



PIPPURI

PIENESTÄ PUHDISTAMOSTA RAVINTEET IRTI

10.12.2024 Virtain kaupungin vesi- ja viemärlaitos
Koonnut: Rauno Leván, Tiira Events Oy

PIPPURI

PIENESTÄ PUHDISTAMOSTA RAVINTEET IRTI

Ravinteiden talteenottoa kehitetään kunnallisten jätevedenpuhdistamojen ravinnepitoisista lietteistä ja rejektivesistä. Suuret jätevedenpuhdistamot kehittävät alati myös puhdistamojen toimintaa, lietteen käsittelyä sekä lietteen jälkikäsittelyä kustannustehokkaammaksi pyrkien tätä kautta osaltaan myös tekemään lietteestä valmistettavien lopputuotteiden käytöstä taloudellisesti kannattavampaa. Osa näistä toimintamalleista skaalautuu pienemmille toimijoille, mutta varmuutta ja uskallusta siitä saataisiinko toimintaa ja lopputuotteen käsittelyä tehostettua riittävästi ja mistä kannattaisi lähteä liikkeelle ei pienemmillä jätevedenpuhdistamoilla ole esimerkkien puutteen vuoksi.

Myös pienet sekä keskisuuret jätevedenpuhdistamot voisivat aktiivisemmin kehittää toimintaa myös ravinteiden näkökulmasta, jos niillä olisi parempia esimerkkejä pienemmän mittakaavan kokeiluista.

Maailmalla on tehty paljon tutkimusta yhdyskuntien jätevedenpuhdistamojen lietteen ravinteiden talteenotosta struviittikiteytyksen avulla. Yksinkertaisella prosessilla lietteen kuivatuksen rejektivedestä kiteytetään magnesium-ammoniumsulfaattia ($MgNH_4PO_4$, lyh. MAP). Kiteytystä käytetään myös ravinnerikkaiden maatalouden tai mädätyslietteiden ravinteiden talteenotossa. Haasteena kiteytykselle suoraan jätevedenpuhdistamon rejektivesistä on esim. maatalouden jätevesiä matalammat ravinnepitoisuudet, joita tulisi pystyä nostamaan, jotta kiteytyksen taloudellinen kannattavuus paranisi. Hankkeessa tämän vuoksi yhdistetäänkin lietteen kuivatuksen ultraäänikäsittely, jonka on todettu vapauttavan lietteen solujen sisäisiä ravinteita rejektiveteen.

TAVOITE

Tehostaa lietteen kuivatusta ja ravinteiden vapautumista rejektiveteen ultraäänellä.

Kokeilla rejektiveden struviittikiteytystä.

Kehittää lietteen loppukäsittelyä.

Kartoittaa alueellisia ravinnevirtoja.

SISÄLLYS

1. Hankkeen perustiedot	3
2. Hankkeen toteutuminen työpaketeittain	4
2.1 Työpaketti 1 – Ultraääni	4
2.2 Työpaketti 2 – Ravinteiden talteenotto	6
2.3 Lietteen kompostoinnin kehittäminen	7
2.4 Työpaketti 4 – Ravinnevirrat ja yhteistyö.....	8
3. RRF-KRITEERIEN JA DNSH -ARVIOINNIN TÄYTTYMINEN.....	9
3.1 Hankkeille asetettujen kriteerit	9
3.2 Kriteerien arviointi, kohdat a ja b.....	10
3.3 DNSH-arvioinnin täytyminen hankkeessa	11
4. Hankkeesta opittua ja yhteenveto.....	13
5. Taloudellinen toteuma	13
6. Liitteet	14
7. LÄHTEET	14

1. HANKKEEN PERUSTIEDOT

Hankkeen diaarinumero on VN/6397/2022 ja päätöspäivämäärä 16.5.2022. Hankkeen toteutusaika oli 1.9.2022 – 30.11.2024. Hankkeeseen on tehty kaksi väliraporttia, vuodelle 2022 ja 2023.

Ympäristöministeriö on myöntänyt Virtain kaupungin Vesihuoltolaitoksen hankkeelle rahoitusta ravinteiden kierrätyksen ja jätevesihuollon energiatehokkuuden hankkeisiin vuosina 2020–2026 myönnettävästä valtionavustuksesta.

Hankkeen toteuttajana toimii Virtain kaupungin Vesihuoltolaitos. Avainhenkilöt yhteystietoineen on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. HANKKEEN YHTEYSHENKILÖT

Nimi	Työtehtävä / - nimike	Yhteystiedot
Kimmo Jokinen	Yhdyskuntatekniikan päällikkö, hankkeen vastuuhenkilö	kimmo.jokinen@virrat.fi p. 03 485 1322
Petri Pohjola	Vesihuoltopäällikkö, operatiivisen toiminnan kehittäminen	petri.pohjola@virrat.fi p. 044 715 1325
Tiina Keskimäki	Toimistopäällikkö, talousasioiden yhteyshenkilö	tiina.keskimaki@virrat.fi p. 03 485 1224
Rauno Leván	Koordinaattori, ostopalvelu	rauno.levan@tiiraevents.fi p. 040 6325 006

Avainhenkilöiden lisäksi hankkeeseen osallistui muita vesihuoltolaitoksen työntekijöitä sekä oppinäytetyöntekijä / harjoittelija Marko Paananen Lahden ammattikorkeakoulusta.

Hankkeen alkuperäiset tavoitteet ja toimenpiteet voidaan tiivistää neljään keskeiseen työpakettiin, jotka on kuvattu taulukossa 2.

