

TEOLLISUUDEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON PROSESSIEN IMPLEMENTOINTI ULKOISTETUN PALVELUN PÄÄTTYESSÄ

Jätevedenpuhdistamon hallinta sopimusmuutostilanteessa



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Bio- ja elintarviketekniikka, Hämeenlinna

2021

Tero Oksanen

Tekijä	Tero Oksanen	Vuosi 2021
Työn nimi	Teollisuuden jätevedenpuhdistamon prosessien implementointi ulkoistetun palvelun päättyessä	
Ohjaaja	Tuija Pirttijärvi	

TIIVISTELMÄ

Toimeksiantaja opinnäytetyölle oli Lindström Oy. Tavoitteena oli implementoida Hämeenlinnan palvelukeskuksessa toimivan vedenpuhdistuslaitoksen toiminta takaisin yrityksen oman henkilöstön hallintaan viiden vuoden ulkoistamisvaiheen jälkeen. Tämä tarkoitti käyttöprosessien operointia päivittäisessä toiminnassa. Prosessien hallintaan liittyvät toiminnot kartoitettiin ja päivittäinen tarkastusohjeistus puhdistamolle päivitettiin. Samalla tuli tehdä riskien arviointi ja liittää sen tulokset osaksi koko palvelukeskuksen riskien hallintaa. Muutosvaiheessa oli myös tarkoitus käynnistää hallitusti, yhdessä uuden yhteistyökumppanin kanssa, uusi kemiallinen prosessi laitoksen raskasmetallien poistamisessa ja tarkastella mahdollisuuksia kehittää öljynerottamista olemassa olevissa prosessissa. Projektiin liittyi myös lisätavoite käyttöönottaa suursäiliöt prosessin pääkemikaaleille, rakentaen ensin näiden käyttöputkisto.

Opinnäytetyössä kartoitettiin ulkoisen operaattorin toimintoja vertaamalla niitä ennen ulkoistusta suoritettuun omaan toimintaan. Kerätyn materiaalin perusteella päivitettiin päivittäisen valvonnan toimintaohjeet. Puhdistamoympäristön työturvallisuusriskit arvioitiin ja liitettiin yrityksen muuhun riskienhallintaan. Uuden yhteistyökumppanin kanssa käynnistettiin uuden kemiallisen prosessin käyttöönotto raskasmetallien erottamiseksi ja prosessitarkastelu öljynerottamisen hallitsemiseksi. Jätevedenpuhdistamoprosessien implementoinnissa ja toiminnan hallitussa jatkamisessa onnistuttiin.

Avainsanat Jätevedenpuhdistamo, teollisuus, riskiarviointi, kemikaali, prosessi

Sivut 55 sivua ja liitteitä 0 sivua

Author Tero Oksanen

Year 2021

Subject Implementation of the industrial wastewater plant processes at the end of the outsourced service

Supervisor Tuija Pirttijärvi

ABSTRACT

The commissioner of the thesis was Lindström Oy. The aim was to implement the operation of the water purification facility in the Hämeenlinna service center transferring the duty to the company's own maintenance personnel after the five-year outsourcing phase. This change involved operating of wastewater purification processes in daily activities. Process management functions were mapped and the daily inspection guidance for the cleaning plant was updated. At the same time, the aim was to make risk assessment and implement it into the risk management of the entire service center. In addition, during this phase of change and together with a new collaborator, the focus was on the carefully controlled new chemical process for removing heavy metals in the plant and clarifying the possibilities of developing oil separation in the existing process. An additional aim was to use high tanks for the process of the main chemicals, starting with the construction of the operating piping.

In the project, external operator functions were mapped by comparing them with the plant's own operating prior to the outsourcing. Based on the collected material, the daily operating instructions were updated. The safety risks of the wastewater treatment environment were evaluated and linked to the company's other risk management. In co-operation with the new collaborator, the commissioning of the new chemical process for the separation of heavy metals and a process observation to control oil separation, started. Implementation of the wastewater treatment plant processes and the controlled management were successful.

Keywords Wastewater treatment plant, industry, risk assessment, chemical, process

Pages 55 pages and appendices 0 pages

Sisälllys

1	Työn taustaa	1
1.1	Lindström Oy	2
1.2	Toimeksiantajan tavoitteet teollisuusjätevedenpuhdistamon hallinnan muutostilanteessa	4
2	Opinnäytetyön tavoitteet	4
2.1	Tutkimuskysymykset	5
3	Menetelmät ja opinnäytetyöprojektin osat	5
3.1	Prosessin hallinnan varmistaminen	6
3.2	Riskinhallinnan varmistaminen	7
3.3	Öljynerotusmenetelmien kehittäminen	7
3.4	Hydroksidisaostuksen tehostaminen	8
4	Kirjallisuusosa	8
4.1	Kunnossapito	8
4.1.1	Kunnossapitolajit	10
4.1.2	Kunnossapidon parhaat käytännöt ja teollisen kunnossapidon järjestelmä	11
4.2	Riskien hallinta	13
4.2.1	Riskien tunnistus ja hallinta	14
4.2.2	Riskiarvioinnin periaatteet	15
4.3	Jätevedenpuhdistus teollisuudessa	16
4.3.1	Prosessi	16
4.3.2	Jatkuvatoiminen prosessi ja panosprosessi	16
4.3.3	Automaatio ja siihen liittyviä mittauksia	17
4.3.4	Lindström Oy:n jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi	19
4.3.5	Öljyn erotus	21
4.3.6	Flotaatio	22
4.3.7	Koagulaatio ja flokkaus	23
4.3.8	HeavyReg-saostusmenetelmä	24
4.3.9	Teollisuusjäteveden laatu	25
5	Osaprojektien tulokset	26
5.1	Teollisuusjätevedenpuhdistamon operoinnin ohjeet	26
5.1.1	Toiminta päivittäisessä tarkkailussa	27
5.1.2	Toiminta prosessin hälytystilanteessa	28

5.2	Työturvallisuusriskit ja niiden arviointi	29
5.2.1	Riskien arviointimenettely	30
5.2.2	Riskien luokittelu	30
5.3	Teollisuusjätevedenpuhdistamon toiminnan implementointi	32
5.3.1	Puhdistamoprosessin mallinnus	33
5.3.2	Asiantuntijayhteistyö projektissa	33
5.3.3	Prosessin hallinta	35
5.3.4	Omavalvonta ja jäteveden laadunvarmistus	37
5.3.5	Öljyn erotus	38
5.3.6	Hydroksidisaostus ja reseptin muuttaminen	39
6	Tulosten yhteenveto.....	42
6.1	Prosessin ohjeistukset.....	42
6.2	Riskienhallinta	43
6.3	Prosessin hallinta ja laatukriteereiden saavuttaminen	45
6.3.1	Hydroksidisaostus ja reseptin muuttaminen	47
6.3.2	Öljyn erotus	47
7	Teollisuusjätevesipuhdistamon prosessien jatkokehitys	49
8	Huomioita teollisuusjätevedenpuhdistamon hallintaan	49
8.1	Teollisen jätevedenpuhdistamon keskeiset tekijät	50
8.2	Hallintamallit ja niiden ominaispiirteet	52
8.3	Hallintamallin valinta	53
	Lähteet.....	54

Liitteet

Käsitteet:

Implementointi = toteuttaminen, käyttöönotto, toimeenpano

Vippi = puuvillapyyhe, mitä käytetään teollisuudessa puhdistustehtävissä.

Imeytysmatto = erilaisten nesteiden imeytykseen tarkoitettu imukykyinen tekstiilimatto

3K -menetelmä = kunnonseurantamenetelmä ”Katselen, Kuuntelen ja Kokeilen”

benchmarking = oman toiminnan vertaaminen toisen toimintaan

altiste = ulkoinen tekijä, jonka kanssa joutuu tekemisiin

vesitys = veden juoksettaminen säiliöstä liuoksen muodostettua erottuvan faasin

dynaaminen viskositeetti = kokeellinen suure, mikä kuvaa nestevastusta ajan suhteen (Pas)

agglomeraatio = hiukkasten yhteenliittyminen suuremmiksi hiukkasiksi

kolloidi = heterogeenisen ja homogeenisen seoksen välimuoto

suspensio = heterogeenien seos, missä nesteeseen on sekoittunut hyvin hienojakoista kiintoainetta ja mikä saostuu hyvin hitaasti

LTO-kaivo = lämmöntalteenottokaivo

konsentroituminen = väkevöitynen, tiivistyminen

IWS-pesula = Industrial wiper service = Teollisuuspyyhepesula

Volute(-huone) = Volute = suotopuristuslaitteen nimi

variaatio = muuntelu, vaihtelu, muunnelma

polymeeri = molekyyli, missä on useita (yli 50 kpl) pieniä molekyyliä ketjuuntuneena

1 Työn taustaa

Lindström Oy:n Hämeenlinnan palvelukeskuksessa on viisi erilaista pesulaa, joista neljä on Lindströmin omia ja viides on oma yrityksensä ja toimii palvelukeskuksessa vuokratiloissa. Tämän työn kannalta merkittävin on teollisuuspyyhepalvelun pesula, jonka päätuotteina ovat ”Vipper”, mitä käytetään teollisuudessa puhdistustehtävissä ja ”Imeytysmatto”, mikä puolestaan on tarkoitettu erilaisten nesteiden imeytykseen.

Palvelukeskuksessa syntyy melko runsaasti pesulatoiminnan jätevesiä. Osa tekstiilien pesuvesistä ei vaadi erityisiä lisätoimenpiteitä, mutta erityisesti Teollisuuspyyhepesulan jätevedet ovat hyvin likaisia, tuotteista pestyjen öljyjen, rasvojen, liuottimien ja raskasmetallien vuoksi. Em. likaa sisältävät jätevedet tulee esikäsitellä, ennen kunnalliseen viemäriverkkoon johtamista ja tämä on syy sille, että palvelukeskuksessa on myös jätevedenpuhdistuslaitos, missä kyseisen pesulan jätevesille on oma erillinen jätevedenpuhdistusprosessi. Jätevedenpuhdistus on toteutettu aiemmin omatoimisesti, mutta vuoden 2014 helmikuusta alkaen operoinnista tehtiin yhteistyösopimus ulkoisen toimijan kanssa, mikä kesti viisi vuotta päättyen helmikuussa vuonna 2019. Tämän jälkeen operointi siirtyi takaisin oman kunnossapito-organisaation hallintaan.

Operoinnin palautuminen omalle kunnossapidolle tarkoitti puhdistamalla tapahtuneiden muutosten huomioimista ja prosessissa muuttuneiden vaatimusten tunnistamista ja operoinnin hallintaa osittain muuttuneessa ympäristössä. Tilanteessa tuli huomioida myös muuttuneet riskitekijät ja varmistaa turvalliset toimintatavat operoivalle henkilöstölle. Samaan aikaan, kun operoinnin muutos tehtiin, päätettiin myös tehdä muutoksia prosessin sisältöön, millä pyrittiin edelleen varmistamaan teollisuusjätevesisopimuksessa asetettujen vaatimusten toteutuminen. Tähän liittyi yhteistyön aloittaminen uuden yhteistyökumppanin kanssa, mikä mahdollisti myös uuden kemiallisen prosessin käyttöönoton.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan muutosvaiheessa tapahtunutta prosessin siirtymistä takaisin osaksi kunnossapitotiimin toimintoja. Pää tavoitteena oli palauttaa puhdistuslaitoksen prosessit hallitusti osaksi kunnossapitotiimin arkirutiineja. Keskeiset osat opinnäytetyötä olivat puhdistamon rutiinitoimenpiteiden sekä poikkeustilanteiden

kartoittaminen ja kuvaaminen kirjallisiksi ohjeiksi kunnossapitotiimin käyttöön ja puhdistamon riskien arvioinnin päivittäminen vastaamaan muuttunutta tilannetta ja implementoimaan se osaksi palvelukeskuksen kokonaisuutta. Kolmas osa oli kartoittaa vedenpuhdistusprosessin nykytila, kehittää sitä ottamalla uusi kemiallinen prosessi käyttöön raskasmetallien poistossa ja tarkastella mahdollisuuksia öljynerottamisen parantamiseksi sekä öljyisten jätteiden vähentämiseksi. Lisäksi samaan aikaan jatkettiin ulkoisen operaattorin aloittamaa suursäiliöiden käyttöönottoa, mihin liittyi uusien putkistosuunnitelmien teko ja putkiston toteutus pääkemikaalien osalta.

Opinnäytetyöprojekti aloitettiin maaliskuussa 2019, jolloin ensimmäisten kuukausien aikana toteutettiin kaksi ensimmäistä kokonaisuutta, ohjeistukset ja riskinhallintaan liittyvät tarkastelut. Näiden sisältöä toki on aloitusvaiheen jälkeenkin tarkasteltu ja riskinhallintaan liittyvät prosessit ovat osa jatkuvaa prosessia. Vedenpuhdistusprosessin hallinta toteutettiin vuoden 2019 aikana, jatkuen vuoden 2020 puolelle, jolloin globaali pandemia aiheutti osittain häiriöitä kehitystyön toteuttamisessa.

1.1 Lindström Oy

Lindström Oy on perustettu vuonna 1848 ja nykyään se on voimakkaasti kasvava kansainvälinen perheyrittäjä ja samalla yksi Euroopan johtavista tekstiilipalveluyrityksistä, mikä toimii 24 eri maassa Euroopassa ja Aasiassa. Lindström Oy tavoittelee pitkäjänteisesti markkinaosuuden kasvattamista ja maantieteellistä laajentumista. Yritys tarjoaa ratkaisuja ratkaisuja toimitilojen siisteyteen ja sisustamiseen, työpukeutumiseen ja suojautumiseen sekä tytäryhtiö Comfortan kautta hotellien ja terveydenhuollon tekstiilipalveluita. Menestymisen taustalla yritys näkee olevan vahvan konseptoidun toiminnan, millä se varmistaa laadun, yhdenmukaisen palvelun ja vastuullisuuden kaikissa toimintamaissa. (Lindström Oy, n.d.)

Yrityksen liikevaihto vuonna 2020 oli 388 M€, josta puolet tuli Suomesta. Työntekijöitä yrityksessä oli kaikkiaan noin 4550, joista Suomessa noin 1700 henkilöä.

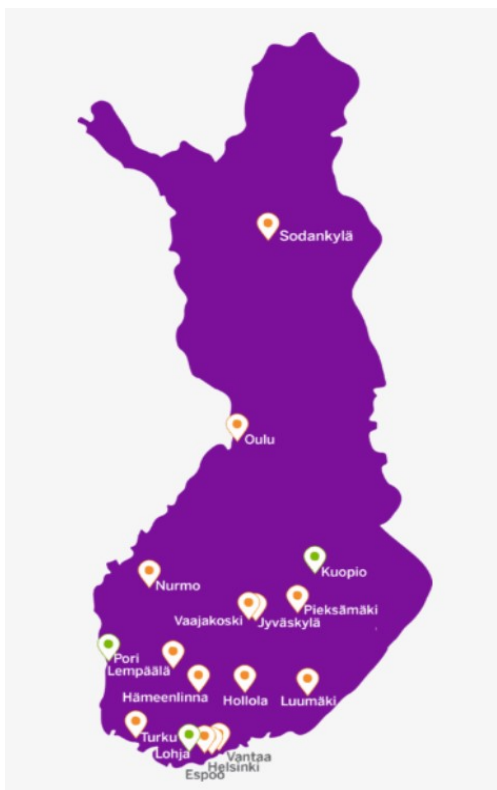
Suomen toiminnot jakautuvat erikseen kuuteen tulosityksikköalueeseen, joita ovat Etelä-Suomi, Helsinki, Kaakkois-Suomi, Keski-Suomi, Lounais-Suomi ja Pohjois-Suomi.

Tulosityksikköalueet toimivat itsenäisinä yksiköinä, joskin vahvasti konseptoitu toimintamalli edellyttää saumatonta yhteistyötä näiden ja sidosryhmien välillä. Tukitoiminnot koskevat koko yritystä ja siten niiden kautta matriisiorganisaatiossa toiminnot laajenevat jokaiseen yksikköön yhteneväisinä.

Lindström palvelee suomalaisia asiakkaita 17 paikkakunnalla sijaitsevien palvelukeskustensa kautta. Lindströmin periaatteena on huoltaa tekstiilit lähellä asiakasta sijaitsevilla palvelukeskuksissa, jolloin asiakkaan tarpeeseen reagointi on nopeaa ja kustannustehokasta, ja tekstiilien kuljettaminen huollon ja asiakkaan välillä rasittaa ympäristöä mahdollisimman vähän. Suomessa Lindström Oy tarjoaa palveluja seuraavissa tuoteryhmissä: hotellitekstiilipalvelut, hygieniapalvelut, kasvomaskipalvelut, mattopalvelut, panttikassit, ravintolatekstiilipalvelut, teollisuuspyyhepalvelut ja työvaatepalvelut. (Lindström Oy, n.d.)

Suomen palvelukeskuksissa toimii 10 työvaatepesulaa, 7 mattopesulaa, 4 WC-tilapesulaa, 1 teollisuuspyyhepesula, 1 ravintolatekstiilipesula, 1 puhdastilapesula ja 3 myyntipistettä. (Lindström Oy, n.d.) Kuvassa 1 on esitettyä, miten Lindström Oy:n eri palvelukeskukset sijoittuvat Suomen kartalle.

Kuva 1. Lindström Oy:n toimipaikkakunnat Suomessa (Lindström Oy, n.d.).



Hämeenlinnan palvelukeskus kuuluu Etelä-Suomen tulosityksikköön, mikä alueellisesti kattaa Pirkanmaan, Kanta-Hämeen ja osan Länsi-Uusimaan alueesta. Pesulayksiköistä Hämeenlinnassa toimii työvaatepesula, käsipyyhepesula, puhdistilapesula ja teollisuuspyyhepesula. Työntekijöitä Hämeenlinnassa toimii yhteensä noin 170 henkilöä, joista Lindström Oy:n palkkalistoilla noin 155 henkilöä. Näistä myynti- ja asiakaspalvelutehtävissä on on 35 henkilöä ja muita toimihenkilöitä on noin 10. Pesuloiden tuotantohenkilöitä on noin 110 ja kunnossapitotiimissä on viisi henkilöä. Lisäksi toimipisteessä työskentelee logistiikkaan, siivoukseen ja henkilöstöravintolaan liittyen noin 15 henkilöä.

1.2 Toimeksiantajan tavoitteet teollisuusjätevedenpuhdistamon hallinnan muutostilanteessa

Toimeksiantajalla oli opinnäytetyölle toiminnallinen tavoite. Opinnäytetyön tekijän ollessa myös yrityksen työntekijä, oli tarkoituksena varmistaa vedenpuhdistamon jatkuva ja sujuva toiminta yhteistyösopimuksen päättyessä ulkoisen toimijan kanssa. Tätä tukemaan oli muutostilanteessa solmittu myös uuden yhteistyökumppanin kanssa konsultaatiosopimus, joka sisälsi uuden kemiallisen prosessin käyttöönoton. Samalla kun prosessia kehitettiin, oli tarkoitus myös ottaa käyttöön pääkemikaaleille suursäiliöt ja rakentaa näille putkisto puhdistamolle.

2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tukea vedenpuhdistusprosessin operoinnin hallintaa, johon kuului riittävä prosessituntemus ja yhtäläinen toiminta kaikilla kunnossapitotiimin henkilöillä sekä turvalliset toimintatavat ja prosessin kehittäminen edelleen. Projektin käynnistysvaiheessa pohdittiin tavoitekeskustelun aikana, millaisiksi tutkimuskysymykset muodostuisivat. Todettiin, että jokainen erillinen kokonaisuus voitiin kuvata yhdellä tutkimuskysymyksellä. Samalla muotoiltiin alustavat toimintamenetelmät ja päätettiin projektin rajauksista.

2.1 Tutkimuskysymykset

Projektin lähtötilanteessa käsiteltiin projektin tavoitteita, joiden perusteella saatiin muodostettua tutkimuskysymykset seuraavasti:

- Miten varmistetaan yrityksen teollisuusjätevedenpuhdistamon prosessin jatkuva ja häiriötön toiminta, sen siirtyessä yrityksen omaan hallintaan?
- Mitä asioita tulee huomioida, jotta työskentely jätevedenpuhdistamon toimintaympäristössä on turvallista?
- Millä toimenpiteillä saavutetaan teollisuusjätevedelle jätevesisopimuksessa määritetyt raja-arvot?

