtausmittausta vesilaitoksella. Tähän suositellaan lisättäväksi määramittaus.

Kuitulinjalta vesilaitokselle palautuvalle lämpimälle vedelle suositellaan lisättäväksi määramittaus. Saatujen tietojen perusteella vesi on kertaalleen jo määramittattu kuitulinjalla ja kun vesi palautuu soodakattilalta pintalauhdukselta kuitulinjan kautta vesilaitokselle, se mitataan uudelleen vesilaitoksen tulevien vesien määrässä.

Kattilaveden valmistuksesta voisi tehdä erikseen opinnäytetyön, sisältäen lauhdeiden talteenoton ja käsittelyyn.

4.5 Puunkäsittely

Sellutuotannon kuitulinjan päävaiheita ovat puunkäsittely, keitto, massan pesu ja lajittelu, valkaisu (ei Varkaudessa), kuivaus ja jatkokäsittely (KnowPulp, sulfaattisellun valmistus, kuitulinja 2019).

Puunkäsittelyssä saapuva puu ohjataan sulatuskuljettimelle. Kuljettimen päällä on vesisuihku, josta puuhun kohdistetaan kuumaa vettä, jotta puu puhdistuu ja puun pintakerros sulaa. Kovalla pakkasella puuydin jää edelleen jäähän, kuorinnan kannalta riittää, että puun kuorikerros sulatetaan. (Jolkkonen 2018-12-20.)

Puut kuoritaan kuivakuorintana kuorimarummussa, jossa puut hankautuvat toisiaan vasten ja kuori irttoa hankauskitkan avulla puusta. Puun kuoreen imeytynyt vesi puristetaan sulatuksen jälkeen kuoripuristimilla pois kuorista. Kuori ajetaan polttoon puristimien kautta. (Jolkkonen 2018-12-20.)

Puunkäsittelyn vesikierto on suljettu ja prosessikiertoon otetaan lisää vain laimennusvettä. Puunkäsittelyssä hyödynnetään kuitulinjan kautta soodakattilan pintalauhduttimelta palautuvaa lämmintä puhdasta vettä. (Jolkkonen 2018-20-12.)

Veden virtausmäärä on keskimäärin 25 - 35 litraa sekunnissa (aina) ja veden lämpötila on noin 77 celsiusastetta. Kuitulinjalta puunkäsittelyyn tulevan veden mittauspositio on KUITU.FI1423.mes (tiedostomuoto) ja sen pumppu on kuitulinjan puolella. (Jolkkonen 2018-20-12.)

Uudelleen käytettävän veden lisäksi puunkäsittelyssä käytetään raakavettä. Raakaveden kulutus on vähäisempää, mitä enemmän kiertovettä hyödynnetään puunpesussa. Keskimäärin raakavettä käytetään toiminnan käyntiajasta 1/3-osa ja keskimääräinen käyttö on 30 - 32 litraa sekunnissa ja sen mittauspositio on FI820014. Kuorimolla tehdään töitä kahdessa vuorossa ja viitenä päivänä viikossa. (Jolkkonen 2018-12-20.)

Kuorittu puu haketetaan ja sen jälkeen hake menee seulontaan, jonka jälkeen on hetkellinen varastointi. Varastointiaika on keskimäärin kolme vuorokautta ja sitten hake menee eteenpäin keittoon ligniinin erotukseen. Käytetty puumäärä vuodessa on noin 2 miljoonaa kuutiota vuodessa. Kuorimolla käsitellään 6 000 – 7 000 tuhatta kuutiota päivittäin. (Jolkkonen 2018-12-20; Stora Enso, Varkaus Mill Presentation 2018.)

Puunkäsittelystä lähtevän veden osalta löytyy mittauspositio FI820256, joka on puhdistamolle menevä liete ja selkeytinaltaan ylikaato. Puunkäsittelyssä on selkeytinallas, jonka keskelle kuorivesi ohjataan. Virtauksen hidastuessa painavimmat jakeet painuvat pohjalle ja tämä liete pumpataan eteenpäin jätevedenpuhdistamolle. Selkeytynyt vesi käytetään uudelleen kuorimossa. Selkeytinaltaaseen on

rakennettu 17.12.2018 pumppu, joka toimii 30 minuuttia kahden tunnin välein. Vielä ei ole tarkempaa tietoa, paljonko lietteen mukana kulkeutuu vettä. Virtausmäärä vaihtelee suuresti, mutta keskimäärin toimintapäivinä/ajopäivinä noin kaksi kuutiota minuutissa ($2 \text{ m}^3/\text{minuutti}$). (Jolkkonen 2018-12-20.)

Puunkäsittelyn jätevedet ohjautuvat vedenpuhdistuslaitokselle linjaa P1 pitkin.

Kehitysehdotukset puunkäsittely: Selkeytinaltaaseen on asennettu pumppu joulukuussa 2018, joten veden määrän poistumisesta lietteen mukana ei ollut silloin vielä tarkkaa tietoa. Vesimäärän tarkentamisesta voisi tehdä erillisen työn pumpun tehon ja käyttöajan perusteella.

4.6 Kuitulinja

Kuitulinjalle hake tulee ulkokasoilta tai silloista hakesiiloon. Siilossa hake pasutetaan eli lämmitetään ja käsitellään höyryllä, jolloin hakkeesta saadaan ilma pois. Sen jälkeen hake ajetaan hakepumppujen läpi imeyttimeen. Imeyttimessä ajetaan mukaan valkolipeä, joka imeytyy hakkeeseen. Imeytyksen tasaisuus vaikuttaa massan laatuun. Sen jälkeen hake ajetaan keittimeen ja haketta keitetään noin kolme tuntia. Kemiallisessa massanvalmistuksessa keitossa erotetaan hakkeesta kuidut yhteen sitova ligniini. Hake ohjataan keittoon keittimen yläpäästä ja massa tulee keittimen alaosaan pois. (Luukkonen 2019-01-03.)

Varkauden tehtaalla on siis käytössä jatkuvatoiminen keittämö, jossa haketta ja kemikaaleja syötetään keittimen yläpäähän ja massa otetaan pois keittimen alapäästä (KnowPulp, Sellun keiton periaate 2019; Huhtinen, Korhonen, Pimiä ja Urpalainen 2011, 67).

Keittämön jälkeen massa pestään useammassa vaiheessa, diffusööripesurilla ja DD-pesureilla. Pesun avulla massa saadaan puhtaaksi keitonesteestä eli mustalipeästä ja samalla saadaan talteen kemikaalit kierrätyskäyttöön. Sitten massa lajitellaan ja loppupestään ja viimeiseksi massa ajetaan kuivauskoneelle tai kartonkikoneelle. Varkauden tehtaalla ei käytetä valkaisua. Mustalipeä ohjataan haihdutuksen jälkeen polttoon soodakattilalle, jolla tuotetaan 45 prosenttia tehtaan energian tarpeesta. (Luukkonen 2019-01-03.)

Massaa pestään keittimen loppupäästä. Keittimen pohjaan syötetään pesulipeää, joka syrjäyttää keittolipeän eli paisuntalipeän. Mustalipeä ohjataan haihduttamolle ja talteenottoon edelleen käsiteltäväksi.

Kuitulinjan prosessissa käytetään soodakattilalta palautuvaa vettä. Kuitulinjalta vettä on pumpattu soodakattilalle pintalauhduttimelle ja soodakattilan pintalauhdittimelta vettä on pumpattu toisiolämmönvaihtimelle, jossa lämmitetään pesurin kiertovettä. Sitten lämmintä vettä palautuu kuitulinjalle uudelleen käyttöön. (Luukkonen 2019-01-03.)

Saapuva vesi

Kuitulinjalla käytettävä raakavesi tulee Pitkälänniemestä tunnelia pitkin raakavesipumppaamolle.

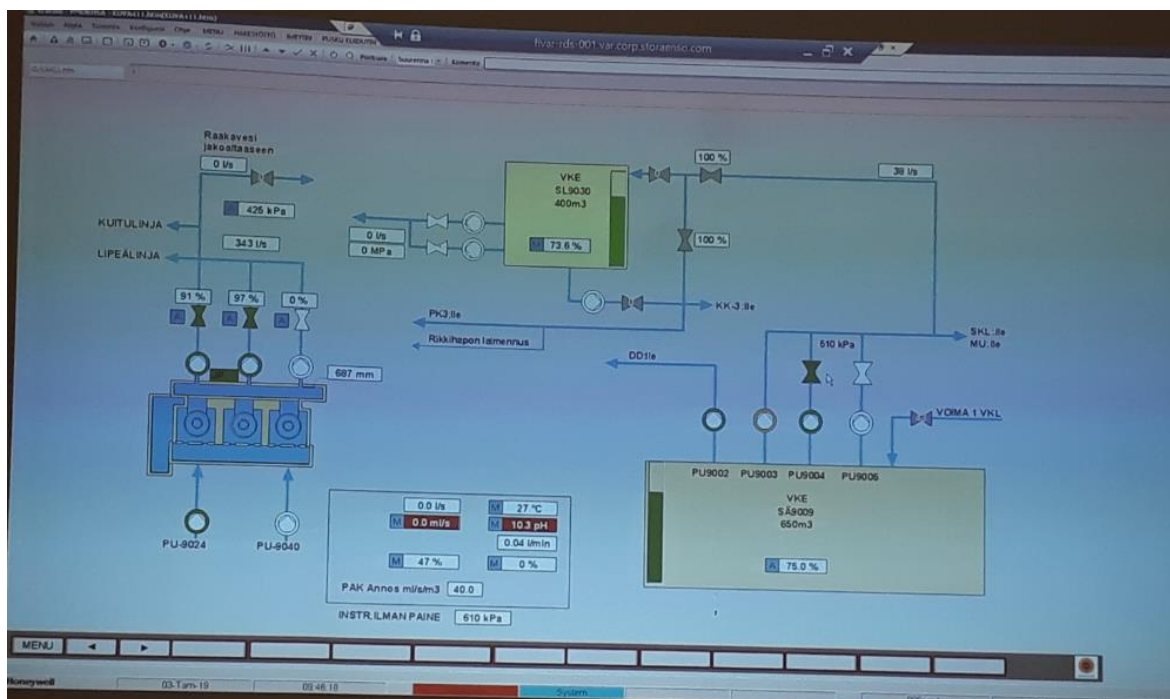
Kuitulinjan raakaveden keskimääräinen vedenkulutus haastatteluhetkellä on 345 litraa sekunnissa ja tämä mittauspositio on FI2811. Kuitulinjalla sijaitsevalta raakavesipumppaamolta vettä voidaan pumpata kuitulinjalle, puunkäsittelyyn, soodakattilalle ja kaustistamoon. Vettä voidaan pumpata myös PK3:lle eli kartonkikoneelle. Kartonkikoneelle ei kuitenkaan pumpata vettä tällä hetkellä. Puunkäsittelyn osastolta löytyy oma raakaveden määramittaus kuitulinjalta tulevasta vedestä. Mittauspositio on KUITU.FI423.mes.

Kuitulinjan kautta vettä ohjataan soodakattilalle ja suurin raakaveden kulutuskohde soodakattilalla on pintalauhdutin. Pintalauhduttimelle menevän veden mittauspositio on FI4138 ja virtauksen määrä on keskimäärin 140 litraa/sekunnissa.

Kiertovesi

Soodakattilalta vettä palautetaan kuitulinjalle ja tätä palautuvaa vettä käytetään esimerkiksi massan pesussa kuitulinjalla. Noin 60-asteista palautusvettä ohjataan myös vesilaitokselle voimalaitoksen kempuveden lämmitykseen lämpötilan säädön mukaan. Vesilaitokselle lähtevästä vedestä ei ole määramittausta. Veden virtauksenmäärä vaihtelee vuodenajan mukaan; kesällä veden virtaus on vähäistä ja talvella luonnollisesti suurempaa. Käytettävän raakaveden lämpötila on nyt 0,5 celsiusastetta (3.1.2019) ja kesällä raakavesi on noin 21 – 22 celsiusasteista. Tämä on ns. sisäistä veden kiertoa. (Luukkonen 2019-01-03.)

Kuitulinjalla mitattavasta raakaveden määrä on keskimäärin 345 litraa sekunnissa. Tästä määrästä vettä menee lipeälinjalle eli talteenottoon soodakattilalle noin 145 litraa sekunnissa. Lisäksi vettä menee kemikaalien talteenottoon haihduttamolle. Haihduttamossa mustalipeästä poistetaan vettä, jonka jälkeen mustalipeä ohjataan soodakattilalle poltettavaksi. Kuitulinjalle palautuvasta vedestä tai lipeälinjalle lähtevästä vedestä ei ole määramittauksia. (Luukkonen 2019-01-03.)



KUVA 4. Prosessikaavio. Kuitulinjalle tuleva vedenmäärä. (Kinnunen 2019-01-03.)

Kuitulinjan kokonaismäärästä 343 litraa sekunnissa voidaan vähentää puunkäsittelyn puolelle pumpattava veden määrä keskimäärin 25 - 35 litraa sekunnissa ja soodakattilan pintalauhduuttimelle pumpattavan veden määrä 140 litraa sekunnissa. Summaerotuksena jää 170 litraa sekunnissa vettä, jonka ohjautumisesta kulutuskohteisiin ei ole tarkempaa tietoa tai määrää. Tätä vesimäärää käytetään kuitupuolella ja osa vedestä ohjataan meesauunin puolelle. Kuitupuolella vettä käytetään sähkötilojen jäähdytyskoneisiin, joista vesi ohjautuu viemäriin. Pumppujen poksivedet menevät jäähdytysvesien lisäksi viemäriin. Viemäriin ohjautuvasta vedestä ei ole määrämittausta. (Luukkonen 2019-01-03).