TAULUKKO 2. HANKKEEN TYÖPAKETIT

TP 1 Ultraääni	Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamolla otetaan käyttöön ultraäänilaitteisto, joka sijoitetaan lietteen kuivatuslaitteiston edelle. Ultraäänellä tavoitellaan lietteen kuiva-ainepitoisuuden nostamista sekä samalla tutkitaan ultraäänen vaikutusta lietteen, lietteenkuivatuksen rejektiveden sekä aktiivilieteprosessiin palautuvan palautuslietteen pitoisuuksiin, määrään ja mikrobiologiseen laatuun.
TP 2 Ravinteiden talteenotto	Tutkitaan voiko ultraäänilaitteiston muodostamaa ravinnepitoisempaa rejektivettä käyttää struviittikiteytykseen perustuvassa ravinteiden talteenotossa. Tutkitaan rejektiveden laatua ja tehdään laboratoriomittakaavan kokeita rejektiveden struviittikiteytyksestä sekä rakennetaan pilot-laitos jätevedenpuhdistamon yhteyteen ja kokeillaan ravinteiden kiteytystä.
TP 3 Lietteen kompostointi	Kompostoidulle jätevesilietteelle haetaan lannoitevalmistelupa ja sille etsitään käyttökohde. Samalla kehitetään kompostointia vastaamaan lannoitevalmisteluvan vaatimuksia.
TP 4 Ravinnevirrat	Tarkastellaan Virtain ja lähialueiden ravinnevirtoja. Tavoitteena on kuvata erityisesti pienten ja keskisuurten jätevedenpuhdistamojen näkökulmasta niiden ympärille muodostuvaa ravinnevirtojen verkostoa ja mahdollisuuksia. Tavoitellaan, etsitään ja muodostetaan yhteistyötä paikallisesti ravinteiden tuottajien, käsittelijöiden ja hyödyntäjien välillä jätevedenpuhdistamon toimiessa keskeisessä roolissa. Samalla luodaan ymmärrystä jätevedenpuhdistamon ravinnevirran rahallisesta arvosta ja siihen sitoutuneista kustannuksista.

2. HANKKEEN TOTEUTUMINEN TYÖPAKETEITTAIN

2.1 Työpaketti 1 – Ultraääni

Toiminnan kuvaus

Hankkeen keskeisimmäksi ja ylivoimaisesti haasteellisimmaksi toimenpiteeksi nousi ultraäänilaitteisto ja sen toiminta Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamossa.

Laitteisto saatiin puhdistamolle loppusyksyllä 2022 ja asennustyöt sekä käyttöönotto aloitettiin loppuvuodesta 2022. Varsinaiset koeajot laitteiston toimittajan puolelta käynnistyivät vuoden 2022-2023 vaihteessa. Käyttöönotosta ja laitetoimittajan suorittamasta koeajosta raportti on liitteenä 1.

Ensimmäinen koeajokausi kesti keväälle 2023, jonka jälkeen laitteiston toimittaja siirtyi koeajovastuusta sivuun ja koeajojen suunnittelu ja toteutus siirtyi jätevedenpuhdistamon henkilökunnalle. Syynä oli koeajojen tuloksettomuus sekä huono dokumentaatio ja epä johdonmukaisuus. Projektiin saatiin avuksi Lahden ammattikorkeakoulusta opinnäytetyöntekijä Marko Paajanen.

Toinen koeajojakso aloitettiin toukokuussa 2023 uuden koeajosuunnitelman mukaisesti (liite 2). Yhä järjestelmällisemmin testattiin ultraäänen vaikutusta lietteen kuiva-ainepitoisuuteen eri lietenopeuksilla ja ultraäänen tehoilla. Lietettä analysoitiin sekä Lahden ammattikorkeakoulussa että ulkopuolisella laboratoriollla. Samalla kerättiin rejektiveden näytteitä, jotka analysoitiin ja etsittiin viitteitä ultraäänen vapauttamasta typestä tai fosforista. Tulokset ovat koottu liitteeseen 4.

Pitkien koeajojen ja kevään 2023 sulamisvesien yhdistelmänä kehittyi kuitenkin ongelmia puhdistamon toiminnalle ja koeajot oli pakko keskeyttää toukokuun lopulla.

Tuloksia tarkasteltaessa kuitenkin ymmärrettiin, että kuiva-aineen mittausta ei välttämättä ole paras keino varmentaa laitteen toimivuutta ja altistusaika nykyisellä koejärjestelyllä (noin 4-5 sekuntia) ei riitä ultraäänen vaikutuksen todentamiseen.

Kesällä 2023 päätettiin luoda uusi koejärjestely (liite 3), jossa lietettä kierrätettäisiin ultraäänen läpi pidempiä aikoja ja kuiva-aineen lisäksi tutkittaisiin lietteen laatua mikroskopoimalla.

Uusi koejärjestely saatiin toteutettua kesän aikana ja ensimmäiset koeajot olivat elokuussa 2023. Mikroskopoimalla pystyttiin havaitsemaan lietteen laadun muuttumista silmämääräisesti ultraääniajan pidentyessä. Vaikutusta ei kuitenkaan saatu näkyviin kuivauksessa tai kuiva-ainepitoisuuksissa.

Syksyllä 2023 päädyttiin toteuttamaan vielä yksi koeajo, jossa otettiin näytteet partikkelikokoanalyysia varten. Analyysillä voitaisiin silmämääräistä paremmin osoittaa millä teholla ja vaikutusajalla ultraääni saa aikaan toivotun reaktion lietteessä.

Uusi koeajo toteutettiin samalla koejärjestelyllä lokakuussa 2023. Tulokset osoittivat ultraäänen vaikutuksen, mutta silti vaikutusta kuiva-aineeseen tai rejektiveden ravinnepitoisuuksiin ei ollut.

Päätettiin, ettei ultraäänen koeajoon kannata käyttää enemmän resursseja, koska tuloksia kuiva-aineeseen tai rejektiveteen ei useista erilaisista koeajoista ja -tavoista riippumatta ollut.

Keväällä 2024 käynnistettiin keskustelut Huittisten Puhdistamo Oy:n ja Prizztech Oy:n BioP-Rec -hankkeen kanssa ([BioP-Rec - Prizztech Oy](#)). Heidän hankkeessaan oli tutkittu struviittikiteytystä

biologisen fosforinpoiston lietteestä. Yhteistyössä hankkeiden välillä koejärjestelyt suunniteltiin uudestaan, tarkoituksena tutkia voidaanko ultraäänellä saada positiivinen vaikutus BioP-lietteestä vapautuvaan fosforiin ja tyypeen.