3 Menetelmät ja opinnäytetyöprojektin osat

Projektin suunnittelussa hyödynnettiin aiemmin julkaistuja raportteja, kirjallisuutta, ohjeita ja tutkimuksia liittyen kunnossapitoon, ohjeistuksen laadintaan, riskiarviointiin ja -hallintaan sekä prosesseihin, niiden automaation tarkkailuun. Tämän opinnäytetyön kirjallisuusosaan koottiin materiaalia tukemaan projektin käytännön toteutusta.

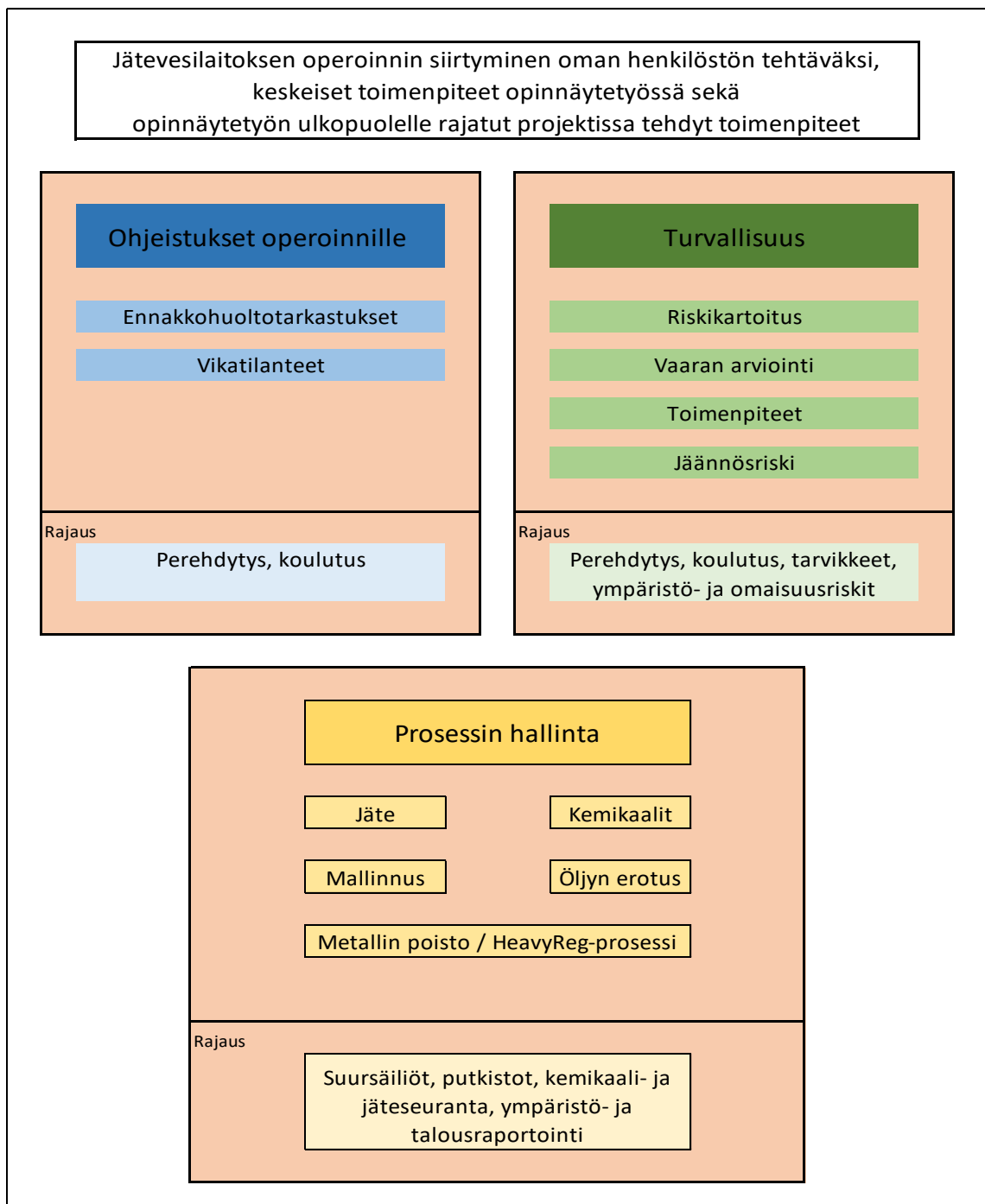
Käytännön toiminnassa mallinnettiin prosessia kunnossapidon näkökulmasta. Tämä osuus käsitti prosessin aineiden virtaamisen ja prosessin laitteiden toiminnan tunnistamisen sekä kemikaalien tunnistamisen ja käyttäytymisen eri osissa prosesseja. Käytännön osuudessa hyödynnettiin myös solmittua asiantuntijayhteistyötä, jolla projektiin tuli mukaan osuus ympäristö- ja fysikaalis-kemiallisten prosessien tietoutta. Kartoitusta käsiteltiin yhteistyökumppanin kanssa ensin teoreettisesti yhteistyöpäivien aikana, kunnes siirryttiin kiertämään laitosta tehden käytännön selvityksiä. Käytännön projektin toteutusta kuvaavat opinnäytetyön osat on esitetty kuvassa 2.

Samanaikaisesti käytännön projektissa oli mukana suursäiliöiden putkituksen toteuttaminen tilaustyönä ja säiliöiden käyttöönotto pääkemikaaleille, mikä kuitenkin rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle, vaikka sitä käsiteltiin koko projektin ajan.

3.1 Prosessin hallinnan varmistaminen

Ohjeistuksen materiaali hankittiin kartoittamalla olemassa oleva tieto dokumenteista sekä muistitiedon pohjalta ja luotiin kirjallinen käytännön ohjeistus kunnossapitotarkkailulle, mitä hyödynnettiin päivittäisessä toiminnassa. Lisäksi kerättiin erilaisten hälytystilanteiden toimintamallit poikkeustilanteiden varalle.

Kuva 2. Opinnäytetyön keskeiset osat ja rajaukset



3.2 Riskinhallinnan varmistaminen

Puhdistamoprosessien siirtyessä takaisin oman kunnossapitotiimin tehtäväksi, tuli päivittää myös tiimin henkilöihin kohdistuvat riskit puhdistamotoiminnoissa osaksi koko palvelukeskuksen riskinarviointia. Projekti päätettiin tässä vaiheessa rajata koskemaan vain henkilöriskejä ja muut riskikokonaisuudet, kuten ympäristö- ja omaisuusriskit päätettiin huomioida, mutta varsinaisesti käsitellä myöhemmin työturvallisuusnäkökulman jälkeen. Myös tässä hyödynnettiin ulkoisen operaattorin näkemyksiä riskeistä ja näillä täydennettiin Lindströmin käytössä ollutta riskien hallintamenettelyä, mikä oli olemassa niiden toimintojen osalta, joita Lindströmin henkilöstö oli toteuttanut muutoshetkeen mennessä. Pääosin tämä kattoi kuitenkin vain puhdistamon ja yleisen kunnossapidon rajapinnassa tapahtunutta toimintaa, minkä vuoksi tässä yhteydessä, toiminnan taas laajennuttua henkilöstön riskit kartoitettiin kattamaan huomattavasti laajempaa kokonaisuutta. Turvallisuuden ylläpitämiseksi uudelleen kartoitettiin toimintaympäristön vaarat, tehtiin riskiarviointi ja kirjattiin se dokumentiksi, joka liitettiin osaksi koko palvelukeskuksen riskienhallintaa.

3.3 Öljynerotusmenetelmien kehittäminen

Öljynerotuksen osalta ensimmäisenä tutustuttiin puhdistamon kemiallisiin, mekaanisiin ja automaatioprosesseihin. Näiden toiminnallisen selvityksen jälkeen käynnistettiin käytännönkokeet öljyn erottamiseksi. Öljyä pyrittiin erottamaan kolmella uudella menetelmällä. Ensimmäisenä ja projektille keskeisimpänä tavoitteena selvitettiin vaihtoehtoisia kemikaaleja prosessin hapotusvaiheeseen, toisena pyrittiin löytämään lisähyötyjä prosessista jo erotetun öljyemulsion ja veden erottamisesta. Lisäksi testattiin öljyn keräämistä myöhemmässä vaiheessa prosessia mekaanisesti kirkasvesisäiliön pinnalta.

Kemiallisia menetelmiä testattiin ensin pienessä mittakaavassa kuppikokeilla, joiden reaktioita tarkasteltiin visuaalisesti huomioiden kemikaaliannostelun ja reaktioajan. Kun kuppikokeilla löydettiin sopiva annostelu, kokeiltiin sitä varsinaisessa prosessissa seuraten visuaalisesti prosessissa tapahtuvia muutoksia. Samalla seurantaa tehtiin myös jätevesi- ja öljyemulsionäytteistä teetätetyillä laboratoriokokeilla. Mekaanisesti öljynerotusta kokeiltiin siihen erikseen hankitulla keräimellä.

3.4 Hydroksidisaostuksen tehostaminen

Tähän tarkasteluun sisältyi uuden kemiallisen prosessin käyttöönotto, tukikemikaalin vaihtaminen ja panosprosessin reseptin muuttaminen. Hydroksidisaostuksen kehittämisessä keskeinen osuus oli HeavyReg-saostusmenetelmällä, minkä avulla tavoiteltiin aiempaa tehokkaampaa ja nopeampaa saostusreaktiota ja tätä kautta lyhyempää panosprosessin kestoa. Kuten öljyn erotuksessa, tehtiin saostusprosessille ensin pienen mittakaavan kuppikokeita, joilla todettiin kemikaalien toimivuus ja niiden annostelu. Myös tässä osuudessa tehtiin yhteistyötä ulkopuolisen asiantuntijan kanssa ja prosessin laatua seurattiin visuaalisesti panosreaktorissa tapahtuvan saostumisen määrällä sekä laboratorioanalyysien tuloksista. Saostusvaiheen kemikaaliannostelussa tuli tärkeäksi huomioida myös muiden polymeerien käyttö, koska näillä oli merkittävä yhteisvaikutus prosessin lopussa toteutettuun suotopuristuksen onnistumiseen. Kun kuppikokeilla oli määritetty oikea annostelu prosessissa, käynnistettiin HeavyReg kemikaalin käyttö ensin testivaiheessa manuaalisesti annostellen ja myöhemmin rakennettiin pumppausmekanismi polymeerin automaattiselle syötölle.

4 Kirjallisuusosa

Opinnäytetyön kirjallisuusosassa esitellään pääasiassa projektiin liittyvää aiempaa tutkimusaineistoa kaikkien kolmen osaprojektin alueelta. Kirjallisuusosaan on lisäksi sijoitettu kappaleita myös Lindström Oy:n puhdistamon olosuhteista, linkittämään projektia konkreettisemmin jo aiemmin tutkittuun teoriaan.

4.1 Kunnossapito

Kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkia niitä toimintoja, joiden tarkoituksena on ylläpitää ja palauttaa koneen tai yksikön toiminta sellaiseksi, että se kykenee suorittamaan sille suunnitellut ja siltä halutut toiminnot. Tällaisia toimintoja ovat elinjakson aikainen kunnan ja kustannusten hallinta sekä hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet. (Heinonkoski, 2013)

Kunnossapito tarjoaa vaihtelevia tehtäviä, kuten myös tarkastelun kohteena olevalla laitoksella ja osaamista vaaditaan usealta eri osaamisalueelta. Heinonkoski (2013, s. 10) määrittelee yleisesti kunnossapitotehtävän sisältöä seuraavasti: ”Kunnossapito on ammattialueena monipuolinen ja mielenkiintoinen. Kunnossapitohenkilöt työskentelevät hyvin erilaisissa tehtävissä ja yrityksissä.”

Kunnossapitotehtävät Hämeenlinnan palvelukeskuksessa sisältävät esimerkiksi sähkölaitteiden asennusta ja vikakorjausta, kuljettimien sekä tuotantokoneiden ja -laitteiden ennakkohuoltoa ja vikakorjausta. Tehtäviin kuuluu myös kattilalaitoksen ja kiinteistön koneiden ylläpitoa. Lisäksi erikoisuutena on jätevedenpuhdistukseen liittyvien laitteiden huolto ja korjaus. Ensimmäisistä kunnossapitotiimin tehtävät ovat ennakkohuoltoihin painottuvia, mutta laitekannan ikäännyttyä tulee mukaan väkisin erilaisia korjaustehtäviä. Jotta kunnossapitoa onnistuu toteuttamaan ennakoivasti, on rutiinitarkastuksissa erittäin tärkeää käyttää omia aistejaan selvittääkseen mahdollisia tulossa olevia häiriötilanteita.

Aiemmin kunnonvalvontaa suoritettiin pääasiassa aistihavaintojen perustella, mm. kuuntelemalla ääniä, kokeilemalla lämpöä ja tunnustelemalla koneiden värähtelyitä. Näitä menetelmiä ei pidä aliarvioida tänäkään päivänä, vaikka niitä korvaamaan, tai täydentämään kehitetään yhä enemmän erilaisia mittausmenetelmiä. Mittaavan kunnonvalvonnan piirissä olevia koneita kannattaa valvoa myös aistinvaraisesti. (Mikkonen, 2009, s. 418)

Hyvän kuvan arjen tekemisestä esittää Kosunen (2020, s. 8) opinnäytetyössään seuraavasti: ”Käyttökunnossapidon työtehtävät ovat pitkälti subjektiivisia eli aistinvaraisia tarkastuskierroksia. Aisteihin perustuvaa kunnonvalvontaa suoritetaan näön, kuulon, hajun sekä tuntoaistin pohjalta.”

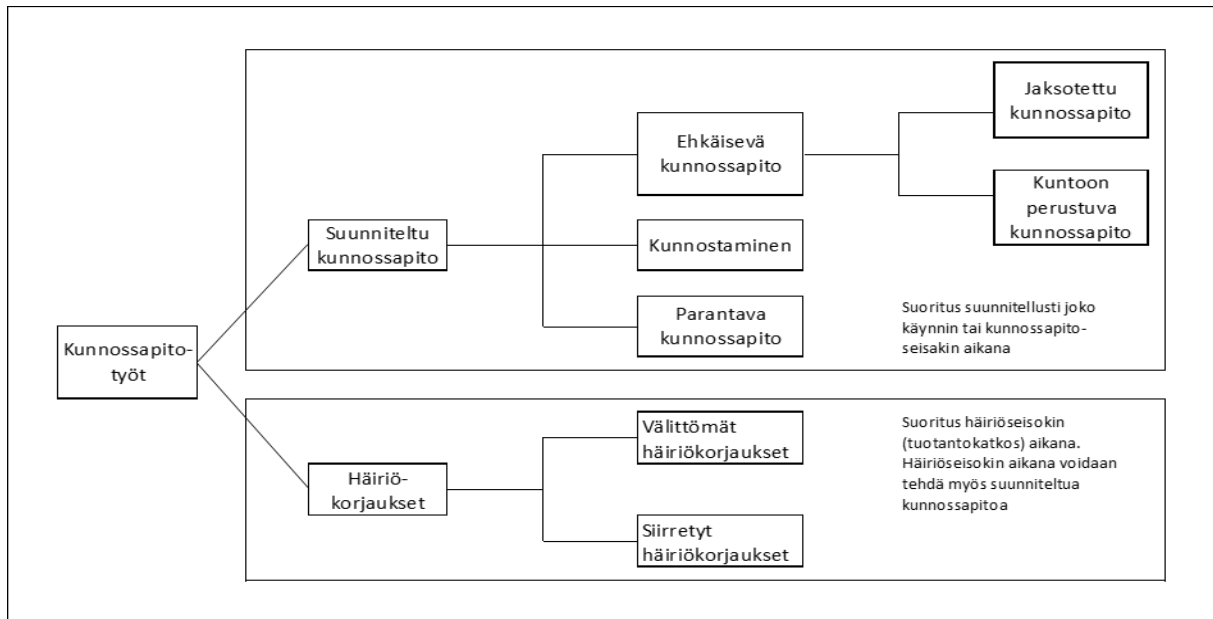
Kunnonvalvonnan perusta on kunnossapittäjien kokemuksellinen ja omaehtoinen jatkuva kunnonvalvonta. 3k-menetelmä tarkoittaa ”Katselen, Kuuntelen ja Kokeilen -menetelmää”. Menetelmässä havainnoidaan prosessin käynnin ja korjauksen aikana kaikkea mahdollista, mikä voisi viitata vikaantumiseen. Kokenut henkilö voikin pelkällä silmäyksellä päätellä, mikä on prosessin tai laitteen tilanne. (Heinonkoski, 2013, s. 190)

Silmiin kohdistuvat ärsykkeet lähtevät signaaleina aivoihin, joissa osa hermosoluista käsittelee väri-informaatiota ja osa eri suunnissa olevia ääri viivoja ja osa taas tietynsuuntaista liikettä. Silmiin tulevista ärsykkeistä kuitenkin vain osa aistituista asioista nousee tietoisuuden tasolle käsiteltäviksi. Pystymme kohdistamaan katseemme vain yhteen kohtaan kerrallaan, mutta aivot käsittelevät samaan aikaan informaatiota myös näkökentän reuna-alueilta. Tämä auttaa kohteen tunnistamisessa ja sijainnin havaitsemisessa. Ikääntyessä ihmisen näköaisti heikkenee, ääreisnäön heiketessä jo keski-ässä. Näöntarkkuutta heikentää erityisesti huono valaistus. Kuuloaistiin liittyvä ääni välittää sellaista informaatiota, mikä kuva ei pysty välittämään. Se kertoo tapahtumista ja kuulijan ympäristöstä. Ihminen kuulee kaikki äänet ympäriltään, eikä ympäristön ääniltä voi välttyä. Kuuloaisti on ääniä erotteleva, ihminen pystyy erottamaan tietyn äänen taustamelusta. Ääni ei kuitenkaan syrjäytä kuvaa, vaan ne täydentävät toisiaan. Kuulo heikkenee vähitellen koko aikuisiän ajan. Huonokuuloiselle hankalia on tilanteet, missä ääniä pyritään havaitsemaan kilpailevien äänien tai melun seasta. Tuntoaistilla havaitaan mm. kosketusta, lämpötilaa, painetta, kipua ja kehon asentoa. Tuntoaistin laukaisee solukalvojen mekaaninen painuminen. Tuntoaistisolut kuuluvat mekanoreseptoreihin, joita on paitsi iholla, myös lihaksissa, nivelissä ja sisäelimissä. Eri reseptorit aistivat kosketuksia eri tavalla. Hajuaisti ja haistamisen edellytys on, että hajumolekyylit ärsyttävät liikkuessaan hajusoluja. Hengitysilman kemialliset aineet joutuvat limakalvoille ja ärsyttävät hajusoluja. Hajuaistinsoluista alkava aistirata päättyy isoivojen kuorikerroksen hajualueelle, joka on osa tunne-elämää säätelevä keskusta. Ihmisellä on noin tuhat erityyppistä hajusolua, joista jokaisella on vain yhtä hajureseptoria. (Mikkonen, 2009, ss. 419-421)

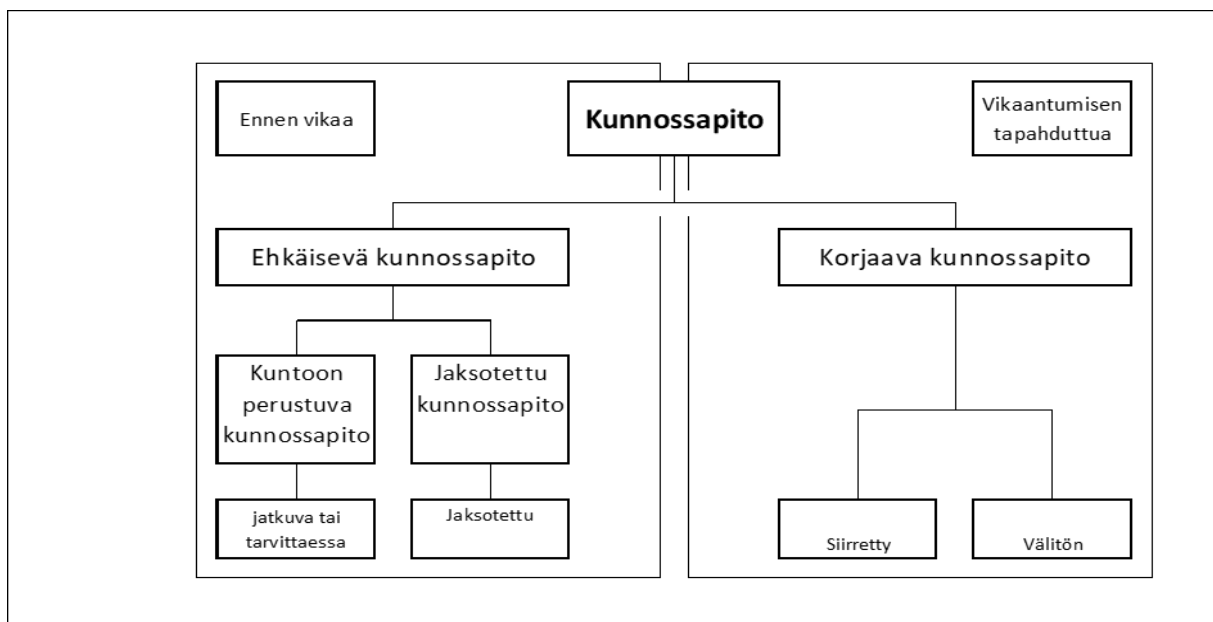
4.1.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit voidaan tarkastella eri näkökulmista, esimerkiksi sen mukaan ovatko ne suunniteltuja vai häiriöitä synnyttäviä, tai ovatko ne proaktiivisia vai reaktiivisia. Seuraavissa kuvissa 2 ja 3 on kuvattu kunnossapitolajit edellä mainitulla jaotuksella.

