



# Kartonkitehtaan jätevesilaitoksen seurannan kehittäminen

Mari Mannelin

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Laboratoriotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Laboratoriotekniikka

MANNELIN, MARI

Kartonkitehtaan jätevesilaitoksen seurannan kehittäminen

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Toukokuu 2022

---

Työn tavoitteena oli parantaa jätevesilaitoksen seuranta Metsä Board Kyrön kartonkitehtaalla luomalla selkeämpi ja havainnollisempi seurantatapa. Käytössä olevissa järjestelmissä on tietoa hajanaisesti eikä sitä osata riittävästi hyödyntää. Tarkoituksena oli määrittää jätevesilaitoksen toiminnan kannalta tärkeimmät mittaukset ja käyttää niitä seurannan luomisen pohjana. Apuna seurannan kehittämisessä käytettiin tehtaalla jo käytössä olevaa Wedge-järjestelmää.

Wedge-järjestelmän hitaus ja muut toiminnan ongelmat loivat haasteita työn toteutukseen. Useimmat ongelmista saatiin ratkaistua, mutta ne hidastivat työn etenemistä. Kuitenkin muutamia seurantasivuja saatiin luotua ja niihin tehtyä tarvittavia havainnollisia kaavioita ja mittareita.

Työn tavoitteet saatiin pääosin toteutettua, mutta suunnitelmissa on jatkaa työtä eteenpäin ja luoda uusia sivuja jätevesilaitoksen seuranta varten.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Laboratory Engineering

MANNELIN, MARI:  
Development of Follow-up in a Board Mill's Wastewater Treatment

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 5 pages  
May 2022

---

The aim of the thesis was to improve the monitoring of the wastewater treatment plant at the Metsä Board Kyro mill by creating a more illustrative monitoring method. Information was fragmented in the current systems and could not be sufficiently utilized. The purpose was to determine the most important measurements for the operation of the wastewater treatment plant and use them as a basis for establishing monitoring. The Wedge system which was already in use at the mill was used to help develop the monitoring.

The slowness of the Wedge system and other operational problems created challenges for the execution of the work. Most of the problems were resolved, but they slowed the progress of the work. However, a few tracking pages were created and the necessary illustrative charts and metrics were created for them.

The objectives of the work were largely achieved, but there are plans to continue the work and create new pages for the monitoring of the wastewater treatment plant.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	JÄTEVESIEN PUHDISTUS .....	7
	2.1 Paperiteollisuuden jätevedet .....	7
	2.1.1 Mekaaninen selkeytys .....	7
	2.1.2 Aktiivilietemenetelmä.....	8
	2.1.3 Lietteen käsittely.....	10
	2.2 Lainsäädäntö.....	11
3	METSÄ BOARD KYRON JÄTEVEDENPUHDISTAMO JA SEN SEURANTA .....	13
	3.1 Metsä Board Kyron jätevedenpuhdistamo.....	13
	3.1.1 Välppäys ja esiselkeytys.....	13
	3.1.2 Ilmastus ja jälkiselkeytys .....	14
	3.1.3 Mikroflotaatio .....	15
	3.1.4 Lietteen esikäsitteily ja kuivaus .....	16
	3.2 Jätevesilaitoksen seuranta.....	16
4	Seurantajärjestelmän parantaminen .....	19
	4.1 Wedge.....	19
	4.2 Jätevesilaitoksen prosessikaavio Wedgeen .....	19
	4.3 Kiintoaineet ja lietteiden käsittely .....	22
	4.4 Ravinnemittaukset.....	24
	4.5 Ympäristöluvan vaatimat mittaukset.....	25
5	POHDINTA .....	27
	LÄHTEET .....	28
	LIITTEET.....	29
	Liite 1. Laboratorion mittausohjelma jätevesinäytteistä.....	29
	Liite 2. Wedgeen luodut näkymät .....	30

**LYHENTEET JA TERMIT**

TS	kokonaiskiintoaine, total solids
BS, SS	suspensoitunut kiintoaine, suspended solids
SVI	lieteindeksi, kuvaa lietteen laskeutuvuutta
BOD, BHK	biological oxygen demand, biologinen hapenkulutus, orgaanisen aineen mikrobiologisessa hapettumisessa kuluneen liukoisen hapen määrä. Hapetusaika on joko 5 (BOD <sub>5</sub> ) tai 7 (BOD <sub>7</sub> ) vuorokautta.
COD, KHK	chemical oxygen demand, kemiallinen hapenkulutus, orgaanisen aineen täydelliseen hapettumiseen tarvittava happimäärä
MLSS	Mixed liquor suspended solids, Ilmastusaltaassa oleva kiintoainemäärä (mg/l)
MLVSS	mixed liquor volatile suspended solids, ilmastusaltaassa oleva orgaaninen aines (mg/l) eli aktiiviliete
BAT	Best Available Techniques, paras käyttökelpoinen tekniikka
REDUKTIO	Poistotehokkuus (%) käsittelyyn tulleen jäteveden laatuun nähden

## 1 JOHDANTO

Metsä Board Kyro kuuluu Metsä Group -konserniin, jonka liiketoiminta muodostuu erilaisia puutuotteista, sellusta, kartongista, pehmo- ja tiivispapereista sekä puunhankinnasta ja metsäpalveluista. Se muodostuu useista liiketoiminta-alueista, joista yksi on Metsä Board. Kyron tehdas on yksi kahdeksasta Metsä Boardin tehtaasta ja siellä tuotetaan taivekartonkia pakkausteollisuuden käyttöön. Kyron tehtaan kapasiteetti on 190 000 tonnia taivekartonkia vuodessa ja se työllistää 150 henkilöä. (Metsä n.d.)

Metsä Board Kyrolla on oma jätevedenpuhdistamo, jolla puhdistetaan kaikki tehtaalta tulevat prosessivedet. Tuotantoprosessissa tulleiden muutosten jälkeen, on jätevesiprosessin ajaminen tullut haasteelliseksi ja syy-seuraus -suhteiden selvittämiseen menee runsaasti aikaa. Siitä syystä on koettu tarpeelliseksi saada selkeämpi seurantamalli puhdistamon ohjaamiseen ja seurantaan.

Tämän työn tavoitteena on luoda Metsä Board Kyron jätevesilaitokselle nykyistä selkeämpi ja havainnollisempi seurantatapa. Tarkoituksena on määrittää tärkeät prosessissa seurattavat parametrit ja luoda niistä selkeä ja visuaalinen näkymä. Tehtaalla on käytössä Trimblen toimittama Wedge-järjestelmä, ja tässä työssä on tarkoitus hyödyntää sen käyttömahdollisuuksia jätevesilaitoksella.

## **2 JÄTEVESIEN PUHDISTUS**

Jätevettä muodostuu ihmisten päivittäisestä toiminnasta sekä teollisuuden ja maatalouden aktiviteetista. Jäteveden puhdistuksella pyritään muuttamaan sen muoto ympäristölle vähemmän haittaa aiheuttavaksi. Jätevedessä oleva kiintoaine, orgaaninen aines, ravinteet sekä erilaiset myrkyt voivat aiheuttaa vesistön veden laadun heikkenemistä sekä haittaa kaloille laskien vesistön happipitoisuutta. (Salkinoja-Salonen 2002, 434)

### **2.1 Paperiteollisuuden jätevedet**

Paperiteollisuudessa syntynyt jätevesi koostuu kiintoaineesta, mikrobeista, orgaanisista yhdisteistä, ravinnesuoloista ja muista suoloista sekä raskasmetalleista. Jäteveden orgaaninen kuorma on korkea ja sen puhdistamiseksi biologisessa prosessissa tarvitaan ravinteita kuten typpeä ja fosforia. Näitä tulee jonkin verran jäteveden mukana mutta ei yleensä riittävästi, jolloin joudutaan annostelemaan lisäravinteita. (Toczyłowska-Mamińska 2017)

Perinteinen metsäteollisuuden jätevesien käsittelymenetelmä on aerobinen aktiivilietemenetelmä, johon kuuluu mekaaninen selkeytys, biologinen käsittely eli aktiivilietemenetelmä, lietteen mekaaninen kuivaus ja lietteen jälkikäsittely. Ennen puhdistamolle johtamista jätevesille voidaan tehdä esikäsittelyitä. Näitä menetelmiä voivat olla ilmastettu tasausallas, varoallas, flotaatio, ilmastetut kantoainemenetelmät sekä anaerobiset menetelmät väkeville jakeille. (Ukkonen 2005, 15; Karttunen 2004, 498)

#### **2.1.1 Mekaaninen selkeytys**

Mekaaninen esikäsittely on aktiivilieteprosessin ensimmäinen osa-alue. Siinä suuret esineet ja karkea kiintoaine erotetaan puhdistamolle tulevasta jätevedestä. Yleisimmät menetelmät ovat välppäys ja hiekanerotus. (Salkinoja-Salonen 2002, 445)

Välppä on pystysuuntainen säleikkö, jonka läpi jätevesi johdetaan ja säleikön tarkoitus on erottaa karkea kiintoaine. Erikokoisia välppiä voi olla useampia peräkkäin, jolloin seuraava on aina edellistä välppiä tiheämpi. Näin saadaan hienompikin kiintoaines erotettua. (Salkinoja-Salonen 2002, 445)

Hiekanerotuksessa jäteveden virtausnopeus hidastetaan noin puoleen, jolloin tavoitteena on laskeuttaa biohajoamaton raskas aines kuten hiekka, sora ja lasi. Hiekaneroittimina voidaan käyttää laskeutuskanavia, ilmastettuja hiekaneroitusaltaita tai hydrosykloneja. (Salkinoja-Salonen 2002, 445)