Koeajot suunniteltiin kesän 2024 aikana (liite 4) ja toteutettiin viikolla 36. Koeajoa varten siirrettiin Huittisista lietettä Virtain jätevedenpuhdistamolle.

Ensimmäisessä koeajossa huomattiin ultraäänen vaikutus, mutta samalla todettiin fosforin saostuvan uudelleen. Koeajo päätettiin toistaa vielä aivan hankkeen lopulla viikolla 44. Viimeisessä koeajossa saatiin selkeä tulos liukoisen fosforin määrän noustessa ultraäänikäsitellyllä lietteellä noin kaksinkertaiseksi jo 1,5 minuutin altistusajalla ja 40 % teholla (noin 1 kW). Vaikutus havaittiin, kun ultraäänilaitteella oli syötetty energiaa lietteeseen noin 0,75 kJ/litra. Pidempi altistusaika lisäsi liukoisen fosforin määrää, mutta suhde vastaavasti ikääntyneeseen 0-näytteeseen tai vain 1,5 minuuttia altistusta saaneeseen näytteeseen nähden ei juurikaan muuttunut. Koeajojen tuloksia ja niiden johtopäätöksiä tullaan tarkemmin käsittelemään BioP Rec -hankkeen loppuraportissa, jonka edistymistä voi seurata hankkeen sivustolla: <https://www.prizz.fi/kehittamisteemat/bio-ja-kiertotalous/biop-rec.html>. Koeajojen tulokset on koottu taulukkona liitteeseen 5.

Johtopäätökset

Hankkeen toimenpiteiden perusteella voidaan päätellä, että ultraäänilaitteiston vaikutus kemiallisesti saostetun jätevesilietteen fosforin vapautumisessa on minimaalinen. Vaikka ultraäänilaitte muuttaa kemiallisesti saostetun jätevesilietteen rakennetta ja pilkkoo selkeästi soluja sekä flokkeja, ei se muuta lietteen kuivatuksen tehokkuutta tai vapauta rejektiveteen merkittävästi fosforia tai tyypeä.

Sen sijaan biologista fosforinpoistoa hyödyntävien jätevedenpuhdistamojen lietteelle (kuten Huittisten Puhdistamo Oy) ultraäänilaitteistolla voidaan saavuttaa merkittäviä vaikutuksia rejektiveteen vapautuvassa työssä ja fosforissa jo lyhyelläkin vaikutusajalla. Hankkeessa lyhin testattu altistusaika oli 90 sekuntia, mutta tulosten ollessa samassa linjassa pidemmällä altistusajoilla voisi jatkotutkimuksissa kokeilla vielä lyhyempää altistusaikaa, joka toimiessaan tekisi tekniikasta käyttökelpoisemman varsinaisessa tuotantoprosessissa.

Johtopäätöksenä voidaan myös todeta, että ultraäänen vaikutuksen tutkimiseen esimerkiksi liukoisen fosforin ja kokonaistypen mittaaminen on nopeampi ja tarkempi tapa kuin kuiva-ainepitoisuuden seuraaminen. Kuiva-ainepitoisuuden muodostuminen on ultraäänen vaikutuksen lisäksi niin monen muuttujan summa, että ultraäänen vaikutuksen osoittaminen oli käytännössä hyvin haasteellista.

Tulokset

Työpaketista syntyi konkreettisesti useita koeajosuunnitelmia ja niiden näytteenottojen tuloksia, jotka on koottu Marko Paajasen opinnäytetyöhön, joka julkaistaneen talvella 2024 – 2025. Liitteenä 6 on esitetty kooste opinnäytetyöstä hankkeen päättyessä.

Lisäksi hankkeen toimenpiteitä on esillä Prizztech Oy:n ja Huittisten Puhdistamo Oy:n BioP-Rec-hankkeen raportoinnissa ja tuloksia esitellään BioP-Rec -hankkeen loppuwebinaarissa tammikuussa 2025.

Tulokset voivat auttaa vastaavien koejärjestelyjen suunnittelussa jatkossa varsinkin biologista fosforinpoistoa käyttävissä jätevedenpuhdistamoissa, jotka suunnittelevat fosforin talteenottoa.

Varsinaisesti tavoitteena ollut Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamon lietteen kuiva-ainepitoisuuden nostaminen jäi hankkeessa saavuttamatta. Ultraäänellä ei ollut vaikutusta lietteen kuiva-ainepitoisuuteen.

2.2 Työpaketti 2 – Ravinteiden talteenotto

Toimenpiteet

Hankkeen tavoitteena oli tutkia ja kokeilla käytännössä ravinteiden talteenottoa Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamon lietteen kuivatuksen rejektivedestä, kun lietettä oli käsitelty ultraäänilaitteistolla.

Työpakettiin liittyen syksyllä 2022 ja keväällä 2023 otettiin rejektivesinäytteitä, joita verrattiin ennen hanketta otettuihin näytteisiin. Tulokset näistä näytteenotoista on liitteenä 7.

Varsinaisesti missään vaiheessa ultraäänilaitteisto ei pystynyt nostamaan rejektiveden ravinnepitoisuuksia siten, että ravinteiden talteenotto kiteyttämällä olisi ollut teoreettisesti järkevää tai mahdollista.

Vuoden 2023 lopussa tehtiin muutoshakemus (liite 8) hankkeelle, jossa työpaketin painoarvoa hankkeen kokonaisuudessa muutettiin. Ravinteiden talteenottoa päätettiin tutkia yhteistyössä Prizztech Oy:n BioP-Rec -hankkeen kanssa, kuten tässä raportissa kohdassa 2.1 on esitetty.