Kuva 3. Kunnossapitolajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja, vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön. Muokattu lähteestä (Järviö ym., 2007, s. 47)



Kuva 4. Kunnossapitolajit luokiteltuina proaktiivisiin ja reaktiivisiin toimiin. Muokattu lähteestä (Järviö ym., 2007, s. 48)



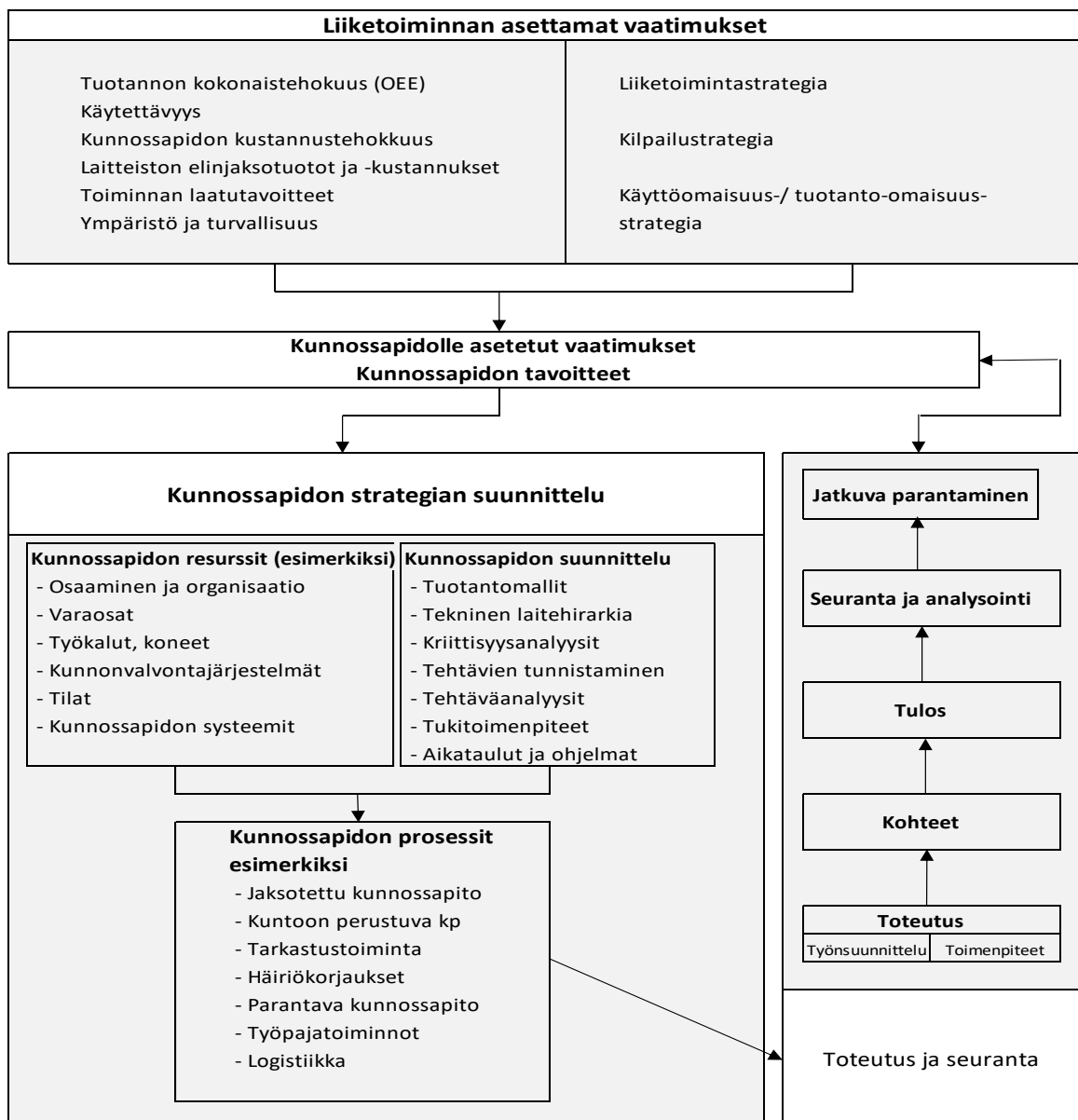
4.1.2 Kunnossapidon parhaat käytännöt ja teollisen kunnossapidon järjestelmä

Koska kyseessä ovat usein vaikeasti hallittavat monimutkaiset järjestelmät, on laitteiston ylläpidon ja kehittämisen tärkeinä työkaluina ja pitkään pidetty hyvin toimivaa benchmarking-toimintaa ja parhaiden käytäntöjen tunnistusmenetelmiä.

Tunnuslukupohjaisia menetelmiä on kehitetty jo useissa maissa, mutta parhaiden käytäntöjen tunnistamiseen tarkoitettussa työkalussa on vielä paljon kehittämismahdollisuuksia. Näiden menetelmien yleinen ongelma on ollut se, että parhaiden käytäntöjen määrittely on ollut usein erillään liiketoimintatilanteen vaatimuksista ja kunnossapitotoiminnan tunnusluvuihin mitatusta tuloksellisuudesta. (Kunttu ym., 2010, s. 28)

Kuntun ym. (2010, s. 30) kuvaamassa teollisen kunnossapidon järjestelmässä kuvassa 5 on esitetty kunnossapidon ja sen osa-alueiden linkittyminen liiketoiminnan asettamien vaatimusten kanssa.

Kuva 5. Teollisen kunnossapidon järjestelmä. Muokattu lähteestä (Kunttu ym., 2010, s. 30)



4.2 Riskien hallinta

Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

Lain toisessa luvussa ja sen 10. momentissa määrätään työn vaarojen selvittämisestä ja arvioinnista seuraavaa:

”Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Tällöin on otettava huomioon:

- 1) tapaturman ja muu terveyden menettämisen vaara kiinnittäen huomiota erityisesti kyseisessä työssä tai työpaikassa esiintyviin 5 luvussa tarkoitettuihin vaaroihin ja haittoihin;
- 2) esiintyneet tapaturmat, ammattitaudit ja työperäiset sairaudet sekä vaaratilanteet;
- 3) työntekijän ikä, sukupuoli, ammattitaito ja muut hänen henkilökohtaiset edellytyksensä;
- 4) työn kuormitustekijät;
- 5) mahdollinen lisääntymisterveydelle aiheutuva vaara;
- 6) muut vastaavat seikat.” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

4.2.1 Riskien tunnistus ja hallinta

Reija Haikaman (2011, s. 16) mukaan Juvonen ym (2005) toteaa, että ”Yksi riskien hallinnan määritelmä on, että riskien hallinta on päätöksen tekemistä ja toimeenpanoa koskien riskejä. Päätökset ja toimenpiteet perustuvat riskien arvioimiseen ja laskemiseen.” Ja samoin, että ”Riskinarviointi ei siis itsessään ole riskien hallintaa vaan siitä tulee riskien hallintaa, kun arvioinnin ajantasaisuutta ja toteutumista seurataan säännöllisesti. Samalla myös saadaan palautetta siitä, miten prosessi toimii ja kuinka toimenpide tavoitteet ovat toteutuneet.

Riskien hallinnassa on kolme avaindimensiota:

- riskien tunnistamista ja arviointia
- päätösten tekemistä
- päätösten toimeenpanoa.”

Työpaikan riskit on tunnettava, koska altistuminen erilaisille työympäristön haittatekijöille, kuten biologisille, fysikaalisille ja kemiallisille vaaratekijöille, voi aiheuttaa sairastumisia ja työkyvyttömyyttä sekä heikentää työssä viihtymistä. Työtapaturmat ja ammattitaudit vähentävät työn tuottavuutta. Riskien hallinta työympäristössä tuo työntekijälle tunteen terveellisestä ja turvallisesta työpaikasta, jossa on mukava työskennellä. (Työterveyslaitos, n.d.)

Vesihuollon töissä on paljon riskialttiita työtehtäviä, esimerkiksi teline-, tikas- ja nostotöissä. Biologisia altisteita ovat näkymättömät eliöt käsiteltäessä viemäriveresiä ja lietteitä. Fysikaalisia vaaroja ovat mm. pumppujen sekä muiden koneiden ja laitteiden melut, korkeapainevesipesut sekä sähkö- ja tulipalovaarat. (Työterveyslaitos, n.d.)

Vesihuollossa käytettävät kemikaalit ja viemäriveden mukana kulkeutuvat aineet ovat kemiallisia vaaratekijöitä. Lisäksi vesihuollon prosesseista voi vapautua työympäristöön terveydelle haitallisia tai räjähtäviä yhdisteitä esim. pumppaamoilla ja suljetuissa tiloissa kuten kaivoissa ja säiliöissä. Psykososiaalista kuormitusta puolestaan aiheuttavat yksintyöskentely, yötyö ja päivystykset sekä vastuu talousveden laadusta ja jäteveden aiheuttamasta ympäristökuormasta. (Työterveyslaitos, n.d.)

4.2.2 Riskiarvioinnin periaatteet

Mervi Sorvojan (2015, s. 38) mukaan Mäkinen (2007) toteaa ”Riskiä määriteltäessä puhuttavan, että riski sisältää todennäköisyyden tapahtumalle / vahingolle sekä kuinka isosta ja vakavasta tapauksesta on kyse. Toisin sanoen:

$$\text{RISKI} = \text{TODENNÄKÖISYYS} \times \text{RISKIN VAKAVUUS}$$

Todennäköisyys kuvastaa sitä tiheyttä, miten usein onnettomuus sattuu ilman turvallisuutta lisääviä toimenpiteitä. Riskin vakavuus taas kertoo, onko kyseessä esim. sairaspöissaoloa aiheuttava pieni haitta vai suurempi vamman tuottava pysyvä haitta.”

Työnantajan on selvitettävä ja tunnistettava työstä, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät. Jos niitä ei voida poistaa, työnantajan on arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Riskien hallinta on selkeä osa turvallisuusjohtamista ja turvallisuusjohtamisen työväline. (Työterveyslaitos, n.d.)

Riskinarviointi on jo itsessään johtamisen työkalu ja sen tavoitteena on turvallisuuden hallinta. Taustalla olevat lait ja asetukset määrittelevät arvioinnin sisältöä. Tämän vuoksi prosessijohtaminen ja riskinarvioinnin periaatteet kulkevat hyvin käsi kädessä. (Haikama, 2011, s. 10)

Työpaikalla riskinarvioinnin tavoitteena on selvittää ennakoivasti vaaratekijät ja niiden terveydellinen merkitys, jotta tarvittavat ennalta ehkäisevät toimenpiteet ja suojelutoimenpiteet voidaan toteuttaa tehokkaasti. Vaarojen selvittäminen ja arviointi on kohdistettava kaikkiin töihin työpaikalla mukaan lukien ennakoitavissa olevat huollot, häiriötilanteet, sekä työt työpaikan ulkopuolella että ulkopuolisten työskentely työpaikalla (esim. aliurakointi). Lisäksi on huomioitava mm. raskaana olevien naisten ja ikääntyvien erityistarpeet. Riskin arviointi alkaa työpaikan vaarojen, altisteiden ja kuormitustekijöiden tunnistamisesta. (Työterveyslaitos, n.d.)

Riskin arvioinnissa selvitetään altistumisen mahdollisuus ja määritetään riskin suuruus eli riskitaso (merkityksetön, vähäinen, kohtalainen, merkittävä, sietämätön riski). Riskin suuruuden määrittämisessä otetaan huomioon sekä vaaratilanteen aiheuttamat haitalliset

seuraamukset että aiheutuvien vahinkojen esiintymisen todennäköisyys. (Työterveyslaitos, n.d.)

Kattavammin Lindströmin työsuojelutoiminnasta voi lukea Reija Haikaman Hämeen Ammattikorkeakoulussa v. 2011 julkaistusta opinnäytetyöstä ”Riskikartoituksen tulosten siirtyminen systemaattisesti työohjeisiin Lindström Oy:ssä ja sen tytäryhtiöiden moduulipesuloissa”, tai Mervi Sorvojan Lapin Ammattikorkeakoulussa v. 2015 julkaistusta opinnäytetyöstä ”Henkilöturvallisuuden johtamisen malli”.

4.3 Jätevedenpuhdistus teollisuudessa

Jätevedenpuhdistus teollisuusympäristössä kattaa useita erilaisia prosessinosia ja paljon erilaisia laitteita. Toiminta sisältää sekä mekaanisia että fysikaalis-kemiallisia prosesseja, joihin liittyy erilaisia laitteita ja automaatiota. Samoin prosessit voidaan jakaa, kuten tarkasteltavalla laitoksella jatkuvatoimisiin ja panosprosesseihin.

4.3.1 Prosessi

Prosessi on melko yleisesti käytetty sana arjen työympäristössä. Se mitä sillä tarkoitetaan voi kuitenkin vaihdella hieman eri ympäristössä. Siitä on muotoutunut yleisnimi monille sellaisille toiminnoille, missä myös automaatiota on mahdollista hyödyntää. Kirjassa ”Automaatiotekniikan perusteet” kuvataan prosessi seuraavasti:

Prosessilla tarkoitetaan järjestelmää tai systeemiä, jossa esiintyy mekaanisia, sähköisiä, fysikaalisia tai kemiallisia ilmiöitä, jotka liittyvät kiintoaineiden, nesteiden, kaasujen tai energian siirtoon ja varastointiin tai olomuodon muutoksiin. Prosessiin vaikuttavat tulomuuttujat ovat herähteitä ja prosessin vasteet ovat lähtömuuttujien arvoja ajan funktiona. (Kippo, T. & Tikka, T., 2008)

4.3.2 Jatkuvatoiminen prosessi ja panosprosessi

Tässä työssä huoltotoiminta- ja riskiarviointiprosessin lisäksi prosessikäsite sisältää teollisen jätevedenpuhdistukseen liittyvän puhdistusprosessin, jossa pesulan jätevesistä erotetaan

pääasiassa öljyä, rasvoja, kiintoaineita ja raskasmetalleja. Kyseinen prosessi käsittää sekä jatkuvatoimisen prosessin öljyjen ja rasvojen erotuksessa että panosprosessin raskasmetallien poistossa. Kiintoainetta erottuu molemmissa.

Jatkuvatoimista prosessia ja panosprosessia voidaan kuvata erityyppisessä ja eri materiaaliin liittyvässä prosessissa. Oleellinen ero näissä on, että jatkuvatoimisessa prosessissa virtaama on jatkuvaa ja esimerkiksi tässä tarkastellussa prosessissa kemiallinen reaktio tapahtuu jatkuvan virtauksen ollessa käynnissä. Panosprosessissa puolestaan käsittelyssä oleva jätevesi syötetään panosreaktoriin, missä tapahtuu kemiallinen reaktio tietyssä ajassa, minkä jälkeen panosliuos ohjataan pois reaktorista. Suomen Vesiyhdistyksen (Vesiyhdistys, n.d.) verkkojulkaisussa kuvataan aktiivilietepuhdistamolla käytössä olevien prosessien ominaisuuksia seuraavasti: ”Jatkuvatoimisissa puhdistamoissa jätevettä johdetaan jatkuvasti prosessiin ja siitä pois. Toinen vaihtoehto on panosprosessi, jossa hapellinen ja hapeton tila sekä biolietteen erottaminen tapahtuvat samassa säiliössä.”

4.3.3 Automaatio ja siihen liittyviä mittauksia

Jätevesilaitoksen prosessin ohjausta tarkastelukohteessa suoritetaan käyttäjien ohjaamina ja valvonnassa, mutta pääosan työajasta kunnossapitohenkilöt toimivat kuitenkin muualla kuin puhdistamolla. Tästä syystä laitteiston käyntiajasta on suurin osa ohjattu automaation avulla. Näin toimien onnistutaan myös vähentämään henkilötöytunteja pelkän valvonnan osalta.

Automaatio tarkoittaa automatisoitujen koneiden ja tuotantolinjojen käyttöä. Automaatiikalla puolestaan tarkoitetaan esimerkiksi automaattisten tuotantolinjojen toimintaa.

Tuotantoautomaation yksi pääalueista on tuotannon ohjaus ja tuotanto taas voidaan luokitella prosessiautomaatioon, jos tuotetta käsitellään jossakin muussa, kuin kiinteässä olomuodossa sen ollessa tuotantovaiheessa, esimerkiksi vedenpuhdistuksessa. Prosessit puolestaan ovat usein panostoimivia, joita ohjataan reseptipohjaisella raaka-aineannostelulla (Fonselius ym., 1996, ss. 7-8)

Prosessiautomaatio on teollisuuslaitoksessa sovellettua automaatiota. Se sisältää erilaista tekniikkaa, johon kuuluu mitta- ja toimilaitteita sekä tietokonepohjaisia

automaatiojärjestelmiä, sisältäen mm. loogisia operaatioita, päättelyä, säätölaitteita.

Prosessiautomaatio voidaan puolestaan jakaa kahteen pääluokkaan, panosprosessien ja jatkuvatoimisten prosessien automaatioon. (Heinonkoski ym., 2008, ss 84-86)

Tarkasteltavalla jätevesilaitoksella käytetään erilaisia toimi-, säätö- ja mittalaitteita esimerkiksi virtauksen, pH:n ja pinnan mittauksessa ja säätämässä. Esimerkiksi pH:n mitta-anturit ovat sijoitettu hapotusprosessiin ja myös metallien saostusprosessiin, joissa anturien antaman tiedon perusteella automatiikka säätelee liuoksen pH-arvoa, syöttämällä prosessiin tarvittavan määrän happoa tai emästä. Annostelun määrää toteutetaan venttiilien avulla. Toisaalta metallien saostusprosessissa luodaan kemiallisia reaktioita myös reseptipohjaisella annostelulla panostyyppisessä käsittelyssä, jolloin hyödynnettävän kemikaalin määrämittaus perustuu pumppauksen virtausnopeuteen ja aikaan.

Virtausmittauksia käytetään laajasti prosessiautomaatiossa nesteen mittauksissa.

Huomioitavaa kuitenkin on, että samalla mittarilla voidaan usein mitata vain harvoja aineita ja prosessiolot vaikuttavat merkittävästi laitteiden tarkkuuteen ja luotettavuuteen.