Esiselkeytyksen tarkoituksena on laskeuttaa hienempi kiintoaine. Virtausnopeus pudotetaan alle 0,3 m/s ja hydraulinen viipymä pitää olla riittävä (1–2 h), jotta jätevedestä orgaaninen ja epäorgaaninen aines erottuvat. (Salkinoja-Salonen 2002, 445). Laskeutunut kiintoaine kerääntyy altaan pohjalle ja se kerätään laahaimella altaan keskellä sijaitsevaan pumppaustaskuun. Sieltä ne ohjataan raakalietteenä lietteen käsittelyyn. Esiselkeytyksessä syntyneitä lietettä kutsutaan yleisesti primäärilietteeksi. Esiselkeytetty jätevesi johdetaan seuraavaan prosessivaiheeseen altaan reunoilla olevien poistokourujen kautta. (Ukkonen 2005, 15) Syntyneen primäärilietteen kiintoainepitoisuus on 0,5–3,0 % välillä. Esiselkeytyksen toimivuutta voidaan seurata tulevan ja poistuvan jäteveden kiintoainepitoisuuksien sekä niistä lasketun kiintoainereduktion avulla. (Ojanen 2001, 10)

### **2.1.2 Aktiivilietemenetelmä**

Aktiivilietemenetelmä on jätevesien puhdistuksessa yleisimmin käytetty menetelmä. Tässä biologisessa menetelmässä mikrobien tehtävä on hajottaa orgaanista ainesta sekä poistaa fosforia ja typpeä. Muodostuvan mikrobiston määrittelee jäteveden koostumus sekä bioprosessin koko ja olosuhteet (Ukkonen 2005, 16; Salkinoja-Salonen 2002, 438; Karttunen 2004, 210).

Aktiivilieteprosessi koostuu ilmastusaltaasta, jälkiselkeytyksestä sekä lietteen palautuksesta. Ilmastusaltaaseen johdettu jätevesi ilmastetaan pinta- tai pohjail-

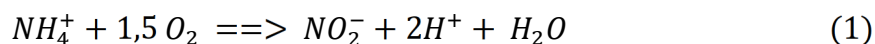
mastimilla mikrobien toiminnan varmistamiseksi ja jo ennen sitä siihen on annosteltu mahdolliset lisäravinteet. Mikrobeista muodostunut biomassa erotetaan vedestä laskeuttamalla tai flotaation avulla jälkiselkeytysaltaassa. Lisääntynyt osa poistetaan ylijäämälietteenä ja loput palautetaan takaisin ilmastusaltaaseen palautuslietteenä mikrobien kasvun ylläpitämiseksi. Lietteen käsittelyyn poistetun ylijäämälietteen kuiva-ainepitoisuus on yleensä 0,5–1,5 % (Ojanen, 2001, 10). Kun kuormitus on tasainen, säilyy prosessissa tietty lietepitoisuus. Prosessin hyvän lopputuloksen ja hallinnan kannalta on tärkeää ilmastusaltaan hyvä happipitoisuus, palautuslietteen määrä sekä lieteikä. Lietteen tärkeitä ominaisuuksia ovat lämpötila, pH, typpi- ja fosforiravinteiden oikea suhde. (Salkinoja-Salonen 2002, 438-453; Isotalo, Valve 186, 218).

Biomassa muodostuu ensisijaisesti jäteveden laadun mukaan määräytyvistä bakteereista. Hyvässä lietteessä on runsaasti kiinnittyneitä varrellisia ripsieläimiä ja huonossa lietteessä flagellaatteja ja vapaasti uivia ripsieläimiä (Salkinoja-Salonen 2002, 441). Näiden lisäksi biomassassa on erilaisia alkueläimiä, rataseläimiä ja matoja. Alhainen pH sekä fosforin tai typen alhainen pitoisuus suosivat rihmamaisia sieniä ja bakteereja, jotka vaikeuttavat lietteen laskeutuvuutta. Hyvässä tilanteessa aktiiviliete muodostaa hyvin laskeutuvan flokin. Typpiyhdisteistä biomassaan sitoutuu 10–15 % ja fosforyhdisteistä 10–30 %. (Isotalo, Valve 1986, 218-219; Karttunen 2004, 211-215)

Yleisin aktiivilietelaitoksen ongelma on paisuntaliete eli bulking-ongelma. Liete ei laskeudu, koska rihmamaisten bakteerin runsas määrä vaikeuttaa flokin muodostusta jättäen lietteen vetiseksi eikä liete tiivisty jälkiselkeytyksessä. Palautuskierto ei näin ollen pysty pitämään ilmastusaltaan aktiivilietemäärää riittävänä. Kuitenkin käsitelty jätevesi voi olla laadultaan hyvää. Paisuntalietettä voi ilmetä myös ilman havaittavia rihmamaisia bakteereja. Jotkut bakteerilajit luovat ympärilleen limamaisia yhdisteitä, jotka keventävät partikkeleita niin, että ne eivät laskeudu. (Karttunen 2004, 199)

Biologisessa käsittelyssä tapahtuu mm. biologista hapettumista ja nitrifikaatiota. Biomassan hapettumisessa orgaaninen aines hajoaa mikrobien vaikutuksesta, jolloin 1 g orgaanista ainetta tarvitsee 1,4 g happea täydelliseen hapetukseen. Hapetus tapahtuu reaktioyhtälön  $C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$  mukaan. Biologinen

typen poisto tapahtuu nitrifikaation avulla, jossa bakteerit hapettavat ammoniumtyyppien ensin nitriitiksi ja siitä nitraatiksi. Reaktio on kaksivaiheinen ja siihen myös kuluu 4,6 g happea jokaista ammoniumtyyppigrammaa kohden. Reaktiot ovat kuvattuna kaavoissa 1 ja 2.



Nitrifikaation optimi-pH on 7,7 – 8,5. Reaktio hidastuu merkittävästi, jos pH laskee alle 6. (Salkinoja-Salonen, 2002, 439; Isotalo, Valve, 1986, 246-248)

Biologisen aktiivilietelaitoksen toiminta perustuu elävien mikrobien kykyyn poistaa orgaanista ainetta. Se on hyvin toimiessaan erittäin tehokas jätevedenpuhdistusmenetelmä. Koska toiminta perustuu aktiivilietteen toiminnalta otollisten olosuhteiden luomiseen ja ylläpitämiseen, on se myös hyvin häiriöherkkä prosessi. Tuotannosta tuleva häiriöpäästö saattaa tappaa ison osan tai jopa kaikki puhdistavat mikrobit tai aiheuttaa olosuhteet, joka ovat otollisia ei-toivottujen mikrobien kasvuille. Häiriötilanteiden korjaavien toimenpiteiden vaikutukset näkyvät vasta useiden tuntien kuluttua ja varsinainen paluu normaaliin toimintaan voi kestää viikkoja tai jopa kuukausia. (Ukkonen 2005, 16).

Jälkiselkeytyksestä vesi voidaan johtaa suoraan vesistöön tai sitten sen jälkeen voi olla joku jälkikäsitteily eli tertiäärikäsitteily. Tertiäärivaiheita voivat olla mm. kemiallinen saostus, flotaatio ja hiekkasuodatus. Tertiäärivaiheesta syntyy tertiääri- lietettä lietteenkäsittelyyn. (Salkinoja-Salonen 2002, 447)

### 2.1.3 Lietteen käsittely

Aktiivilietelaitoksella syntyy kahdenlaista lietettä: esikäsitteilyssä syntyvää primäärilietettä ja biologisessa käsitteilyssä syntyvää sekundäärilietettä eli biolietettä. Näistä primääriliete on yleensä helpommin käsiteltävää ja hyödynnettävää. Prosessimuutosten myötä primäärilietteen osuus on pienentynyt ja näin bio-

lietteen suhteellinen osuus kasvanut. Näistä kahdesta lietteestä muodostetun sekalietteen vedenerotus on siitä syystä viime vuosina tullut haasteellisemmaksi. (Ojanen 2001, 7)

Ennen varsinaista lietteenkäsittelyä pitää saada liete tasaiseksi ja homogeeniseksi hyvän lietteensyötön varmistamiseksi. Eri prosessivaiheissa syntyneet lietteet eroavat olennaisesti toisistaan ja siksi ne saattavat vaatia sakeuttamista eli tiivistämistä, jotta saadaan muodostettua tasalaatuinen sekaliete. (Ojanen 2001, 20)

Metsäteollisuuslaitoksilla on lietteen käsittelyssä yleisimmin käytetty mekaanista vedenerotusta kuten suotonauha- tai ruuvipuristinta sekä stabilointimenetelmistä lähinnä aumakompostointia ja mädätystä. Valittu menetelmä riippuu suunnittelusta hyötykäyttötavasta. Polttoa varten kuiva-ainepitoisuutta on nostettava ja sitä varten riittää yleensä mekaaninen vedenpoisto. (Ojanen 2001, 17)

## **2.2 Lainsäädäntö**

Keskeiset ympäristönsuojeluun liittyvät säädökset ovat vuonna 2014 voimaan tulleet ympäristönsuojelulaki (527/2014) ja ympäristönsuojeluasetus (VNa 713/2014). Ne määrittelevät pilaantumisen vaaraa aiheuttavat toiminnot, joille on haettava ympäristölupa. Tästä syystä jokaisella metsäteollisuuslaitoksella on oltava ympäristölupa. (Ympäristöhallinnon n.d.)

Ympäristönsuojelulaissa on myös määritelty paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Sillä tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita, kehittyneitä ja teknisesti sekä taloudellisesti toteuttamiskelpoisia puhdistustekniikoita. Näitä tekniikoita pidetään yleisesti lupamääräysten perustana. BATin soveltamisen taustalla on teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi (Industrial Emissions Directive, IED, 2010/75/EU). Sen tavoitteena on suojella ympäristöä ja säädellä teollisuuslaitosten ympäristövaikutuksia ympäristölupien avulla. (Ympäristöhallinnon n.d.)