Johtopäätökset

Työpaketin johtopäätökset ovat osin samoja, kuin työpaketissa 1. Ultraäänellä ei voida tämän hankkeen tulosten valossa vapauttaa kemiallisesti sidottua fosforia siinä määrin, että lietteen kuivatuksen rejektiveden ravinnepitoisuudet nousisivat ravinteiden talteenoton kannalta kiinnostavaksi ravinnevirraksi.

Toimenpiteiden aikana käytännössä havaittiin myös, että mikäli rejektivettä haluttaisiin lietteen kuivatuksesta hyödyntää, tulisi huomioida esimerkiksi lietteen kuivatuksessa käytettävien pesuvesien erottaminen varsinaisesta rejektivedestä, jotta rejektivettä ei turhaan laimennettaisi.

Ultraäänellä havaittiin myös vaikutuksia lietteen pilkkoutumiseen, joka lisää rejektivedessä olevan kiintoaineen määrää. Hankkeessa havaittiin, että tällä lisääntyneellä kiintoaineella voi olla haitallisia vaikutuksia puhdistamon toimintaan ja vähintään se vaikeuttaa rejektiveden laadukasta näytteenottoa ilman suodattamista tai kiintoaineen laskeuttamista.

Tulokset

Työpaketissa ei saavutettu Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamon ravinteiden kannalta merkittäviä tuloksia. Rejektivedestä otettiin useita analyyskejä ja sen erottamista kuivauslaitteelta pohdittiin käytännössä. Hankkeessa ei kuitenkaan koettu mielekkääksi tehdä teoreettista tutkimusta esimerkiksi itse valmistetulla, ravinteikkaalla jätevedellä, koska tällaisia tutkimuksia oli jo olemassa.

Hyvänä tuloksena voidaan pitää kuitenkin yhteistyötä biologisen fosforinpoiston lietteiden käsittelyssä, jossa ultraäänellä saatiin konkreettisia vaikutuksia ja tuloksena se, että ultraääni voi tehostaa biologista fosforinpoistoa hyödyntävien jätevedenpuhdistamojen lietteestä tapahtuvaa ravinteiden talteenottoa.

2.3 Lietteen kompostoinnin kehittäminen

Taustaa ja tavoitteita

Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamon liete on käsitelty aumakompostoimalla se itse Virtain kaupungin Sarvinevan kaatopaikalla. Kompostoitu liete on aiemmin käytetty suljetun kaatopaikan maisemointiin.

Maisemointi valmistui kuitenkin vuoden 2020 jälkeen ja lietettä ei ole voitu siihen enää hyödyntää. Työpaketissa oli tarkoitus rakentaa kompostoinnille laatu järjestelmä (ent. lannoitevalmistelupa) ja kehittää valmiin kompostin jatkokäyttöä.

Samalla tutkittiin kaksi vanhaa kompostiaumaa, jotka ovat odottaneet kompostikentällä jatkokäsittelyä jo useamman vuoden ajan ja jotka on valmistettu ennen laatu järjestelmää.

Toimenpiteet

Vanhat kompostoidut aumat tutkittiin KVVY Tutkimus Oy:n toimesta keväällä 2023. Aumat todettiin kompostoinnin näkökulmasta kypsiksi ja hygieenisiksi (liite 9). Laadultaan vanhat kompostointiaumat luokiteltiin maanparannuskompostiksi.

Haasteena kuitenkin näiden kompostiaumojen käyttöön oli, että kaatopaikalla on ollut runsaasti jättipalsamia, joka oli myös levittäytynyt vanhoihin kompostiaumoihin. Vieraslajin leviämisen hillitsemiseksi ei vanhoja aumoja voitu kaatopaikan alueelta pois, joten ne päätettiin siirtää viereiselle maankaatopaikaksi kaavoitetulle vapaalle alueelle kaatopaikka-alueen sisällä ja koteloida aumamuovilla. Jättipalsamin ei ole todettu muodostavan siemenpankkia (Åstrand, Ann-Sofie 2018.) ja siten voitaisiin olettaa, että muovilla peitettyinä kompostissa olevien palsamin siementen menettävän elinkelpoisuutensa muutamassa vuodessa.

Hankkeessa haettiin myös jätevesilietteen kompostoinnille uusi ympäristölupa (liite 10) ja laatu järjestelmää lähdettiin rakentamaan Ruokaviraston ohjeiden mukaisesti.

Valmis laatu järjestelmä ja käyttö päiväkirja ovat raportin liitteenä 11 ja 12. Valmiin kompostin tuoteselostepohja on liitteenä 13.

Toiminta on hankkeen aikana muutettu laatu järjestelmän mukaiseksi ja kompostien lämpötilaa seurataan hankkeessa hankittujen langattomien mittalaitteiden avulla.

Hankkeen aikana havaittiin, että aiempi kompostointiprosessi, jossa käytettiin tukiaineena turvetta, muodosti liian tiiviin kompostin. Kompostin lämpötila ei noussut hygienisoinnin näkökulmasta riittävästi. Hankkeen aikana tukiaineessa siirryttiin käyttämään enemmän haketta, jolloin kompostista tulee ilmavampaa ja samalla turpeen käyttöä voidaan vähentää. Toimenpiteitä jatketaan hankkeen päätyttyä, kun kompostin toimintaa ja laatua seurataan.

Johtopäätökset ja tulokset

Työpaketin toimenpiteet toteutettiin suunnitelman mukaisesti ja tuloksena syntyi tavoitellut laatu järjestelmä ja siihen liittyvät työkalut. Samalla parannettiin kompostoinnin toimintaa käytännössä.

2.4 Työpaketti 4 – Ravinnevirrat ja yhteistyö

Toimenpiteet

Työpaketissa neljä tavoitteena oli laajentaa kompostilaitoksen ajatusta koko kaupungin kattavaksi ravinnevirtojen hallinnaksi. Samalla selvitettäisiin ns. ravinteiden tuotannon kustannuksia Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamolla, jolla voitaisiin paremmin määrittää ravinteisiin sitoutunut arvo.

Hankkeessa selvitettiin vuonna 2023 jätevedenpuhdistamojen lietemäärää Virtain lähialueella ja lietteiden nykyistä käsittelyä sekä toteutettiin kysely lietteen käsittelyn kehittämistarpeista (liite 14).

Selvitystä hyödynnettiin keväällä 2024, kun MW Kehitys Oy:n johdolla lähdettiin yhteistyössä seitsemän muun kunnan tai vesihuoltolaitoksen kanssa selvittämään mahdollisuuksia alueellisen biokaasulaitoksen rakentamisesta. Samassa selvityksessä koostettaisiin kattavasti biokaasulaitokseen soveltuvia ravinnevirtoja alueellisesti. Hankkeelle haettiin ja saatiin avustusta Ympäristöministeriön Yhdyskuntien biohajoavien jättejakeiden ja vesien biomassojen ravinne- ja energiapotentiaalin hyödyntämisen -hausta kesäkuussa 2024.

Osittain uuden hankkeen myötä voidaan jatkaa paremmin ja laajemmin resurssein ravinnevirtojen kartoitusta Virtain kaupungin sisällä ja myös alueen kuntien välillä.

Keväälle 2024 suunniteltiin työpajaa kuntien ravinnevirtoihin liittyen (liite 15), mutta vähäisen kiinnostuksen vuoksi työpaja jouduttiin perumaan.

Ravinnevirta-ajatellun mallia suunniteltiin toteutettavan RANKU-hankkeen työkalujen avulla, mutta henkilöstövaihdosten ja resurssien niukkuuden vuoksi tarvittavia työpajoja kaupungin avainhenkilöiden kanssa ei ehditty hankkeen aikana toteuttamaan. Työkalut kuitenkin koottiin jatkokäyttöä ajatellen valmiiksi.

Hankkeessa löydettiin kuitenkin yhteistyökumppaneita kompostin lopputuotteen hyödyntämiselle. Keskusteluja on käyty nykyisin koneyrittäjänä kompostointialueella toteuttavan Sihatek Oy:n kanssa mullan valmistuksen aloittamisesta sekä Bauben Oy:n kanssa kompostin hyödyntämisestä energiapajun kasvattamisessa vanhoilla turvesuoalueilla. Kompostin hyödyntämistä energiapajun kasvattamiseen on hankkeen aikana selvitetty myös vesihuoltopäällikön toimesta ja erilaisia kokeiluja on harkittu toteutettavan hankkeen päätyttyä. Alustavasti on tiedusteltu myös kokeilujen mahdollisesta rahoituksesta esim. JTF-hankkeena.

Johtopäätökset ja tulokset

Työpaketin tuloksena syntyi jatkohanke ALBIO, johon haettiin rahoitusta MW-Kehitys Oy:n toimesta. Lisäksi työpaketissa saatiin käytyä keskusteluja kompostilaitoksen ja valmistuvan biomassan jatkokäytöstä, mutta sopimuksia toimijoiden kanssa ei vielä hankkeen päättyessä ole olemassa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että ravinnevirtojen kartoittaminen ja ylipäänsä kaupunkien mahdollisuudet miettiä ravinneneutraaliutta tai ravinnevirtoja kaupunkien alueella on nykyresursseilla varsin haastavaa ainakin pienemmissä kunnissa. Erilaiset hankkeet tarjoavat aiheeseen lisäresursseja ja ovat tärkeä osa kokonaisvaltaisten ravinnevirtojen kuvaamisessa ja toiminnan kehittämisessä, jossa kaupungeillakin on merkittävä rooli.

3. RRF-KRITEERIEN JA DNSH -ARVIOINNIN TÄYTTYMINEN

3.1 Hankkeille asetettujen kriteerit

Avustuspäätöksessä on edellytetty, että hankkeet täyttävät soveltuvin osin seuraavat alakohdat:

- a) Hyödynnettävien jakeiden (jäte- ja/tai sivuvirta tai muu biomassa, jota ei ole luokiteltu ongelmajätteeksi) sisältämistä ravinteista on otettava talteen vähintään 50% (kuivapainona laskettuna) siten, että syntyvillä ravinnetuotteilla voidaan korvata neitseellisiä raaka-aineita.
- b) Kehitettävien tai käyttöönotettavien tekniikoiden osalta tavoitellaan teknistä valmiusastetta (TRL) vähintään tasolla 6 eli tekniikasta on olemassa prototyyppi/malli, jota on testattu soveltuvassa toimintaympäristössä.
- c) Hankkeen on täytettävä ”Ei merkittävää haittaa” -periaatteen (DNSH = Do No Significant Harm) mukaiset vaatimukset eli se ei saa haitata ilmastonmuutoksen hillitsemiseen, ilmastonmuutoksen sopeutumiseen, vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävään käyttöön ja suojeluun, kiertotalouteen (mukaan lukien jätteen synnyn ehkäisy ja kierrätys), ilman, veden ja maaperän pilaantumisen ehkäisemiseen ja sen vähentämiseen, tai biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojeluun ja ennallistamiseen liittyvien tavoitteiden toteutumista (ks. tekniset ohjeet 2021/C58/01). Avustuksen hakijan tulee tehdä hankkeesta Ei merkittävää haittaa –arviointi, joka liitetään hakemuksen liitteeksi.

3.2 Kriteerien arviointi, kohdat a ja b

Taulukossa 3 on esitetty edellisen luvun kohtien a ja b kriteerien arviointi ja toteuma hankkeessa.

TAULUKKO 3. RRF-KRITEERIEN ARVIOINTI

Kriteeri	Täytyminen hankkeessa
<p>Ravinteiden talteenottoaste Hanke on kokeiluhanke, jossa kokeillaan struviittikiteytystä ja lietteen ultraäänikäsitteilyn yhdistämistä ravinteiden talteenoton kehittämiseksi pienen jätevedenpuhdistamon lietteenkäsittelyn rejektivedestä. Hankkeen talteenottoasteesta saadaan tieto prosessin edetessä.</p>	<p>Ultraäänilaitteiston ja struviittikiteytyksen näkökulmasta hankkeessa ei päästy kriteereissä mainittuun 50 % talteenottoon. Ultraäänilaitteisto ei pystynyt vapauttamaan lietteeseen sitoutunutta fosforia siten, että rejektivedestä fosforin kiteyttäminen olisi ollut mahdollista.</p> <p>Hankkeessa kuitenkin kehitettiin ja saatiin valmiiksi puhdistamolietteiden kompostoinnin laatu järjestelmä, joka mahdollistaa, että kaikki lietteet voidaan kompostoida ja toimittaa jatkokäyttöön korvaamaan neitseellisiä raaka-aineita. Hankkeessa selvitettiin valmiin kompostin jatkokäyttömahdollisuuksia paikallisten toimijoiden kanssa.</p>
<p>Tekninen kypsyys Hankkeessa sovellettava uusi teknologia on tasoltaan vähintään TRL 6, koska lietteen ultraäänikäsitteilyä on sovellettu Suomessa mm. elintarvike- ja metsäteollisuuden jätevedenpuhdistamojen lietteenkäsittelyssä sekä sitä käytetään maailmalla useassa yhdyskuntien jätevesien lietteenkäsittelyprosessissa. Hankkeessa sovellettava struviittikiteytys on teknologiana käytössä useassa erilaisessa kaupallisessa sovelluksessa esim. Airprex tai Ostara.</p>	<p>Hankkeessa testattiin ECO WWS Oy:n toimittamaa laitteistoa ja menetelmää lietteen kuivatuksen tehostamiseksi. Vastaavia laitteistoja on käytössä maailmalla ja Suomessa laitteistoa on testattu mm. elintarvike- ja metsäteollisuudessa.</p> <p>Hankkeessa testattiin laitetta sekä Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamon että Huittisten Puhdistamo Oy:n lietteille.</p> <p>Hankkeen tulosten avulla voidaan todeta, että ultraäänilaitteistolla voidaan tehostaa erityisesti biologiseen fosforinpoistoon perustuvien lietteiden ravinteiden talteenottoa, vaikka lähtökohtaisesti suunniteltu Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamon ravinteiden talteenotto ei hankkeessa onnistunutkaan.</p>

3.3 DNSH-arvioinnin täyttyminen hankkeessa

Lähtökohtaisesti hankkeesta ei todettu olevan haittaa millekään DNSH-arvioinnin osa-alueelle. Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty tavoitteiden toteutuminen hankkeen toiminnassa. Liitteenä 18 on rahoittajan pohjalle tehty DNSH-arviointi.

TAULUKKO 4. DNSH -ARVIOINTI 1

Hankepäätoöksessä	Hankkeen toiminta
<p>Ilmastonmuutos</p> <p>Hankkeessa tehostetaan lietteen käsittelyä, jolloin lietteen kuiva-ainepitoisuus kasvaa. Lietteen kuljetusmäärät pienenevät ja samalla kuljetuksesta aiheutuvat ilmastovaikutukset.</p> <p>Lietteen käsittelyn tehostaminen parantaa myös koko puhdistamon energiatehokkuutta. Ultraäänikäsittely kuluttaa sähköä, mutta lietteenkuivauksen energiatarve vähenee käsittelyn seurauksena. Struviittikiteytyksen energiankulutus kompensoituu myös lietteen kuljetustarpeen vähenemisellä.</p> <p>Mikäli hankkeen pilotointi päätetään toteuttaa isommassa mittakaavassa, ristikkäisvaikutukset on arvioitava tarkemmin.</p> <p>Lisäksi lopputuotteena syntyvällä struviitilla voidaan korvata muiden lannoitevalmisteiden tuotantoa, valmistusta ja käyttöä, jolloin vältetään niiden valmistukseen, kuljetukseen ja käyttöön liittyvät päästöjä.</p> <p>Hankkeesta ei näin ollen aiheudu merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä ja sen katsotaan olevan ”ei merkittävää haittaa” -periaatteen mukainen tämän tavoitteen osalta</p>	<p>Hankkeen tavoitteet lietteen kuiva-ainepitoisuuden nostamiseksi eivät toteutuneet, joten vaikutuksia lietteen kuljetusmääriin tai kuljetuksesta aiheutuviin ilmastovaikutuksiin ei ole. Toisaalta tilanne ei ole myöskään huonontunut aiemmasta.</p> <p>Koska hankkeessa ei kiteytetty struviittia, ei sillä ollut vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin.</p> <p>Hankkeessa saatiin kehitettyä määräykset täyttävä lopputuote kompostoinnista, joka korvaa muualta tuotavia biomassoja Virtain alueella ja tulee näin vähentämään massojen kuljetuksesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä.</p> <p>Hankkeessa selvitettiin, että turpeesta kompostin tukiaineena voidaan luopua ja samalla parantaa kompostin toimintaa. Tämä vähentää turpeen nostoa ja tätä kautta toteuttaa ilmastonmuutoksen ehkäisyä.</p> <p>Hankkeesta ei aiheutunut merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä.</p>
<p>Ilmastonmuutoksen sopeutuminen</p> <p>Kun lietteen ravinteet jalostetaan hitaasti liukenevaan muotoon struviitiksi, riski ravinnehuuhtoutumiin pienenee verrattuna lietalannoitteen käyttöön.</p> <p>Hankkeella ei ole näin ollen ennakoitavissa olevaa vaikutusta ilmastonmuutoksen sopeutumiseen, joten sen katsotaan olevan ”ei merkittävää haittaa” -periaatteen mukainen tämän tavoitteen osalta.</p>	<p>Hankkeessa ei saatu jalostettua ravinteita hitaasti liukenevaan muotoon, joten positiivista vaikutusta ilmastonmuutoksen sopeutumiseen ei ollut. Kuitenkin hankkeessa saatujen tulosten valossa ultraäänellä voidaan ravinteiden jalostamista struviitiksi tehostaa, joka auttaa hankepäätoöksessä esitettyjen tavoitteiden toteutumisessa.</p> <p>Hankkeesta ei kuitenkaan aiheutunut haittaa ilmastonmuutoksen sopeutumiseen.</p>
<p>Vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojele</p> <p>Hankkeen seurauksena kuormitus vesistöihin (ravinnevalumat) pienenee ja samalla riski rehevöitymiselle ja pohjaveden pilaantumiselle.</p> <p>Ultraäänikäsittely parantaa myös palautuslietteen mikrobikoostumusta ja lisää puhdistusprosessin stabiiliutta, joka vähentää riskiä häiriötilanteille ja vähentää myös ravinnekuormitusta. Ultraäänikäsittely muuttaa lisäksi kuivatun lietteen ravinnesuhteita (C:N:P) lannoitekäyttöön soveltuvammaksi vähentäen fosforin määrää jäljellä olevassa lietteessä, joka vähentää lietteen ”ylimääräisen” fosforin kuormitusta ympäristöön.</p> <p>Ravinteiden talteenotto struviittikiteytyksellä muuttaa ravinteita hitaammin liukenevaan muotoon vs. vapaa ravinne lietalannoitteessa, joka vähentää ravinteiden valumista pellolta vesistöihin ja vähentää näin ollen rehevöitymistä.</p> <p>Hankkeen kokeiluissa syntyvät mahdolliset jätevedet käsitellään asianmukaisesti voimassa olevan luvan mukaan. Hankkeen vaikutukset vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestäväan käyttöön ja suojeeluun ovat merkityksettämiä, joten sen katsotaan olevan ”ei merkittävää haittaa” -periaatteen mukainen tämän tavoitteen osalta.</p>	<p>Hankkeen tavoitteet struviitin kiteytyksen osalta eivät toteutuneet. Kuitenkin kiteytykseen ja ultraääneen liittyvien tulosten pohjalta muualla kuin Virtain kaupungin jätevedenpuhdistamolla vastaavia tavoitteita voidaan saavuttaa.</p> <p>Hankkeen toimenpiteillä kompostoinnin kehittämiseksi voidaan todeta olevan positiivisia vaikutuksia ravinnevalumaan Sarvinevanajaan, koska kompostointia hankkeessa kehitetyn laatuja järjestelmän mukaisesti seurataan tarkemmin ja lopputuotetta toimitetaan muualle jatkokäyttöön (esim. mullan valmistus) eikä kompostoinnin lopputuote jää pistemäisesti kaatopaikka-alueelle, josta sen sisältämät ravinteet voivat liueta ojan kautta vesistöön.</p> <p>Hankkeesta ei ole aiheutunut haittaa vesivaroille tai merten luonnonvaroille tai niiden kestäväälle käytölle ja suojelelle.</p>

<p>Kiertotalous, mukaan lukien jätteen syntyä ehkäisy ja kierrätys</p> <p>Hanke lisää paikallista kiertotaloustoimintaa ja luo mahdollisuuksia uusille kiertotalouden palveluille ja työpaikoille.</p> <p>Talteenotto lisää ravinteiden paikallista kiertoa, joka vähentää ravinteiden kuljettamisesta syntyviä ympäristövaikutuksia.</p> <p>Jälkikäsitteilyn tehostaminen parantaa syntyvän lopputuotteen käyttömahdollisuuksia esim. viljelyssä tai viherrakentamisessa korvaten näin ollen mahdollisesti neitseellistä orgaanista humusta tai mineraalisia lannoitteita. Tämä vähentää merkittävästi käyttökohteiden hiilijalanjälkeä ja esim. orgaanisen aineen ottoa maaperästä tai mineraalisten lannoitteiden hankintaa.</p> <p>Hanke edistää kiertotalouden toteutumista, joten sen katsotaan olevan "ei merkittävää haittaa" -periaatteen mukainen tämän tavoitteen osalta</p>	<p>Hanke toteutui suunnitelmien mukaan ja jatkossa kompostoinnin lopputuotteen jatkokäsittely ja -jalostus lisäävät paikallista kiertotaloustoimintaa.</p> <p>Jalostettu lopputuote korvaa viljelyssä tai viherrakentamisessa neitseellistä orgaanista ainesta ja mineraalisia lannoitteita.</p> <p>Kompostin tukiaineena käytetään turpeen sijasta nyt paikallista puuhaketta, joka syntyy metsätalouden sivutuotteena. Tämä lisää kiertotaloutta ja vähentää riippuvuutta turpeesta.</p> <p>Hanke on edistänyt kiertotalouden toteutumista ja sillä ei ole ollut merkittävää haittaa tälle tavoitteelle.</p>
<p>Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen</p> <p>Hanke ei vähennä eikä lisää ilman, veden tai maaperän pilaantumisen riskiä. Hankkeessa kehitetään lietteen lannoitekäyttöä lannoitevalmisteeksi, joka edesauttaa nykyistä järjestelmällisempää lietteen jälkikäsitteilyn laadun (mm. raskasmetallit) seuranta.</p> <p>Lietteen jälkikäsitteilyn kehittäminen ja keskittäminen parantaa myös sen tehokkuutta vähentäen näin esim. jälkikäsitteilyä suoraan syntyviä päästöjä ilmaan tai maaperään.</p> <p>Riski lopputuotteiden haitta-ainejäämistä arvioidaan tarkemmin, mikäli pilotointi toteutetaan täydessä mittakaavassa.</p> <p>Hankkeen vaikutukset ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen osalta ovat merkityksellisiä, joten sen katsotaan olevan "ei merkittävää haittaa" -periaatteen mukainen tämän tavoitteen osalta.</p>	<p>Hankkeessa edistettiin kompostin laadun seuranta, joka edellyttää nykyistä tarkemman ja järjestelmällisemmän seurannan esimerkiksi raskasmetalleille.</p> <p>Hankkeen tuloksena myös turpeen käyttö kompostin tukiaineena vähenee, mikä vähentää ympäristön pilaantumisen riskiä turpeen nostamisessa ja logistiikassa. Sen sijaan käytetään paikallista puuhaketta, joka lisää työpaikkoja ja paikallisen biomassan hyödyntämistä.</p> <p>Hanke ei ole aiheuttanut merkittävää haittaa ympäristön pilaantumiselle tai sen ehkäisylle.</p>
<p>Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojeleminen ja ennallistaminen</p> <p>Hankkeella ei ole ennakoitavissa olevaa vaikutusta biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelemaan ja ennallistamiseen, joten sen katsotaan olevan "ei merkittävää haittaa" -periaatteen mukainen tämän tavoitteen osalta.</p>	<p>Hankkeen tuloksena myös turpeen käyttö kompostin tukiaineena vähenee, mikä vähentää osaltaan turpeenottoa ja tätä kautta lisää suoekosysteemien suojelemaan ja mahdollistaa niiden ennallistamista.</p> <p>Hankkeen toiminnan kautta myös Sarvinevan kaatopaikalla aloitetaan haitallisen vieraslajin (jättipalsami) torjuntatoimet, joka parantaa alueen luonnon monimuotoisuuden suojelemaan ja vähentää riskiä vieraslajin leviämislle.</p> <p>Hanke ei ole aiheuttanut haittaa biologiselle monimuotoisuudelle tai ekosysteemien suojelemaan ja ennallistamiselle.</p>

4. HANKKEESTA OPITTUA JA YHTEENVETO

Hankkeen yhtenä lähtökohtana oli tutkia voiko pienessä jätevedenpuhdistamossa kehittää uuteen teknologiaan perustuvaa ravinteiden talteenottoa ja luoda näin hyviä käytäntöjä ja lähtökohtia myös muille pienille jätevedenpuhdistamoille. Tavoitteena oli osoittaa, että myös pienestä puhdistamosta voi rohkeasti kokeilemalla kehittää esimerkiksi ravinteiden talteenottoa.

Lopputuloksena voidaan todeta, että pienen puhdistamon resurssit tekevät kehittämisestä haastavaa, mutta pienessä mittakaavassa kokeilu ja kehittäminen on kuitenkin ketterää.

Ultraäänilaitteiston toiminta pystyttiin hankkeessa osoittamaan. Tärkeänä huomiona voidaan havaita, että riittävien vaikutusaikojen saaminen osana lietteenkuivausprosessia on yhdellä laitteella ja tavanomaisilla lietteen virtausnopeuksilla vaikea saavuttaa. Biologisella lietteellä kuitenkin saatiin tuloksia, että lyhyemmilläkin vaikutusajoilla fosforin liukenemista tapahtui. Koeajoja ei kuitenkaan tehty lyhyemmillä kuin yhden minuutin vaikutusajoilla.

Pienen puhdistamon lietteiden loppukäsittelyn kehittäminen onnistui hankkeessa hyvin. Jatkoon kannalta on tietenkin olennaista, että toiminta saadaan jalkautettua ja pidettyä laaditun laatu järjestelmän mukaisena.

Vaikei hankkeessa saatu pienestä puhdistamosta ravinteita juurikaan irti, oli toiminta kuitenkin pippurista.

5. TALOUDELLINEN TOTEUMA

Hankkeen taloudellinen toteuma on esitetty taulukossa 6. Huomioitavaa on, että taulukkoon on muutettu liitteen 8 mukainen muutettu kokonaisbudjetti. Hankkeen lopulliset kustannukset olivat 189 360,79 euroa.

Kustannuserittely sekä hankkeen työajanseurannat ja pääkirjat ovat liitteenä 16 ja 17.

TAULUKKO 6. KUSTANNUSYHTEENVETO

PIPPURI-hanke 2022 -2024	Kustannuslaji	Budjetoitu	KUSTANNUKSET YHTEENSÄ				Jäljellä
			2022	2023	2024	Yhteensä	
Henkilöstökustannukset	42 500	2755,31	31225,21	9240,25	43220,77	-721	
Investoinnit, koneet ja laitteet	51 000	17279,69	23634,32	12687,05	53601,06	-2601	
Rakennukset ja maa-alueet	0	0,00	0	0	0,00	0	
Ostopalvelut	104 000	17509,77	35850,64	37801,55	91161,96	12838	
Muut kustannukset	2 000	0,00	0	1377	1377,00	623	
Kustannukset yhteensä	199500	37544,77	90710,17	61105,85	189360,79	10139	

6. LIITTEET

Liite 1 – ECO WWS:n raportti käyttöönotosta ja koeajosta 1

Liite 2 – Koeajosuunnitelma 2

Liite 3 – Koeajosuunnitelma 3

Liite 4 – Tuloskooste (kuiva-aineet, mikroskopointi, partikkelikokojakauma)

Liite 5 – Tulokset koeajosta Prizztech

Liite 6 – Opinnäytetyön raportti, Marko Paajanen

Liite 7 – Rejektivesien näytteenoton tulokset

Liite 8 – Hankkeen muutoshakemus vuodelle 2024

Liite 9 – KVVY Tutkimus Oy:n raportti vanhojen kompostiaumojen kypsyydestä

Liite 10 – Ympäristölupapäätös kompostoinnille

Liite 11 – Kompostoinnin laatujärjestelmä

Liite 12 – Kompostoinnin käyttöpäiväkirja

Liite 13 – Valmiin lopputuotteen tuoteselostepohja

Liite 14 – Selvitys alueen jätevesilietteiden käsittelystä

Liite 15 – Suunnitellun seminaarin ohjelma

Liite 16 – Taloudellinen toteuma

Liite 17 – Pääkirjat ja työajanseurannat

Liite 18 – DNSH-arviointi

7. LÄHTEET

Åstrand, Ann-Sofie 2018. Ursprungets och övervintringsförhållandenas inverkan på jättebalsaminen (*Impatiens glandulifera*). Pro gradu –avhandling, Bio- och miljövetenskapliga fakulteten, Helsingfors universitet.