Mittareiden ylläpidolle haastetta aiheuttaa myös se, että yleensä niiden käsittely vaatii tuotannon keskeyttämisen. Oikein valittu, kalibroitu ja huollettu virtausmittari on usein kuitenkin huoltovapaa ja luotettava. Mittarin luotettavuutta voidaan parantaa hyvällä kunnossapidolla. (Heinonkoski, 2013, ss. 77-79)

Pinnanmittauksessa voidaan käyttää mm. mekaanisia kytkimiä eli rajakytkimiä, vaikkakin niiden osuus on vähentynyt automaatiossa. Niiden havainnollisuuden, hyvän häiriönsietokyvyn ja korroosiokeston ansiosta niitä edelleen kuitenkin käytetään paljon. (Heinonkoski, 2013, s. 96) Tarkasteltavassa kohteessa näitä käytetään panosprosessissa panoksen koon määrittämisessä liuoksen nestepinnan korkeudesta.

Hapot ja emäkset jaetaan vahvoihin ja heikkoihin sen mukaan, kuinka syövyttäviä ne ovat.

Tarkasteltavassa prosessissa on käytössä vahvana happona tunnettu rikkihappo (H_2SO_4) sekä vahvana emäksenä tunnettu natriumhydroksidi (NaOH), joka tunnetaan arkikielessä myös nimellä lipeä. Näiden kemikaalien syöttöä säädeltiin prosessissa pH-mittausta hyödyntäen.

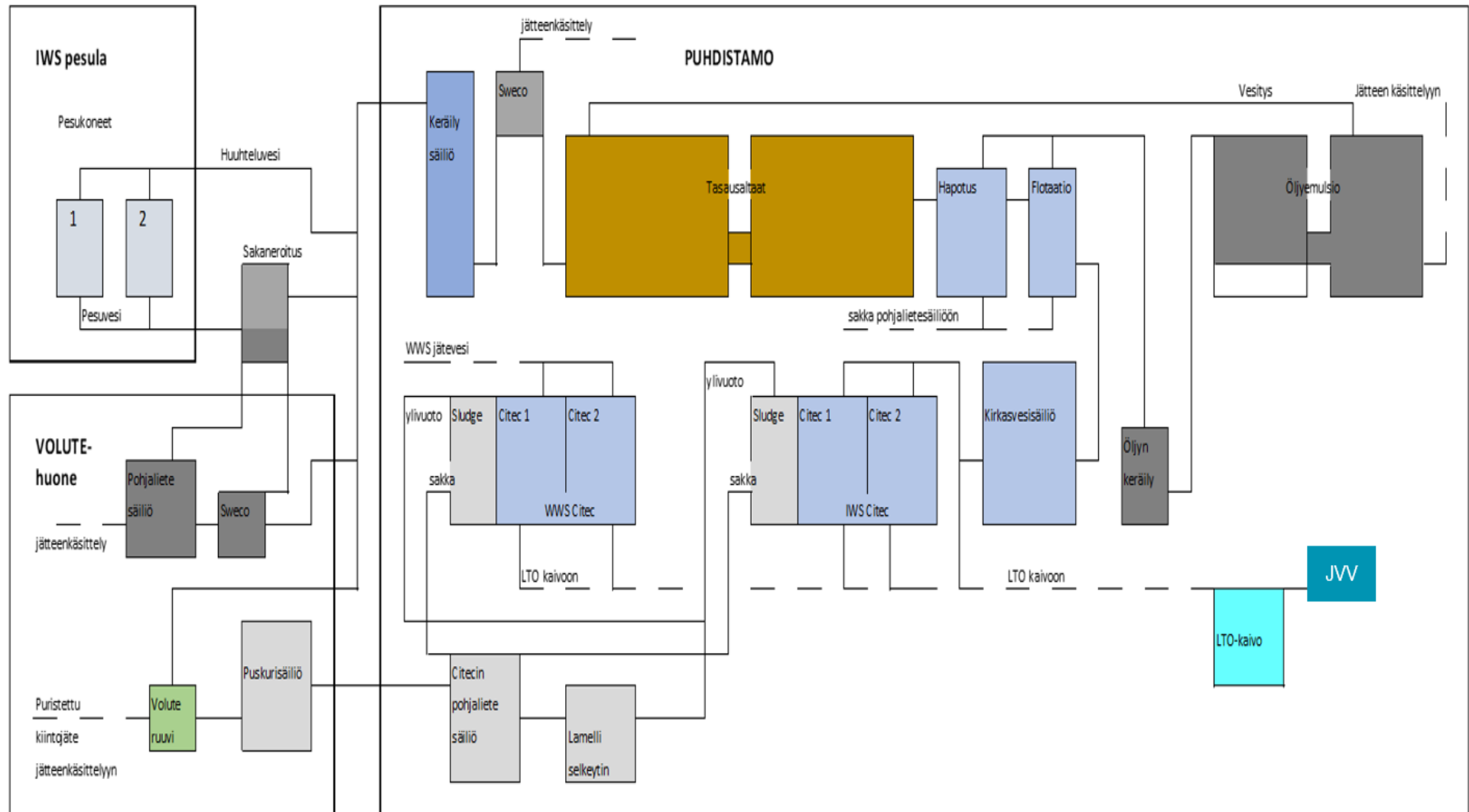
pH-mittaus on yleinen analyysimittaus, mikä on logaritminen ja hankala lineaariseen mittaamiseen verrattuna. Se ilmaisee vetyionien määrän liuoksessa, mikä puolestaan kertoo kuinka vahvoja tai heikkoja hapot ja emäkset ovat. pH-anturissa on kaksi eri elektrodia, joista toinen ei reagoi mittaukseen ja toinen tutkii vetyionien määrää. pH-mittaus on herkkä anturin likaantumiselle, mikä vaatiikin mittarilta puhtautta ja tämä puolestaan anturin säännöllistä puhdistusta ja tarvittaessa kalibrointia. (Heinonkoski, 2013, ss. 91-92)

4.3.4 Lindström Oy:n jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi

Pääpiirteittäin jätevedenpuhdistusprosessi etenee siten, että jätevesi vastaanotetaan laitokselle sakanerotuksen kautta, jolloin raskaampi kiintoaine poistetaan jätevedestä ja ohjataan pohjalietesäiliöön. Tässä yhteydessä jätevesi ohjataan kahden täryseulan kautta tasausaltaisiin, missä se homogenoituu tasaisemmin käsiteltäväksi lietteeksi. Kyseinen öljyinen liete johdetaan hapotukseen, missä sen pH pudotetaan rikkihapon avulla alhaiseksi ja näin parannetaan öljyn ja rasvan erottumista omaksi faasiksi, jolloin se voidaan kaapia pinnalta pois. Tämän jälkeen kirkaste johdetaan flotaatioon, missä edelleen kiintoainepartikkeleita nostatetaan altaan pinnalle ja poiskaavittavaksi. Flotaatiosta vesi ohjataan kirkastealtaaseen varastoitavaksi ennen sen siirtämistä panosreaktoriin hydroksidisaostukseen. Saostettu liete ohjataan tämän jälkeen kiintoainepuristimelle ja puhdistettu jätevesi ohjataan tarkastuskaivoon. Puristettu sakka poistetaan prosessista jätteenä ja lietteestä erotettu vesi johdetaan takaisin puhdistusprosessiin.

Kuvassa 6 on kuvattu puhdistamoprosessin jätevesien kulkeutuminen puhdistusprosessin läpi kokoomakaivon (LTO-kaivo) kautta kunnalliseen jätevesiverkostoon sekä vaaralliseksi luokitellun lietteen kulku jätteenkäsittelyyn.

Kuva 6. Tilaajan puhdistamoprosessi.



4.3.5 Öljyn erotus

Hiilivetyjen poisto jätevedestä on välttämätöntä ennen muuta käsittelyä, jotta niiden haitallinen vaikutus fysikaaliskemialliseen reaktioon voidaan minimoida. Periaate on hyödyntää painovoimaa erotettaessa kahta eri tiheyden omaavaa nestettä. On syytä erottaa toisistaan luonnollinen painovoima, mikä ei vaadi lisäenergiaa ja keinotekoinen voima, mikä perustuu lisäenergian käyttöön. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 2003, s. 74)

Painovoimaisen erottelun tehokkuus perustuu öljykuplien kykyyn nousta ylöspäin, mikä riippuu suoraan seuraavista tekijöistä:

ρ' = öljyn tiheys

d = öljypisaroiden halkaisija

Öljyn nousunopeutta määrittelee kaava, joka perustuu Stokesin lakiin pyörteettömässä virtauksessa. Muut tekijät ovat vähemmän merkittäviä tai vakioita. Kyse on seuraavista tekijöistä:

$$V = d^2 * g(\rho - \rho') / 18 * \eta$$

ρ = veden tiheys

g = painovoiman kiihtyvyys

η = veden dynaaminen viskositeetti

Erottumista haittaavia esimerkkitekijöinä voidaan mainita kiinteiden aineiden, kuten metallihiukkasten tarttuminen öljyyn, jolloin syntyy raskaampia ja huonommin pintaan nousevia öljypisaroita. Lisäksi voidaan mainita konvektiovirtausten muodostuminen, mitä syntyy, jos vettä lämmitetään parannettaessa rasvanpoistoa sekä pinta-aktiivisten aineiden vaikutukset, liuoksen voimakas sekoittuminen ja pyörteet. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 2003, s. 75)

4.3.6 Flotaatio

Antti Aution (2010, s. 7) mukaan Perry & Green (1997) kuvaa ”Flotaation olevan fysikaalinen prosessi, joka perustuu kolmen eri faasin vuorovaikutukseen. Nämä faasit ovat kiinteä, neste ja kaasu. Flotaatiota tutkiessa on hyvä ymmärtää kiinteän pinnan ja fysikaalisen pinnan kostuvuus ja flotaatioreagenssien aiheuttaman kemiallisen reaktion sekä kupla-partikkelikäyttäytymisen vaikutus flotaatioon.”

Lisäksi Aution (2010, s. 7) mukaan Bailey ym. (2000) ja Perry & Green (1997) toteavat, että ”Flotaatioprosessissa hydrofiiliset eli vettä puoleensa vetävät partikkelit kostuvat vedestä, kun taas hydrofobiset eli vesimolekyylejä hylkivät partikkelit kostuvat öljyistä tai ilmakuplista. Tämän perusteella ilmakuplia käytettäessä hydrofobiset partikkelit nousevat kuplien avulla pinnalle, mistä partikkelit voidaan kerätä pois. Lisäämällä tarvittavat flotaatioreagenssit voidaan hydrofiiliset partikkelit muuttaa näiden reagenssien avulla kemiallisesti hydrofobisiksi.”

Kiinteiden aineiden erotus toisistaan selkeyttimellä perustuu painovoiman vaikutukseen ja hiukkasten laskeutumiseen laitteen pohjalle, mutta flotaatiossa luodaan ylöspäin suuntautuva liike, joka kasaa hiukkaset poistettavaksi altaan yläosasta. Periaate on pienentää nestettä suuremman tiheyden omaavien hiukkasten painoa vaahdottamalla nestettä. Kiinteät hiukkaset voivat liittyä ilmakupliin muodostaen nestettä kevyempiä ryhmiä saaden aikaan flotaation eli kellutuksen. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 2003, s. 71)

Kaasukuplan nousunopeus pyörteettömässä laminaarisessa nesteessä saadaan Stokesin kaavalla:

$$V = d^2 * g(\rho_L - \rho_G) / 18 * \eta$$

d = kuplan halkaisija

ρ_L = kaasun tiheys

ρ_G = nesteen tiheys

η = nesteen dynaaminen viskositeetti

Kokemus on osoittanut, että 15-50 mikrometrin kokoiset kuplat ovat toimivimpia ja niiden nousunopeus pysyy pienenä (n. 6 m/h) parantaen hiutaleiden törmäys- ja yhdistymistodennäköisyyttä. Menetelmän käyttö kuitenkin edellyttää kolmen ehdon täyttymistä: on vältettävä isojen kuplien muodostumista, vain pieni osa kuplista saa muodostua ennen ilmalla kyllästetyn veden ja raakaveden kunnollista sekoittumista ja hiutaleet eivät saa hajota sekoituksen aikana. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 2003, s. 72)

4.3.7 Koagulaatio ja flokkaus

Termi "koagulaatio" tulee latinankielisestä sanasta coagulare, mikä tarkoittaa hyytymistä. Tämä prosessi kuvaa vaikutusta, joka syntyy lisäämällä kemikaalia kolloidiseen dispersioon, mikä johtaa hiukkasten epävakautteen reaktion avulla, joka pyrkii pitämään hiukkasen erillään. Hyytyminen saavutetaan lisäämällä sopiva kemikaali, joka saa partikkelit tarttumaan yhteen kosketuksen yhteydessä. Koko prosessi tapahtuu hyvin lyhyessä ajassa, todennäköisesti alle sekunnissa, ja johtaa aluksi mikroskooppisiin hiukkasiin. Koagulaatio vedenkäsittelyssä saavutetaan poikkeuksetta käyttämällä suoloja, jotka hydrolysoituvat vedessä. Sameaan veteen lisätään alumiini- tai rautasuolaa. (Himanshu & Vashi, 2015, ss. 14-15)

Koagulointi on kolloidihukkasten yhtymistä suuremmiksi partikkeleiksi (agglomeraatio) perustuen fysikaaliskemiallisiin ilmiöihin. Koagulointi edistää suspendoituneiden kiintoaineiden ja kolloidien poistamista nesteestä prosessin myöhemmissä vaiheissa mm. suodatuksen avulla. Koagulantteina käytetään yleensä kolmiarvoisia metallikationeja, kuten rautaa ja alumiinia, tai kahden metallin yhdistelmiä. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 2003, ss. 45-46)

Hyytymismekanismi – flokkulaatio voidaan selvittää kolmella vaiheella. Ensimmäisessä vaiheessa positiivisesti varautuneet alumiini-ionit (Al^{3+}) houkuttelevat negatiivisesti varautuneita hiukkasia, jotka aiheuttavat väriä ja sameutta, ja sitten ne muodostavat pieniä hiukkasia, joita kutsutaan mikroflokeiksi. Tämä osoittaa saostumisen alkaneen. Toisessa vaiheessa, monien mikroflokkien ollessa positiivisesti varautuneita, alkavat ne houkuttaa ja pitää kiinni negatiivisemmin varautuneista väriä ja sameutta aiheuttavista materiaaleista.

Nämä kaksi ensimmäistä vaihetta tapahtuvat hyvin nopeasti, jopa mikrosekunnissa. Viimeisessä vaiheessa mikroflokkihiukkasista kasvaa helposti näkyviä partikkeleita. Tämä kasvu tapahtuu osittain väriä ja sameutta aiheuttavien materiaalien jatkuvan vetovoiman ansiosta; osittain virusten, bakteerien ja levien adsorptoitumisella mikroflokkiin ja osittain mikroflokkien satunnaisilla törmäyksillä, jotka aiheuttavat hiukkasten tarttumisen yhteen. (Parimal, 2017, ss. 29-30)

Flokkauksessa vesi saatetaan pyörteiseen liikkeeseen, jotta saostuneet pienet hiukkaset osuvat toisiinsa muodostaen suurempia hiukkasia. Flokkauksessa käytetään prosessia tehostamaan erilaisia polymeerejä, jotka liittävät destabiloidut mikroflokkit makroskooppisiksi flokeiksi. Polymeerit ovat ketjumaisia suurimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä. Ne käyttäytyvät vesiliuoksessa elektrolyyttien tavoin muodostaen ionisuutensa perusteella positiivisesti tai negatiivisesti varautuneita suurimolekyylisiä ioneja veteen. Polymeerin valintaan vaikuttaa pääsääntöisesti kolloidin tai flokin pintavaraus. Kationisia polymeerejä käytetään yleensä, kun flokin pintavaraus on negatiivinen ja päinvastoin. Näin yksikertainen asia ei kuitenkaan aina ole ja lopullinen polymeerivalinta tapahtuukin laboratoriomittakaavan kokeilla. (Siivinen & Mathiuout, 1999)

4.3.8 HeavyReg-saostusmenetelmä

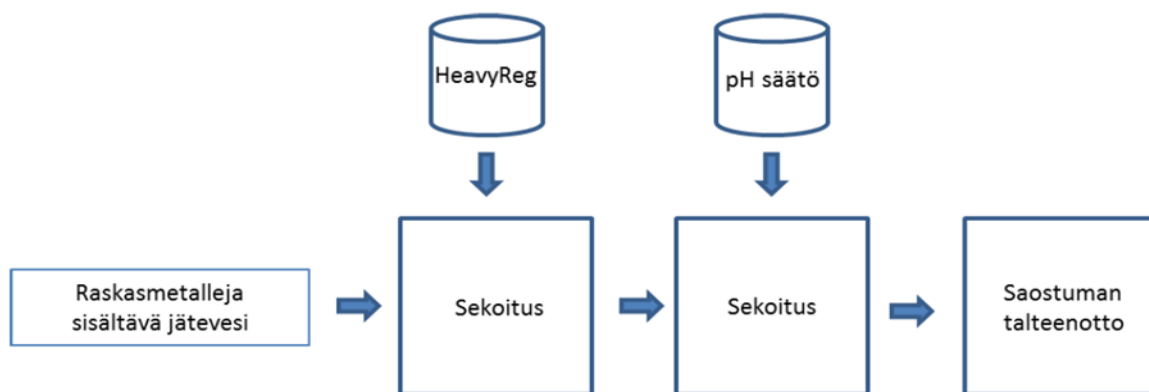
Kemiallinen saostaminen eli reaktiivinen kiteyttäminen on tehokas ja yleinen menetelmä raskasmetallien poistossa jätevedestä. Lisäämällä jäteveteen anonia saadaan muodostettua niukkaliukoinen yhdiste metallikationin kanssa. Kemiallinen saostuminen alkaa kideytymisen syntymisellä ja partikkelin kasvulla, joka jatkuu sekundäärimekanismeilla, sekasaostumisena ja adsorboitumisena. Saostunut kiintoaine voidaan helposti erottaa jätevedestä. Teolliset jätevedet sisältävät kuitenkin monenlaisia epäpuhtauksia, kuten suoloja ja orgaanisia molekyylejä, jotka muokkaavat tai estävät saostumista. (Uusitalo, 2018, s. 7)

Kierto Ympäristöpalvelut Oy käyttää jätevedenpuhdistamollaan niin sanottua HeavyReg-tekniikkaa raskasmetallimetallien saostamiseksi pintakäsittelyteollisuuden jätevesistä. Menetelmä on yksinkertainen ja syntyvä saostuma on pysyvää, vaaratonta ja sitä on mahdollista käyttää hyödyksi. HeavyReg-saostusmenetelmän raskasmetallien saostuksen pH-riippuvuutta on tutkittu laboratoriossa, tavoitteena selvittää pH-arvot, jolloin

raskasmetallit olivat saostuneet viemäriarajat ylittävään pitoisuuteen. (Uusitalo, 2018, ss. 7-8)

Kuvassa 7 on esitetty HeavyReg prosessin periaatekuva. Kattavamman selvityksen tämän opinnäytetyön projektissa käytetystä HeavyReg-menetelmästä voi lukea Mikko Uusitalon Turun Ammattikorkeakoulussa vuonna 2018 julkaistusta opinnäytetyöstä ”Raskasmetallien saostusmenetelmän pH-optimointi”.

Kuva 7. HeavyReg prosessin periaatekuva (Uusitalo, 2018, s. 27)



4.3.9 Teollisuusjäteveden laatu

Puhdistustulosta mitataan laboratoriossa puhdistamolta toimitetuista vesinäytteistä. Jäteveden analysointi perustuu teollisuusvesiä koskeviin säädöksiin ja niiden pohjalta tehtyyn jätevesisopimukseen paikallisen jätevedenpuhdistamon kanssa.