Ympäristöluvassa annetaan määräyksiä mm. toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Ympäristölupahakemus tehdään laissa tai asetuksessa

määrätylle lupaviranomaiselle. Metsäteollisuuslaitokset ovat yleensä niin suuria, että lupa haetaan aluehallintovirastosta. Ympäristöluvan hakemisesta tiedotetaan kuuluttamalla ja siihen annetaan lausuntoja viranomaisten toimesta. Myös asianosaiset ja hankkeen vaikutusalueen asukkaat voivat esittää asiaan mielipiteensä. Näitä lausuntoja kuultuaan lupaviranomainen tekee asiassa päätöksen. (Ympäristöhallinnon n.d.)

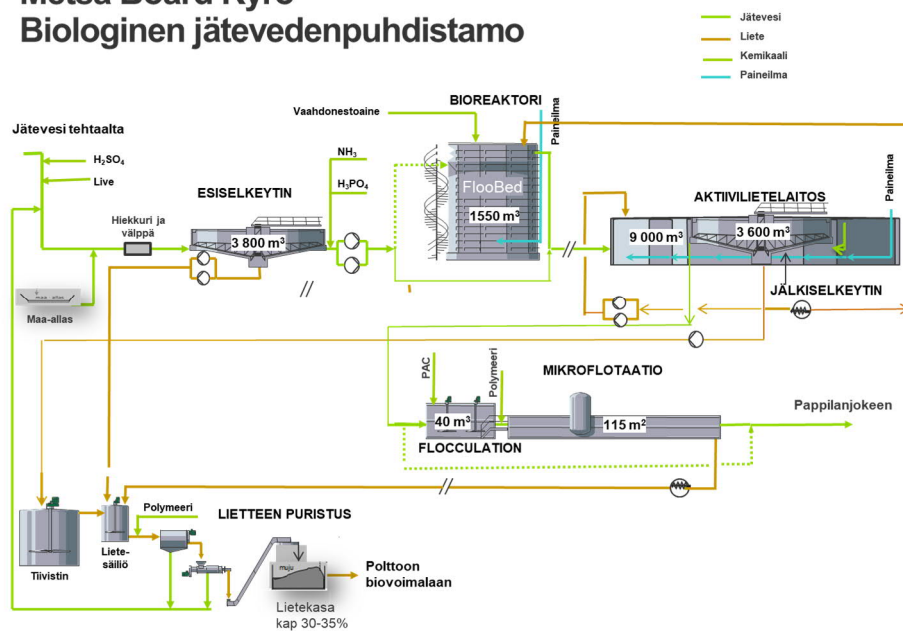
Ympäristöluvan valvonnasta vastaa alueellinen ELY-keskus ja kunnan ympäristösuojeluviranomaiset. He seuraavat, että lupamääräyksiä noudatetaan sekä laativat valvontasuunnitelman ja -ohjelman. Laitosten tulee raportoida päästöistä ja toiminnasta valvovalle viranomaiselle. Valvovaa viranomaista on myös välittömästi informoitava, jos laitoksella sattuu joku poikkeuksellinen häiriö tai päästö. (Ympäristöhallinnon n.d.)

### 3 METSÄ BOARD KYRON JÄTEVEDENPUHDISTAMO JA SEN SEURANTA

#### 3.1 Metsä Board Kyron jätevedenpuhdistamo

Metsä Board Kyron jätevedenpuhdistamo on aktiivilietelaitos, joka koostuu esiselkeytyksestä, ilmastusaltaasta, jälkiselkeytyksestä, mikroflotaatiosta sekä lietteenkäsittelystä. Kaaviokuva Kyron jätevedenpuhdistamon toiminnasta on kuvassa 1. Siinä on kuvattuna kaikki puhdistamon toiminnot.

#### Metsä Board Kyro Biologinen jätevedenpuhdistamo



Kuva 1. Metsä Board Kyron jätevesilaitoksen toimintakaavio

##### 3.1.1 Välppäys ja esiselkeytys

Mekaaniseen selkeytykseen tullessaan jäteveden pH säädetään lähes neutraaliksi. Prosessista tuleva vesi on yleensä emäksistä, joten pH:ta säädetään vain alaspäin rikkihapon avulla.

Ensimmäinen vaihe mekaanisessa selkeytyksessä on hiekanerotus, jossa raskaimmat partikkelit poistetaan. Sen jälkeen jätevesi ohjataan välppälle, joka pois-

taa veden mukana tulevat suuremmat kappaleet. Välppä koostuu metallista valmistetusta säleiköstä, joka porrasmaisesti poistaa suuret kappaleet jäteveden joukosta. Välppältä jätevesi johdetaan esiselkeytysaltaalle.

Esiselkeytysaltaan tarkoitus on poistaa kiintoainetta laskeuttamalla se altaan pohjalle. Esiselkeytysallas on kaltevapohjainen, pyöreä allas, jonka tilavuus on 3800 m<sup>3</sup>. Pohjaan laskeutettu primääriliete ohjataan pyörivän sillan pohjakaapien avulla poistoputkeen, josta se pumpataan lietteenkäsittelyyn.

Esiselkeytetty jätevesi poistetaan altaasta ylijouksuna altaassa olevien säteittäisten kourujen kautta altaan sivukouruun ja pumpataan siitä ilmastusaltaalle. Aiemmin osa tästä vedestä voitiin käsitellä bioreaktorilla, mutta nykyisin bioreaktori ei enää ole siinä käytössä. Sitä voidaan kuitenkin käyttää nykyisin tasausaltaana ja vähentää siten ilmastukseen menevän jäteveden virtauspiikkejä.

Tärkeimpiä mittauksia selkeytyksessä ovat tulevan jäteveden sekä sieltä poistuvan jäteveden kiintoainepitoisuus sekä altaan pohjalla olevan lietteen lietepatjan mittaaminen. Kiintoainepitoisuuksista saadaan laskettua prosessivaiheen kiintoainereduktio. Yleisesti hyvänä kiintoainereduktio arvona pidetään yli 80 % arvoja.

### **3.1.2 Ilmastus ja jälkiselkeytys**

Ilmastusaltaalle tullessaan jätevetteen lisätään ravinteita. Typpiravinteena käytetään liuotettua ureaa ja fosforiravinteena fosforihappoa. Ilmastusallas on pyöreä allas, joka on kooltaan 9000 m<sup>3</sup>. Sen keskellä on pyöreä jälkiselkeytys, joka on kooltaan 3000 m<sup>3</sup>. Ilmastusaltaassa on kuusi kelluvaa pintailmastinta, jotka varmistavat mikrobeille riittävän hapensaannin sekä altaan hyvän sekoituksen.

Ilmastusaltaassa biologisesta puhdistuksesta huolehtivat mikrobit, jotka tarvitsevat toimiakseen riittävästi happea ja ravinteita. Mikrobit poistavat lisätyn typen nitrifikaation avulla ja samalla ne hajottavat jäteveden mukana tulleen orgaanisen kuorman. Tämän prosessin aikana syntyy aktiivilietettä, joka ohjataan jälkiselkeytykseen. Siellä liete laskeutetaan altaan pohjalle ja kaavittu liete siirretään lappo-

menetelmällä suurelta osin palautuslietteenä takaisin ilmastusaltaalle sekä kasvaneen lietteen verran ylijäämälietteenä lietteenkäsittelyyn. Jälkiselkeytyksestä puhdistettu jätevesi ohjataan vielä tertiäärikäsitteilyyn mikroflotaatiolle.

Ilmastusaltaan toiminnan kannalta tulee huolehtia siellä olevan mikrobikasvuston riittävästä määrästä. Se varmennetaan ilmastusaltaan kiintoainepitoisuusmittauksin ja myös säännöllisin tuhkapitoisuusmittauksin. Tuhkapitoisuutta mitataan, jotta tiedetään, mikä osa aktiivilietteestä on aktiivista biolietettä. Ilmastusaltaalle tulevasta ja sieltä poistuvasta vedestä seurataan myös säännöllisesti orgaanista kuormaa COD-mittauksin. COD (kemiallinen hapenkulutus) kuvaa vedessä olevan orgaanisen aineksen hajottamiseen tarvittavan hapen määrää. Poistuvasta vedestä mitataan myös ravinnemääriä, jotta voidaan annostella sopiva määrä lisäravinteita. Ravinnemittauksille ja kiintoaineelle on myös jatkuva-toimiset mittaukset jälkiselkeytyksestä poistuvassa vedessä.

### **3.1.3 Mikroflotaatio**

Mikroflotaatio toimii tertiäärivaiheena poistaen jätevedestä siihen jäänyttä kiintoainetta sekä tarvittaessa myös fosforia. Kiintoaineen poisto mikroflotaatiolla perustuu syötetyn polyalumiinikloridin ja polymeerin mikroflokkien muodostukseen sekä syötetystä dispersiovedestä poistuneen ilman kykyyn nostaa nämä flokit altaan pintaan. Altaan pinnalle kertynyt liete kaavitaan lieterullilla kaukaloon, josta se poistetaan pumpaamalla lietteenkäsittelyyn. Polyalumiinikloridi saostaa myös vedessä mahdollisesti liuenneena olevaa fosforia. Puhdistettu jätevesi johdetaan täältä suoraan vesistöön.

Mikroflotaatiolla tärkeimpiä mittauksia ovat sinne tulevan ja sieltä lähtevän jäteveden kiintoainepitoisuus sekä jokeen poistuvan jäteveden ravinnemäärät ja orgaanisen kuormituksen määrä. Jokeen poistuvan veden laadulliset maksimipitoisuudet on määritelty tehtaan ympäristöluvassa.