Kempulta tuleva vesi

Kemiallisesti puhdistettua vettä pumpataan vesilaitokselta kuitulinjan kempuvesisäiliöön. Kemiallisesti prosessoitua vettä käytetään tiivistevesinä kuitulinjalla, soodakattilalla ja meesauunilla sekä kuivauskoneen käydessä kempuvettä käytetään lämmöntalteenottoon ja pesusuihkuun. Kuivauskoneen käydessä, se käyttää noin 40 litraa sekunnissa kempuvettä. Tämä mittauspositio on FI2500 (kem-puhdas vesi). Yleensä vesi pumpataan säiliöön, mutta haastatteluhetkellä vesi meni kuitenkin säiliön ohi kulutuskohteille. Kuivauskoneen käydessä on vesilaitoksella tarve lisätä raakaveden pumppausta ja kempuveden valmistusta. Pelkkää raakavettä kuivauskoneella käytetään erittäin vähän (Luukkonen 2019-01-03.)

Kempuvettä tarvitaan PK3:lla valkoisen massan pulperointiin, kun ajetaan valkopintaista kfraftlineria. Vesilaitokselta pumpattu kempuvesi ei riitä, vaan tällöin kuitulinjan oma vesilaitos käynnistetään ja pumpataan sieltä vettä samaan säiliöön kuin mihin voimalaitoksen vesilaitoksen kempuvesi tulee. Enimmillään vedenkulutus on noin 90 litraa sekunnissa. (Luukkonen 2019-01-03.)

Puhdasta lauhdetta käytetään ainoastaan puskekuljettimen tiivistevetenä ja sen määrä on 14 litraa minuutissa. Kemiallisesti puhdistetussa vedessä on liikaa humusta, minkä vuoksi sitä ei voi tiivistevetenä. (Luukkonen 2019-01-03.)

Vuodenajat vaikuttavat vedenkulutukseen. Jäähdytyskoneet tarvitsevat vettä paljon enemmän kesällä. Raakavesipumppujen vuoden kulutustrendissä on selkeä ero; kesällä lämpimällä ilmalla vettä kulutetaan enimmillään melkein 800 litraa sekunnissa. Haastattelun hetkellä tammikuussa 2019 vettä kulutettiin noin 340 litraa sekunnissa. Kulutuksen vaihdellessa näin suuresti, olisi hyvä saada mittauksia enemmän eri kulutuskohteisiin. (Luukkonen 2019-01-03.)

Pesureiden pesuvesi pumpataan siten, ettei suodossäiliö mene yli. Kuitulinjalla on siis periaatteessa suljettu vesikierto, niin ettei kanaaliin ohjata rejektivesiä. Kuivauskoneelle tuleva massa on 8 prosenttista ja kun siitä poistetaan vettä, niin kanaaliin ohjautuu suuri määrä vettä, noin 60 litraa sekunnissa. Mittauspositio on FI906627 (KK3, sellun kuivauskone). (Luukkonen 2019-01-03.)

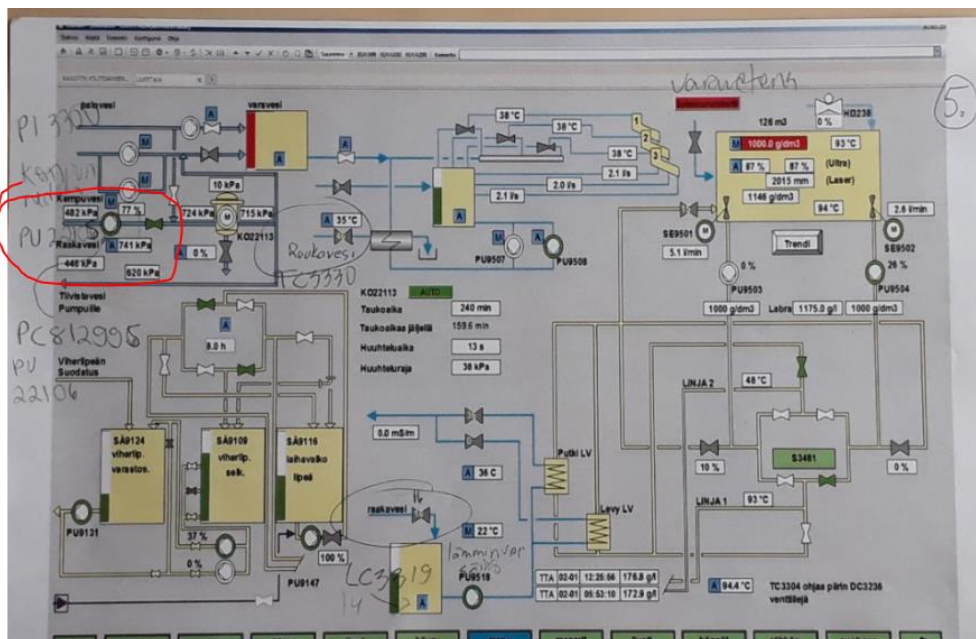
Kehitysehdotukset kuitulinja: Kuitulinjan kautta lähtevästä raakavedestä ei määramittauksia eikä kuitulinjalle palautuvasta vedestä ole määramittausta. Kuitulinjalle suositellaan enemmän virtausmittauksia, jotta saadaan paremmin selville osastokohtainen vedenkulutus. Vuodenajat vaikuttavat myös vedenkulutukseen, tarkemmilla määramittauksilla voidaan selvittää eri osastojen vedenkulutus eri vuodenaikoina.

Määramittausta suositellaan myös vesilaitokselle lähtevään lämpimään palautusveteen. Vesilaitoksella näkyvät vain venttiilien asetukset. Kuitulinjan raakaveden mittauspositio on FI2811. Kuitulinjalta vettä ohjataan soodakattilan pintalauhduttimelle ja sieltä vesi palautuu takaisin kuitulinjalle. Soodakattilalle pintalauhduttimelle menevän veden mittauspositio FI4138. Tätä palautuvaa vettä pumpataan edelleen voimalaitoksen kempuveden lämmitykseen lämpötilan säädön mukaan. Vesilaitoksella vesi on saapuvien veden määrässä, jonka mittauspositio on FI150111. Näiden tietojen perusteella vesimäärä mitataan nyt kahteen kertaan.

4.7 Soodakattila

Sellun valmistuksen kemikaalien talteenottoon kuuluvat haihdutus, soodakattila, kaustisointi, meesan poltto (KnowPulp, sulfaattisellun valmistus, kemikaalikierto 2019).

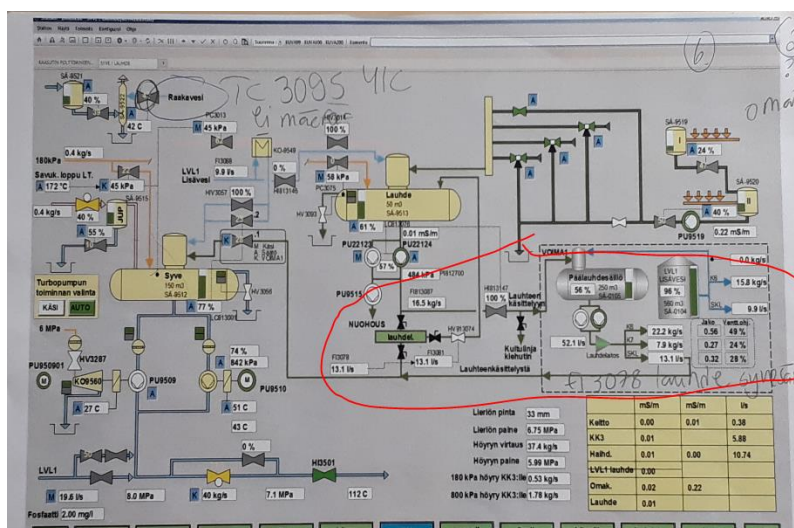
Soodakattilan tehtävä on kemikaalien talteenotto ja prosessissa syntyvän palamislämmön talteenotto eli energian tuottaminen. Sellun keiton jälkeen syntynyt mustalipeä väkevöidään haihduttamalla ja poltetaan soodakattilassa. Orgaanisen aineen eli mustalipeän palaessa energia otetaan talteen. Soodakattilassa tapahtuvan kemiallisen reaktion seurauksena kattilan alaosan sulakouruun valuu kemikaalisulaa. Kemikaalisula liuotetaan laihavalkolipeään, jolloin syntyy viherlipeää. (Knowpulp 2019.)



KUVA 6. Prosessikaavio. Soodakattilalla saapuvan kempuveden ja raakaveden painemittaukset, ei määrämittauksia. (Kinnunen 2019-01-03.)

Soodakattilalle tulee kempuvedestä valmistettu kattilan lisävesi. Kattilavesi tulee soodakattilalle lv1:n (lämpövoimalaitos 1:n) eli kattilan 7:n kautta lisävetenä ja sen mittauspositio on FC813039. Soodakattilan omalla syöttövesipumpulla ei ole riittävää kapasiteettia pumpata kaikkea prosessissa tarvittavaa vettä. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)

Soodakattilalla oma lauhde kierrätetään omaan lauhdesäiliöön ja käytetään. Haihduttamolta tulee lisäksi primäärilauhteet ja ne kierrätetään omaan lauhdesäiliöön. Haihduttamon loppupäästä tuleva sekundäärilauhde pumpataan kuitulinjalle ja jaetaan sitten meesauunille ja muille käyttäjille. Kattila 7 eli lv1:n lisävesisäiliön virtausmittaus on FI3078. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 7. Prosessikaavio. Soodakattilan lauhteiden kierto. (Kinnunen 2019-01-03.)

Soodakattilalla raakavettä käytetään useassa eri kohteessa jäähdytyksiin, eikä näistä kulutuskohteista ole mitään määramittauksia. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)

Soodakattilan sisäisissä prosesseissa käytetään raakavettä ilman määramittausta mm. seuraavissa kohteissa:

- Öljylauhteiden jäähdyttimessä lämpötilamittauksella (TC3095),
- liuottajan hönkiin ja pesurin puhdistukseen,
- mvr-haihduttimella puhaltimen öljyn jäähdytykseen,
- varalla olevilla ilmajäähdyttimien kompressoreilla,
- raakavesisäiliön pinnansäätöön (LC3319),
- sularännien jäähdytykseen lämpötilamittauksella (TC3330)
- metanolin nesteytykseen (jäähdyttämiseen),
- likaislauhteen hajulukon vedenpinnan säätöön ja
- hajukaasujen lämpötilan säätöön (TC4095).

(Puustinen & Immonen 2019-01-03.)

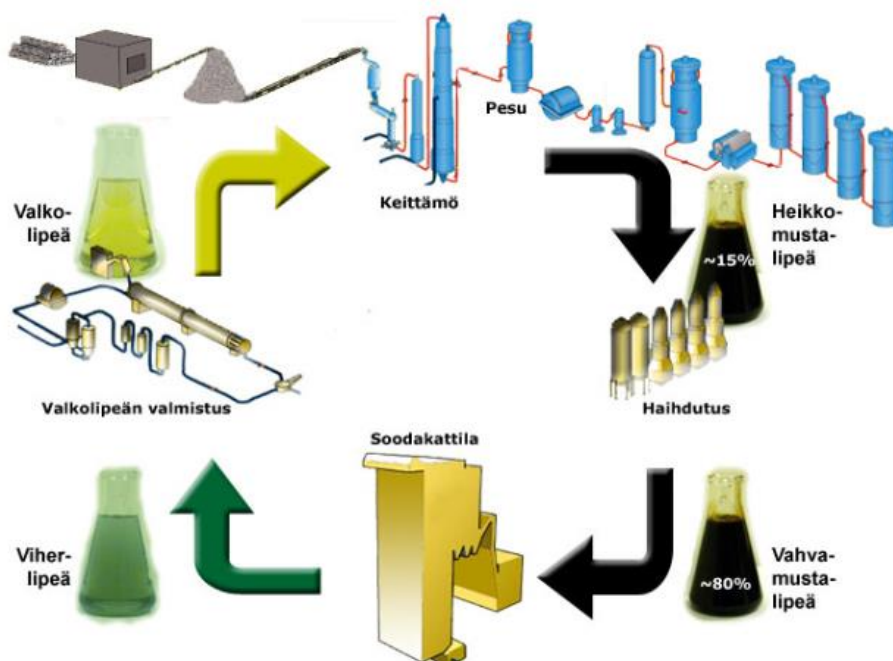
Lähtevä vesi

Soodakattilalta vettä palautuu kuitulinjalle ja tästä palautuvasta vedestä ei ole määramittausta. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)

Kehitysehdotukset soodakattilalle: Soodakattilalla on vain muutamia veden määramittauksia, kuten pintalauhduttimelle tulevan veden määramittaus. Soodakattilalle tulevalle ja sieltä lähtevälle vedelle suositellaan määramittausten lisäämistä. Mittausten lisäämisen avulla saadaan tarkemmin selville, paljonko vettä käytetään eri osastoilla. Nyt ei ole tiedossa, paljonko raakavettä käytetään meesauunilla ja paljonko vettä kuluu kaustisointiin. Soodakattilalla on myös useita sisäisiä raakaveden kulutuskohteita, joihin on hyvä saada lisää veden määramittauksia. Nämä kulutuskohteet ovat mainittu tekstissä edellä.