Teollisuusjätevesisopimuksessa voi olla ehtoja koskien yhteydenpitovelvollisuutta, jäteveden määrää ja laatua, jäteveden johtamistapaa, esikäsittelyä, määrän ja laadun tarkkailua sekä sen muuttamista ja voimassaoloa. Yleensä sopimukseen kirjatut asiat ovat ensisijaisesti noudatettuja, mutta myös vesihuoltolaitoksen yleisiä ehtoja voidaan sopia noudatettaviksi, jolloin ne annetaan sopijapuolille sopimuksen yhteydessä, tai kirjataan liitteeksi sopimusasiakirjoihin. Jäteveden virtaamaa voidaan rajoittaa ja velvoittaa toimijaa tasaamaan niitä tasausaltaissa, tai vaihtoehtoisesti sopia kustannusjaosta, jos vesilaitos huolehtii virtauksen huippujen käsittelystä. Sopimuksessa sovitaan myös jäteveden tarkkailusta,

jolloin huomioidaan näytteenottopaikka, jäteveden määrä ja laatu. Jos toimijalla on ympäristölupa, on sen ja vesisopimuksen tarkkailut järkevää yhdistää. (Suomen Vesilaitosyhdistys ry & Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, 2011, ss. 20-22)

Jätevesinäytteet otetaan jätevedenkäsittelyprosessista poistuvasta vedestä puhdistusprosessin jälkeen ja näytteenottopaikka voi olla esimerkiksi poistuvan veden tarkastuskaivosta. Kokoomanäyte tuotetaan yhdistämällä useita näytteitä, joita otetaan säännöllisin väliajoin vuorokauden aikana. Menetelmä soveltuu keskisuurille kuormittajille. Suurempien kuormittajien kohdalla on suositeltavampaa ottaa näytteet virtaaman suhteessa. (Suomen Vesilaitosyhdistys ry & Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, 2011, ss. 50-51)

5 Osaprojektien tulokset

Osaprojektit toteutettiin omina kokonaisuuksinaan, mutta kuitenkin linkittyen koko ajan toisiinsa. Toimintaohjeiden lisäksi toteutettiin tiettyjä opinnäytetyön ulkopuolelle rajattuja seurantoja, mitkä vahvistivat laitoksen hallittavuutta. Turvallisuuteen liittyvät tarkastelut johtivat joihinkin laitteiden kehitystoimiin. Prosessissa tehdyt muutokset vaikuttivat prosessin läpimenon lisäksi kemikaalien ja jätteiden määrään ja sitä kautta kustannuksiin.

5.1 Teollisuusjätevedenpuhdistamon operoinnin ohjeet

Muutostilanteessa todettiin, että jätevedenpuhdistamolle oli kuluneiden viiden vuoden aikana tuotettu uusia laitteita ja toimintatapoja ja kemikaalit prosessissa olivat osittain vaihtuneet. Niinpä puhdistamon operoinnille haluttiin päivittää toimintaohjeistus siten, että se soveltui yrityksen oman henkilöstön toimintarytmiin.

Prosessiohjeet laadittiin tutkimalla olemassa olevia ulkoisen toimijan dokumentteja ja kartoittaen kunnossapitotiimin muistitietoa laitteistosta. Näiden pohjalta koottiin päivitetty ohjeistus huomioiden muuttunut tilanne ja käytännön tekijät sekä kunnossapitomiesten työajan sijoittuminen päivänrytmiin. Kuluneen viiden vuoden aikana oli laitokselle tehty kuitenkin jonkin verran muutoksia ja uusia laitteita oli otettu käyttöön, joiden ohjeistukset tuli käsitellä tarkemmin. Positiivista tilanteesta oli, että oma kunnossapitotiimi oli aiemmin

joissain tilanteissa tarjonnut apuaan ja tarvittaessa tehnyt joitain muutostöitä laitoksella myös ulkoiselle operaattorille, minkä vuoksi laitteet eivät olleet täysin uusia muutostilanteessa. Kokonaisuudessaan muutokset eivät olleet merkittävän suuria ulkoisen toimijan dokumentteihin nähden, mutta päivittäminen oli kuitenkin tarpeellista, jotta saatiin viimeinen tieto ja yhtenäinen toimintatapa jokaiselle kunnossapidon toteuttajalle. Ohjeistukset luotiin myös sellaisiksi, että tarkastuskierros oli mahdollista suorittaa ilman erityistä kunnossapito- tai operointiosaamista, edellyttäen kuitenkin, että perusymmärrys prosessista oli olemassa. Tätä edellytti myös turvallisuuskulma, mikä rajasi lupaa liikkua puhdistamon tiloissa.

Rutiinipohjaiseen tarkastuskierroksen ja aistinvaraisen tarkkailun rytmitystä mietittiin suhteessa muuhun palvelukeskuksen kunnossapitotoimintaan ja lopulta päädyttiin siihen, että palvelukeskuksen toimiessa pääsääntöisesti venytetyssä kahdessa vuorossa, molempien työvuorojen alkaessa tehtäisiin tarkastuskierros ja kolmannen kerran vielä illalla, kun vedenkulutus vähenisi ja puhdistamon toiminta hiljenisi. Tällä uskottiin saavutettavan riittävä näkymä puhdistamon prosessin ja laitteistojen toimintaan rutiini tarkastuksina. Tämän lisäksi toimintaan kuuluisi erilliset käynnit tilanteissa, missä laitteisto antaisi hälytyksen toimintahäiriöistä kunnossapitomiesten puhelimiin. Muutosvaiheen alussa tapahtui seuranta myös opinnäytetyöhön liittyvän prosessin tarkkailun myötä sekä yhdessä konsultoivan yrityksen asiantuntijan kanssa tehty tarkkailu kehityspäivinä, joita määritettiin alkuvaiheessa 6 kpl/kk.

Kun ohjeistukset oli koottu, ne läpikäytiin vielä kunnossapitovastaavan kanssa varmistaen, että ohjeet ovat selkeät ja toimenpide-ehdotukset vaikutuksiltaan toteutettavat ja riittävät. Ohjeistus lisättiin puhdistamon dokumentteihin ja kunnossapitovastaava kävi ohjeistuksen kunnossapitotiimin jäsenten kanssa läpi.

5.1.1 Toiminta päivittäisessä tarkkailussa

Rutiinitarkkailu päätettiin suorittaa vähintään kolme kertaa päivässä.

Kunnossapitohenkilöstö oli töissä välillä 04.00-22.00. Tällöin ensimmäinen tarkastuskierros puhdistamolla suoritettiin, kun talon käynnistysrutiineihin liittyvät toimenpiteet olivat suoritettu ja pesut aloitettiin, jolloin puhdistamolle alkoi virrata jätevettä. Edellisenä iltana

oli kaikki jätevesi pääsääntöisesti käsitelty. Jos sitä kuitenkin oli jäänyt altaisiin, käynnistettiin prosessi heti aamulla, ennen pesujen aloittamista. Toinen kierros sijoittui vuorojen vaihduttua alkuiltapäivään. Kellonaika ei ollut välttämättä aina sama, koska vuorot saattoivat muista syistä olla porrastettuja, aikaikkunan ollessa kuitenkin noin kaksi tuntia. Kolmas kierros suoritettiin iltavuoron päättyessä, jolloin vielä tarkastettiin, että kaikki laitteet toimivat ja päivän jätevesimäärät oli saatu käsiteltyä. Ennakkohuollon tarkastusohje sisälsi ohjeet päivittäiselle rutiinitarkastukselle sekä viikoittaiset ja kuukausittaiset työohjeet.

Päivittäisellä kierroksella hyödynnettiin tekniikan lisäksi 3K -menetelmällä henkilökohtaisia aisteja, joiden avulla tarkastelemalla silmämääräisesti laitteiden kuntoa ja kuulostelemalla laitteiden käyntiäänäitä varmistettiin, että ne toimivat odotetusti. Ohjeeseen oli merkitty keskeisimmät laitteet, jotka tuli tarkastaa, mutta samalla seurattiin kaikkia muitakin laitteita ja altaissa tapahtuvia kemiallisia reaktioita. Erityisesti tuli seurata hapotusäiliön ja flotaatiosäiliön toimintaa sekä raskasmetallien saostumista Citec laitteistossa. Näiden prosessien toimivuuden näki melko hyvin myös paljaalla silmällä, mutta tarvittaessa prosessista voitiin ottaa myös vesinäytteitä, joiden analyysit kertoivat prosessin toimivuudesta lisää. Myös emulsiosäiliön vesityksen toteuttaminen oli keskeisiä päivittäisiä rutiinitehtäviä, mikä suoritettiin joka aamu, kun faasinmuodostuminen oli parhaimmillaan. Lisäksi kierrokseen kuului polymeeripanosten valmistus siten, että ne eivät päässeet loppumaan prosessissa. Näitä tehtiin sekä metallien poistossa että ruuvipuristimelle kulkevaan virtaukseen. Samoin kierrokseen kuului myös jätekonttien vaihtaminen, mikäli ne olivat täyttymässä.

5.1.2 Toiminta prosessin hälytystilanteessa

Prosessihälytyksissä toimimisesta tehtiin oma listauksensa ja ohjeensa, mihin saattoi tukeutua, mikäli katsoi siihen tarvetta. Prosessissa tapahtuvat häiriöt viestittiin automaattisesti hälytyksinä kunnossapitotiimin puhelimiin. Ohjeeseen kirjattiin hälytyksen nimi, millä se puhelimestakin näkyi sekä todennäköinen syy hälytykselle ja ehdotus mahdollisesta korjaustoimenpiteestä. Hälytysten perusteella löydettiin ongelmakohta välittömästi. Mikäli syy oli jokin muu tai ratkaisu ei soveltunut tilanteeseen, tuli ongelmaa tarkastella laajemmin ja tarvittaessa konsultoida kollegoita. Tällainen tuntematon uusi poikkeama tuli ilmoittaa tiimille ja esimiehelle, jotta se saataisiin kirjatuksi mukaan listaan ja

myös sille löytyisi jatkossa valmis ratkaisuedotus. Näiden toimintojen osalta ei oltu täysin uudessa tilanteessa, koska hälytyksiin oli reagoitu tarvittaessa myös ulkoisen operaattorin aikana, mikäli sen henkilöstöä ei ollut kyseisellä hetkellä paikalla tilanteen sattuessa, tai operaattori tarvitsi muuten lisävoimia ongelmien selvittämisessä. Tämän ohjeen sisältö kohdistettiin vain kunnossapitotiimin käyttöön, eikä sen selväkielisyydellä ollut samaa vaatimusta kuin ennakkohuollon rutiiniohjeessa.

5.2 Työturvallisuusriskit ja niiden arviointi

Riskien hallinnan osalta työ aloitettiin olemassa olevien materiaalien pohjalta läpikäymällä riskien hallinta dokumentit, jotka sisälsivät Lindströmin kunnossapitomiesten päivittäisen toiminta-alueen. Nämä kattoivat työskentelyn jätevedenpuhdistamon toiminta-alueen rajapinnassa. Varsinaisesti puhdistamolla olevista vaaroista oli ulkoisella toimijalla tehtynä oma kartoituksensa, mikä oli yhteistyössä aiemmin myös läpikäyty. Dokumentit liitettiin yhdeksi kokonaisuudeksi ja kaikki dokumenteissa olleet vaarakohdat arvioitiin uudelleen, liittäen mukaan uusia vaarakohtia, mitä kartoituksen yhteydessä havaittiin.

Prosessia käsiteltiin vedenpuhdistusprosessin etenemisperiaatteella, eli jokainen prosessivaihe kerrallaan aloituksesta kohti prosessin loppua. Tarvittaessa näihin vielä palattiin, mikäli jossain toisessa yhteydessä huomattiin vaikutteita, tai yhteyksiä jo käsiteltyyn tilanteeseen. Arvioinnissa myös päivitettiin samalla aiemmin, yhteistyön aikana päätettyjen muutosten ja kehitystoimenpiteiden vaikutukset jäännösriskien osalta, jolloin riskiarvioinnille saatiin kattavuutta.

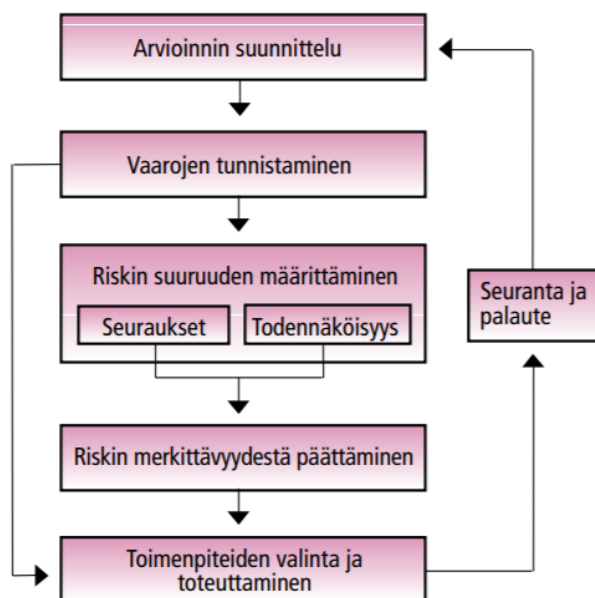
Yhdistetyn kartoituksen valmistuttua, suoritettiin jokaiselle vaarakohdalle uudelleen arviointi ja mietittiin mahdollisesti vaadittavia kehitystoimenpiteitä. Vaikka pääosin tilanne oli kohtuullisen hyvä, löytyi myös korjattavaa. Osa toimenpiteistä saatiin heti korjattua, mutta osalle jouduttiin määrittämään pidempi kehityskaari. Näissä tilanteissa toimintaan kohdistettiin erityyppisiä varotoimia ja henkilökohtaisia suojaimia. Kun kaikki vaarakohdat oli uudelleenarvioitu ja kehitystoimenpiteet määritetty, suoritettiin jäännösriskien arviointi, minkä jälkeen välittömiä toimenpiteitä ei enää koettu jääneen jäljelle. Samalla todettiin myös, että riskiarviointia suoritettaisiin mahdolliset muutokset ja kehitystoimenpiteet

käsitellen vuosittain. Vuosittaisessa tarkastelussa käsiteltäisiin myös ohjeiden toteuttaminen ja esimerkiksi suojavälineiden saatavuuden varmistaminen.

5.2.1 Riskien arviointimenettely

Riskien hallinta on jatkuvaa toimintaa ja arviointeja tarkastellaan ja päivitetään vähintään vuosittain ja/tai aina tarvittaessa. Tarkasteluhetkellä arvioitiin tehtyjä toimenpiteitä, niiden todellista vaikuttavuutta ja tarvittaessa päivitettiin toimintaa toteuttaen arviointiprosessi uudelleen. Kuvassa 8 on esitetty toteutetun arviointiprosessin vaiheet käyttäen Työsuojeluhallinnon opetusmateriaalia.

Kuva 8. Riskien arvioinnin vaiheet (Työsuojeluhallinto, 2013, s. 10)



5.2.2 Riskien luokittelu

Riskiarvioinnissa riskin suuruus arvioitiin todennäköisyyden ja seurausten perusteella. Molemmilla näistä käytettiin kolmea arvioinnin tasoa. Todennäköisyydellä näitä olivat epätodennäköinen, mahdollinen ja todennäköinen. Seurauksilla tasot olivat vähäiset, haitalliset ja vakavat. Taulukossa 1 on esitetty Lindström Oy:ssä käytetty vaarojen tunnistuslomake ja taulukossa 2 on esitetty käytetty arviointimatriisi.

Taulukko 1. Lindström Oy:ssä käytetty ”Vaarojen tunnistamislomake” (Lindström Oy, 2020)

Vaarojen tunnistaminen	
Tapaturma vaarat (Tapaturma)	
Vaara	Syy
Työympäristö	Liukastuminen, kompastuminen, nostot, putoaminen, puristuminen, sähkö tai staattinen sähkö, tavarankuljetukset, hukkuminen,
Esineet ja aineet	Esineiden putoaminen tai kaatuminen, sinkoutuminen, liikkuvan esineen aiheuttama isku, takertuminen liikkuvaan esineeseen, viiltovaara, pistovaara
Henkilön toiminta	suojainten ja suojusten puute, turvaton toiminta, poikkeava tilanteet ja häiriöt, päihteiden väärin käyttö
Muuta	puutteet pelastusvälineissä, puutteet ensiapujärjestelyissä
Työmatka	Liukastuminen, törmäminen pyörällä tai autolla
Fysikaaliset vaaratekijät (Fysikaalinen)	
Vaara	Syy
Lämpötila ja ilmanvaihto	Työpaikan lämpötila, Yleisilmanvaihto ja kodepoistot, Vetoisuus, Kylmät ja kuumat esineet, Työskentely ulkotiloissa
Melu	Jatkuva melu, iskumelu
Valaistus	Yleisvalaistus, Kohdevalaistus työpisteessä, Kulkuteiden turva- ja merkkivalaistus, ulkovaistus
Tärinä	Käsiin kohdistuva tärinä, koko kehoon kohdistuva tärinä
Säteily	Säteilyt mm. ionisoiva, ultravioletti, sähkömagneettiset kentät
Ergonomia vaarat (Ergonomia)	
Vaara	Syy
Työpiste	siisteys ja järjestys, kulkutiet, portaat, tasojen korkeudet, istuin, näytöt
Työasento	jalkojen asento, hartioiden asento, pään ja niskan asento
Ruumiillinen kuormitus	jatkuva istuminen tai seisominen, tauutus, tahti, toistotyö, raskaat nostot
Työvälineet ja -menetelmät	työkalut, koneen ja laitteet, työpisteen tuet ja apuvälineet
Työnmuunneltavuus	Työtilan riittävyys, mahdollisuus vaihdella työasentoja
Kemialliset ja biologiset vaarat (Kem ja Bio)	
Vaara	Syy
Työssä esiintyvät altisteet	Kemikaalit(vaaralliset, haitalliset, syöpää aiheuttavat, allergiaa aiheuttavat), pölyt, kuidut, kaasut(maakaasuputket), höyryt, savut
Kemikaalien käyttö	pakkausmerkinnät, käyttötavat, varastointi, suojainten kunto, ensiapuvälineiden kunto
Tulipalo- ja räjähdysvaara	maakaasuputket- ja liitokset, propaanisäiliö ja öljysäiliö
Biologiset vaarat	Tartuntavaara, sienet ja homeet
Kemikaalien vuotovaara	öljysäiliö
Henkiset vaarat (Henkinen)	
Vaara	Syy
Työnsisältö	Toistotyö tai yksipuolinen työ, Yksin työskentely, Jatkuva valppaana olo, työn pakkotahtisuus, ihmishuolikuormitus,
Organisointi ja toimintatavat	Työnopastus ja perehdyttäminen, Työnjako, tehtäväkuva ja vastuut, tiedonkulku, työilmapiiri, häirintä, työajat,
Työaika	Työvuorojen suunnittelu, kiire, sijaisjärjestelyt,

Taulukko 2. Esimerkki riskitasojen arviointiperusteista, "Tapaturmariskit" (Työsuojeluhallinto, 2013)

TAPATURMARISKIT			
		Seuraukset	
Todennäköisyys	Vähäiset: Poissaolo < 3 pv tai satunnaisia poissaoloja. Lievät vaikutukset: nyrjähdykset, mustelmat, ohimenevä sairaus, epämukavuus	Haitalliset: Poissaolo 3-30 pv tai toistuvia poissaoloja. Pitkäkestoisia vakavia vaikutuksia tai pysyviä lieviä haittoja, murtumat, palovammat, kuulovaurio	Vakavat: Poissaolo > 30 pv tai jatkuvia poissaoloja. Pysyvät vakavat vaikutukset: työkyvyttömyys, vakava työuupumus, työperäinen syöpä, astma, kuolema
Epätodennäköinen: Satunnainen vaaratilanne, altistuminen lyhytaikaista, esiintyy harvoin.	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen: Vaara- tai kuormitus-tilanteet päivittäisiä. Läheltä piti -tapauksia on sattunut.	2 Vähäinen riski	4 Kohtalainen riski	6 Merkittävä riski
Todennäköinen: Vaaratilanteita esiintyy usein ja säännöllisesti. Tapaturmia on sattunut.	3 Kohtalainen riski	6 Merkittävä riski	9 Sietämätön riski

5.3 Teollisuusjätevedenpuhdistamon toiminnan implementointi

Prosessissa tunnistettiin ja tavoitteeksi asetettiin ensimmäisenä alkupään jatkuvatoimisen prosessin öljyjen ja rasvojen erotuksen kehittäminen. Tämän todettiin olevan edellytys jäljempien prosessien menestyksekkäälle hallinnalle. Toinen tavoite koski panosprosessilla toteutetun metallien puhdistamisen varmistaminen ja kehittäminen. Kolmantena ja neljäntenä tavoitteena päätettiin tarkastella alkupään prosessissa kerätyn öljyemulsion sekä loppuprosessissa olevalla suotopuristusruuvilla erotettavan jätteen vesipitoisuuden vähentämistä ja sitä kautta jätetoimitusten vähentämistä. Erillisenä toimenpiteenä oli vielä suursäiliöiden käyttöönotto, mikä oli jäänyt ulkoiselta toimijalta kesken. Tähän kuului säiliöiden putkituksen uusi suunnittelu ja rakentaminen.