### 3.1.4 Lietteen esikäsittely ja kuivaus

Lietteen käsittely koostuu tiivistysaltaasta, sekalietesäiliöstä, kahdesta ruuvipuristimesta sekä ruuvikuljettimesta. Liete kuivauksen jälkeen toimitetaan voimalaitokselle polttoon.

Ilmastusaltaalta tuleva ylijäämäliete ajetaan tiivistysaltaalle, jossa sen kiintoainepitoisuutta pyritään nostamaan laskeuttamalla. Tiivistysaltaalta poistuva vesi ohjataan esiselkeytysaltaan ylijooksuun. Sekalietesäiliössä tiivistetty bioliete ja primääriliete sekoitetaan sopivassa suhteessa homogeeniseksi seokseksi. Näiden lietteiden lisäksi sekalietesäiliöön ajetaan mikroflotaatiolta syntyvä tertiääri-liete sellaisenaan. Syntynyt sekaliete kuivataan ruuvipuristimilla. Ruuvipuristimella saadaan liete nostettua 30–35 % kuiva-ainepitoisuuteen.

Lietteen käsittelyssä tärkeää on tietää lietejakeiden kiintoainepitoisuudet. Sekalietesäiliölle tulevien ja sieltä lähtevän lietteen kiintoainepitoisuuksia mitataan säännöllisesti. Jos kiintoainepitoisuus on liian alhainen, aiheuttaa se ongelmia ruuvipuristimien ajettavuudessa.

### 3.2 Jätevesilaitoksen seuranta

Tehtaalla on käytössä Valmetin toimittama DNA automaatiojärjestelmä. Sen kautta ohjataan ja säädetään jätevesilaitoksen toimintaa ja siellä on kaikki jätevesilaitoksen automaatiosta saatava mittausdata. Se sisältää myös DNA Historian -tietokannan, josta on mahdollista katsoa tietoa taaksepäin ja selvittää ongelma- ja häiriötilanteita myös jälkikäteen siellä olevan tiedon avulla.

DNA-järjestelmässä jätevesiprosessi on jaettu useampaan erilliseen osaprosessiin ja kullekin osaprosessille on luotu DNA:lle oma sivunsa. Osaprosessijako on esitettyinä kuvassa 2.



	KAP mgt 1. jaksok Lab aika	KAP mgt 2. jaksok Lab aika	KAP mgt 3. jaksok Lab aika	KAP mgt 33. jaksok Lab aika	KAP igkrt 33. jaksok Lab aika	Tippi 2. jaksok Lab aika	Tippi 3. jaksok Lab aika	N tot 33. jaksok Lab aika	Tippi Iuk 33. jaksok Lab aika	Tippi 5. jaksok Lab aika	P fosfori 3. jaksok Lab aika	Fosfori Iuk 3. jaksok Lab aika	P fosfori 33. jaksok Lab aika	P tot 33. jaksok Lab aika	Fosfori Iuk 33. jaksok Lab aika	KAP mgt 4. jaksok Lab aika	KAP % 5. jaksok Lab aika	KAP % 6. jaksok Lab aika	KAP % 7. jaksok Lab aika	KAP % 8. jaksok Lab aika	KAP % 9. jaksok Lab aika	KAP % 10. jaksok Lab aika
<b>Järjestelmä</b>																						
11.04.22 07.00	1490	199	22	8	82	3,5	2,81	3,2	34,1		0,25	0,14	0,11	1,13		7548	1,36		4,29	3,25	2,39	0,10
10.04.22 07.00																						
09.04.22 07.00																						
08.04.22 07.00	3887	1050	24	12	110	4,3	3,57	3,7	33,5		0,29	0,15	0,12	1,06		7305	1,17		2,43	4,37	1,97	1,45
07.04.22 07.00	783	353	29	3	21		4,17					0,16				6471						
06.04.22 07.00	1580	823	30	2	16	5,2	4,41	4,2	34,4	291,9	0,30	0,16	0,05	0,41		8937	1,13		2,46	4,17	2,59	0,11
05.04.22 07.00	1091	702	26	6	48		4,25					0,15				7294						
04.04.22 07.00	1783	1130	57	3	24	5,3	3,92	3,6	30,9		0,44	0,15	0,04	0,34		8923	1,36		2,49	2,98	2,32	0,21
03.04.22 07.00																						
02.04.22 07.00																						
01.04.22 07.00	1081	784	28	6	48	4,8	4,08	4,0	34,3		0,29	0,15	0,04	0,34		7548	1,23		2,17	3,13	1,33	0,03
<b>Kuukausi</b>																						
Kesäkuu	1872	527	31	6	50	4,6	3,88	3,7	33,5	291,9	0,22	0,15	0,07	0,66		7130	1,25		2,77	2,58	2,12	0,26
31.03.22 07.00	1319	838	33	3	27		3,05					0,17				7649						
30.03.22 07.00	1031	733	52	6	58	3,8	2,87	2,9	29,7	284,1	0,34	0,17	0,04	0,42		7388	1,43		2,26	3,18	2,58	0,04
29.03.22 07.00	1139	892	104	10	95		3,72					0,23				7490						
28.03.22 07.00	1337	1014	130	37	281	4,9	3,81	4,4	33,6		0,48	0,24	0,14	1,03		7918	1,22		1,91	3,81	0,91	0,55
27.03.22 07.00																						
26.03.22 07.00																						
25.03.22 07.00	1148	754	50	18	158	7,3	6,43	6,5	58,2		0,50	0,30	0,13	1,17		8604	1,19		4,58	2,72	1,54	0,04
24.03.22 07.00	2159	839	42	16	138		5,61					0,43				8380						
23.03.22 07.00	2392	745	16	5	44	4,9	5,09	4,5	38,0	269,4	0,54	0,45	0,13	1,11		8485	0,92		1,77	1,74	1,91	0,00
22.03.22 07.00	1587	568	17	14	165		4,48					0,24				8484						
21.03.22 07.00	2930	1982	34	10	95	5,0	4,13	4,0	35,9		0,40	0,21	0,11	0,98		8583	1,20		0,23	1,93	1,98	0,00
20.03.22 07.00																						
19.03.22 07.00																						
18.03.22 07.00	1252	226	22	4	36	3,0	2,30	2,2	20,3		0,27	0,17	0,06	0,58		5949	1,12		2,05	3,42	2,28	0,00
17.03.22 07.00	2633	268	24	4	35		2,58					0,16				6236						

#### KUVA 4. Jätevesilaitoksen laatupäiväkirja TIPS:issä

Laboratoriossa tai operaattoreiden toimesta mitataan ja syötetään tehdasjärjestelmään monenlaisia mittauksia. Näistä esimerkkinä kiintoaine-, ravinne-, laskeutuvuus ja COD-mittaukset prosessin eri vaiheista. Tarkempi mittausohjelma on esitetty liitteessä 1. Näistä pystytään laskemaan järjestelmässä keskenään erilaisia mittauksia, mutta tehdasjärjestelmässä niiden yhdistäminen automaatiomittauksiin on haasteellista.

## 4 Seurantajärjestelmän parantaminen

Jätevesilaitoksen seuranta on koettu haastavana, kun tietoa on hajanaisesti ja sen esittäminen käytössä olevilla tekniikoilla on työlästä, eikä eri lähteistä tulevaa tietoa ole helposti yhdistettävissä. Siitä syystä tehtaan kartonkikoneprosessissa käytössä oleva Trimblen toimittama Wedge-järjestelmä haluttiin ottaa käyttöön nykyisten toimintojen rinnalle.

### 4.1 Wedge

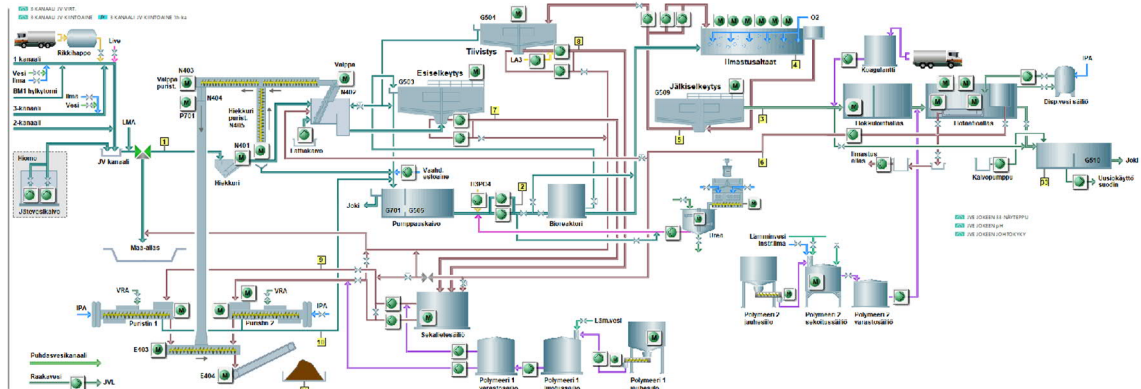
Trimblen Wedge on teollisuuden data-analytiikkaan suunniteltu järjestelmä, jossa voidaan prosessoida tietoa useammasta lähteestä. Sinne on myös mahdollista luoda kaaviokuvia helpottamaan prosessin ymmärtämistä sekä laskea siellä olevan tiedon perusteella uusi mittauksia. Niitä voidaan esittää eri tavoin; kuvaajin, viisarinäytöin, taulukoin tms. tavalla. (Trimble n.d.)

Metsä Board Kyrolla data Wedgeen on kerätty sekä DNA Historian -tietokannasta että TIPSin tietokannasta. Se helpottaa datan analysointia, kun kaikki käytettävissä oleva tieto on samassa paikassa ja niitä voidaan käsitellä yhdessä. Näistä voidaan keskenään laskea uusia suureita ja niiden perustella voidaan analysoida prosessissa kohdattuja ongelmia ja häiriötilanteita.