4.8 Meesauuni/kaustisointi

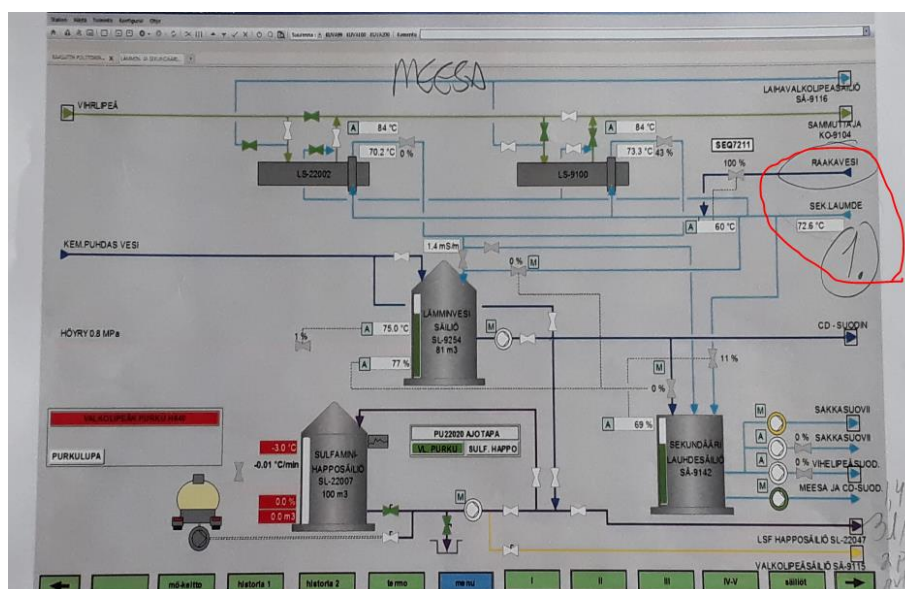
Soodakattilalta tuleva viherlipeä kaustisoidaan valkolipeäksi sekoittamalla siihen poltettua kalkkia ja tästä modostuu meesaa. Kalkkimaito syötetään cd-suotimelle ja tehdään imu levyjen väliin, jolloin meesa tarttuu pystylevyjen pintaan. Meesakakun läpi saatava suodos on valkolipeää ja meesa jää meesasäiliöön. Meesa pumpataan meesasuotimelle takaisin ja poltetaan meesauunissa ja siitä saadaan taas poltettua kalkkia. Sama kalkki kiertää prosessissa. Kierrossa tulee hävikkiä kalkista ja lipeää haihtuu. Kalkkia korvataan ostokalkilla ja natriumhydroksia (NaOH) ajetaan valkolipeän sekaan tietty määrä, jotta saavutetaan toivottu sakeus. Valkolipeää saadaan taas sellun keittoon kemikaalikierrrossa. (Puustinen 2019-01-03.)



KUVA 8. Kuitulinja ja kemikaalikierto. (KnowPulp, kemikaalit 2019.)

Saapuva vesi

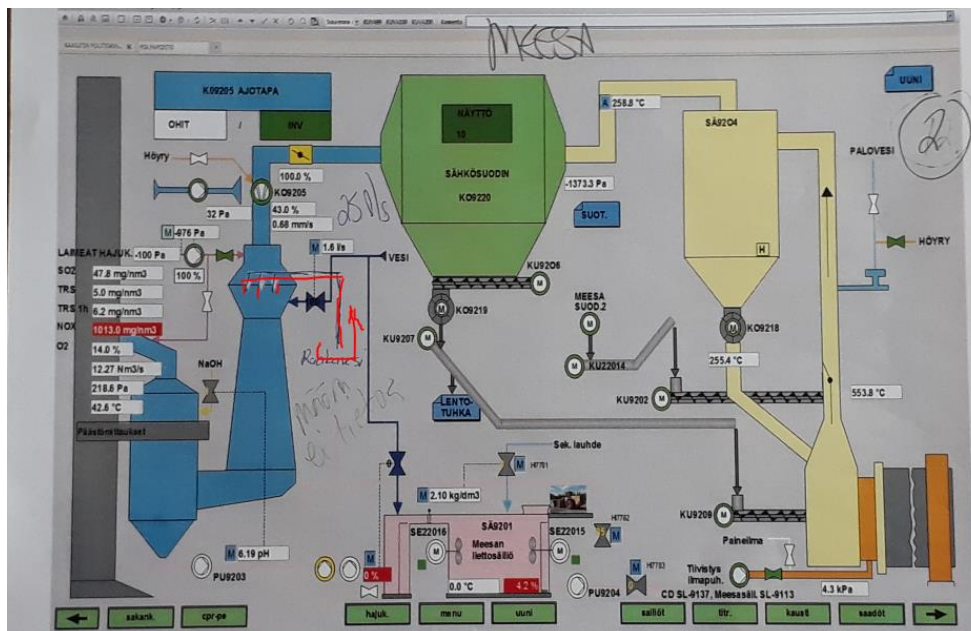
Raakavettä käytetään enimmäkseen meesauunin puolella. Meesan puolella on kaksi viherlipeäjähdytintä, joihin tehdään jäähdytysvesi sekundäärilauhteen ja raakaveden sekoituksesta. Tässä ei ole veden määrämittausta, mutta venttiilin asento on auki 17 prosenttia.



KUVA 9. Prosessikaavio. Viherlipeäjähdyttimien jäähdytysvesi raakaveden ja sekundäärilauhteen sekoituksesta, ei veden määrämittausta. (Kinnunen 2019-01-03.)

Raakavettä pumpataan sähkösuodattimen jälkeen savukaasupesurille. Linja on kooltaan DN100 ja vedenvirtauksen määrä on yli 25 litraa sekunnissa tässä ajomallissa. Ajomallissa savukaasupesurin läpi ajetaan raakavesi, joka pesee savukaasuista suolet. Kun vettä ei kierrätetä, niin pH arvo ei ennäätä

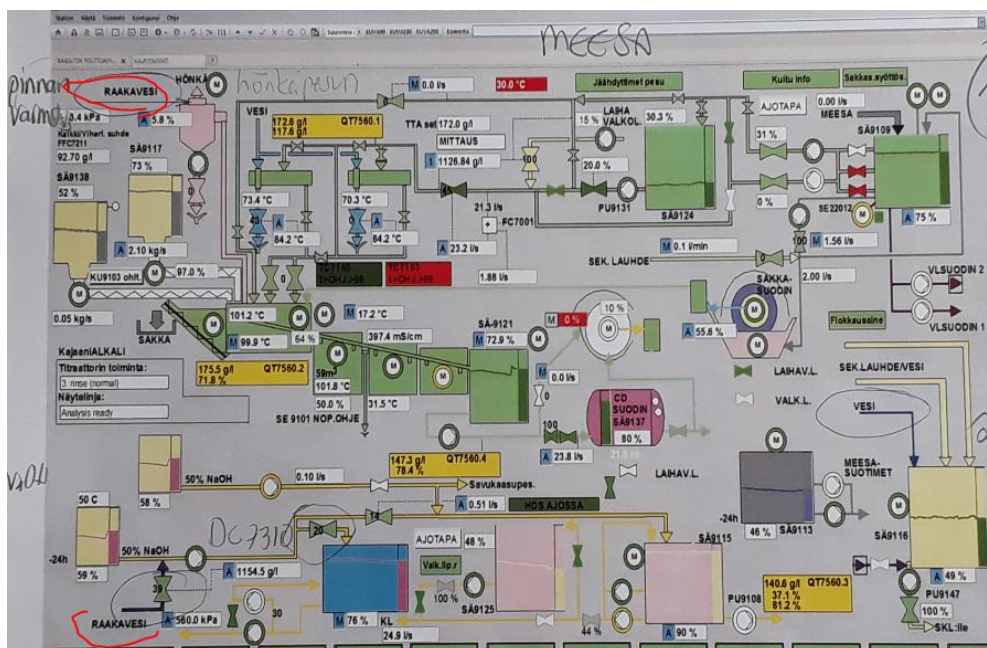
nousta savukaasupesurilla. Suolot ohjautuvat suoraan ylijouksumputken kautta kanaaliin ja edelleen jätevedenpuhdistamolle. Oletusarvo on, että veden virtauksen määrä on yli 25 litraa sekunnissa. Vesisäiliö on muutettu meesan liettosäiliöksi eli siinä lietetään pihalla olevaa meesaa. Säiliö ei enää vesikäytössä, koska pumpit ovat olleet epäkunnossa. Pumppujen kunnostaminen on ajankohtaista. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 10. Prosessikaavio. Raakavettä pumpataan sähkösuodattimen jälkeen savukaasupesurille. Prosessikaavio ei ole ajantasalla. (Kinnunen 2019-01-03.)

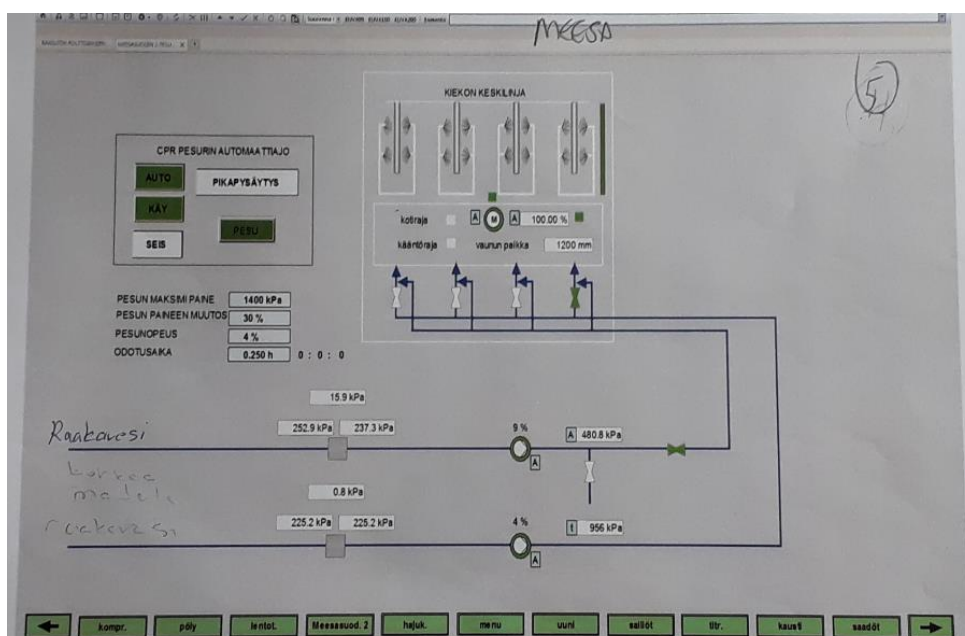
Raakavettä käytetään laihalipeäsäiliön pinnanvarmistukseen. Pinnanvarmistusvesiventtiili positio on LC7120 ja venttiili on haastattelun hetkellä 21 prosenttia auki (3.1.2019) ja tällä hetkellä käytetään kylmää vettä. Pinnanvarmistukseen käytetään joko raakavettä tai sekundäärilauhdetta, mutta tällä hetkellä käytetään raakavettä. Vesi jäähdytetään muutenkin soodakattilalla jäähdyttimellä ennen kuin menee liuottajaan. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)

Raakavettä käytetään 50 prosenttisen natriumhydroksidin (NaOH) laimentamiseen 15 prosenttiseksi. Käytettävän raakaveden määrästä ei ole tietoa, vaan säätö tapahtuu tiheyden mukaan. Tiheysäädön positio on DC7310. Lisäksi raakavettä käytetään hönkäpesurilla ilman veden määrämittausta. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 11. Prosessikaavio. Raakavettä käytetään natriumhydroksidin laimentamiseen ja hönkäpesurilla pesuun, ei veden määrämittauksia. (Kinnunen 2019-0-03.)

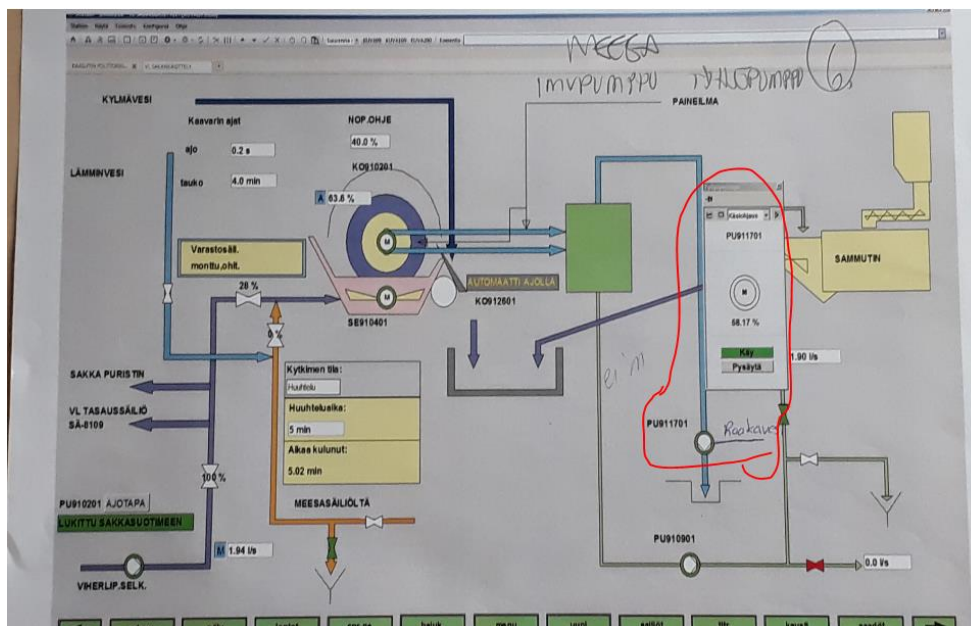
Viiran pesuun käytetään raakavettä meesasuoittimella, missä on pesuriputket välissä. Viiranpesussa käytetään korkeapaine- ja matalapainepesua, joiden vedenpaineet näkyvät, mutta veden määrämittausta ei ole. Ainoastaan paine-ero kertoo, jos linjassa on jossain tukos. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 12. Prosessikaavio. Raakaveden käyttö meesasuoittimen viiranpesussa, ei määrämittausta. (Kinnunen 2019-01-03.)

Raakavettä käytetään sakankäsittelyssä. Imupumppu PU911701, ei näy veden määrämittausta, ei ole edes kaavioon piirretty. Vesi ohjautuu tyhjäpumppulle ja tiivistää pesän ja vesi tekee suotimelle tyhjiön.

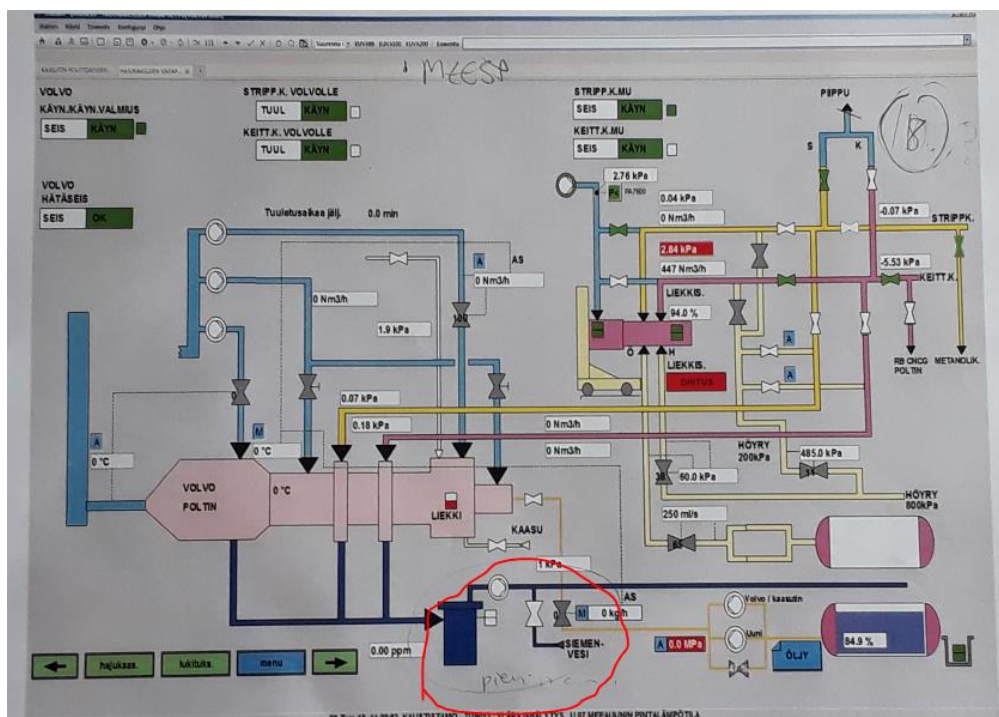
Tyhjiö vetää sakan viiran pintaan. Prosessikaavio on hyvä päivittää ajan tasalle. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 13. Prosessikaavio. Raakaveden käyttö sakan käsittelyssä, ei veden määrämittausta. Prosessikaavio ei ole ajan tasalla. (Kinnunen 2019-01-03.)

Meesasuotimella on suihkulauhdutin ja nash-pumppu, jolle löytyy virtausmittaus FI817052 (tyhjöpumppu tiivistevesisuodin2). Tyhjäpumpulla tehdään imu meesasuoittimille, jotta saadaan kakku pysymään. Veden virtaus jakaantuu suihkulauhduttimelle ja tyhjäpumpulle, normaalina ajoaikana veden virtaus on 5,6 litraa sekunnissa. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)

Volvo-polttimilla käytetään pumpun käynnistyessä raakavettä pieni määrä siemenvetenä. Tässä ei ole veden määrämittausta. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 14. Prosessikaavio. Raakavettä käytetään Volvo-polttimilla. (Kinnunen 2019-01-03.)

Yhteenvedona voidaan todeta, että ilman määrämittauksia meesauunilla on useita prosessin sisäisiä kulutuskohteita, joissa käytetään raakavettä. Raakavettä käytetään esimerkiksi seuraavissa kohteissa:

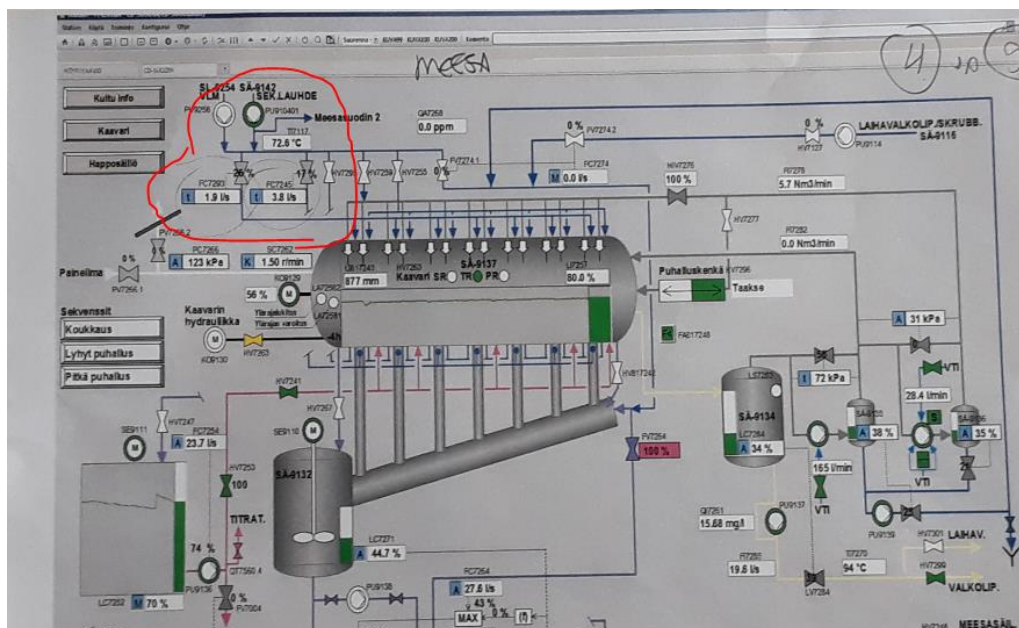
- Viherlipeäjähdyttimillä käytetään jäähdytysvetenä raakaveden ja sekundäärilauhteen sekoitusta (venttilisäätö 17 prosenttia),
- sähkösuodattimen jälkeen savukaasupesurilla käytetään raakavettä suolojen pesussa,
- laihalipeäsäiliön pinnanvarmistukseen käytetään raakavettä (LC7120),
- natriumhydroksidin (NaOH) laimentamiseen käytetään raakavettä tiheysäädöllä (DC7310),
- raakavettä käytetään hönkäpesurilla,
- meesasuoitimella viiran pesuun käytetään raakavettä (korkeapaine- ja matalpainepesut),
- sakan käsittelyssä käytetään raakavettä (imupumppu PU911701),
- Volvo-polttimilla käytetään raakavettä pumpun siemenvetenä.

(Puustinen 2019-01-03.)

Kempuvesi

Kemiallisesti puhdistettua vettä eli kempuvettä käytetään meesauunilla tiivistevesinä ja mittauksissa kuten soodakattilalla (Puustinen 2019-01-03).

Sekundäärilauhdetta käytetään meesasuoitimien ja cd-suotimien pesussa. Meesakuiluille pesuihin käytetään sekundäärilauhdetta noin 3,7 litraa sekunnissa ja tämän mittauspositio on FC7245 ja meesakakun pesuun sekundäärilauhdetta käytetään 1,4 litraa sekunnissa ja tämän mittauspositio on FI7293. Kuitupuolelta lauhdesäiliöön tulevan veden lämpötila on yli 70 celsiusastetta ja venttiilin asetusarvo on 26 prosenttia. (Puustinen & Immonen 2019-01-03.)



KUVA 15. Prosessikaavio. Meesasuoitimen ja cd-suotimien pesussa käytetään sekundäärilauhdetta. (Kinnunen 2019-01-03.)

Meesauunin säiliöalue on soodakattilan puolella. Ylivuoto ohjataan vuotoliipeäsäiliöön ja sen jälkeen takaisin laihalipeäsäiliöön ja haihdutetaan. Ylivuotoa ei pumpata jäteveden puhdistamolle. Jos ajetaan käsiajolla ylivuodon kautta niin sanotulle likaiselle puolelle, on tästä etukäteen ilmoitettava erikseen jätevedenpuhdistamolle.

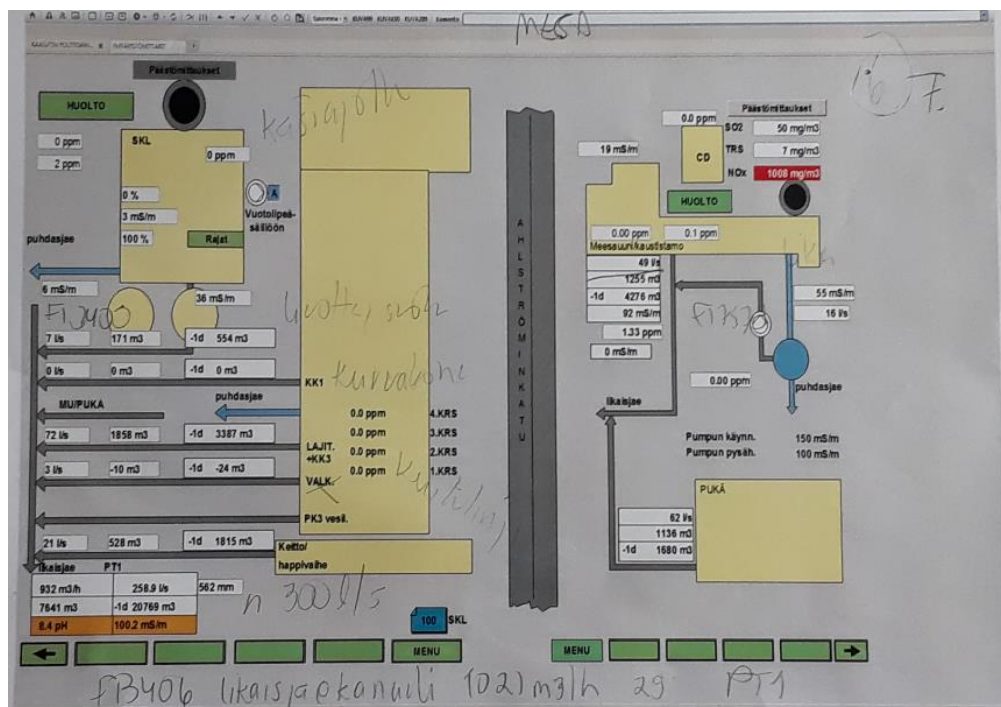
Jätevedet soodakattila ja meesauuni

Kanaalin virtauksesta voi päätellä savukaasupesurin veden virtausmäärän. Kanaalin virtaus pienenee tietyn määrän, noin 25- 28 litraa sekunnissa, kun savukaasupesuri ei ole päällä. Meesauunin puolelta ohjautuu paljon vettä kanaaliin.

Hajukaasujen keräilystä löytyy lähtevän jäteveden määriä. Jäteveden puolelta löytyvät likaisjaekanaali ja puhtasjae kanaali. Kaustisoinnin/meesauunin likaislauhteiden määrä kanaaliin on 49 litraa sekunnissa ja mittauspositio on FI7573 (likaisjae kanaaliin määrä). Kaustisoinnin/meesauunin puhtaan puolen jakeen määrä on 17 litraa sekunnissa ja mittauspositio on FI7571. (Puustinen 2019-01-03.)

Sadevesiviemärin johtokyky löytyy, mutta ei virtausmäärää. Puunkäsittelystä tuleva likaisjae on 62 litraa sekunnissa, tästä ei löydy mittauspositiota, onko puunkäsittelystä. Sellun eli kuitulinjan summavirtaus on 195 litraa sekunnissa ja mittauspositio on FI361988. PK3:n vesisäiliöstä pumpataan jätevedenpuhdistamolle vettä virtauksella 150 litraa sekunnissa ja mittauspositio on TFI303610. Soodakattilan puolelta virtaus on 7 litraa sekunnissa ja mittauspositio on FI3400. Jätevesien virtausmäärä edellä mainituista on yhteensä noin 300 litraa sekunnissa. (Puustinen 2019-01-03.)

Kokonaiskuutiomäärä likaisjaemäärä on keskimäärin 1034 kuutiota tunnissa ja mittauspositio on FI3406 (Puustinen 2019-01-03).



KUVA 16. Prosessikaavio. Lähtevien jätevesien määrä hajukaasujen keräilystä. (Kinnunen 2019-01-03.)

Kehitysehdotukset meesauuni: Meesauunilla on erittäin vähän veden määrämittauksia ja näitä suositellaan lisättäväksi sekä tulevan ja lähtevän veden osalta.

Työn edetessä tuli esille meesauunin puolella muutamia prosessivaiheita, joiden osalta prosessikaaviot eivät ole ajan tasalla. Esimerkiksi savukaasupesurin suora ajomalli ei näy prosessikaavioissa, valkaisu enää käytetä ja vesisäiliö on muutettu meesa lietesäiliöksi, koska pumput eivät toimi. Näiltä osin prosessikaaviot on hyvä päivittää ajan tasalle, jos toimintatapa on vakiintunut käytäntöön.

Lisäksi epäkunnossa olevat pumput on myös hyvä kunnostaa.

4.9 PK3 eli entinen paperikone, nykyinen kartonkikone (kraftliner)

Stora Enson Varkauden tehtaalla tehdään tällä hetkellä aaltopahvin materiaalina käytettävää kraftlineria.

Viimeisimmät tuotantosuunnanmuutokset tehtaalla on tehty vuonna 2015, kun hienopaperikone PK3 muutettiin kraftlineria tuottavaksi kartonkikoneeksi. Kraftlineria käytetään aaltopahvin pintakerrosmateriaalina. Varkaudessa tehdään sekä ruskeaa aaltopahvin materiaalia kraftlineriä neitseellisestä kuidusta ja neitseellisen eli ensiökuidun ja kierrätyskuidun sekoituksesta, lisäksi tehdään myös valkopintaista kraftlineria, minkä toinen pinta on valkoinen. Aaltopahvin välikerrosmateriaali fluting tehdään esimerkiksi Stora Enson Heinolan tehtaalla. Varkauden kartonkitehtaalla ensimmäinen kokonainen tuotantovuosi oli vuonna 2017 ja tuotanto on jatkunut siitä eteenpäin. Asiakkaille lineria

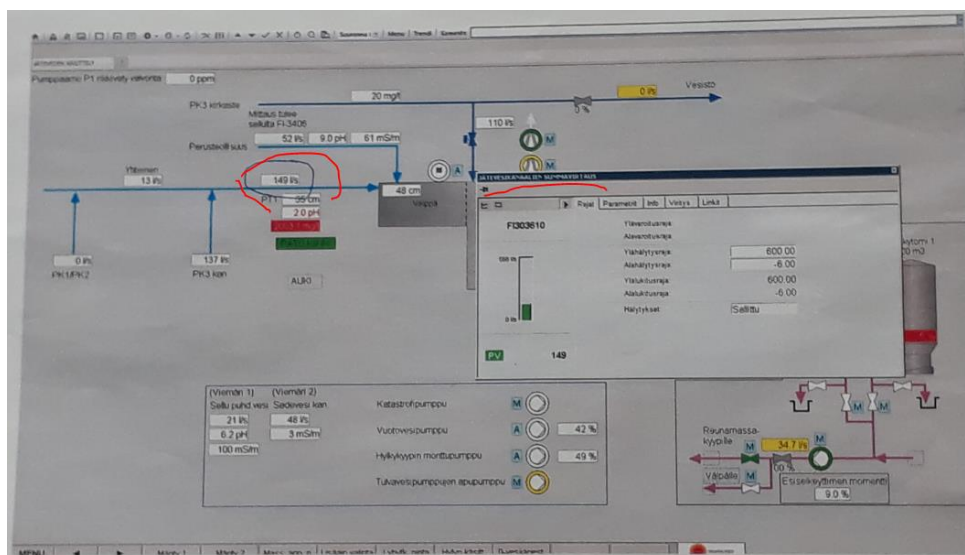
0-vesisuotimella oleva vesi ei ole ihan puhdasta, vaan siinä on edelleen kuituja, mutta sitä voidaan käyttää pesusuihkuihin. Koska raakaveden kulutus on suurta, niin 0-vesisuodin ei ennätä käsitellä kaikkea sinne ohjautuvaa vettä. (Klasila 2019-01-22)

Lähtevä vesi

0-vettä pumpataan kierrätyskuitulaitokselle ja käytetään edelleen siellä omiin prosesseihin. Tässä ei ole määramittausta. (Klasila 2019-01-22.)

Jätevesi

Jätevesi ohjautuu pumppaamon kautta jäteveden puhdistamolle, määrävirtaus on keskimäärin 150 litraa sekunnissa. Mittauspositio on FI303610. (Klasila 2019-01-22.)



KUVA 19. Prosessikaavio. PK3:n jätevesi. (Kinnunen 2019-01-22.)

Poistuvasta vedestä mitataan pH:n arvo, jonka pitäisi olla noin 7. Kiintoaine mitataan myös, jotta tiedetään, että vesi on riittävän puhdasta. Kiintoainemittari on kanaalin pohjalla myötävirrassa, jonka takia mittarin päähän kertyy kuitua ja kiintoainetta. Mittari täytyy puhdistaa tietyn väliajoin. (Klasila 2019-01-22.)

Kempuvesi

Kempulaitokselta tulee kempuvettä ja se pumpataan lämminvesisäiliöihin. Lämmintä vettä tarvitaan tietyissä kohteissa, kuten lämmönvaihtimilla. Kempulta tulevan veden keskimääräinen kulutus on 80 litraa sekunnissa (viikon liukuva keskiarvo 74 litraa sekunnissa trendi), mittauspositio on FI312500. (Klasila 2019-01-22.)

4.10 Kierrätyskuitulaitos (RCF)

Kierrätyskuitulaitoksen eli kierrätyskuitulaitoksen pääasiallisena tehtävänä on erottaa tehtaalle tulevasta kierrätyskartongista kuitu ja syöttää se edelleen PK3:lle eli kartonkikoneelle (Rämö 2019-01-08).

Kierrätyskartongista erotetaan rejektiosuus, pääosin muovi, alumiini ja metalli. Muovi ja alumiinijae poltetaan kattila K7:lla. Siellä erotetaan alumiinituhka, joka säkitetään ja myydään eteenpäin. Metallia, kuten tölkit, toimitetaan Kuusankoskelle edelleen käsiteltäväksi. Hylättyä kuitu/rejekti poltetaan kattila 6:lla. (Rämö 2019-01-08.)

Kierrätyskuitulaitoksen erotusprosessi on täysin mekaaninen. Ensimmäisessä vaiheessa tapahtuu kierrätyskuidusta karkea erotus rummussa, jossa kuidut eroavat muovista. Rumpu on kooltaan noin 30 metriä pitkä ja 4 metriä halkaisijaltaan. Rummun sihtiosalla kuidut ohjautuvat rummun kehällä olevien reikien läpi syöttösäiliöön. Rummulla erotettu rejekti eli käytännössä muovi pestään, jotta saadaan kaikki kuitu pois ja puristetaan kuivemmaksi, paalataan ja muovi menee sitten polttoon. (Rämö 2019-01-08.)

Rummun jälkeen on kahdessa vaiheessa painesihtejä ja pyöräpuhdistus, joiden avulla erotetaan edelleen vierasjakeita, kuten hiekkaa ja pienempiä muovijakeita. (Rämö 2019-01-08.)

Raakavettä käytetään hyvin vähän kierrätyskuitulaitoksella ja sen osalta ei ole mittausta. Raakavettä käytetään kahteen kohteeseen: kanaalin väljän puhdistukseen ja karkeaan lajittelun pyöräpuhdistimille. (Rämö 2019-01-08.)

Välppä on siivilän tapainen reititetty hihna, joka päästää veden lävitse, mutta ottaa kiintoainetta pois jäteveden puhdistamolle menevästä jätevesivirtaamasta. Tämä ei kuitulaitoksen varsinaista prosessia, vaan jäteveden käsittelyä. Karkean lajittelun pyöräpuhdistimien huuhteluvetenä käytetään raakavettä, josta ei ole myöskään mittausta. (Rämö 2019-01-08.)

Kierrätyskuitulaitoksella tehdyn haastattelun yhteydessä tuli esille ajatus, että voisiko väljän huuhtelussa ja karkean lajittelun pyöräpuhdistimien huuhteluveteet olla muuta kuin raakavettä. (Rämö 2019-01-08.)

Kierrätyskuitulaitoksella käytettävä pääasiallinen vesi on PK3:n eli kartonkikoneen 0-vettä. Tämä on siis uudelleen kierrätettyä vettä ja tästä löytyy painemittaus. Kierrätyskuitulaitoksella on oma 0-veisäiliö, jossa on pinnanmittaus, mutta ei määrämittausta. 0-vettä ajetaan eteenpäin prosessivaiheisiin. Kierrätyskuitulaitoksen prosesseissa on osassa määrämittaus, mutta ei kaikissa kulutuskohteissa. (Rämö 2019-01-08.)

Kehitysehdotus puunkäsittelyyn:

PK3:ta tulevaan 0-veteen suositellaan lisättäväksi määrämittaus. Kierrätyskuitulaitoksen veden kulutus lasketaan tällä hetkellä PK3:n vesitaseessa.

4.11 Voimalaitos

Voimalaitoksen tärkein tehtävä on turvata Stora Enson Varkauden tehtaan energiantuotanto ja pitää höyryverkosto paineessa. Tehtaan energiantarve tuotetaan kahdella kattilalla eli kattila 6:lla (LVL2/K6), mikä on säätävä kattila ja lisäksi kattila 7:n (LVL1/K7) on käytössä huippukuormituskuukausina eli talvella. Noin 45 % tehtaan energiasta tuotetaan soodakattilalla lipeän poltosta. (Saukkonen 2019-01-14.)

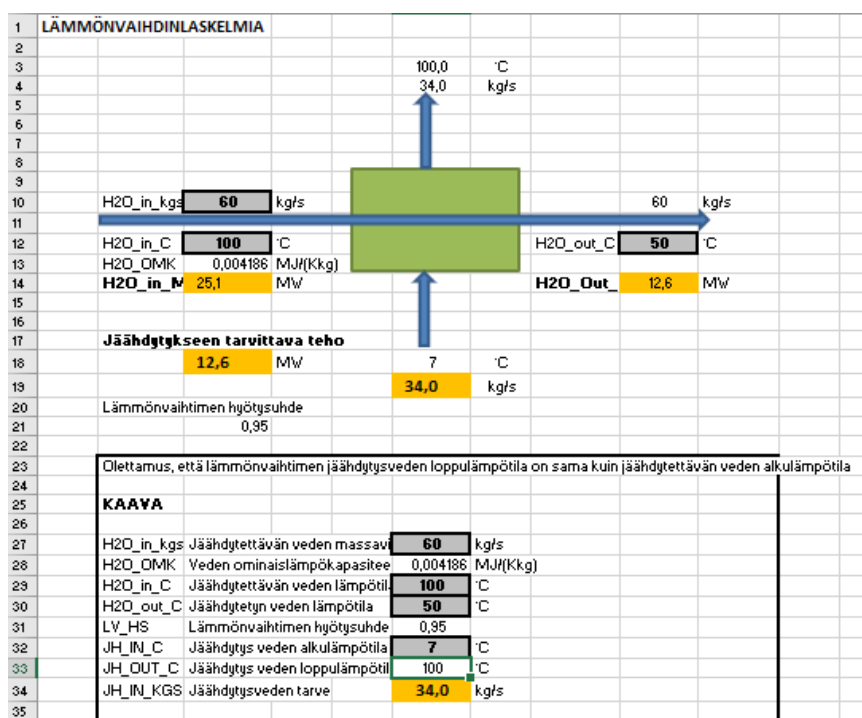
Raakavesi tulee voimalaitospuolelle Pitkälänniemen vedenottamolta. Raakavettä käytetään kattila K6:n puolella jäähdytyksissä ja apulauhduttimessa. Tästä on laskennallinen mittaus. Höyryä lauhdutetaan esimerkiksi tilanteissa, joissa höyryn kulutus on tehtaalla vähäinen. Esimerkiksi jos kartonkikone ei ole ajossa, niin silloin se ei ota höyryä. Kattiloita ei kuitenkaan saada ajettua niin pienelle käytölle, niin ylimääräinen höyry ajetaan apulauhduttimelle. Jäähdyttämiseen käytetään raakavettä ja lauhteet otetaan talteen. (Saukkonen 2019-01-14.)

Kattila K6:lla on kolme raakavesipumppua, ne pumppaavat raakavettä 200 kg/sekunnissa (Saukkonen 2019-01-14).

Kemiallisesti puhdistetusta vedestä tehdään täyssuolanpoistolaitoksella eli demillä kattilan lisävesi. Vesilaitoksen selkeytysaltaissa on virtausmittaukset ja vettä virtaa keskimäärin 250 litraa sekunnissa.

Kattila K7:n puolella on yksi raakavesipumppu, mikä pumppaa Pitkälänniemeltä tulevaa vettä. Sitä käytetään turbiinin jäähdytyksiin ja syöttövesipumpun laakereiden jäähdytyksiin ja lauhteen jäähdytykseen lämmönvaihtimella ennen kuin lauhde menee lauhteen puhdistukseen. Tämä raakavesi ohjautuu takaisin kempuveden syöttöön ja lämpöenergia käytetään siitä hyödyksi. Vedestä ei ole määrämittausta, mutta vesimäärä on laskettavissa. (Saukkonen 2019-01-14.)

Raakaveden laskennassa käytetään erillistä excel-pohjaista lämmönvaihdinlaskelmaa. Excel-laskuriin tarvitaan syöttää historiatiedot vaihtimien lämpötiloista ja lauhdevirtauksesta. Laskurin saa tarvittaessa Tarmo Saukkoselta. (Saukkonen 2019-01-14.)



KUVA 21. Jäähdytykseen käytettävän raakaveden laskuri. (Saukkonen 2019-03-25.)

Lähtevä vesi

Kanaalissa on yksi palovesipumppu, joka ottaa vettä ja pitää paineessa palovesijärjestelmää. Tämän osalta ei ole oikeastaan kulutusta (Saukkonen 2019-01-14).

Jäähdytysvedet (apulauhdutin, laakerit, turbiini) ovat puhtaita vesiä ja vedet ohjataan jäähdytyksen jälkeen virtaan. Jäähdytysvedet voidaan ohjata tarvittaessa myös jäteveden puhdistamolle. Jäähdytysvesissä ei ole määrämittausta. Vesimäärä arvoidaan laskennallisesti pumppujen tuottojen mukaan. Esimerkiksi laakereiden jäähdytysvesipumpulla PU0519 tuottolukema on 83 litraa sekunnissa. Pumppu käy puolella teholla, joten vettä pumpataan silloin 40 litraa sekunnissa. Turbiinin jäähdytysvesipumppu PU0521 tuotto 45 litraa sekunnissa, joten vettä pumpataan keskimäärin 30 litraa sekunnissa. Apulauhduttimen jäähdytysvesipumpulla raakavettä pumpataan keskimäärin 200 litraa sekunnissa. Nämä puhtaat vedet ohjautuvat kanaaliin eli virtaan. (Saukkonen 2019-01-14.)

Raakavesi, jota käytetään jäähdytysvesinä yhteensä keskimäärin 320 litraa sekunnissa (laskettu erillisellä excel-laskurilla), palautetaan takaisin virtaan. Lisäksi kattila 7:llä on yksi raakavesipumppu, mutta tässä ei ole määrämittausta ja vesi palautetaan takaisin virtaan. (Saukkonen 2019-01-14.)

Jäähdytysvesikaaviosta löytyvät linjojen maksimitoitukset, mutta varsinaisia määrämittauksia jäähdytysvesistä ei ole. Raakavettä käytetään lisäksi näytekeskuksen jäähdytyksen ja linjan maksimitoitus on 70 tonnia tunnissa. Höyrynäytteet jäähdytetään raakavedellä. Polttoaineen syötössä olevien tankopurkaimien hydraulikan öljyn jäähdytyksessä käytetään raakavettä ja linjan mitoitus on 500 kiloa tunnissa. Ulospuhallussäilön hönkiä lauhdutetaan raakavedellä ja tämän linjan mitoitus on 500 kiloa tunnissa. Pohjatuhkaruuvit, minne tulee kuuma hiekka, jäähdytetään

raakavedellä. Tästä raakavesi ohjataan viemäriin. Mitoitus linjalla on 40 tonnia tunnissa. (Saukkonen 2019-01-14.)

Jos jäädytyspumppujen vikaantuvat, niin vettä voidaan ottaa varavesisäiliöön (60 kuutiota) kaupungin vesiverkostosta. Tämä on käsisäädöllä. (Saukkonen 2019-01-14.)

Kehitysehdotus voimalaitos:

Suositellaan jäädytysvetenä käytettävälle raakavedelle määrämittauksia, tällä hetkellä jäädytysvetenä käytettävän raakaveden määrä lasketaan excel-pohjaisella laskurilla.