5.3.1 Puhdistamoprosessin mallinnus

Jätevedenpuhdistamon toiminnan haltuunotto käynnistettiin käymällä yhtiössä sisäisesti läpi tilannekatsaus. Tällöin läpikäytiin vielä projektin odotukset ja mitä uusi yhteistyösopimus sisälsi. Samoin vahvistettiin, mitä yhteistyöltä ja tiimiltä odotettiin. Seuraavaksi aloitettiin työskentely asiantuntijan kanssa ymmärrettävällä osapuolella, mitä sopimus kyseisessä tilanteessa piti sisällään ja mitkä olivat kunkin vastuut ja velvollisuudet sekä millaiset odotukset projektille oli asetettu.

Tämän jälkeen työ käynnistettiin mallintamalla prosessia. Käytännössä prosessi käsiteltiin ensin teoriassa keskustellen läpi ja pohdittiin teoreettisesti mahdollisia esiin tulevia haasteita. Samalla käytiin läpi laitoksella tunnistetut ja olemassa olevat haasteet, joita haluttiin lähteä kehittämään. Tässä vaiheessa mukana olivat projektityön tekijä, kunnossapitovastaava ja asiantuntija. Tällä ryhmällä käsiteltiin pääosa käytännön kehitystoimenpiteiden toiminnoista, kunnossapitomiesten toimiessa prosessin operaattoreina.

Seuraava vaihe oli käytännön tarkastelu teoreettisen mallinnuksen pohjalta. Laitoksella tutustuttiin puhdistamon kemiallisiin, mekaanisiin ja automaatioprosesseihin. Kaikki vaiheet käytiin läpi keskustellen ja tunnistuen niiden ominaisuudet ja mahdolliset haasteet. Samalla pohdittiin myös tulevia muutoksia ja käytännön kokeita. Kun riittävä käsitys prosessin kulusta oli saatu, siirryttiin käytännön suorittamiseen. Samalla kun käytännön toimenpiteitä suoritettiin, käytiin asiantuntijan kanssa säännöllisesti toimintaa läpi teoreettisesti, varmistaen ymmärrys, mitä missäkin vaiheessa tapahtui ja millaisia tuloksia kokeiluista saatiin. Käytännön menetelmiksi todettiin sopivan laitostasoiset ja laitosolosuhteissa tehtävät kemialliset kokeet, laboratoriotestit, mekaaniset kokeet ja prosessikokeilut.

5.3.2 Asiantuntijayhteistyö projektissa

Työ aloitettiin järjestäytymispalaverilla uuden yhteistyökumppanin edustajan (asiantuntija) ja opinnäytetyö-projektin tekijän (projektipäällikkö) välillä. Tässä vaiheessa oli yhteistyölle sovittu seurantajaksoksi puoli vuotta, minkä pohjalta luotiin kuvaus ja aikataulu toimenpiteille, mitä tultaisiin tekemään. Projektiin vaikuttavat henkilöt nimettiin ja

määritettiin, mikä oli kunkin tehtävä ja vastuualue. Samalla sovittiin yhteisten työpäivien määrä asiantuntijan kanssa ja hahmoteltiin, miten ne sijoittuisivat seurantajaksolla. Määrän osalta päädyttiin alkuvaiheessa kuuteen työpäivään kuukaudessa, mitkä järjestettiin kahtena peräkkäisenä päivänä saavuttaen tehokkuutta toteuttamiseen ja toimenpiteiden seurantaan. Heti alussa vahvistettiin myös varastointimäärät keskitetyissä kemikaalihankinnoissa, mitkä toteutettiin asiantuntijan kautta. Myös puhdistamon jätehallinta keskitettiin; noudot, käsittely ja seuranta toteutettiin yhteistyökumppanin toimesta, joka oli erikoistunut kyseiseen toimintaan. Tällä osa-alueella tehtiin jo aiemmin yhteistyötä, mitä nyt uudessa tilanteessa syvennettiin.

Aloitusvaiheessa käsiteltiin myös muita käytännön asioita, kuten laskutukseen ja viestintään liittyvät asiakokonaisuudet. Viestinnän osalta päädyttiin siihen, että jokaisesta tapaamisesta tulee tehdä vähintään päivämäärällä merkitty kirjaus. Todettiin myös, että molemmat osapuolet tekivät omat kansiot dokumenteille. Näin keskeisimmät muistiinpanot olivat pääosin tallessa, jos tietoteknisesti sattuisi jokin onnettomuus. Asiantuntijan dokumentteihin oli lukuoikeus myös yrityksessä erikseen aiemmin nimetyillä henkilöillä. Pöytäkirjamallin sovittiin tulevan Lindströmiltä, minkä projektipäällikkö tuotti yhteiseen käyttöön.

Lisäksi tässä vaiheessa sovittiin yhteistyöpäivien sisältävän prosessien konkreettista kehittämistä ja myös projektipäällikön sekä muiden Lindströmin henkilöiden kemiallisen tietotason kartuttamista oman jätevesilaitosprosessin ohjaamiseen ja kehittämiseen. Tähän sisältyi käytännön työn ohessa henkilöstön koulutus, opastus ja valmentaminen. Yhteistyöpäivien sisällön katsottiin olevan myös kemikaalilain ja -asetusten, kemikaaliturvallisuuden ja ympäristötietouden asiantuntijatiedon vaihtopäivä.

Yhteistyöhön liittyi suunnitelma tiettyjen kemikaalien vaihtamisesta sekä panosprosessin reseptin muuttaminen ja öljynerottamisen tarkastelu ja kehittäminen. Prosessin laatua seurattiin jätevesi- ja öljyemulsionäytteiden perustella reagoiden näiden tuloksiin kehitystyössä. Lisäksi projektissa oli mukana suursäiliöiden putkituksen toteuttaminen tilaustyönä ja säiliöiden käyttöönotto.

Jätteiden osalta oli öljyemulsio jo aiemmin ohjattu jatkojalostukseen tai energiakäyttöön yhteistyökumppanin toimesta. Nyt yhteistyötä syvennettiin koskemaan myös muita vaarallisia jätteitä. Puhdistamolta niitä syntyi kiintoaineen puristuksessa sekä erilaisissa kunnossapitotöissä. Lisäksi yhteistyöhön liitettiin teollisuuspyyhepesulasta poistettavien öljyisten poistotekstiilien jätehallinta. Heti alkuvaiheessa varmistettiin jätejakeiden viralliset nimet sekä jäte-erien koodit, jotta toiminta vastasi sille asetettuja vaatimuksia. Samalla sovittiin millä nimellä mitäkin jätejakeita arkikielessä käytettiin, koska useimmilla jakeilla oli jo vakiintunut nimitys, minkä muuttaminen olisi voinut aiheuttaa hämmennystä.

Ympäristöasioista vastuulliset oli helpompi saada tiedostamaan poikkeukset, kuin koko henkilökunnan. Samalla kun määritettiin jätetoiminto muilta osin, sovittiin myös jäteastioiden määrät, laatu ja jätelogistiikan rytmitys.

Kemikaalihankinnat ja toimitukset oli sovittu keskitettäväksi yhteistyökumppanille ja tämä aihe läpikäytiin heti yhteistyön alkaessa, jotta rutiini toimituksille saatiin järjestettyä mahdollisimman nopeasti ja jouheasti. Samalla sovittiin kemikaalien yksittäisistä toimitusmääristä ja -rytmistä. Koska ulkoinen toimija oli omatoimisesti aiemmin hallinnut myös kemikaalien hankintaa ja käyttöä, ei täysin tarkalleen tiedetty, kuinka paljon niitä kului tietyllä lyhyellä jaksolla ja tästä syystä asetettiin seuranta, millä selvitettiin niiden sen hetkinen todellinen kulutus. Vuosittainen ja kuukausittainen kulutus oli selvillä aiemman yhteistyön ja ympäristöraportoinnin osana, mitä hyödyntämällä voitiin tehdä etukäteen pitkántähtäimen ennusteita.

5.3.3 Prosessin hallinta

Prosessin mallinnus käynnistettiin keskustelemalla ja tutkimalla prosessikaavioita sekä eri yksittäisten vaiheiden ominaisuuksia ja laitekantaa. Tässä keskeisenä asiantuntijana toimi kunnossapitovastaava, jonka tietämys laitteiden toiminnoista oli parhaalla tasolla. Tälle vaiheelle sovittiin varattavan riittävästi aikaa, koska prosessin tuntemus oli keskeinen osa kokonaisprojektia. Prosessin läpikäynnin yhteydessä luotiin lopulta melko hyvä mielikuva laitoksella tapahtuvasta toiminnasta.

Kokonaisprosessin mallintaminen ensimmäisessä vaiheessa tarkoitti prosessin yksityiskohtiin tutustumista kunnossapitonäkökulmasta sisältäen prosessissa käytettyjen aineiden

virtaamien ja prosessin laitteiden toiminnan tunnistamisen. Samalla keskityttiin kemikaalien tunnistamiseen ja käyttäytymiseen eriosissa prosesseja. Mallinnukseen sekä aiempaan kokemukseen perustuen määritettiin myöhemmin päivittäiset tarkastuskohteet sekä vikatilanteiden varalle ohjeistus.

Toinen näkökulma mallintamiselle sisälsi prosessien tarkastelun kemiallisen prosessin näkökulmasta. Öljynerotusvaiheessa käytettyjä kemikaaleja varauduttiin vaihtamaan. Lisäksi suunnitelmissa oli ottaa käyttöön kokonaan uusi kemiallinen prosessi raskasmetallien poistossa, mihin liittyi myös prosessin ohjausarvojen kokeellinen muuttaminen. Tätä varten prosessin sisältöä ja toiminnallisuutta pohdittiin ensin teoreettisesti. Samalla pyrittiin tunnistamaan mahdolliset ongelmat ja mihin niistä kaivattiin akuutteja ratkaisuja sekä millaisia lopputuloksia tavoiteltaisiin. Prosessin öljyjen ja rasvojen käsittelyä tarkasteltiin myös sekä teoreettisesti prosessia arvioimalla että myöhemmin käytännön kokeilla. Näillä tiedoilla valmistauduttiin prosessin muuttamiseen, tekemällä kuvaus uudesta prosessista ja muutoksen toteuttamisesta.

Kun teoreettinen asioiden käsittely oli toteutettu, lähdettiin laitokselle ja läpikäytiin prosessit uudelleen läpi tutustuen niiden toimintaan myös käytännön tasolla. Tässä vaiheessa päästiin havainnoimaan miten käytännössä aineet saostuvat tai miten hapotuksessa öljy erottui vedestä. Samoin myös laitteiden toiminta tuli tutuksi ja näin päästiin parempaan ymmärrykseen kokonaisprosessista.

Tässä vaiheessa projektia sovittiin myös millaisilla analyyseillä ja kokeilla tultaisiin toimenpiteiden vaikuttavuutta seuraamaan. Sovittiin seurattavat prosessivaiheet ja päätettiin kerätä niistä tietoa. Ja jos samalla olisi mahdollista kerätä muutakin kuin kohdennettua tietoa, tulisi se kerätyksi mukaan. Näytteenottopisteet määritettiin, samoin kuka näytteet tulisi ottamaan, mikä olisi näytteenottiheys, mitä analysoitaisiin ja raportoitaisiin. Näytteiden analysointitapaa ei tarvinnut jäteveden osalta pohtia, vaan se toteutettiin laboratoriossa, koska voimassa oleva teollisuusjätevesisopimus sitä edellytti. Näytteiden toimitukset sovittiin toimitettavaksi yhteistyökumppanin toimesta samalla, kun jäte-erät noudettiin. Näin niille ei tarvittu erillistoimituksia vaan ne kulkeutuivat samassa erässä yhteistyökumppanilta eteenpäin molempien yritysten osalta. Koska yhtenä keskeisenä seurantakohteena oli jo aiemmin ollut öljyemulsion vesipitoisuuden määrittäminen ja

koska jätenoudot keskitettiin yhteistyökumppanille, sovittiin sen järjestävän myös vesipitoisuuden mittauksen.

Projektissa oli mukana suursäiliöiden käyttöönotto, minkä todettiin jäävän aivan alkuvaiheessa taka-alalle ja otettaisiin toimenpidelistalle, kun muuten päästäisiin projektissa vauhtiin. Käyttöönotto vaati uusien putkilinjojen suunnittelun ja rakentamisen, mikä tehtiin lopulta toteuttamalla se ulkoisena urakointina.

5.3.4 Omavalvonta ja jäteveden laadunvarmistus

Heti projektin alkuvaiheessa käytiin läpi jätevesisopimukseen liittyvät tarkkailtavat suureet läpi. Samalla päätettiin, että seurantaan tehtäisiin alkuun viikoittain, jotta saataisiin riittävästi tietoa oman prosessin hallinnan onnistumisesta sekä myös toteutettavista muutoksista. Näytteenotto päätettiin suorittaa neljästä eri kohdasta prosessia. Virallinen näyte otettiin, kuten aiemminkin palvelukeskuksen kokoomakaivosta, mitä kutsuttiin LTO-kaivoksi. Nimi tuli sanasta lämmöntalteenotto ja kuvaa sitä, että jäteveden hukkalämpö oli valjastettu saapuvan raakaveden lämmittämiseen. Puhdistamalla päätettiin tässä yhteydessä toteuttaa normaalia laajempaa omavalvontaa, ottamalla reduktionäytteitä kolmesta vaiheesta prosessia. Reduktiolla tarkoitetaan tässä kahden näytepisteen tulosten välistä eroa, kun puhdistusprosessissa on mittausten aikana onnistuttu vähentämään jotain tiettyä tarkasteltavaa ainetta. Ennen näytteenottoa kuitenkin tuli rakentaa näytteenottovälineet. Kunnossapitotiimi rakensikin puhdistamolle uudet näytteenottopisteet ja laitteiston, millä näytettä saatiin pumpattua prosessin virtauksesta automaattisesti 15 minuutin välein vuorokauden ajan.

Ensimmäinen näyte otettiin prosessin alkupään tasausaltaista, missä jätevesi kerättiin kasaan ja puskuroitiin ennen prosessin puhdistusvaihetta. Tässä vaiheessa jätevesi myös homogenisoitui, jolloin yksittäiset poikkeuksellisen paljon jotain tiettyä likaa sisältävät pesuerät eivät aiheuttaneet hallitsemattomia piikkejä prosessin laadulle, vaan puhdistusprosessia oli helpompi hallita. Tämän näytteen tarkoituksena oli osoittaa puhdistettavan jäteveden laatu puhdistusprosessin alkupäässä. Vedestä oli etukäteen poistettu pesuissa irronnutta kiintoainesta, kuten hiekkaa ja nukkaa, mutta varsinainen fysikaalis-kemiallinen puhdistus alkoi tässä vaiheessa.

Toinen näyte otettiin flotaatioaltaan jälkeen ennen kirkastesäiliötä, missä vesi puskuroitiin seuraavan kerran. Kirkastesäiliöstä vesi ohjattiin panosperusteisesti hydroksidisaostusprosessiin, missä erotettiin raskasmetalleja. Tässä vaiheessa otetulla näytteellä saatiin mitattua öljynerotuksen tehokkuutta ja samalla nähtiin mikä vaikutus kyseisellä prosessilla oli myös raskasmetallien poistamiselle.

Kolmas näyte otettiin jätevedenpuhdistuslaitokselta lähtevästä puhdistetusta vedestä. Tällöin koko puhdistamon prosessi oli suoritettu ja tuloksella saatiin mitattua jätevedenpuhdistamon suorituskyky kokonaisuudessaan. Samalla voitiin tarkastella pelkän metallinpoiston suorituskykyä.

5.3.5 Öljyn erotus

Aloitettaessa oli hapotusprosessissa sulfaattipitoisuus jonkin verran koholla ja mallinnuksen yhteydessä pohdittiin tämän aiheuttajaa ja syytä. Lopulta sen uskottiin aiheutuvan öljyn erotuksessa käytössä olleesta, kauppanimeltään PIX 105 liuoksesta, mikä oli rautasulfaattia. Selvisi, että sitä oli käytetty fosforin ja kiintoaineen saostukseen, koska metallien ollessa tässä vaiheessa ionimuodossa, oli niiden sitominen hankalaa. Kyseinen aine kuitenkin päätettiin korvata kauppanimeltään Fosfloc42 nimisellä alumiinikloridilla, mikä tuli käyttöön hapotuksen saostusapuaineeksi. Muutoksen oletettiin vaikuttavan kiintoaineen määrään ja näin jätekustannuksiin, mikä myös osoittautui oikeaksi. Muutoksella uskottiin myös olevan positiivinen vaikutus käyttöönotettavaan saostusprosessiin, ja koska se ei vaikuttanut hapotusprosessiin negatiivisesti ja se päätettiin jättää käyttöön.

Alkupään prosessia tarkastellessa varmistettiin kemikaalien syöttökohteet prosessissa ja miksi niitä kyseiseen vaiheeseen ohjattiin. Samalla tarkastettiin myös laitteiden, kuten pH-antureiden paikat ja varmistettiin niiden toimivuus. Todettiin myös, että puhdistamolla on käyttämätön polymeeriastia, mikä helpotti suunnitelmia, koska näin saatiin uudelle HeavyReg-kemikaalille valmis syöttöastia.

Öljyn ja veden erotukseen emulsiossa yritettiin löytää kemikaali sitä parantamaan ja testiin hankittiin kaksi eri vaihtoehtoa. Aineita testattiin puhdistamo-olosuhteissa kuppikokeilla,

missä välineenä käytettiin tavallista 0,5 litran muoviastiaa. Ensin tehtiin öljynerotuskokeita kauppanimeltään Brennflock 3880 nimisellä polymeerilla. Öljyä saatiin saostettua, mutta se painui pohjaan, kun tavoitteena on saada saostuma pintaan. Kyseinen tuote hylättiin kuppikokeiden jälkeen. Toinen testattu polymeeri oli kauppanimeltään Bonderite C-AD 0682, jonka testitulokset vaikuttivat lupaavilta kuppikokeiden perusteella. Testissä liuksesta saatiin kiintoainetta saostettua vahvasti pohjaan ja rasva jäi pinnalle. Kokeilujen jälkeen käynnistettiin pohdinta, mihin prosessin vaiheeseen sitä kannattaisi käyttää. Yhtenä vaihtoehtona mietittiin aineen syöttämistä flotaation jälkeiseltä keräilyssäiliöltä lähtevään syöttöputkistoon, mikä johti emulsiosäiliöön. Toinen vaihtoehto puolestaan oli syöttää aine suoraan emulsiosäiliöön. Lopulta päädyttiin testaamaan kyseistä kemikaalia isommassa mittakaavassa emulsiosäiliössä, mihin rakennettiin syöttöputki siten, että kemikaali annosteltaisiin säiliössä emulsion yläosaan ajatellen, että reagoidessaan liuos muodostaisi faasin, jossa vesi painuisi alaspäin, missä se saataisiin poistettua vesityshanan kautta. Testi suoritettiin, mutta se ei johtanut odotettuun tulokseen, vaan vesityksen tulos pysyi samalla tasolla, kuin aiemmin. Kokeiluja päätettiin jatkaa, mutta tässä vaiheessa siirtää tuonnemmaksi.

Öljyn erotukseen eri vaiheessa prosessia kokeiltiin myös mekaanista keinoa, mitä varten hankittiin nauhakeräin kirkasvesisäiliöön ennen metallin erottamista. Tämän säiliön pinnalla oli öljykalvo, mikä muodostui hapotus- ja flotaatioprosessien läpi päässeestä öljystä ja rasvasta. Koska öljyt heikensivät metallien poiston prosessia, päätettiin se yrittää saada jatkuvatoimisesti pois, kun toimintamallina oli siihen saakka imeä se imuautolla.