### 4.2 Jätevesilaitoksen prosessikaavio Wedgeen

Wedgeen käyttöönotto aloitettiin luomalla prosessikaavio jätevesilaitoksesta. Siinä apuna käytettiin sekä DNA:n prosessikuvia että jätevesilaitoksen suunnittelun PI-kaavioita. Tärkeässä roolissa oli myös jätevesiprosessin tuntevien henkilöiden asiantuntemus prosessista. Tavoitteena oli saada yhdelle näkymälle koko jätevesiprosessin toiminta. Alkupisteenä on tulevat vesijakeet tehtaan kaikista viidestä jätevesikanaalista; hiomo, lisämassa-asema (LMA), 1-kanaali, 2-kanaali ja 3-kanaali. Näistä kolme viimeksi mainittua ovat kartonkikoneen prosessista tulevia kanaaleja. Siitä eteenpäin seurattiin erikseen vesijakeiden (sinivihreät viivat)

ja syntyneiden lietteiden (ruskeat viivat) kulkua prosessin eri vaiheissa. Vesijakeet päätyvät lopulta vesistöön (joki) ja lietejakeet kuivattuina kasalle (11). Lopputuloksena syntynyt prosessikaavio on kuvassa 5.



KUVA 5. Jätevesilaitoksen prosessikaavio Wedgessä

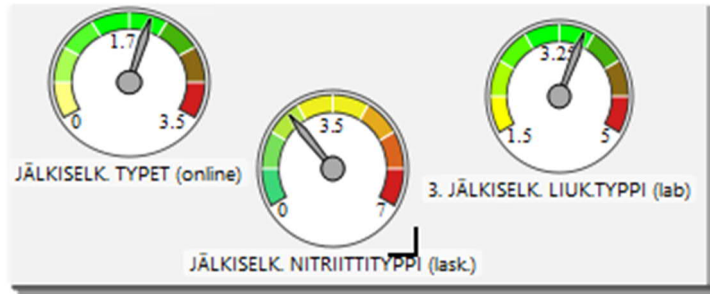
Prosessikaavioon merkittiin erikseen myös näytteenottopaikat (keltaiset laatikot), joista otetaan näytteitä prosessin seuraamista varten. Näytepisteet tunnetaan yleisesti numeroilla (1–11) ja siitä syystä myös prosessikuvaan ne merkittiin vastaavain numeroin tulosten seurannan helpottamiseksi. Näytepisteitä kuvaavia lisätietoja lisättiin selventämään mitä kyseisessä mittauspisteessä mitataan. Tästä esimerkkinä kuva 6.

NÄYTTEET
1. puhdistamolle tuleva jätevesi
2. esiselkeytetty jätevesi
3. jälkiselkeytetty jätevesi
33. jokeen menevä jätevesi
4. ilmastusallas
5. ylijäämäliete /palautusliete
6. flotaatioliete
7. primääriliete
8. tiivistetty bioliete
9. tassterin syöttö
10. ruuvin suodos
11. muju (kuiva liete)

KUVA 6. Näytepisteiden selitykset

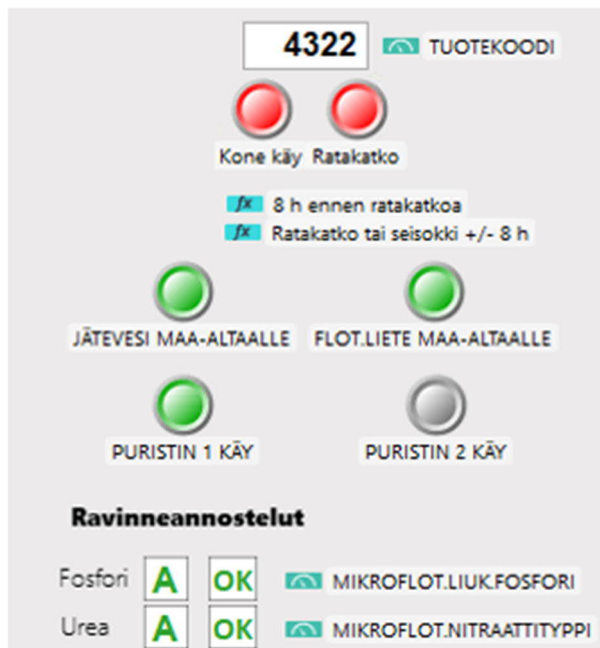
Seuraavassa vaiheessa lisättiin kaavioon jätevesilaitoksen ajamiseen ja ohjaukseen liittyviä mittaussuureita. Näitä ovat mm. vesien ja lietteiden virtausarvot, niiden ohjaus- ja asetusarvot ja erilaiset mitatut suureet kuten rikkivetypitoisuudet, kiintoaineet, ravinnemäärät, pinnan mittaukset. Joistain näistä myös tehtiin

havainnollisempia liikennevärikoodattuja mittareita kuvaamaan kyseisen ajan- kohdan mittauksen tilannetta, vihreä on hyvä tilanne ja punainen huono. Mitta- reita lisättiin kohteisiin, joissa mittaustuloksen seuranta on erityisen tärkeää ja joiden pitäisi pysyä halutulla tasolla. Esimerkkinä typpimittauksille tehdyt mittarit kuvassa 7.



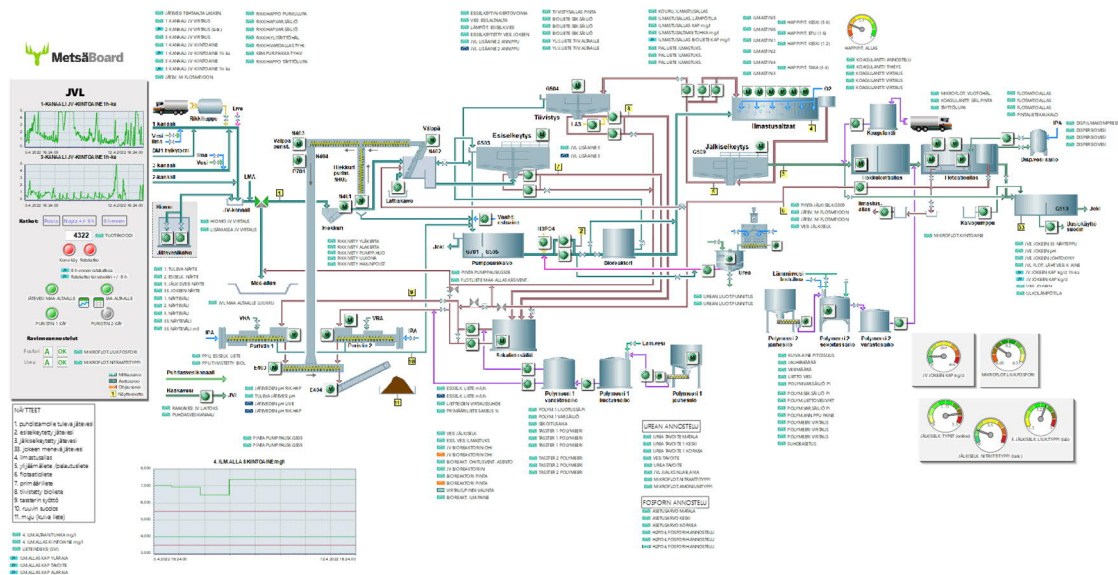
KUVA 7. Typpimittauksen arvot mittareina

Järjestelmässä on myös muita mahdollisia tapoja selventää kyseisten arvojen näkyvyyttä. Jos tieto on selkeää I/O -tietoa niin ne voidaan kuvata väriä vaihta- vana pallona esim. vihreä ja punainen. Yleensä punaista käytetään tilanteessa, joka on ei-toivottu. Nämä tilanteet ovat poikkeustilanteita kuten jäteveden ajami- nen varo-altaalle. Tästä esimerkki kuvassa 8.



KUVA 8. I/O-tiedon näyttömahdollisuudet

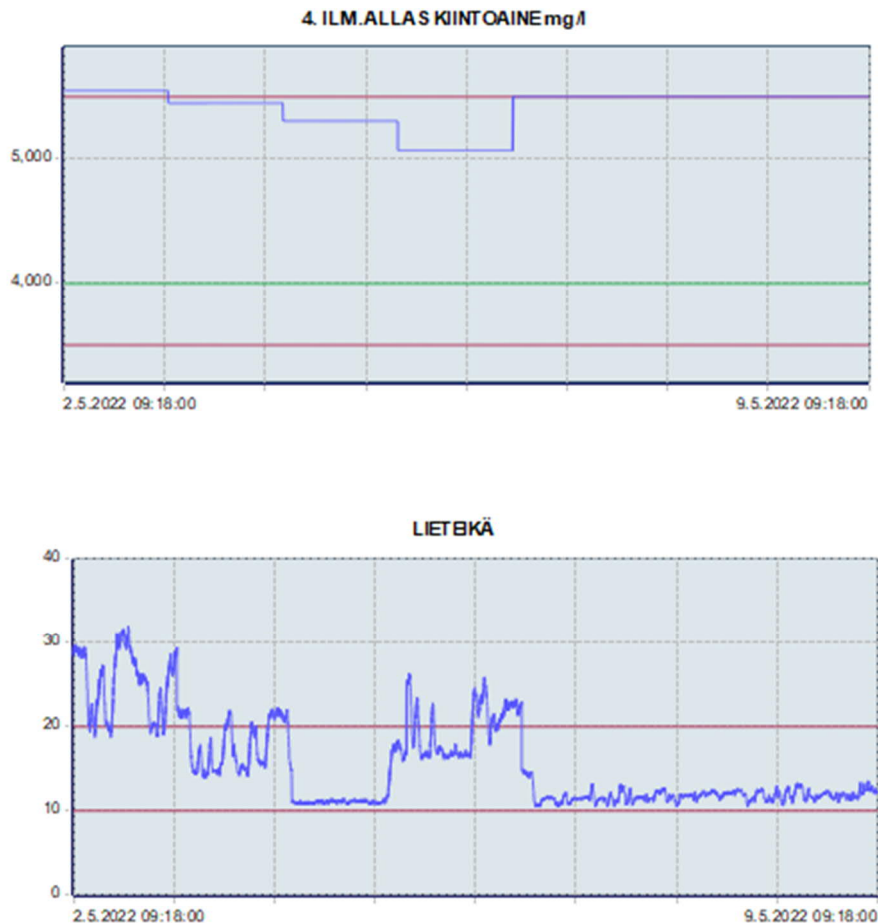
Kun kaikki nämä oli lisätty, saatiin lopputulokseksi kuvan 9 mukainen prosessikaavio mittauksineen. Kaikki Wedgeen luodut seurantasivut ovat liitteessä 2.