4.12 Jäteveden puhdistamo

Vesi- ja ympäristölupa tarvitaan toiminnalle, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumisen vaaraa. Ympäristöluvassa määritetyt annetut päästöarajat perustuvat parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan (BAT, Best Available Technique). (Pihkala 2011, 182.)

Stora Enson Varkauden tehdas on ympäristölupavelvollinen ympäristösuojelulain 28 §:n 1 momentin ja ympäristösuojeluasetuksen 1 §:n 1 momentin 1a), 1f), 3b) ja 12a) mukaan. Aluehallintovirasto on toimivaltainen lupaviranomainen massa, paperi- ja kartonkitehdasta koskevassa asiassa. (Aluehallintovirasto, 2015-01-20, päätös 53/2015/1.)

Jäteveden puhdistamo on mekaanisbiologinen puhdistamo, jonne jätevedet ohjautuvat tehtaan prosesseista. Sellu- ja kartonkitehtaan veden puhdistusmenetelmät ovat yleensä mekaanisia, biologisia ja kemiallisia. Eri puhdistusmenetelmien lisäksi jäteveden puhdistusprosessi käsittää useita eri vaiheita ennen kuin vesi voidaan palauttaa vesistöön. Lisäksi jätevedenkäsittelyssä hoidetaan lietteenkäsittely. (KnowPulp, Vesienpuhdistus 2019.)

Stora Enson Varkauden tehtaan jäteveden puhdistamo on mekaanisbiologinen puhdistamo, jossa pääprosessit ovat: neutralointi, varoallas, esiselkeytys, kemikaalien (urean, typpi, fosforihapon) annostus tarvittaessa, kemiallinen saostus/flotaatiojälkikäsittely, jälkineutralointi, lietteen käsittely (tiivistämö ja kuivaus puristimella tai suotonauhakuivamella). (Aluehallintovirasto, 2015-01-20, päätös 3/2015/1.)

4.13 Puhtaat vedet

Stora Enson Varkauden tehtaalla puhtaista vesistä ohjautuu voimakanaavaan eli virtaan sadevesi eli viemäri 2 ja puhdas vesi, kuten esimerkiksi jäädytysvedet eli viemäri 1. Näistä käytetään myös nimityksiä seuraavasti: Viemäri 1 (V1) on puhdasvesikanaali tai puhdasvesiviemäri, viemäri 2 (V2) on sadevesikanaali tai sadevesiviemäri ja viemäri 3 (V3) on puhdistamon purkuputki eli tai puhdistamolta poistuva prosessijätevesi. (Kiiskinen 2019-01-08.)

Viemäri 1 eli puhdasvesikanaalin mittauspositio on FI399900, viemäri 2 eli sadevesikanaalin mittauspositio on FI303975 ja viemäri 3 mittauspositiota ei ole, vaan sen mittarina käytetään puhdistamolle tulevaa syöttöä S1 ja tämän mittauspositio on FI990029.

4.14 Jätevedet

Prosessijätevedet ohjataan tehtaan jätevedenpuhdistamolle kahden pumppaamon kautta (pumppaamo 1 ja pumppaamo 2). Vedenpuhdistuslaitokselle tulevia päälinjoja on kaksi, linja P1 ja linja P2.

Viilupuutuotannon jätevedet johdetaan pumppaamon 2 kautta linjaa P2 pitkin vedenpuhdistuslaitokselle. Satunnaisesti voi tulla jätevettä kattila K6:lta. Tässä linjassa on määrämittausta ennen puhdistamaa. Viilutuotannon jätevesiä ei käsitellä tarkemmin tässä työssä. (Kiiskinen 2019-01-08.)

Pumppaamo 1 on tehtaan iso pääpumppaamo ja tälle pumppaamolle 1 ohjautuvat jäteveden kaksi päälikaisjaekanaalia: Sellu ja PK3 eli kartonkikone. Pumppaamolle 1 kartonkikoneelta tulevista jätevesistä ei ole määrämittausta, vaan määrä saadaan laskennallisesti. Lisäksi pumppaamon 1 sivusta tulevat PK3:n kirkasteen jätevesi ja tästä on mittaus. (Kiiskinen 2019-01-08.)

Pumppaamo 1:n jälkeen tulevat jätevedet kierrätyskuitulaitokselta ja lisäksi Carelian Caviarin ja Finnforelin jätevedet pienempiä kanaaleja pitkin. Pienemmissä kanaaleissa on myös mittaus, mutta ne eivät ole niin tarkkoja mittauksia. (Kiiskinen 2019-01-08.)

Pumppaamo 1:lle tulevaan niin sanottuun sellun likaisjaekanaaliin ohjautuu jätevettä usealta sellutehtaan osastolta. Sellun kanaaliin tulevat jätevedet puunkäsittelystä eli kuorimolta, jossa on myös mittaus. Lisäksi kanaalin tulevat soodakattilan, kuitulinjan, meesauunin ja lajittamon jätevedet ja kaikissa pienemmissä kanaalissa on mittaukset. Pumppaamon 1 jälkeen linjassa 1 on virallinen kaikista jäteveden mittaus kaikista edellä mainituista osastoista. Mittaustapa on tarkka magneettinen määrämittari. Pikkukanaalien mittaukset ja tarkempi virallinen mittaus eivät yleensä täsmää, koska pienempien kanaalien mittauksessa on epätarkkuutta. (Kiiskinen 2019-01-08.)

Stora Enson Varkauden tehtaalla on siis kaksi pääpumppaamoa, joita toisen kautta tulee viilupuutuotannon jätevedet (Pumppaamo 2, linja P2) ja toisen kautta sellun ja PK3 eli kartonkikoneen jätevedet (Pumppaamo 1 ja linja P1) ja pumppaamo 1:n jälkeen kalalaitokset Carelian Caviar ja Finnforelin jätevedet ja lisäksi kierrätyskuitulaitoksen jätevedet (LIITE 3). (Kiiskinen 2019-01-08.)

5 OPINNÄYTETYÖHÖN LIITTYVÄT EETTISET JA LUOTETTAVUUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyö on julkinen raportti, eikä siinä ole salassa pidettävää tietoa. Opinnäytetyössä käytetyt lähteet on ilmoitettu asiaankuuluvalla tavalla. Opinnäytetyössä on käytetty luotettavia lähteitä ja kirjallisuutta.

Haasteellisuutta työhön toi alan ammattisanasto, jota esiintyi haastatteluissa paljon. Haastateltavat henkilöt käyttävät ammattisanastoa prosesseista ja käyttöön vakiintuneita termejä (työpaikan sisäisiä käsitteitä) ja joillakin toiminnoilla tai osa-alueilla on useitakin eri nimityksiä tehtaalla. Tämä vaatii tiedon käsittelyssä tarkkuutta, että asiasisältö tulee ymmärrettyä oikein.

Työssä esitetyt virtausmäärät tai numeeriset arvot ovat keskimääräisiä arvoja ja perustuvat haastattelujen hetkellä oleviin tietoihin. Vedenkulutukseen voivat vaikuttaa tuotannossa tapahtuvat häiriöt ja myös vuodenajalla on merkitystä veden kulutukseen. Esimerkiksi kesäaikaan vettä tarvitaan jäähdytykseen enemmän kuin talviaikaan.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Tehtaalla toteutettavat haastattelut toimivat pitkälti tämän työn tietolähteenä. Haastatteluilla saatava tieto osastoittain poikkesi toisistaan paljon, tietysti johtuen myös prosessien erilaisuudesta ja siitä, miten paljon ko. prosessi hyödyntää ylipäänsä vettä. Haastatteluissa ei saatu kaikkiin etukäteen esitettyihin kysymyksiin vastauksia, joten kaikkia kehittämistoimenpiteitä ei voida esittää tässä työssä. Aihealue on erittäin laaja, monivaiheinen ja mielenkiintoinen kokonaisuus. Aikataulullisesti ei olisi ollut mahdollista toteuttaa kaikkea tässä työssä.

Tämä työ toimii suunnannäyttäjänä kehittämistoimenpiteille, jotka on hyvä toteuttaa lähitulevaisuudessa erillisinä töinä. Työssä kerätyn tiedon ja havaintojen mukaan on tullut esille kehittämiskohteita tehtaan eri osastoilta ja jopa varsin selkeitä puutteita. Haastatteluilla kerättyjen tietojen ja havaintojen perusteella voidaan todeta, että veden määrämittausta voidaan lisätä tehtaan jokaisella osastolla (Liite 2). Liitteessä 2 punaisella merkityt veden virtaukset osastoilta toiselle tarkoittaa sitä, että kyseisessä vedenvirtauksessa ei ole määrämittausta. Vihreällä värillä olevista veden kuluista löytyy määrämittaus. Mustat linjat ovat jätevesien kulkua.

Mittaukseen laatuun ei anneta tässä opinnäytetyössä suosituksia, vaan nämä käsitellään omina jatkoprojekteinaan. Stora Enso konsernin ja siten myös Stora Enso Varkauden tehtaan ympäristön hyvinvointiin liittyviä kestävän kehityksen tavoitteita on veden kulutus ja sen vähentäminen. Tulevilla kehittämistoimenpiteillä on myös merkitystä tehtaan taloudellisen toiminnan kannalta. Veden kulutuksen vähentäminen ja sitä kautta myös kemikaalien käytön väheneminen pienentävät erityisesti ympäristökuormitusta, mutta alentavat myös materiaalihankintojen kustannuksia. Toteutettavat

toimenpiteet tuovat merkittäviä taloudellisia säästöjä ja säästää samalla luonnonvaroja eli meille tärkeää vettä.

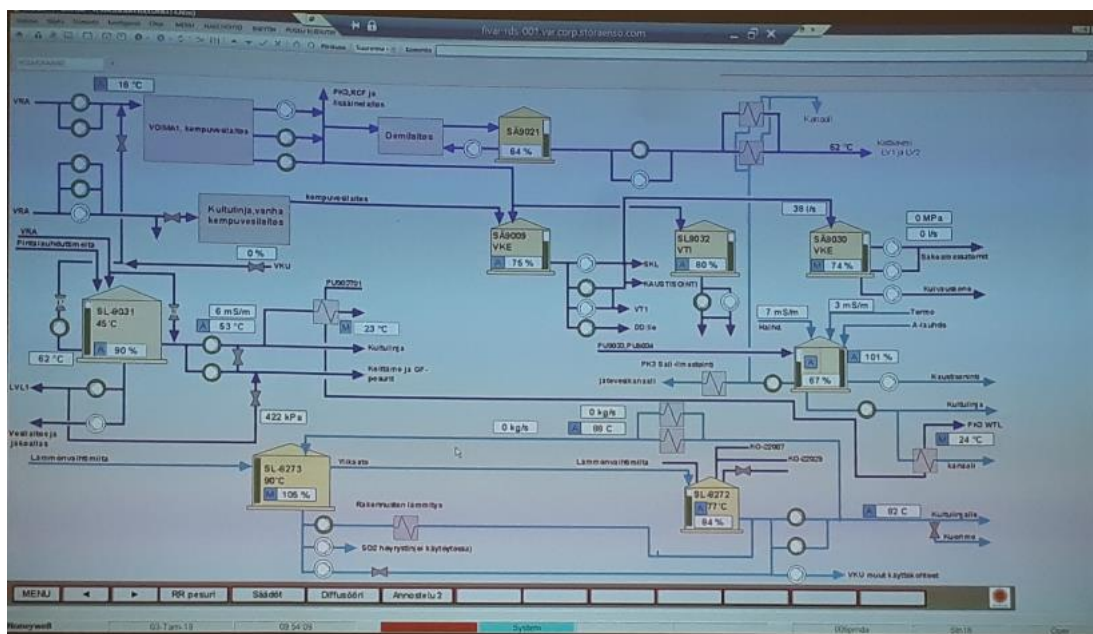
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Saatujen tulosten perusteella voidaan analysoida eri osastoilla veden käyttöä ja miettiä jatkossa veden käytön tehostamista ja lisätä veden, erityisesti raakaveden mittauspositioita. Mittauksia lisäämällä voidaan prosessien epäkohtiin reagoida nopeammin ja mahdollisen veden kulutuksen alenemisella saadaan aikaan taloudellisia säästöjä tehtaassa toiminnassa toteuttaen samalla vastuullista ja kestävästä kehitystä. Mittausten tarkentuminen mahdollistaa myös raportoinnin tarkkuuden lisäämistä ja helpottaa raportointia jatkossa veden kulutuksen perustessa mittaustuloksiin, eikä sekundäärisiin arvioihin.

Ympäristölupa tarvitaan toimintaan, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumisen vaaraa (Pihkala 2011, 182). Vesilailalla puolestaan säädellään vesitaloushankkeiden lupa-asioita ja luvan myöntämää viranomaisena on aluehallintovirasto. (Ympäristö.fi 2019).

On hyvä miettiä, onko kaikissa prosesseissa ja veden käytön mittaamisessa ja sen kulutuksen seuraamisessa käytössä paras käyttökelpoinen tekniikka eli BAT-tekniikka. Tekniikan kehittyessä ja tietämyksen lisääntyessä on syytä varmistaa, että Best Environmental Practice (Ympäristön kannalta parhaan käytännön periaate) eli BEP toteutuu tehtaassa eri prosesseissa.

Stora Enson Varkauden tehtaalla eri osastoilla toteutuu pitkälti suljettu vesikierto, mikä on kiertotalouden näkökulmasta vesiviisautta parhaimmillaan. Vettä kuitenkin haihtuu prosesseissa ja siirtyy tuotteeseen. Tästä syystä vettä on otettava prosesseihin lisää, jotta toimintoja voidaan jatkaa.



KUVA 22. Prosessikaavio. Raakaveden linjat Stora Enson Oyj:n Varkauden tehtaalla.

8 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Vedellä on iso rooli Varkauden tehtaan eri prosesseissa, mikä tekee siitä elementtinä varsin mielenkiintoisen, mutta myös haastavan kokonaisuuden käsitellä.

Ehdottomasti veden käytön kulutukseen ja sen käytön tehostamisen ohjaukeinoihin tulee panostaa tehtaalla. Raakaveden puhdistus kemiallisen puhdistuksen laitoksella ja lisäksi demineralisoidun veden tekeminen eli lisäveden tekeminen kattilavedeksi on kallista prosessointia. Veden virtausmittausten lisääminen tulevan veden osalle ja osastojen sisäisiin prosesseihin mahdollistaa huomioimaan epäkohdat, jos prosessissa on syystä tai toisesta vuotokohtia tai jotain muuten vialla. Muutaman prosessin kohdalla voisi miettiä, että onko raakaveden käyttö tarpeellista, vai voisiko prosessien sisällä kierrättää ns. 0-vettä.

Seuraavassa esitetään kehitysehdotukset eri osastojen veden mittaukseen ja muita havaittuja kehittämistoimenpiteitä.

Kehitysehdotukset vesilaitos:

- Sellulle eli kuitulinjalle menevästä vedestä ei ole virtausmittausta vesilaitoksella, tähän tarvitaan mittaus.
- Kuitulinjalta vesilaitokselle palautuvalle lämpimälle vedelle suositellaan lisättäväksi määrämittaus. Tietojen perusteella tilanne on sellainen, että vesi on kertaalleen mitattu kuitulinjalla. Vettä pumpataan kuitulinjalta soodakattilalle pintalauhduttimelle, josta se palautuu kuitulinjalle ja siitä edelleen vesilaitokselle. Tämä vesi on vesilaitoksen tulevien vesien määrässä ja mitataan uudelleen. Katso myös kuitupuolen kehitysehdotus.
- Kattilaveden lisäveden valmistuksesta voisi tehdä erikseen opinnäytetyön, sisältäen lauhteiden talteenoton ja käsittelyn.

Kehitysehdotukset puunkäsittely:

- Selkeytinaltaaseen on asennettu pumppu joulukuussa 2018, joten veden määrän poistumisesta lietteen mukana ei ollut silloin vielä tarkkaa tietoa. Vesimäärän tarkentamisesta voisi tehdä erillisen työn pumpun tehon ja käyttöajan perusteella.

Kehitysehdotukset kuitulinja: Yhteenvedona voidaan todeta, ettei kuitupuolella ole paljon raakaveden määrämittausta.

- Kuitulinjalle suositellaan enemmän virtausmittauksia, koska jo pelkästään vuodenajoilla on merkittävä vaikutus veden kulutukseen.
- Veden määrämittausta suositellaan myös vesilaitokselle lähtevään lämpimään palautusveteen. Vesilaitoksella näkyvät vain venttiilien asetukset. Kuitulinjalta vettä ohjataan soodakattilan pintalauhduttimelle ja sieltä vesi palautuu takaisin kuitulinjalle. Tätä palautuvaa vettä pumpataan edelleen voimalaitoksen kempuveden lämmitykseen lämpötilan säädön mukaan.

Vesilaitoksella vesi on saapuvien veden määrässä, jonka mittauspositio on FI150111. Tiedon mukaan vettä mitataan nyt useaan kertaan.

Kehitysehdotukset soodakattilalle: Soodakattilalla on vain muutamia veden määrämittauksia, kuten pintalauhduttimelle tulevan veden määrämittaus.

- Soodakattilalle tulevalle ja sieltä lähtevälle vedelle suositellaan määrämittausten lisäämistä. Mittausten lisäämisen avulla saadaan tarkemmin selville, paljonko vettä käytetään eri osastoilla. Nyt ei tiedetä, paljonko raakavettä käytetään meesauunilla ja paljonko vettä kuluu kaustisointiin.
- Lisäksi soodakattilalla on useita sisäisiä raakaveden kulutuskohteita, joihin on hyvä saada lisää veden määrämittauksia. Nämä kulutuskohteet on lueteltu sivulla 22.

Kehitysehdotukset meesauuni:

- Meesauunilla on erittäin vähän veden määrämittauksia ja näitä suositellaan lisättäväksi sekä tulevan ja lähtevän veden osalta. Tämä on selkeä heikkous.
- Työn edetessä tuli esille meesauunin puolella muutamia prosessivaiheita, joiden osalta prosessikaaviot eivät ole ajan tasalla. Esimerkiksi savukaasupesurin suora ajomalli ei näy prosessikaavioissa, valkaisua ei enää käytetä, vesisäiliö on muutettu meesa lietesäiliöksi, koska pumput eivät toimi. Näiltä osin prosessikaaviot on hyvä päivittää ajantasalle, jos toimintatapa on vakiintunut käytäntöön.
- Epäkunnossa olevat pumput on hyvä kunnostaa.

Kehitysehdotukset PK3:lle:

- Pitkälänniemeltä tulevaan raakaveteen virtausmittaus, jotta tiedetään otettavan raakaveden määrä. Mittauksen avulla voitaisiin seurata raakaveden kulutusta pitkällä aikavälillä ja eri ajankohtina ja vuodenaikoina.
- Kierrätyskuitulaitokselle menevälle 0-vedelle tarvitaan määrämittaus. Tämä vesimäärä rasittaa nyt PK3:n vesitaseita, kun erillistä määrämittausta ei ole. Vesisäiliöistä kulutuskohteisiin lähtevälle vedelle tarvitaan mittaus.
- On tarve miettiä toimenpiteitä, millä kempuveden kulutusta voidaan pienentää tai kempuvettä voitaisiin uudelleen käyttää enemmän. Tällä hetkellä kempuvettä käytetään lämmönvaihtimiin ja lämpimiin pesuihin. Osa pesuvedestä otetaan talteen, mutta osa vedestä sekoittuu 0-veteen.

Kehitysehdotus kierrätyskuitulaitos:

- PK3:ta tulevaan 0-veteen suositellaan lisättäväksi määrämittaus. Kierrätyskuitulaitoksen veden kulutus lasketaan tällä hetkellä PK3:n vesitaseessa.

Kehitysehdotus voimalaitos:

- Suositellaan jäähdytysvetenä käytettävälle raakavedelle määrämittauksia, nyt jäähdytysvetenä käytettävän raakaveden määritetään laskennallisesti.

Tehtaalla tulee laittaa tärkeysjärjestykseen, mihin prosessiin ja mille osastolle veden määrämittausta on syytä ensimmäiseksi lisätä. Määrämittauksen lisääminen on kuitenkin rahallinen investointi, riippuen tietysti myös mahdollisen mitattavan linjan koosta.

Opinnäytetyötä tehtäessä Stora Ensolta käytettävissä oleva aineiston osalta tuli havaintoja kaikilta osastoilta, joilla haastatteluja toteutettiin, etteivät dokumentaatiot, kuten prosessikaaviot ja PI-kaaviot olleet ajan tasalla, joten nämä on hyvä päivittää ajantasalle. Prosessikaaviot ja PI-kaaviot on tarpeellista päivittää ajantasalle yhteistyössä niiden henkilöiden kanssa, jotka tietävät prosessin tämän hetken todellisen tilanteen. Päivitystyö on mahdollista toteuttaa erillisenä opinnäytetyönä. On tärkeää, että ajantasainen tieto prosesseista on käytettävissä, jos on tarve tehdä jotain tuotantoon liittyviä päätöksiä. Yllättävän tilanteen sattuessa voidaan tehdä väärä päätös, jos päätös perustuu vanhaan tietoihin. Ei voida olettaa, että prosessista tietävät henkilöt ovat aina paikalla.

Veden käyttöä ja erityisesti uudelleen hyödynnettävän veden käyttöä on hyvä tarkastella osastokohtaisesti, eri osastojen välillä ja myös koko tehtaan toiminnan näkökulmasta. Tällä tarkastelulla voidaan kehittää ja tehostaa edelleen kiertoveden käyttömahdollisuuksia tehtaan toiminnoissa.

Veden käytön tehostaminen tehtaalla suljetun vesikierron avulla ja sen myötä veden kulutuksen vähentäminen on kiertotalouden, ympäristöystävällisyyden ja kestävä kehityksen huomioimista ja tuloksen tekemisen kannalta tuottaa myös merkittäviä kustannussäästöjä, joka tekee yrityksestä entistä mielenkiintoisemman myös sijoittajien silmissä.

Tulevaisuudessa otetaan käyttöön vesijalanjälki, kun yhteneväiset laskentaperusteet standardin luomiselle saadaan toteutettua (Metsäteollisuus ry 2019).

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ALUEHALLINTOVIRASTO. Varkauden tehtaiden ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen, Varkaus, Joroinen, Rantasalmi. [verkkojulkaisu]. Päätös Nro 3/2015/1, dnro ISAVI/55/04.08/2013 [Viitattu 2019-02-14.] Saatavissa:
file:///C:/Users/Asus%20A55D/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/isavi_paatos_3_2015_1-2015-1-20%20(1).pdf

ALUEHALLINTOVIRASTO. Varkauden tehtaan ympäristöluvan muutos ja toiminnanaloittamislupa, Varkaus, Joroinen ja Rantasalmi [verkkojulkaisu]. Päätös Nro 53/2015/1, dnro ISAVI/4379/2014 [Viitattu 2019-02-17.] Saatavissa:
file:///C:/Users/Asus%20A55D/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/isavi_paatos_53_2015_1-2015-8-27%20(5).pdf

HUHTINEN, Markku, KORHONEN, Risto, PIMIÄ, Tuomo ja URPALAINEN, Samu. 2011. Voimalaitostekniikka. Tampere: Opetushallitus.

IMMONEN, Mika T. 2019-01-03. Soodakattilan käyttöinsinööri. [Tallennettu haastattelu.] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

JOLKKONEN, Ari 2018-12-20. Puunkäsittelyn käyttöinsinööri [Tallennettu haastattelu.] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

KANANEN, Jorma. 2014. Toimintatutkimus kehittämistutkimuksen muotona. Helsinki: Gaudeamus.

KIISKINEN, Susanna 2019-01-08. Soodakattila ja kaustistamo päivämestari. [Tallennettu haastattelu.] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2018-12-20. Kuva 1. Prosessikaavio. Vesilaitoksen selkeytinaltaat [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2018-12-20. Kuva 3. Prosessikaavio. Vesilaitoksen tulevien vesien määrä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 4. Prosessikaavio. Kuitulinjalle tuleva vedenmäärä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 5. Prosessikaavio. Soodakattilalle pintalauhduttimelle kuitulinjalta tulevan raakavesi [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 6. Prosessikaavio. Soodakattilalla saapuvan kempuveden ja raakaveden painemittaukset, ei määrämittauksia [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 7. Prosessikaavio. Soodakattilan lauhteiden kierto [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 9. Prosessikaavio. Viherlipeäjähdyttimien jäähdytysvesi raakaveden ja sekundäärilauhteen sekoituksesta, ei veden määrämittausta kierto [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 10. Prosessikaavio. Raakavettä pumpataan sähkösuodattimen jälkeen savukaasupesurille. Prosessikaavio ei ole ajantasalla [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 11. Prosessikaavio. Raakavettä käytetään natriumhydroksidin laimentamiseen ja hönkäpesurilla pesuun, ei veden määrämittauksia [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.

- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 12. Prosessikaavio. Raakaveden käyttö meesasuotimen viiranpesussa, ei määrämittausta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 13. Prosessikaavio. Raakaveden käyttö sakankäsittelyssä, ei veden määrämittausta. Prosessikaavio ei ole ajan tasalla [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 14. Prosessikaavio. Raakavettä käytetään Volvo-polttimilla [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 15. Prosessikaavio. Meesasuotimen ja cd-suotimien pesussa käytetään sekundäärilauhdetta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. Kuva 16. Prosessikaavio. Lähtevien jätevesien määrä hajukaasujen keräilystä [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-22. Kuva 17. Prosessikaavio. PK3:n raakavesi tulee kuitulinjan raakavesipumppaamolta [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-22. Kuva 18. Prosessikaavio. PK3:n raakaveden kulutuskohteita. Pitkälänniemeltä tulevalle vedelle ei ole määrämittausta. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-22. Kuva 19. Prosessikaavio. PK3:n jätevesi. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-22. KUVA 20. Prosessikaavio. PK3:n kemiallisesti puhdistetun veden kulutus. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-03. KUVA 22. Prosessikaavio. Raakaveden linjat Stora Enson Oyj:n Varkauden tehtaalla. [digikuva]. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-04. LIITE 2. Lohkokaavio. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-04. LIITE 3. Jätevedet. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KINNUNEN, Kirsi 2019-01-04. LIITE 4. Koontitaulukko. Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- KLASILA, Juho 2019-01-21. Kartonkikoneen tuotantoinsinööri . [tallennettu haastattelu] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.
- KNOWPULP [sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö] 2011. Sulfaattisellun valmistus. Kuitulinja. KnowPulpin ylläpitäjä Prowledge Oy. [viitattu 2019-02-17] Vaatii käyttöoikeuden. Saatavissa: <http://www.knowpulp.com/www/suomi/kps/ui/process/fiberline/ui.htm>
- KNOWPULP [sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö] 2011. Kuva 8. Sulfaattisellun valmistus. Kemikaalikierto. KnowPulpin ylläpitäjä Prowledge Oy. [viitattu 2019-02-17] Vaatii käyttöoikeuden. Saatavissa: <http://www.knowpulp.com/www/suomi/kps/ui/process/recovery/ui.htm>
- KNOWPULP [sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö] 2011. Kuva 2. Veden käsittely sellutehtaalla. KnowPulpin ylläpitäjä Prowledge Oy. [viitattu 2019-02-18] Vaatii käyttöoikeuden. Saatavissa: http://www.knowpulp.com/www/suomi/raw_materials/2_water/2_raw_water/frame.htm
- KNOWPULP [sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö] 2011. KnowPulpin ylläpitäjä Prowledge Oy. [viitattu 2019-02-07] Vaatii käyttöoikeuden. Saatavissa: <http://www.knowpulp.com/www/suomi/kps/ui/knowpulp.htm>

KNOWPULP [sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö] 2011. KnowPulpin ylläpitäjä Prowledge Oy. [viitattu 2019-02-07] Vaatii käyttöoikeuden. Saatavissa: <http://www.knowpulp.com/www/suomi/kps/ui/knowpulp.htm>

KNOWPULP [sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö] 2011. Ympäristönsuojelu. Vesiensuojelu. Metsäteollisuuden jätevesien ulkoinen puhdistus. KnowPulpin ylläpitäjä Prowledge Oy. [viitattu 2019-02-17] Vaatii käyttöoikeuden. Saatavissa: http://www.knowpulp.com/www/suomi/kps/ui/prod_environment/environment/water/ui3.htm

KOPSA, Heidi 2018-12-20. Vesilaitoksen operaattori. [tallennettu haastattelu] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

LUUKKONEN, Antti 2019-01-03. Kuitulinjan osastomestari. [tallennettu haastattelu] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

LUT University. Vesijalanjälki. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-02-12.] Saatavissa: <https://www.lut.fi/green-campus/vihreat-tutkimukset/vesijalanjalki>

MOTIVA. Vedenkulutus. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-02-11.] Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/vedenkulutus

OLANDER, Ulla-Maija 2018-12-17. Laatu- ja ympäristöpäällikkö. [Aloituspalaveri, äänitallenne.] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

PUUSTINEN, Hemmo 2019-01-03. Soodakattilan ja kaustistamon päivämestari. [tallennettu haastattelu] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

RÄMÖ, Antti 2019-01-08. Kierrätyskuitulaitos käyttöinsinööri. [tallennettu haastattelu] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

SALMINEN, Jani., TIKKANEN, Sarianne., KOSKIAHO, Jari. 2017. Kohti vesiviisasta kiertotaloutta. Suomen Ympäristökeskuksen julkaisuja 16/2017. [Viitattu 2019-02-11.] Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/188599/SYKEra_16_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SAUKKONEN, Tarmo 2019-01-14. Voimalaitoksen käyttöinsinööri. [tallennettu haastattelu] Varkaus: Stora Enso Oyj. Sijainti: Kuopio: Kirsi Kinnusen sähköiset kokoelmat.