Nauhakeräin asennettiin paikalleen siten, että se kiersi säiliössä olevan pinnan läpi ja noustessaan ylöspäin toi pinnalta pois ohutta öljykertymää, mikä johdettiin levykaapimen avulla öljyemulsion keräilyssäiliöön. Kyseinen ratkaisu vaikutti alkuun toimivan, mutta osoittautui lopulta liian kevytrakenteiseksi ja pieneksi laitteeksi, minkä vuoksi sen hyöty jäi odotettua vähäisemmäksi.

5.3.6 Hydroksidisaostus ja reseptin muuttaminen

Hydroksidisaostuksen eli puhdistamon käyttökielellä Citec-prosessin tarkastelu alkoi, kun oli ensin toteutettu muita prosessin osa-alueita. Ensimmäinen erä HeavyReg-kemikaalia saatiin laitokselle toukokuussa, mistä päästiin tekemään käyttöliuos ja ensimmäiset testit. Nämä

tehtiin puhdistamo-olosuhteissa ensin kuppikokeina, joilla haettiin alustavia annosteluarvoja.

Kuppikokeissa otettiin prosessista useita näytteitä jätevettä, joihin annosteltiin liuokseksi valmistettua HeavyReg kemikaalia. Huomioitavaa oli, että prosessinäytteissä oli jo annosteltuna natriumhydroksidia (lipeää), ja eri vaiheiden näytteissä sitä oli eri määriä. Tästä johtuen myös pH:n tarkastelu oli oleellista näytteitä tutkittaessa. Tällä voitiin tarkastella mihin vaiheeseen prosessia HeavyReg kemikaali kannattaisi annostella, jotta teho olisi maksimaalinen. Annostelemalla ensin pienissä näytteissä kemikaalia ja seuraamalla visuaalisesti liuoksessa tapahtuvaa kemiallista reaktiota, voitiin tapahtumaa analysoida ja saatiin suuntaa lopulliselle annostelumäärälle litraa (tai m³) jätevettä kohden. Kuppikokeiden annostelussa laskettiin annostelumäärät millilitroina, kun taas valmiissa reaktoripanoksessa määrät olivat useita litroja per panos. Kokeita tehtiin eri tuotantopäivänä, muutaman viikon ajan, jolloin myös jäteveden vaihteluerot saatiin mukaan testaukseen. Useilla eri jätevesierillä tehtyjen kuppikokeiden jälkeen, testattiin sekoittamalla kyseistä polymeeriä ämpäriin ja kaatamalla sitä jätevesipanokseen seuraten reagointia. Testin todettiin käyttäytyvän odotetusti ja jätevesipanoksessa syntyi odotettua sakeutumista.

Kemikaalia testattiin vastaavalla tavalla uudelleen tavoitellen samaa lopputulosta, kuin ensimmäisissä ämpärillä annostelluissa testeissä tapahtui, mutta tämä testi ei onnistunut, vaan tuntemattomasta syystä alkoi laitteisto täyttää reaktoria uudelleen sen ollessa vielä täynnä edellistä erää ja tämä aiheutti pienimuotoisen tulvan vesien valuessa osittain lattialle. Testi jouduttiin tässä vaiheessa keskeyttämään korjauksen ja siivouksen ajaksi. Vika paikannettiin epäkuntoiseen syöttövesiventtiiliin, mikä mahdollisti veden virtauksen panokseen 1, vaikka syöttövesivaihe oli päällä panoksessa 2, eikä näin olisi pitänyt käydä. Vika aiheutti ongelman panosten pH:ssa ja se piti laittaa kuntoon ennen testien jatkamista.

Samassa yhteydessä alettiin muuttamaan prosessin ohjelmaa. Tavoitteena oli lyhentää prosessiaikaa uuden kemikaalin avulla. Rikkoutuneen venttiilin korjaustoimenpiteiden jälkeen ohjelma kirjoitettiin tilapäiseen ohjelmapaikkaan ja testit päästiin uusimaan. Nyt prosessissa oli erotettavissa silminnähden selvä sakka ja testin todettiin onnistuneen. Seuraavaksi päätettiin testata automaatiota hyödyntäen toisen polymeerin annostelupumppua ja seuraten prosessin käyttäytymistä.

Kun todettiin, että testissä toteutettu prosessi eteni oletetusti, lähdettiin sitä hienosäätämään ja tätä varten suunniteltiin testisarja, missä prosessiin annosteltiin HeavyReg kemikaalin lisäksi tukikemikaalia ja polymeeriä eri variaatioina. Testisarja muodostui seuraavanlaiseksi:

1. HeavyReg + Fosfloc / syötetään erillisestä astiasta hyödyntäen polymeeri-pumppua, jolloin polymeeri jää pois
2. HeavyReg + polymeeri / syötetään erillisestä astiasta hyödyntäen Fosflocin pumppua, Fosfloc jää pois
3. HeavyReg yksin / syötetään hyödyntäen Fosflocin pumppua ja jätetään polymeeri pois (tai syötetään vettä sen tilalla).
4. HeavyReg + Fosfloc + polymeeri / otetaan toinen polymeerisäiliö käyttöön ja syötetään HR siitä. Selvitettävä, mihin vaiheeseen ko. pumpun syöttö on ohjattu.

Testien visuaalisen arvioinnin perusteella, huomioiden myös puristimella syntyneen kiintoaineen laadun, päädyttiin jatkokehittämään versioita 1 ja 4., joissa saostuminen muodostui selvästi paremmin, kuin kahdessa muussa.

Suotopuristimella oli käytössä oma erillinen kemikaaliannostelulaitteistonsa, millä annosteltiin erillistä polymeeriä tehostamaan puhdistamoprosessista tulevan lietteen flokkautumista. Tämä puolestaan tehosti puristusprosessia.

Kahta vaihtoehtoa testattiin lisää huomioiden suotopuristimen erillisen polymeeriannostelun. Testauksessa hienosäädettiin eri kemikaalien määriä ja laitteiston ohjelmaa säädettiin lyhyemmäksi, kuten oli tavoite. Lopulta prosessin todettiin toimivan siinä määrin, että HeavyReg kemikaali päätettiin ottaa käyttöön. Tämä edellytti uuden ohjelman kirjoittamista omalle ohjelmapaikalle lisäten siihen yhden polymeeripumpun. Ohjelman päivittämisessä syntyi kuitenkin haasteita, eikä ohjelman uudelleen kirjoittaminen suunnitellusti onnistunut. Tämä haaste kuitenkin onnistuttiin voittamaan käyttämällä olemassa olevaa ohjelmapohjaa, mutta lisäämällä kemikaaliannostelu erillisellä annostelulaitteistolla, minkä ohjaus tehtiin panoksen pinnanmittaukseen perustuvaksi.

6 Tulosten yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tukea Lindström Oy:n teollisuusjätevedenpuhdistamon prosessien implementointia yrityksen Hämeenlinnan palvelukeskuksen kunnossapitotiimin muuhun päivittäiseen toimintaan. Projektia johdettiin sekä kokonaisuuden näkökulmasta että osatekijöittäin, joiden mukaan tulokset myös koottiin raporttiin.

6.1 Prosessin ohjeistukset

Ensimmäisessä osaprojektissa lähtökohtana oli varmistaa yrityksen jätevedenpuhdistamon prosessin jatkuva ja häiriötön toiminta, sen siirtyessä yrityksen omaan hallintaan? Ratkaisuksi tähän päätettiin vahvistaa olemassa olevaa osaamista päivittämällä kunnossapidon toimintaohjeet säännöllisten tarkastuskierrosten osalta, samoin kuin häiriötilanteiden erityisohjeet. Ohjeistukset toteutettiin ja otettiin käyttöön, mikä varmistaa puhdistamon prosessien ylläpitoa ja näin tukee yritykselle tärkeän toimitusvarmuuden toteutumista. Kuvassa 9 on esitetty ote päivittäisen tarkastuskierroksen ohjeesta ja kuvassa 10 on esitetty ote ohjeesta mahdollisten vikatilanteiden varalle.

Kuva 9. Ote työohjeesta "Ennakkohuollon tarkastukset" (Lindström Oy, n.d.-a)

Operational instruction 2(3)

Title:	Version:	Revision Date:	Revised By:	Authorized by:
Ennakkohuollon tarkastukset			Translated by:	Authorized by:

Hapotus

Varmista, että rikkihapon syöttö toimii ja pH pysyy halutussa (pH x - x).

Tarkasta, että alumiinikloridin syöttö hapotukseen toimii.

Varmista, että pintakaapimen kumit ovat kunnossa ja öljyemulsio siirtyy säiliöön 9.

Puhdista öljykouru tarvittaessa.

Flotaatio

Varmista, että flotaatioaltaaseen syötettävän ilman määrä on minimissään x – x l/h. Jos ilmamäärä on pienempi, säädä ilman syöttö oikeaksi kuitenkin niin, että puhtaan veden määrä on mahdollisimman pieni. Puhtaan veden määrä tulisi olla alle x, x m³/h.

Varmista, että pintakaavin toimii. Vedessä tulee näkyä vaaleita mikrokuplia ja pinnalle nousta kiintoainetta. Puhdista öljykouru tarvittaessa.

Kuva 10. Ote ohjeesta "Prosessihälytykset" (Lindström Oy, n.d.-b)

Operational instruction 3(3)

Title: Prosessihälytykset	Version:	Revision Date:	Revised By:	Authorized by: Authorized by:
--	-----------------	-----------------------	--------------------	--

g.) "SVECO2 PU14 EI KÄY"

Sveco 2:lle syöttävä pumppu PU14 ei käy ja vipperipesulan vesi ohjautuu nukan erotuksen ohi tasausaltaaseen. Pumpulla on kuivakäynnin esto.

--> Tarkastetaan miksi pumppu PU14 ei ole käynnissä ja tehdään tarvittavat korjaukset.

--> Varatoiminto: Pumppu

h.) "HA1 HAPETIN"

Hapotussäiliön SÄ5 hapettimesta HA1 tullut käyntihälytys. Hapettimella liuotetaan hapotussäiliön veteen happea ja samalla sekoittaen sitä. Sekoituksen toimimattomuus heikentää prosessin öljynerottelua.

--> Tarkastetaan hapettimen toiminta ja tehdään tarvittavat korjaukset.

--> Varatoiminto: Varahihnat

6.2 Riskienhallinta

Toisessa osaprojektissa pohdittiin, mitä asioita tulee huomioida, jotta työskentely jätevedenpuhdistamon toimintaympäristössä on turvallista. Turvallisuutta ei voi missään tilanteessa ohittaa tai vähätellä, koska ihmisen terveys ja henki ovat ainutkertaisia.

Turvallinen ympäristö on myös tehokas ja motivoiva työympäristö. Tällä on mielestäni suora vaikutus työhyvinvointiin ja johdannaisena yrityksen kannattavuuteen. Tässä kohtaan on vielä hyvä muistuttaa, että käsittely rajattiin henkilöriskeihin. Puhdistamoympäristöön liittyy myös merkittävät ympäristö- ja omaisuusriskit, jotka projektin aikana huomioitiin, mutta rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle.

Riskienhallintatoimenpiteinä suoritettiin uusi riskikartoitus, minkä pohjalta päivitettiin olemassa oleva riskien arviointi, harkittiin mahdolliset kehitystoimenpiteet ja määritettiin vastuuhenkilöt toimenpiteiden toteuttajiksi sekä aikataulut toimenpiteille. Näiden jälkeen arvioitiin mahdollisten toimenpiteiden jälkeiset jäännösriskit. Prosessi suoritettiin onnistuneesti ja materiaaliksi tuotettiin Excel-taulukkopohjainen riskienhallinta matriisi. Taulukossa 3 on esitetty ote riskienhallintataulukosta.

Taulukko 3. Ote riskienhallintataulukosta. (Lindström Oy, n.d.)

Jätevedenkäsittely															Jäännösriskin arviointi		
Kohde: Hml Jätevesien käsittely																	
Pvmr: 31.03.2017, päivitys 31.5.2020																	
Laatijat/päivitys: T.Oksanen, S.Ahonen																	
Työtehtävä / riskin kohde	Vaaran-tyyppi	Vaara/Vaaranaiheuttaja	Todennäköisyys	Seuraus	Riskin suuruus	Juurisyyanalyysi	Parannusehdotus ja toimenpiteet	Vastuu toimenpiteistä	Työohjeen muutos-tarve	Aikat aulu	Seuranta (1krt/v)	Tila	Jäännös-riskin todennäköisyys	Jäännös-riskin seuraus	Jäännös-riskin suuruus		
SÄ1 Hieknerotin laatikko	Tapaturma	Henkilövahinko: liukastuminen, terävät esineet (silmävahingon vaara)	2	2	4	Pesukoneviemäriinjan tyhjentäminen hieknerotinlaatikon sisällä, myyräys	Kaasumittari + oikeiden suojavälineiden määrittäminen: viiltosuoja+ kumihanskat. _Ostettu palvelu, 12 kk tarkastus ja tyhjennys tarkastuksen mukaan.	Yhteistyökumppanit		2019	1.5.2020	ok	1	2	2		
SÄ10 Pohjalietesäiliö	Tapaturma	Kaatuminen, putomainen	2	3	6	Säiliön tyhjennys imuautolla, henkilö tikkailla tekemässä työtä	Rakennetaan taso säiliön ympärille, jolta tyhjennys tehdään. Ostopalvelu.	Yhteistyökumppanit				Taso rakennettu.	1	2	2		
SÄ11 Kirkasteen pumppaussäiliö	Tapaturma	Vesi valuu lattialle, liukastuminen	1	1	1	Pinnanmittaus/mittari ei toimi	Mittapään puhdistus 2krt/vuosi.	Kunnossapitovastaava				Säiliössä lasermittaus	1	1	1		
SÄ11 Kirkasteen pumppaussäiliö	Tapaturma	Vesi valuu lattialle, liukastuminen	1	1	1	Säiliö rikki	Säiliön säännöllinen tarkastus 5v	SA			1.5.2024	ok	1	1	1		
SÄ11 Kirkasteen pumppaussäiliö	Tapaturma	Vesi valuu lattialle, liukastuminen	1	1	1	Putkirikko	Putkiston säännöllinen silmämääräinen tarkastus	Kunnossapitovastaava				ok	1	1	1		
SÄ6 flotaatio	Tapaturma	Liukastuminen / putoaminen tarkastettaessa flotaation toimintaa	2	3	6	Flotaatiota tarkastellaan SÄ9 pintalietesäiliön päältä	Kaiteen lisääminen säiliön päälle.	Kunnossapitovastaava				Kaiteet toteutettu	1	2	2		
Dispersiovesi	Kem & Bio	Prosessivesi sekoittuu veteen	2	3	6	Dispersiovesi otetaan vesijohdosta, välissä takaisku sekä magneettiventtiili.	Erotetaan juomavesilinjasta, katkaistun vedenjärjestelmällä					Muutos toteutettu	1	1	1		
Puristinhuone, lattikaivo	Tapaturma	Tulva kellariin, liukastuminen	1	2	2	Pumppu rikki kaivossa	Varapumpun hankinta / Volute-kaivossa ylärajahälytin, hälytys talovalvomoon	Kunnossapitovastaava				ok	1	1	1		
Puristinhuone, lattikaivo	Tapaturma	Tulva kellariin, liukastuminen	1	2	2	Pintavippa ei toimi /polymeeri tukki	Ks. edellinen kohta.Varalla pintavippa.	Kunnossapitovastaava				ok	1	1	1		
Puristinhuone, lattikaivo	Tapaturma	Puhdistamonhoitaja putoaa kaivoon	3	2	6	Kaivon kannen peittäminen	Kansi lasikuitua, eikä kestä päälle astumista, kuljetaan viikottain kannen ylläMuutetaan kaivon kansi päälleastumista kestäväksi (metalliseksi).					Tehty ritilä kaivon päälle.	1	2	2		
Puristinhuone	Fysikaalinen	Ilmanlaatu	3	2	6	SÄ10, SÄ11 ja Sweco vaativat kohdepoistoja	SÄ10 Pohjalietesäiliö, SÄ11 Kirkastesäiliö sekä Sweco 1 eristettävä pressulla ja vietävä pressun sisään poistoputki.					Eristetty pressulla.	1	1	1		
Puristinhuone	Fysikaalinen, tapaturma	Hätätilanteessa uloskäyntiä ei löydy	2	3	6	Hätäuloskäyntimerkinnot puutteelliset	Lisätään puristinhuoneeseen hätäuloskäyntimerkinnot	SA		2019		Poistumistievalot lisätty	1	1	1		

6.3 Prosessin hallinta ja laatuksiteereiden saavuttaminen

Kolmannessa osaprojektissa asetettiin tavoitteeksi löytää toimenpiteet, millä saavutettaisiin teollisuusjätevedelle jätevesisopimuksessa määritetyt raja-arvot. Ymmärrys prosessista oli ensimmäinen lähtökohta tässä kysymyksessä. Aluksi toteutettiin perusteellinen prosessien mallinnus siten, ettei keskitytty vain yksittäisiin laitteisiin ja prosessinosiin, vaan selvitettiin myös syy-seuraus-suhteita prosessinosien välillä. Arvioitiin mitä tapahtuu toimittaessa tietyllä tavalla, kuinka valituilla pitkällä ratkaisulla on vaikutusta. Tämän kaltainen tarkastelu johti jo mallinnusvaiheessa ratkaisulähtöisiin tutkiskeluihin, kun kysymyksiä nousi lisää vastausta etsiessä. Mallinnus antoi erinomaisen pohjan lähteä tekemään kyseistä opinnäytetyötä käytännöntasolla.

Prosessin hallinnan osalta nopeat sopimuksenmukaiset toimenpiteet olivat jätehallinnan ja kemikaalitoimitusten keskittäminen Kierro Ympäristöpalvelut Oy:lle. Näiden toteuttaminen tapahtui heti projektin käynnistyttyä ensimmäisen kuukauden aikana. Varsinaisessa prosessissa tehtiin erityyppisiä toimenpiteitä kemikaalien pienimuotoisista kuppikokeista säiliötasoihin kokeisiin saakka.

Prosessiin tehtyjä muutoksia valvottiin visuaalisesti muutostilanteessa ja säännöllisesti jätevesistä otetuilla omavalvontanäytteillä. Jätevedestä otettiin kolmen laisia näytesarjoja, jotka nimettiin seuraavasti; laaja ympäristönäyte, suppea ympäristönäyte sekä reduktionäyte, joita otettiin omavalvontaa varten viikoittain. Ympäristönäytteet otettiin teollisuusjätevesisopimuksen mukaisella taajuudella. Taulukossa 4 on malli käytössä olleesta omavalvontalähettestä.

6.3.1 Hydroksidisaostus ja reseptin muuttaminen

Metallin poiston osalta otettiin suunnitellusti käyttöön HeavyReg-menetelmä, millä onnistuttiin lyhentämään panosreaktorin ohjelma-aikaa ja siten kokonaisprosessia. Taulukossa 5 on esitetty ote seurantalomakkeesta, millä analysoituja näytteitä vertailtiin keskenään ja tehtiin tulosten perusteella mahdollisia korjaustoimenpiteitä mm. reseptiikan sisältöön. Seurannassa ylläpidettiin tietoja analyysinäytteen pitoisuuksista, päiväkuormasta sekä viikkokuormasta. Kuormien taulukko on vastaavan kaltainen, mutta siinä käytettiin kertoimena päivän aikana juoksutetun veden määrää sekä päivä- että viikkokuorman osalta. Tavoiteltu lopputulos, eli jätevesisopimuksen raja-arvojen toteutumisessa onnistuttiin ja joidenkin metallien poisto jopa parani aiempaan prosessiin verrattuna.