KUVA 9. Prosessikaavio mittauksineen

### 4.3 Kiintoaineet ja lietteiden käsittely

Lietteenkäsittelyn tarkoitus on poistaa puhdistamolta ylimääräinen liete, jotta prosessi toimii halutusti. Lietteen poistolla pyritään pitämään ilmastuksen kiintoainepitoisuus ja lieteikä tavoitetasolla, jotta siellä toimivat mikrobit ovat halutun tyyppisiä. Jos lieteikä nousee liian korkeaksi, valtaavat rataseläimet alaa, kun taas hyvässä lietteessä on runsaasti varrellisia ripsieläimiä. Kiintoainepitoisuuden ollessa alhainen voi puhdistustulos jäädä huonoksi, koska mikrobit eivät lisääntyneet riittävästi ja kiintoaineen noustessa liian korkeaksi, voi se aiheuttaa hapen tai ravinteiden pulaa mikrobiston ollessa liian runsaslukuinen. Kiintoaineen ja lieteiän seuranta varten luotiin omat kuvaajat, jotka näkyvät kuvassa 10.



KUVA 10. Ilmastusaltaan kiintoaine ja lieteikä

Ylijäämälietettä poistetaan ilmastusaltaalta mikrobien kasvun verran ja lietteen kiintoainetta pyritään nostamaan tiivistimellä. Tiivistimellä poistettu vesi menee ylijooksuna esiselkeytsaltaan ylijooksuun. Myös ruuvipuristimilta tuleva suodos menee esiselkeytyksen ylijooksuun. Näiden vesijakeiden tulisi olla kiintoainepitoisuudeltaan hyvin pieniä, jotta poistoon tarkoitettu liete ei karkaa lietteen käsittelystä. Siitä syystä on hyvä seurata, että kaikki lietteen käsittelyyn menevä kiintoaine saadaan talteen ja vain kirkkaat vesijakeet palautetaan kiertoon.

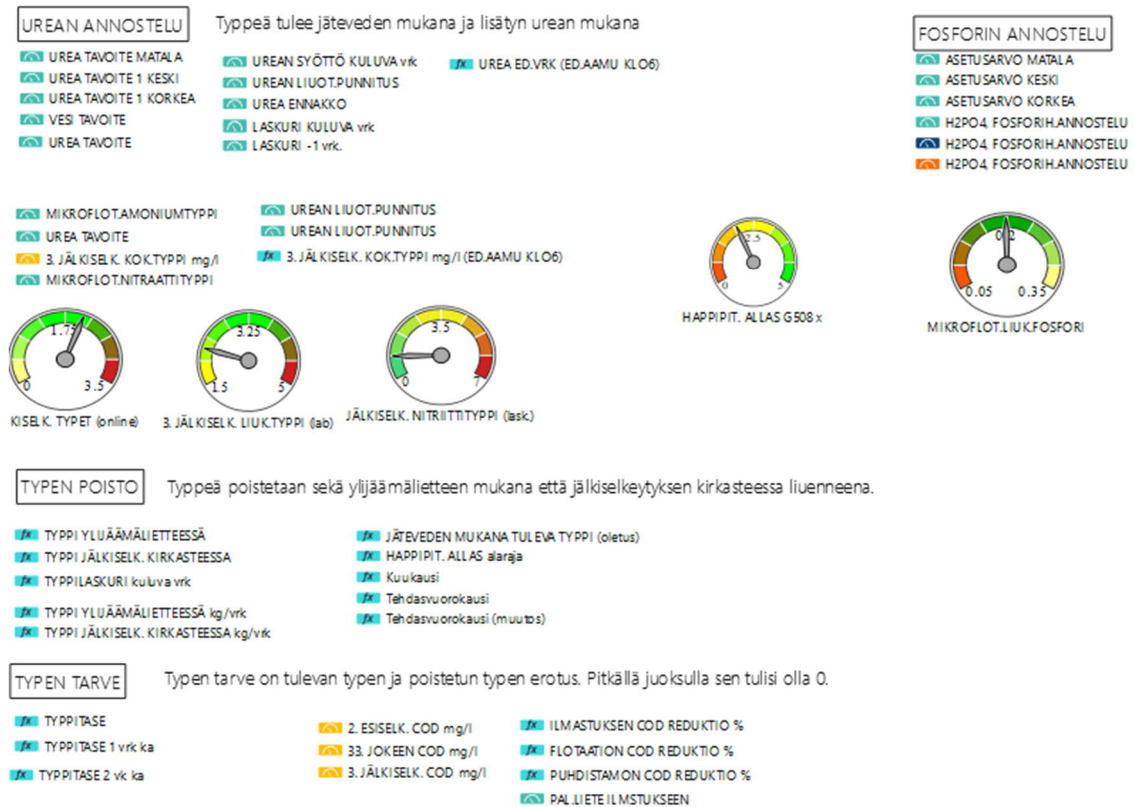
Lietteiden kulkeutumisista seuraamaan luotiin erolaskennat, joilla pitäisi päästä nollatulokseen. Mikroflotaatiolta tulevassa lietelinjassa ei ole virtaus- eikä kiintoainemittausta, joten sieltä tulevasta kiintoainemäärästä ei ole tarkkaa tietoa. Liettejakeiden seuranta-kaavion lopputulos on kuvassa 11.



KUVA 11. Lietteenkäsittelyn tase

#### 4.4 Ravinnemittaukset

Aktiivilietelaitos tarvitsee toimiakseen typpeä, fosforia ja happea. Näitä kaikki pitää jätevedeen lisätä, jotta saadaan prosessi pysymään toimivana ja kunnossa. Liika-annostelua pitää kuitenkin välttää, jotta ei ylitetä lupaehtojen rajoja. Jälkiselkeytykseltä lähtevässä kirkasteessa on jatkuva toimiset ravinnemittaukset, joiden mukaan myös annostelua säädetään. Ravinnemittauksia ja niiden toimivuuden seuranta varten luotiin myös Wedgeen oma seurantasivu, josta esimerkki kuvassa 12. Seurantasivulla on samat mittarit kuin etusivullakin ravinteiden seuranta, mutta siellä on myös pidemmän ajan seuranta ravinnetaseeseen.



KUVA 12. Ravinneseuranta

#### 4.5 Ympäristöluvan vaatimat mittaukset

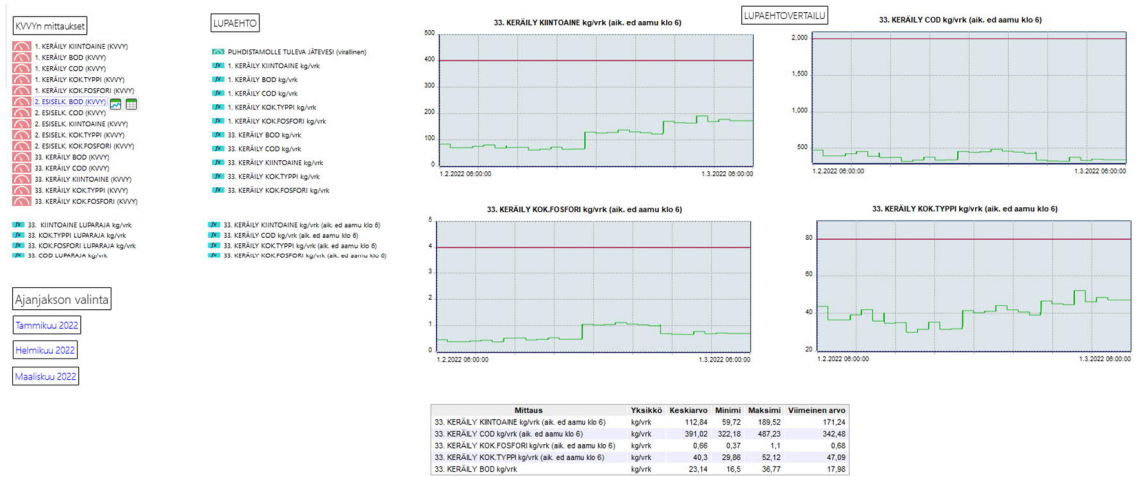
Metsä Board Kyron ympäristöluvassa on määritelty jokeen poistuvalla jätevedelle raja-arvoja. Nämä maksimipitoisuusarvot on määritelty kiintoaineelle, kokonaisfosforille, kokonaistypelle sekä kemialliselle hapen kulutukselle (COD) kuukausikeskiarvoina, yksikkönä kg/vrk. Nyt voimassa olevat lupaehdot on kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Vesistöön johdetun jäteveden lupaehdot

	Lupaehto
Kiintoaine	400 kg/vrk
COD	2000 kg/vrk
Kokonaistyyppi	80 kg/vrk
Kokonaisfosfori	4,0 kg/vrk

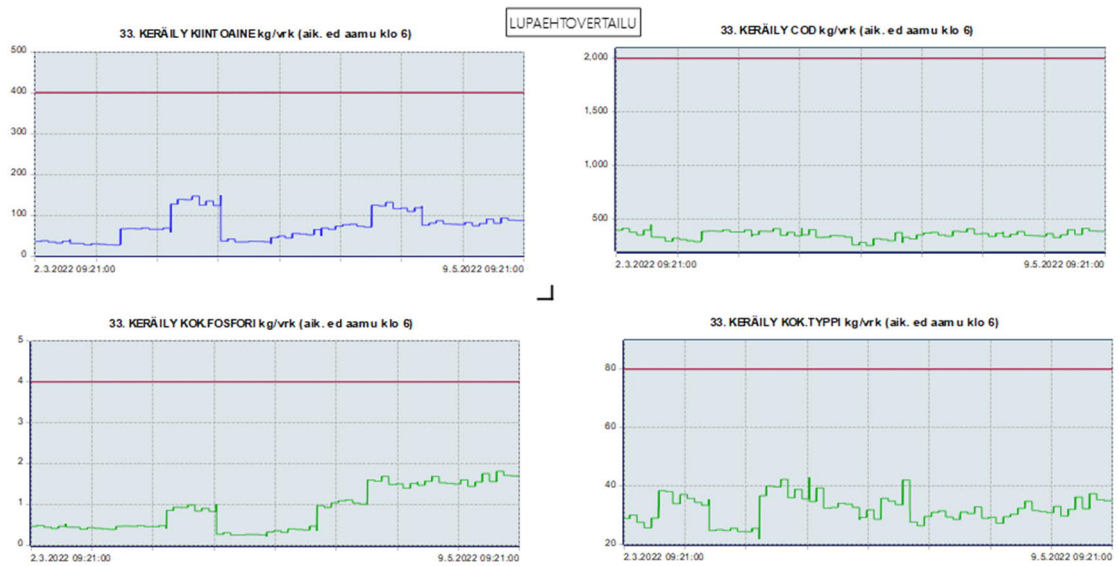
Puhdistamo ajetaan niin, että puhdistustehokkuus on mahdollisimman hyvä ja normaalitilanteessa asetettuihin lupaehtoihin päästään helposti. Puhdistamon häiriötilanteessa kuitenkin on mahdollista, että lupaehdot ylittyvät. Siitä syystä on tärkeää myös seurata, miten ympäristöluvan vaatimukset täyttyvät. Siksi haluttiin tehdä lupaehdotarkkailusta oma seurantasivu myös Wedgeen.

Lupaehdon määrittelemistä mittauksista luotiin lasketut mittaukset, koska laboratorion analyysitulokset ovat yksikössä mg/l ja lupaehdot kg/vrk. Jotta samaan lopputulokseen päästään, pitää tietää myös vuorokausikohtainen virtaama. Laskennoissa käytetty kalibroitu virtausmittaus on myös lupaehtoien määritelmässä sekä valvovalle viranomaiselle toimitetussa tarkkailusuunnitelmassa. Kun lähtöarvot oli taulukkoon koottuna, voitiin niistä laskea vuorokausiarvot ja luoda niistä kuvaajat. Tulokset myös taulukoitiin, jotta samalla tulee laskettua kuukausittaiset vuorokausikeskiarvot. Sivulle myös lisättiin kuukausikohtaiset oletushaut makroina. Lopputuloksena syntynyt Lupaehdotarkkailu -sivu on kuvassa 13.



KUVA 13. Lupaehdotarkkailu

Lupaehtojen toteutumista voi seurata täällä sivulla olevin kaaviokuvain, joista esi-  
merkit kuvassa 14.



KUVA 14. Lupaehdot kaaviokuvina

## 5 POHDINTA

Työssä oli tarkoituksena saada selkeämpi ja visuaalisempi seurantamalli jätevesilaitokselle. Siinä käytettiin apuna Wedge-järjestelmää, jossa on mahdollista yhdistää automaatiosta tulevaa tietoa laboratoriomittauksiin. Wedgeen saatiin luotua sivuja tätä varten mutta työ jäi hieman kesken prosessimittausten puuttumisen sekä järjestelmässä ilmenneiden ongelmien vuoksi.

Wedgeen luotavat sivut ovat hyvin havainnollisia ja niistä helposti näkee yhdellä silmäyksellä, miten prosessi kyseisten parametrien osalta toimii. Myös koko jätevesiprosessin saaminen yhteen näkymään auttaa ymmärtämään ja seuraamaan vesi- että lietejakeiden kulkeutumista jätevesiprosessissa. Se helpottaa syy-seuraus -suhteiden selvittämistä, koska silloin ymmärrys prosessista on kokonaisvaltaisempi ja näkee helpommin, mistä häiriöitä kyseiseen prosessiosaan voi tulla.

Kun prosessiin tulee uusia mittauksia, tulee näiden vaikutus kaavioihin sekä laskentoihin tarkistaa sekä luoda näistä uusia seurantoja. Myöskin prosessimittareiden kuten sakeuksien ja ravinnemittausten tarkistusta varten voisi luoda oman seurannan, josta selviäisi mittareiden tarkistustarve.

## LÄHTEET

Isotalo, S.; Valve, M. 1986. Vesikemian perusteet. Helsinki: Otakustantamo.

Karttunen, E. 2004. RIL 124-2 Vesihuolto 2. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Metsä Group:n verkkosivut. Luettu 3.4.2022. <https://www.metsagroup.com/fi/Pages/default.aspx>

Ojanen, P. 2001. Sellu- ja paperitehtaiden lietteiden käsittely ja hyötykäyttö sekä niitä rajoittavat tekijät. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Luettu 12.3.2022. <https://www.doria.fi/handle/10024/113719>

Salkinoja-Salonen, M. (toim.). 2002. Mikrobiologian perusteita. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino

Toczyłowska-Mamińska, R. 2017. Limits and perspectives of pulp and paper industry wastewater treatment – A review. Warsaw University of Life Sciences. Luettu 27.4.2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117306561?via%3Dihub>

Trimble Inc. -verkkosivut. Luettu 3.4.2022. <https://wedge.trimble.com/>

Ukkonen, M. 2005. Metsäteollisuuden jätevesien häiriöpäästöt ja niihin varautuminen: CASE Kaakkois-Suomi, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Luettu 12.3.2022. <https://www.doria.fi/handle/10024/133997>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu, Asiointi, luvat ja ympäristövaikutusten arviointi. 2021. Viitattu 11.4.2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi)

## LIITTEET

## Liite 1. Laboratorion mittausohjelma jätevesinäytteistä

Metsä Board Kyro

Päiväkäytöntarkkailu 1

NÄYTE JÄTEVESINÄYTTEET	TESTAUS		NÄYTTEENOTTOPÄIVÄ							
			ma	ti	ke	to	pe	la	su	
1. tuleva	kap (suod. 100ml)	Whatm/S&S 595	x*	x*	x*	x*	x*			
2. esiselkeytetty COD suodatetusta ve- destä, suod.lasik.suod.paperilla	kap (suod. 250ml)  COD, liukoinen	lasik.suod.pap	x	x	x	x	x			
3. jälkiselkeytetty (biol) vesi	kap (suod. 250ml) COD, kokon. N, liukoinen N, kokon. P, liukoinen P, kokon.	lasik.suod. paperi  -	x	x	x	x	x	x		
33. jokeen poistuva vesi  33. *KVVY:n keräilynäyte	kap (suod. 250ml) COD, kokon. N, kokon. P, kokon. N, kokon.	lasik.suod. paperi	x*	x*	x*	x*	x*	x*		
4. ilmastusallas	kap tuhka %	Whatm/S&S 595	x	x	x	x	x			
5. jälkiselkeytys pal.liete (bioliete)	kap %  N, kokon.	Kuivain	x		x		x			
7. esiselkeytys primääri- liete sekalietesäiliöön	kap %	Kuivain	x		x		x			
8. tiivistinallas Bioliete sekalietesäiliöön	kap %	Kuivain	x		x		x			
9. Tasster syöttö sekalietesäiliöstä	kap %	Kuivain	x		x		x			
10. (ruuvip.) suodos	kap %	Kuivain	x		x		x			
11. kuivattu liete (muju)	kap %		x		x		x			
JVL Polymeeri	kap %	kuivain	x							
Esiselk.altaan pohjaliete	pH redox tuhka %				x					



**Kiintoaine ja lietteen väestö**

- 603 JV13 AKUSKAP LAJAJÄKA
- 605 5 BIOLIETE KIINTOAINEM %
- 606 6 FLOTARJOLUETE KIINTOAINEM %
- 607 7 PRIMÄÄRIUETE KIINTOAINEM %
- 608 8 TIVISTETTY LIETE KIINTOAINEM %
- 609 9 TIVISTETTY LIETE KIINTOAINEM %
- 610 10 RÖUNNUSOODOS KIINTOAINEM %
- 611 MUUN KIINTOAINEM %
- 612 8 TIVISTETTY LIETE KIINTOAINEM % (siirretty ko 6)
- 613 9 TIVISTETTY LIETE KIINTOAINEM % (siirretty ko 6)

- 602 2 ESISEK COD mg/l
- 603 33 JOKEN COD mg/l
- 604 3 JÄKSEL COD mg/l
- 605 TULEVA JV KIINTOAINEM mg/l
- 606 JÄKSEKERTTY JV KIINTOAINEM mg/l
- 607 JOKEN POSTUVA JV KIINTOAINEM mg/l
- 608 ESISEK YLIVASTUUSEN KAP mg/l
- 609 JOKEN POSTUVA JV KIINTOAINEM mg/l
- 610 JV13 AKUSKAP LAJAJÄKA

- 602 YVIUULETIVÄLÄMÄLE m<sup>3</sup>/h
- 603 YVI FLOT LÄHTYVÄSIKÄINE
- 604 JV13 AKUSKAP LAJAJÄKA

- 602 MIKROFLOTKIINTOAINEM
- 603 YVIUULETIVÄLÄMÄLE
- 604 YVI FLOT LÄHTYVÄSIKÄINE
- 605 RALLIETE ILVASTUUS

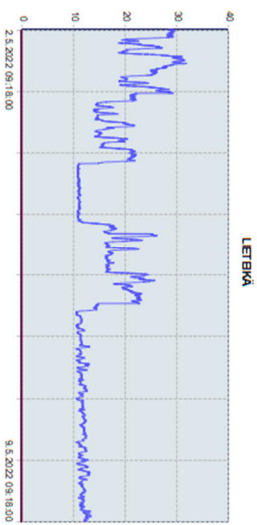
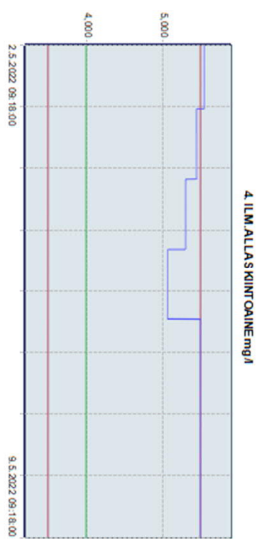
- 602 MIKROFLOTKIINTOAINEM
- 603 YVI FLOT LÄHTYVÄSIKÄINE
- 604 MFROT KIINTOAINEM JA
- 605 JV13 FLOT LÄHTYVÄSIKÄINE JA
- 606 FLOTARJOLU POSTUVA KIINTOAINEM online (mg/l)

- 602 PRIMÄÄRIUETE SKUBUS
- 603 PRIMÄÄRIUETE KAP (lakral)
- 604 PRIMÄÄRIUETE KAP (lakral) ko 830
- 605 PRIMÄÄRIUETE SKUBUS online
- 606 PRIMÄÄRIUETE SKUBUSO online(lakral)

- 602 YVIUULETIVÄLÄMÄLE
- 603 YVIUULETIVÄLÄMÄSÄEN
- 604 YVIUULETIVÄLÄMÄSÄEN
- 605 YVIUULETIVÄLÄMÄLE

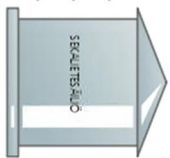
- 602 FLOTARJOLU POSTUVA KIINTOAINEM online (mg/l)
- 603 FLOTARJOLU SYNTYVÄ KIINTOAINEM cgh/h

- REDUKTIOT**  
hyvä > 80%
- 602 ESISEKERTTYVÄ KIINTOAINEREDUKTIO %
  - 603 ILVASTUUSEN KIINTOAINEREDUKTIO %
  - 604 FLOTARJON KIINTOAINEREDUKTIO %
  - 605 PUHDISTAJON KIINTOAINEREDUKTIO %
  - 606 ILVASTUUSEN COD REDUKTIO %
  - 607 FLOTARJON COD REDUKTIO %
  - 608 PUHDISTAJON COD REDUKTIO %
  - 609 RALLIETE ILVASTUUSEN



- 602 LASURI
- 603 PRIMÄÄRIUETE SEKALUETSAIÖÖN (m<sup>3</sup>/h)
- 604 PRIMÄÄRIUETE SKUBUS %
- 605 PRIMÄÄRIUETE SKUBUS-ka-ka (g/l)
- 606 BIOLIETE SEKALUETSAIÖÖN (m<sup>3</sup>/h)

- 602 PRIMÄÄRIUETE SEKALUETSAIÖÖN (m<sup>3</sup>/vko)
- 603 PRIMÄÄRIUETE SEKALUETSAIÖÖN (kg/vko)
- 604 BIOLIETE SEKALUETSAIÖÖN (m<sup>3</sup>/vko)
- 605 BIOLIETE SEKALUETSAIÖÖN (kg/vko)
- 606 FLOTARJOLU POSTUVA KIINTOAINEM cgh/h



- 602 LEITE TIVISTÄMIN (m<sup>3</sup>/vko)
- 603 LEITE TIVISTÄMIN (kg/vko)



- 602 LEITE MÄÄRÄRO m<sup>3</sup> (kesäaika-puuttuu)
- 603 LEITE MÄÄRÄRO kg

- 602 4 ILVASTUUSALAS KIINTOAINEM mg/l
- 603 ILVASTUUSALAS VIISÄÄ
- 604 ILVASTUUSALAS TIVISTE
- 605 ILVASTUUSALAS MÄÄRÄVA
- 606 LEITIKÄ

Flotaatioilteestä pitää vähentää maa-ainale yhteis määrää



Ajanjakson valinta  
 Tammi-kuu 2022  
 Heinä-kuu 2022  
 Maalis-kuu 2022

KV:n mittaukset

- 1. KERÄILY KIINTOAINE (KVW)
- 1. KERÄILY BOD (KVW)
- 1. KERÄILY COD (KVW)
- 1. KERÄILY KOK.TYPPI (KVW)
- 1. KERÄILY KOK.FOSFORI (KVW)
- 2. ESISEL. BOD (KVW)
- 2. ESISEL. COD (KVW)
- 2. ESISEL. KIINTOAINE (KVW)
- 2. ESISEL. KOK.TYPPI (KVW)
- 2. ESISEL. KOK.FOSFORI (KVW)
- 33. KERÄILY BOD (KVW)
- 33. KERÄILY COD (KVW)
- 33. KERÄILY KIINTOAINE (KVW)
- 33. KERÄILY KOK.TYPPI (KVW)
- 33. KERÄILY KOK.FOSFORI (KVW)

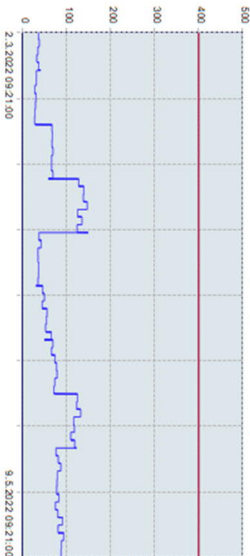
- 33. KIINTOAINE LUPARAA kg/vrk
- 33. KOK.TYPPI LUPARAA kg/vrk
- 33. KOK.FOSFORI LUPARAA kg/vrk
- 33. COD LUPARAA kg/vrk

LUPAHTO

- KOK PUHDISTAMOLLE TULEVA JÄTE/ES (vähäinen)
- 33. 1. KERÄILY KIINTOAINE kg/vrk
- 33. 1. KERÄILY BOD kg/vrk
- 33. 1. KERÄILY COD kg/vrk
- 33. 1. KERÄILY KOK.TYPPI kg/vrk
- 33. 1. KERÄILY KOK.FOSFORI kg/vrk
- 33. 33. KERÄILY BOD kg/vrk
- 33. 33. KERÄILY COD kg/vrk
- 33. 33. KERÄILY KIINTOAINE kg/vrk
- 33. 33. KERÄILY KOK.TYPPI kg/vrk
- 33. 33. KERÄILY KOK.FOSFORI kg/vrk

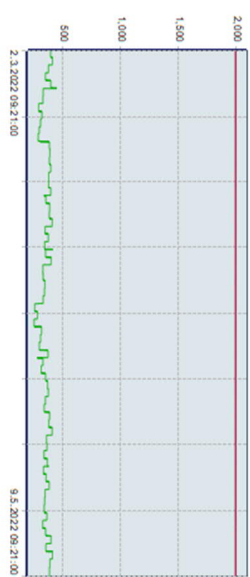
- 33. 33. KERÄILY KIINTOAINE kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)
- 33. 33. KERÄILY COD kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)
- 33. 33. KERÄILY KOK.TYPPI kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)
- 33. 33. KERÄILY KOK.FOSFORI kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)

33. KERÄILY KIINTOAINE kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)

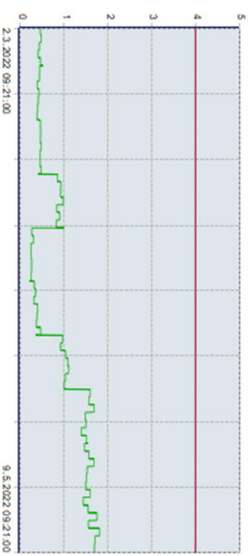


LUPAHTOVERTAILU

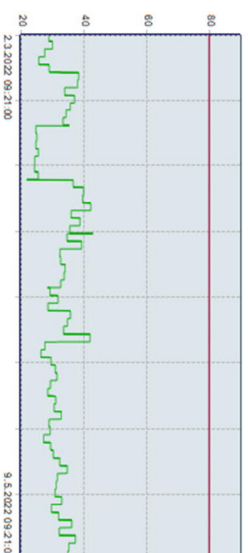
33. KERÄILY COD kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)



33. KERÄILY KOK.FOSFORI kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)



33. KERÄILY KOK.TYPPI kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)



Mittaus	Yksikkö	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Vimmainen arvo
33. KERÄILY KIINTOAINE kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)	kg/vrk	71.83	28.73	148.69	88.88
33. KERÄILY BOD kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)	kg/vrk	387.79	288.73	460.92	389.45
33. KERÄILY COD kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)	kg/vrk	0.88	0.23	1.81	1.7
33. KERÄILY KOK.TYPPI kg/vrk (aik. ed. aamu klo 6)	kg/vrk	32.16	21.83	42.87	34.96
33. KERÄILY BOD kg/vrk	kg/vrk	27.58	14.67	57.63	53.92