SAUKKONEN, Tarmo 2019-03-25. Kuva 21. Jäähdytykseen käytettävän raakaveden laskuri. Saatavissa: Varkaus: Stora Enso.

SUOMEN YK-LIITTO. Vesi. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2019-02-11.] Saatavissa: <https://www.ykliitto.fi/yk70v/ekologinen/vesi>

Stora Enso, Varkaus Mill Presentation 2018. Saatavissa: Varkaus: Stora Enso.

STORA ENSO OYJ. Stora Enso, Varkauden tehtaot. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-02-13.] Saatavissa: https://elearning.fi/storaenso/turvainfo/kuljettajat/infosivut/varkaus/varkaus_aluekartta_fin.pdf

STORA ENSO OYJ. Varkaus Mill – About Us. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-02-14.] Saatavissa: <https://www.storaenso.com/en/about-stora-enso/stora-enso-locations/varkaus-mill>

STORA ENSO OYJ. Stora Enson tilinpäätöstiedote 2018. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-02-16.] Saatavissa: <https://news.cision.com/fi/stora-enso-oyj/r/stora-enson-tilinpaatostiedote-2018,c2730147>

LIITE 1: HAASTATELTAVILLE ETUKÄTEEN SÄHKÖPOSTILLA LÄHETETYT AVOIMET KYSYMYKSET

Käytetäänkö vettä?

Mistä sisään tuleva vesi tulee? (demi/kempu, otetaanko raakavettä virrasta?) Minne vesi lähtee?

Missä on vedenkäyttöä, onko mittausta ja tarvitaanko lisämittausta?

Onko mittausta? Mittauspositiot?

Onko mittaus primaarinen?

Sekundäärinen mittaus? Mikä tämä on?

Määrät? Arviot? Mihin perustuu?

Jos ei ole mittausta, onko tarve mittaukselle?

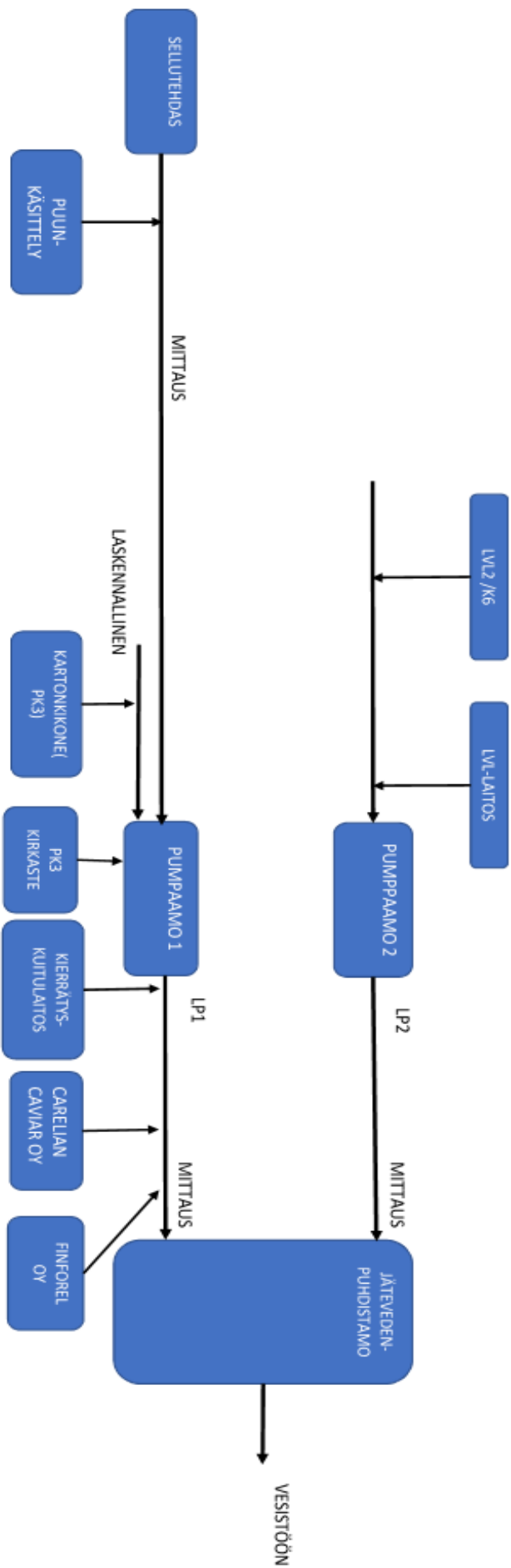
Uudelleen käytettävä vesi?

Käytetäänkö lauhteita, jos käytetään, niin kuinka paljon ja mistä tämä tieto on mitattu tai saatu?

Kontaminoitumaton vesi lähtee likaantumatta, ei juurikaan mittausta.

Muuta veteen liittyvää, jos tulee mieleen

LIITE 3 JÄTEVEDET



LIITE 3: JÄTEVEDET

LIITE 4: KOONTITÄULUKKO VEDET

OSASTOT	MITTAUSPOSITIO	MÄÄRÄ (LITRAA SEKUNNISSA)
KOONTITÄULUKKO TULEVAT JA LÄHTEVÄT VEDET		
VESILAITOS		
KEMIALLISEN PUHDISTUKSEN LAITOS (KEMPU)		
TULEVA VESI	MITTAUSPOSITIO	MÄÄRÄ (LITRAA SEKUNNISSA)
KEMPULLE TULEVIEN VESIEN MÄÄRÄ	FI150111	200 - 250
KUITULINJALTA TULEVA LÄMMIN VESI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ (NÄKY YLLÄ OLEVASSA MÄÄRÄSSÄ)
LAUHDELAITOKSELTA TULEVA VESI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ (NÄKY YLLÄ OLEVASSA MÄÄRÄSSÄ)
LÄHTEVÄ VESI		
KEMPU VESI PK3:LLE ELI KARTONKIKONEELLE	FI50050	80
KEMPU VESI KUITULINJALLE	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
SELKEYTYSALTAIDEN PESUVEDET MENEVÄT VIRTAAN	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
TÄYSSUOLANPOISTOLAITOS (DEMI)		
TULEVA VESI		
KEMPULTA TULEVA VESI	FI762102	55,5
LÄHTEVÄ VESI		
RO1 PERMEAATIN VIRTAUS (PUHDAS VESI)	FC762112	18
RO1 PERMEAATIN VIRTAUS (PUHDAS VESI)	FC762127	18
JÄTEVESI	EI AUTOMAATTISTA MITTAUSTA, MITTAUS ROTAMETRILLÄ KÄSISÄÄDÖLLÄ	2 X 9 , YHTEENSÄ 19 (2X32M3/H, YHT 64 M3/H))
VESI ILMAN MITTAUSTA	EI MITTAUSTA	114,5
PUUNKÄSITTELY		

TULEVA VESI		
LÄMMIN KIERTOVEDSI KUITULINJALTA	KUITU.FI1424.MES	25 - 35
KUITULINJAN KAUTTA TULEVA RAAKAVESI	FI820014	30 - 32
LÄHTEVÄ VESI		
PUHDISTAMOLLE MENEVÄ LIETE JA YLIKAATO	FI8020256	33,3 (2 M3/MINUUTTI)
KUITULINJA		
TULEVA VESI		
RAAKAVESI PITKÄLÄNNIEMELTÄ	FI2811	345
SOODAKATTILALTA PALAUTUVA VESI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
KEMPUVEDSI VESILAITOKSELTA	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
KUIVAUSKONE KÄYDESSÄ OTTAA KEMPUVETTÄ	FI2500	40
LÄHTEVÄ VESI		
SOODAKATTILALLE PINTALAUHDUTTIMELLE LÄHTEVÄ RAAKAVESI	FI4138	140
VESILAITOKSELLE LÄHTEVÄ LÄMMIN KIERTOVEDSI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
HAIHDUTTAMOLLE LÄHTEVÄ RAAKAVESI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
PUUNKÄSITTELYYN LÄHTEVÄ LÄMMIN KIERTOVEDSI	KUITU.FI1424.MES	25 - 35
KUIVAUSKONEEN KÄYDESSÄ TULEE JÄTEVETTÄ (KK3, SELLUN KUIVAUSKONE)	FI906627	60
SELLUN ELI KUITULINJAN JÄTEVESIEN SUMMAVIRTAUS	FI361988	195
RAAKAVESI ILMAN MITTAUSTA	EI MITTAUSTA	170
SOODAKATTILA		
TULEVA VESI		
RAAKAVESI KUITULINJAN KAUTTA	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ, PAINEN 462 KPA
RAAKAVESI KUITULINJAN KAUTTA PINTALAUHDUTTIMELLE	FI4138	140
KEMPUVEDSI	EI MÄÄRÄMITTAUSTA, PAINEN MITTAUSPOSITIO PC812295	EI MÄÄRÄÄ, PAINEN 482 KPA

KATTILAN LISÄVESI LVL1:N KAUTTA LISÄVETENÄ	FC8130369	
LÄHTEVÄ VESI		
KUITULINJALLE PALAUTUVA KIERTOVEDI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
JÄTEVESI PUHDISTAMOLLE	FI340	7
MEESAUUNI/KAUSTISOINTI		
TULEVA VESI		
KUITULINJAN KAUTTA TULEVA RAAKAVESI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
KEMPUVESI	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
LÄHTEVÄ VESI		
KAUSTISOINNIN/MEESAUUNIN LIKAISLAUHITEET KANAALIIN	FI7573	49
KAUSTISOINNIN/MEESAUUNIN PUHTAAN PUOLEN JAKEET	FI7571	17
PK3 ELI KARTONKIKONE		
TULEVA VESI		
RAAKAVESI PITKÄLÄNNIEMELTÄ	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
RAAKAVESI KUITULINJAN KAUTTA	FI302820	163
KEMPUVESI	FI312500	80
LÄHTEVÄ VESI		
0-VESI KIERRÄTYSKUITULAITOKSELLE	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ
JÄTEVESI PUHDISTAMOLLE	FI303610	150
KIERRÄTYSKUITULAITOS (RCF)		
TULEVA VESI		
0-VESI PK3:LTA ELI KARTONKIKONEELTA	EI MITTAUSTA	EI MÄÄRÄÄ, PAINEMITTAUS LÖYTYY
VOIMALAITOS		
TULEVA VESI		
RAAKAVESI PITKÄLÄNNIEMELTÄ	EI MITTAUSTA	LASKENNALLINEN MITTAUS
KATTILA 6:LLA KOLME RAAKAVESIPUMPPUA		200 KG/S
KATTIA 7:LLA ON YKSI RAAKAVESIPUMPPU	EI MITTAUSTA	LASKENNALLINEN MITTAUS ERILLISELLÄ LASKURILLA (EXCEL)
LÄHTEVÄ VESI		

JÄÄHDYTYSVESI LAAKEREIDEN JÄÄHDYTYSVESIPUMPUPU0519	TUOTTOLUKEMA 83 L/S, KÄY 50 PROSENTIN TEHOLLA	40
JÄÄHDYTYSVESI APULAUHDUTIN	LASKENNALLINEN	200
TURBIININ JÄÄHDYTYSVESIPUMPPU	TUOTTO 45 L/S, KÄY N. 67 PROSENTIN TEHOLLA	30



Stora Enso Oyj, Varkauden tehtaat



- | | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Paperitehdas | 6. Soodakattila | 11. Kierrätyskuitulaitos | 16. Efora- talo |
| 2. Tuotelähetys, paperi | 7. Meesauuni | 12. Saha | 17. Laboratorio, Vesivoima, |
| 3. Sellutehdas | 8. LVL1/ K7 | 13. Muuraisaari/ tukkien vastaanotto | Hiomon konnitorit |
| 4. Tuotelähetys, Sellu | 9. LVL2/ K6 | 14. Suojelutoimisto | 18. Lisäainelaitos |
| 5. Puunkäsittely | 10. Jäteveden puhdistamo | 15. LVL- tehdas | 19. Satamavarasto |
| | | | ● Portti numero |

[HTTPS://EARNING.FI/STORAENSO/TURVAINFO/VARKAUS/LIITTEET/OPASKARTTA-VARKAUS.PDF](https://elearning.fi/storaenso/turvainfo/varkaus/liitteet/opaskartta-varkaus.pdf)