Taulukko 5. Ote vesianalyysien seurantalomakkeesta (Lindström Oy, 2019)

PITOISUUS		Hmi mg/l	11.4.2019 M	17.4.2019 M	24.4.2019 M	2.5.2019 Met	8.5.2019 Met	15.5.2019 M	23.5.2019 M	29.5.2019 M
		raja-arvo								
pH										
Rasvat laskennallinen	mg/l									
Öljyhiihivedyt	mg/l									
Rasvat ja öljyt Yht.	mg/l									
Zn	mg/l									
Zn liuok.	mg/l									
Hg	mg/l									
Cd	mg/l									
Cd liuok.	mg/l									
Pb	mg/l									
Pb liuok.	mg/l									
Cr	mg/l									
Cr (VI)	mg/l									
Cu	mg/l									
Cu liuok.	mg/l									
Ni	mg/l									
As	mg/l									
Sn	mg/l									
Ag	mg/l									
V	mg/l									
VOC yht	mg/l									
Sulfaatti	mg/l									
Kloridi	mg/l									
Sähkönjohtavuus	mS/m									
CODcr	mg/l									
BOD₇	mg/l									
Kiintoaine	mg/l									
P	mg/l									
N	mg/l									
Co	mg/l									



6.3.2 Öljyn erotus

Öljyn erotuksessa vaihdettiin hapotuksen tukikemikaali raudasta alumiiniin, minkä vaikutus näkyi erityisesti kiintoaineperäisen jätemäärän vähentymisenä. Öljyn erottumista seurattiin visuaalisesti useassa prosessivaiheessa ja aistinvaraisen menetelmän lisäksi kahdella

mittausmenetelmällä. Toinen mittaus suoritettiin lähtevästä jätevedestä, jolle oli teollisuusjätevesisopimuksessa määritetty raja-arvo, joka onnistuttiin alittamaan säännöllisesti.

Toinen mittaus oli öljyemulsiosta, minkä vesipitoisuutta seurattiin myös viikoittain laboratorioskokeilla, vaikkakaan sille ei ollut asetettu raja-arvoa. Tavoitteena oli mahdollisimman konsentroitunut emulsio ja vähäinen vesipitoisuus. Projektin aikana seurannassa todettiin trendin olevan halutun kaltainen, eli aleneva. Kokonaisuudessaan emulsion määrä kasvoi noin 10 %, ja vastaavasti vesipitoisuus aleni lähes saman verran, mikä tuki näkemystä, että kokonaisprosessi erottelussa kehittyi oikeaan suuntaan. Kuvassa 11 on esitetty öljyemulsion analyysiraportista.

Kuva 11. Ote öljyemulsion analyysiraportista (Lukoil, 2019)

			
		LUKOIL Lubricants Europe GmbH Suomen sivuliike	
ANALYYSIRAPORTTI - ANALYSIS REPORT		Numero P Number P <u>2019-0345</u>	Pvm Date <u>19.06.2019</u>
NÄYTTEEN SISÄLTÖ - SAMPLE <u>Öljynäyte</u>		NÄYTE OTETTU - DATE OF SAMPLING <u>06.06.2019</u>	
NÄYTTEEN TIEDOT - SAMPLE INFORMATION <u>06.06.2019</u>		NÄYTE SAAPUNUT - SAMPLE RECEIVED <u>14.06.2019</u>	
		YHTEYSHENKILÖ - CONTACT PERSON [REDACTED]	
		ASIAKAS - CLIENT <u>Kierto Ympäristöpalvelut Oy</u>	
MÄÄRITYS DETERMINATION Vesipitoisuus Water content	MENETELMÄ METHOD * ASTM D95	YKSIKÖ UNIT v/m%	TULOS RESULT [REDACTED]

Kokonaisuudessaan osaprojektien toteutus onnistui ja opinnäytetyöprojektille asetettu kokonaistavoite saavutettiin. Näin sen voitiin todeta olleen sopiva työkalu tämän teollisen jätevedenpuhdistuslaitoksen implementoinnissa.

7 Teollisuusjätevesipuhdistamon prosessien jatkokehitys

Vaikka projektissa saavutettiin kaikki keskeiset tavoitteet, on yleensä aina mahdollista kehittää lisää. Tästä projektista jäi edelleen kehitettävää öljyn erottamisen osalta, mikä tullaan ratkaisemaan normaalien arjen toimintojen ohella. Kirkasvesiosuudessa nauhakeräin oli lupaava hankinta, mutta liian kevytrakenteinen. Kehittämällä vastaavan tyyppisen laitteen voisi mekaanista keruuta parantaa. Öljyemulsio, mitä erotetaan hapon avulla jätevedestä sisältää edelleen vettä, minkä poiserottaminen vähentäisi kokonaisjätemäärää. Tähän tullaan etsimään sopiva kemikaali, mikä parantaa emulsion vesitystä. Suotopuristettu sakka sisältää edelleen myös jonkin verran tarpeetonta vettä. Tähän on jo suunniteltu lyhyttä nauhakuljetinta, millä vesi saadaan paremmin eroteltua, mikä taas vähentää jätekuormaa.

Projektin aikana keksittiin tarkastella pesulan pesuvesien ja huuhteluvesien erillisen käsittelyn mahdollisuutta. Mikäli huuhteluvedet puhtaampina voitaisiin käsitellä omana prosessinaan, synnyttäisi se konsentroidumman jätevesiliuoksen pesuvesien osalta, joiden kokonaiskäsittely saattaisi olla tehokkaampaa.

Edellisten kohdistettujen toimenpiteiden lisäksi on hyvä tarkastella koko laitosta ja sen tekniikkaa huomioiden sen käyttöönottoajankohdan. Pitkän tähtäimen suunnitelmiin on varmastikin hyvä alkaa hahmotella koko tekniikan päivittämistä, vaikka nykyisellä onkin vielä monia vuosia käyttöikä.

8 Huomioita teollisuusjätevedenpuhdistamon hallintaan

Teollisuuden jätevedenpuhdistamoiden hallintaa voidaan käsitellä usealla tavalla. Tämän puhdistamon lähihistoriassa on esitettävänä kolme erilaista toimintamallia; täysin omassa hallinnassa tapahtuva operointi, täysin ulkoistettu operointi ja näiden kahden yhdistelmä. Jokaisella toimintatavalla on omat erityispiirteensä, jotka tulee huomioida päätettäessä tapaa johtaa jätevedenpuhdistamon toimintoja. Tämän työn lopuksi käsitellään näiden toimintamallien erityisominaisuuksia saatujen kokemuksen mukaisesti. Opinnäytetyön tekijä toimii kyseistä laitosta operoivassa tiimissä ja on siten viime vuosina nähnyt läheltä eri toimintamallien erityispiirteet.

8.1 Teollisen jätevedenpuhdistamon keskeiset tekijät

Teolliset jätevedenpuhdistamoympäristöt ovat uniikkeja, johtuen toiminnanharjoittajan omista erityispiirteistä. Tämän opinnäytetyön tekijän kokemuksen mukaan ainakin seuraavat seikat ovat tärkeitä teollisella jätevedenpuhdistamolla huomioon otettavia tekijöitä:

- käsiteltävän jäteveden määrä; määrä aikayksikköä kohti sekä tasataanko volyyymiä mahdollisilla puskurialtailla tai säiliöillä
- jäteveden laatu; millaisia aineita se sisältää ja millaiset ovat vaatimukset puhdistamolta poistettavalle jätevedelle
- millaisella tekniikalla ja laitteistolla puhdistamo toimii, kuinka paljon toiminnasta on automatisoitu
- millaisia kemikaaleja käytössä olevissa prosesseissa käytetään
- mistä ja kenen toimesta kemikaalit hankitaan ja millainen logistiikka niille järjestetään, kuka vastaa kuljetuksista
- miten ja kenen toimesta käsitellään puhdistamolla syntyvät jätteet (vaaralliset ja ei vaarallisiksi luokitellut jätteet)
- millainen henkilöstö operoi puhdistamolla (millainen osaaminen ja ohjeistus vaaditaan)
- miten puhdistamon riskit ovat huomioitu (työturvallisuus-, ympäristö-, omaisuusriskit)
- millaiset vastuut puhdistamo synnyttää (viestintä, tiedottaminen)
- muut sidosryhmät (oma organisaatio, viranomaiset, yhteistyökumppanit)

Edellä luetelluista kohdista jokaiseen sisältyy lisäksi alakohtia, joita on tällaisessa toimintaympäristössä hyvä huomioida. Hyvän kokonaiskuvan kartoitettuaan, on aiheeseen vihkiytyvän helpompi hallita arkisia rutiineja, kuin myös vastaanottaa suunnittelemattomia poikkeustilanteita.

Teollisen jätevedenpuhdistamon toimintaa tarkasteltaessa puhdistettavan jäteveden määrä ja sisältö määrittävät muiden tekijöiden kuormittavuutta, esimerkiksi puhdistamokemikaalien, henkilöresurssin ja syntyvän jätteen määrää. Lisäksi jäteveden määrä ja sisältö vaikuttavat valittavaan prosessiin, koska valitun prosessin tulee kyetä poistamaan epäpuhtaudet halutussa aikataulussa ja tuottaa vaadittavaa laatua laitokselta

pois johdettavaan jäteveeteen. Laadulliset raja-arvot määritetään yrityksen ja paikallisen jätevesihuoltoyhtiön keskinäisessä teollisuusjätevesisopimuksessa, jonka sisältö on tunnettava ratkaisuja tehtäessä.

Puhdistamolla käytettävien kemikaalien reaktiot eri tilanteissa on tunnettava ja huomioitava puhdistusprosessissa ja varastoinnissa, jotta niiden käyttö tapahtuu turvallisesti. Kemikaalien riittävä saatavuus puhdistusprosessiin tulee varmistaa, mutta samalla on syytä kontrolloida ja välttää tarpeettoman suurta varaston määrää, turhien riskien minimoimiseksi. Myös puhdistusprosessissa syntyvien jätteiden sisältö tulee myös tunnistaa huomioiden niiden vaaraluokitus, jotta käsittely ja varastointi tiedetään tehdä asianmukaisesti. Samoin niille tulee sopia tarkoituksenmukainen logistiikka ja jatkokäsittely.

Käytettävä laitteisto ja henkilöstön osaaminen tulee tunnistaa ja järjestää tarvittaessa lisäkoulutusta aina uusien kemikaalien käyttöönottoaiheessa sekä uusien laitteiden hankinnassa. Myös laitteiston sisältämä automaatio on huomioitava, sillä sen määrä vaikuttaa suoraan henkilötuntien käyttömäärään puhdistamolla. Toimiva tekniikka ja sitä säättävä automaatio mahdollistaa henkilöstölle valvonnan roolin, kun taas vähäisemmällä automaatiolla varustettuna manuaalisen operoinnin määrä on suurempi.

Turvallisuusnäkökulman tulee kulkea päätöksenteon mukana jokaisen osatekijän tarkastelussa. Jätevesilaitoksella henkilöriskien lisäksi huomioidaan vähintäänkin ympäristö- ja omaisuusriskit, tehtäessä päätöksiä. Esimerkkeinä ympäristön osalta kemikaalien ja jätteiden purku- ja lastaustilanteiden järjestäminen sekä putki- ja laiterikkoihin varautuminen, joissa ympäristövahingon mahdollisuus on olemassa.

Kokonaisuudessaan vastuullisuus toimintaympäristössä on merkittävä tekijä ja sisältää myös monta näkökulmaa. Erilaisia tekijöitä on jo sivuttukin, kuten henkilöstö- ja ympäristövastuu. Tässä nostetaan esille myös ilmoitusvelvollisuus. Jokaisessa yrityksessä on oma viestintäpolitiikka ja se on hyvä tiedostaa myös, jotta esim. putkirikon yhteydessä tiedottaminen tapahtuu suunnitellusti kaikille niille, joiden asia tulee tietää. Lisäksi on hyvä tiedostaa, missä tilanteessa toiminnanharjoittaja on velvollinen tiedottamaan viranomaisia tai esimerkiksi paikallista vesihuoltoyhtiötä. Yksinkertaisimmillaan voi kyse olla esim. teollisuusjätevesisopimuksessa määritetyistä omavalvontatulosten viestinnästä.

8.2 Hallintamallit ja niiden ominaispiirteet

Suunniteltaessa ja valittaessa omaa toimintatapaa edellä mainittujen kolmen toimintamallin osalta, on hyvä tarkastella esille tuodun listauksen sisältämiä asioita. Näiden osalta voi esittää kysymyksiä ja hakea niihin vastauksia pohtien, mikä malleista olisi sopivin omalla kohdalla.

Tarkasteltavista malleista yksityiskohtaisin on omassa hallinnassa olevan puhdistamon toiminnot. Tässä mallissa prosessin omistaja hallinnoi kaikkia osatekijöitä, pois lukien kenties kemikaalien ja todennäköisesti jätteiden logistiikka. Mallin hyvä, mutta myös huono puoli on siinä, että kaikki tapahtumat ovat itsestä riippuvaisia. Kaikki päätökset voidaan tehdä lähes täysin huomioiden vain oma toiminta. Toki tässäkin mallissa kohdataan erilaisia sidosryhmiä, joiden suuntaan on tietyt velvollisuudet, mutta lähtökohtaisesti päätöksenteossa huomioidaan kompaktisti oma toiminta. Toisaalta tämä saattaa johtaa eräänlaiseen toiminnalliseen yksinäisyyteen ja vaatii huomattavan laajaa tietotaitoa omalta organisaatiolta, mikä taas voi johtaa tarpeeseen hankkia resursseja, joiden laajamittainen hyödyntäminen tehokkaasti voi olla haasteellista.

Täysin ulkoistetulla mallilla tarkoitetaan ns. avaimet käteen periaatteella toteutettavaa ulkoista hallintaa, missä yhteistyökumppani hoitaa kaikki toiminnot ja tilaajalla on lähinnä hallinnollinen ja laskun maksajan rooli. Tämän mallin voisi olettaa olevan helposti hallittava ja näin se silloin onkin, kun operoija on ammattitaitoinen ja osaa oman roolinsa. Tämän mallin heikkoutena voi kuitenkin pitää tilaajan mahdollista erkaantumista arjen toiminnasta, mikä saattaa johtaa vaikeuksiin ottaa kantaa laitoksen toimintaympäristön muutoksiin ja ratkaisuihin. Tämä malli edellyttää, että tilaaja kuitenkin huolehtii omaavansa riittävästi kontaktipintaa laitoksen asioissa.

Kolmas vaihtoehto on edellisten välimuoto, missä toiminnoista pääosa on säilytetty yrityksen tekemänä ja erikseen määritetty ja osa teetetään yhteistyökumppaneilla. Näin yrityksellä on käsissään toiminnot, jotta em. listan asiat kyetään kokonaisuudessaan helposti hallinnoimaan ja toteuttamaan. Prosesseista voi yritykselle jäädä esimerkiksi osa- tai kokonaisoperointi, tilaus- ja varastonhallinta sekä kunnossapito ja turvallisuushallinta sen mukaan, miten operointi on järjestetty.

8.3 Hallintamallin valinta

Edellä kuvattavien toimintojen jakaminen tai keskittäminen varmasti vaihtelee yrityksen tarpeiden ja asetettavan resurssin mukaan. Tuleekin pohtia, miten paljon on tarvetta tehdä itse ja mikä on hyvä ulkoistaa. Täysin itsenäinen malli mahdollistaa vahvan hallinnan, mutta toisaalta vaatii paljon erikoisosaamista, mikä ei välttämättä ole yrityksen varsinaiseen ydintoimintaan liittyvää toimintaa. Tällöin voidaan ajatella sen vaativan tarpeettomasti resurssia. Täysin ulkoistettu malli puolestaan sopii hyvin sellaisessa tilanteessa, jossa itsellä operointiosaaminen on vähäisempää ja vahvaa osaamista tulee hankkia ulkopuolelta. Tässä kuitenkin on riskinä, että ulkoistaa itsensä koko toiminnasta, jolloin toiminnan kokonaishallinta saattaa kadota. Opinnäytetyöntekijä kallistuu versioista välimuodon kannalle, missä kokonaisuus on yrityksen omassa hallinnassa. Tällöin on olemassa tieto tapahtumista ja tarvittavat reagoinnit tehdään riittävän nopeasti ja oikealla painokkuudella. Myös kaikki turvallisuuteen ja riskeihin liittyvät tekijät on hyvä itse hallita, koska yhteisen työpaikan vastuita ei tule pyrkiä ulkoistamaan. Sen sijaan selkeät osatekijät, mitkä vaativat erityisosaamista ja asioiden tuntemista, on hyvä antaa näiden toimintojen ammattilaisten tehtäväksi. Tällaisina kirjoittaja näkee mm. kemikaalien logistiikan ja jätehuollon toteuttamisen. Samoin osa prosessin automaation ylläpidosta voidaan ulkoistaa siltä osin, kuin ne sisältävät jonkinlaista erikoistekniikkaa.

Lähteet

- Autio, A. (2010). *Prosessijätevesien puhdistaminen flotaation avulla* [Opinnäytetyö, Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulu] <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2010060311380>
- Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M., Välimaa, T. (1996). *Automaatiolaitteet*. Oy Edita Ab.
- Haikama, R. (2011). *Riskikartoituksen tulosten siirtyminen systemaattisesti työhöjehisiin Lindström Oy:ssä ja sen tytäryhtiöiden moduulipesuloissa* [Opinnäytetyö, Hämeen Ammattikorkeakoulu]. HAMK:n kirjasto.
- Heinonkoski, R. (2013). *Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito*. Tampere: Juvenes Print - Suomen Ylioppilaspaino Oy.
- Heinonkoski, R., Asp, R., Hyppönen, H. (2008). *Automaatio - helppoa elämää?* Vammalan Kirjapaino Oy.
- Himanshu, P., & Vashi, R. (2015) *Characterization and Treatment of Textile Wastewater*. Elsevier. Haettu osoitteesta <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hamk-ebooks/detail.action?docID=2057720>
- Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T., Åström, T. (2007). *Kunnossapito*. Oy Kotkan Kirjapaino Ab.
- Kippo, T. & Tikka, T. (2008). *Automaatiotekniikan perusteet*. Edita Prima Oy.
- Kosunen, T. (2020). *Käyttökunnossapidon määräaikaistöiden päivitys*. [Opinnäytetyö, LAB-Ammattikorkeakoulu]. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/337512/Kosunen_Timi.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Kunttu, S., Komonen, k., Ahonen, T., Niemelä, M. (2010). *Kunnossapidon vuosikirja 2010*. Copy-Set Oy
- Lindström Oy. (2019). *Analyysiseurantalomake*.
- Lindström Oy. (2020). *Riskikartoitukset, Health and Safety Lindström Group*.
- Lindström Oy. (n.d.). *Lindström, yritys*. Noudettu osoitteesta <https://lindstromgroup.com/fi/yritys/>
- Metropolilab Oy. (2019). *Jätevesianalyysilähete*.
- Mikkonen, H. (2009). *Kuntoon perustuva kunnossapito*. KP-Media Oy, Savion Kirjapaino Oy.
- Parimal, Pal. (2017). *Industrial Water Treatment Process Technology*. Elsevier Science & Technology. Noudettu osoitteesta <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hamk->

[ebooks/detail.action?docID=4835215&query=Industrial+Water+Treatment+Process+Technology](https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1999/T1983.pdf)

- Siivinen, J., & Mathiuout, A. (1999). *Pintakäsittelylaitosten jätevesikuormituksen vähentäminen [Osa 1. Kirjallisuuseelvitys]*. Noudettu osoitteesta <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1999/T1983.pdf>
- Sorvoja, M. (2015). *Henkilöturvallisuuden johtamisen malli* [Opinnäytetyö, Lapin Ammattikorkeakoulu]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015120819798>
- Suomen Galvanotekninen yhdistys. (2003). *Pintakäsittelylaitosten vesien käsittely*. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Suomen Vesilaitosyhdistys ry & Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. (2011). *Teollisuusjätevesiopas - asumajätevesistä poikkeavien jätevesien johtaminen viemäriin*. Copy-Set Oy.
- Työsuojeluhallinto. (2013). *Riskien arviointi. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 14*. Noudettu osoitteesta https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Riskinarviointi_TSO_14_2013.pdf/9bfd87ed-88be-47cb-8611-d8b4ac99b6a1
- Työterveyslaitos. (n.d.). *Riskien tunnistus ja hallintakeinot*. Noudettu osoitteesta <https://www.ttl.fi/vesihuoltolaitosten-tyoturvaluisuus-opas/riskien-tunnistus-ja-hallintakeinot/>
- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. (ei pvm). *Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738*. Noudettu osoitteesta Finlex: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Uusitalo, M. (2018). *Raskasmetallien saostusmenetelmän pH-optimointi* [Opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu]. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/151703/Mikko_Uusitalo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vesiyhdistys. (n.d.). *Käsittelymenetelmistä*. Noudettu osoitteesta Suomen Vesiyhdistys: <https://www.vesiyhdistys.fi/hajavesihuoltojaosto/jatevesi/kasittelymenetelmista/>

Liite 1: