



**MÄKIKYLÄN JÄTEVEDENPUHDISTAMON
JÄTEVEDENKÄSITTELYN ENERGIATEHOKKUUS
VN/24095/2020**

Kouvolan Vesi Oy

1.4.2021-3.10.2022

Loppuraportti 2022

Tiivistelmä

Kouvolan Vesi Oy:n Mäkikylän jätevedenpuhdistamolle tehtiin toukokuussa 2021 energiakatselmus, jossa inventoitiin puhdistamon eri osien energiankulutus lähtötilanteen selvittämiseksi ja määritettiin potentiaalisia energian säästökohteita. Energiakatselmuksen jälkeen laadittiin suunnitelma toimenpiteistä energian säästön sekä energiatehokkuuden jatkuvan parantamisen toteuttamiseksi. Energiankulutus koostuu pääasiassa prosessilaitteiden käytöstä ja lämmityksestä. Suurin energiankulutus oli odotetusti ilmastuksessa, joka kuluttaa 40 % koko laitoksen sähköstä. Myös hiekanerotuksen todettiin kuluttavan paljon energiaa. Energiaomavaraisuusasteen lisäämistä suositeltiin esimerkiksi aurinkosähköntuotannon lisäämisellä ja jäteveden lämmöntalteenotolla.

Ilmastuksen prosessimallinnuksessa tarkasteltiin optimaalista ajotapaa simuloinnin avulla. Simuloinnissa nousi esiin, että nykyinen ajotapa on paljon ilmaa kuluttava. Ilmastuslinjojen nykyiset ilmantarpeet laskettiin toteutuneen datan perusteella ja näitä vertailtiin mitoitusarvoihin, jolloin havaittiin altaiden loppupään lohkoissa olevan ilmastusjärjestelmästä johtuvia säädettävyyshaasteita. Simulointien perusteella ilmastuksessa voitaisiin säästää testatuilla ajotavoilla kesäjaksolla maksimissaan noin 20 % ja talvijaksolla maksimissaan noin 10 % ilmastusilmaa. Ilmastusjärjestelmään tulee kuitenkin ensin tehdä muutoksia, jotta simuloituja malleja voidaan tuoda käytännön ajoon.

Jätevedenpuhdistamon energiaomavaraisuusastetta ollaan lisäämässä uudella aurinkosähköjärjestelmällä jo vuoden 2022 syksyllä. Myös lämmön talteenoton mahdollisuutta jätevedestä tullaan myöhemmin selvittämään. Hiekanerotuslaitteisto tullaan saneeraamaan vuonna 2023 vähemmän ilmaa kuluttavammaksi.

Jätevedenpuhdistamolle määritettiin KPI-tunnuslukuja (Key Performance Indicator), joiden avulla energiankulutusta ja energiainvestointeja voidaan seurata sekä selvittää energiatehokkuuden kannalta olennaisimpien osien vaikutusta. Jatkuvalle energianseurannalle voidaan havaita kulutuspoikkeamat prosessien ja laitteiden energiankulutuksessa ja korjata viat heti.

Sisällys

1. Hankkeen tausta ja tavoitteet	4
2. Hankkeen toteutus	4
3. Hankkeen tulokset	5
4. Tulosten hyödyntäminen.....	9
5. Hankkeen vaikutukset	10
6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset.....	10
7. Talousraportti	11
8. Johtopäätökset/Yhteenveto hankkeesta ja päätuloksista	11

1. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Kouvolan Vesi Oy:n Mäkikylän jätevedenpuhdistamo valmistui vuonna 1976. Jätevedenpuhdistamo muutettiin vuonna 1996 kemiallisesta suorasaostuslaitoksesta biologis-kemialliseksi fosforinrinnakkaissaostuslaitokseksi. Vuonna 2012 jätevedenpuhdistamoa saneerattiin laajasti ja se muutettiin kokonaistypenpoistolaitokseksi. Saneerauksen yhteydessä vastaanottokapasiteettia kasvatettiin rakentamalla muun muassa uusi ilmastusallas ja kaksi jälkiselkeytintä, jotta jätevedenpuhdistamo pystyisi vastaanottamaan kaikki alueen jätevedet. Vuonna 2015 Kouvolan Veden toinen jätevedenpuhdistamo, Akanoja, lopetettiin ja jätevedenpuhdistus keskitettiin Mäkikylään.

Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla käsitellään Kouvolan (Elimäki, Jaala, Kouvola, Kuusankoski ja Valkeala) alueelta muodostuvien jätevesien lisäksi Kausalan Lämpö Oy:n (Kausalan taajama) ja Kymen Vesi Oy:n (Kaipiaisten taajama) jätevedet. Puhdistamon AVL on 135 000.

Hankkeen tavoitteena oli energiatehokas jätevedenpuhdistamo. Mäkikylän jätevedenpuhdistamon energiankulutus oli vuonna 2019 2633 MWh. Vuonna 2019 puhdistamolla käsiteltiin jätevesiä 9 499 352 m³ ja keskimääräinen virtaama oli 26 026 m³/d. Laitokselle ei oltu tehty kattavaa energiakatselmusta, jonka perusteella voitaisiin tunnistaa kohteiden energiansäästöpotentiaali ja kohdentaa energiansäästötoimenpiteet oikein. Tiedossa oli kuitenkin, että prosesseista ilmastus vie suurimman osan energiasta, arviolta 65 %, joten sen optimointi voisi tuoda merkittävää energiansäästöä, sähkön säästön mahdollisuus voisi olla jopa 27 %.

Jotta jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta ja tehtyjä optimointitoimenpiteitä voitaisiin todentaa, hankkeen aikana oli tarkoitus luoda luotettava energianseurantatyökalu. Tarkoin määritettyjen KPI-tunnuslukujen (Key Performance Indicator) kautta saataisiin jatkuvaa seuranta energiankulutukseen. Energiatehokkuuden seurantaan laaditun työkalun avulla voitaisiin toimenpiteet kohdentaa oikeisiin kohteisiin sekä seurata niiden vaikutusta. Lisäksi työkalun avulla voitaisiin havaita kulutuspoikkeamat prosessien ja laitteiden energiankulutuksessa ja korjata viat heti.

2. Hankkeen toteutus

Lähtötilanteen selvittämiseksi Mäkikylän jätevedenpuhdistamon eri osien energiankulutus inventoitiin energiakatselmuksessa toukokuussa 2021. Katselmuksessa määritettiin jätevedenpuhdistamon suurimmat energian kuluttajat ja arvioitiin niiden energiansäästöpotentiaali sekä laadittiin suunnitelma toimenpiteistä energian säästön sekä energiatehokkuuden jatkuvan parantamisen toteuttamiseksi.

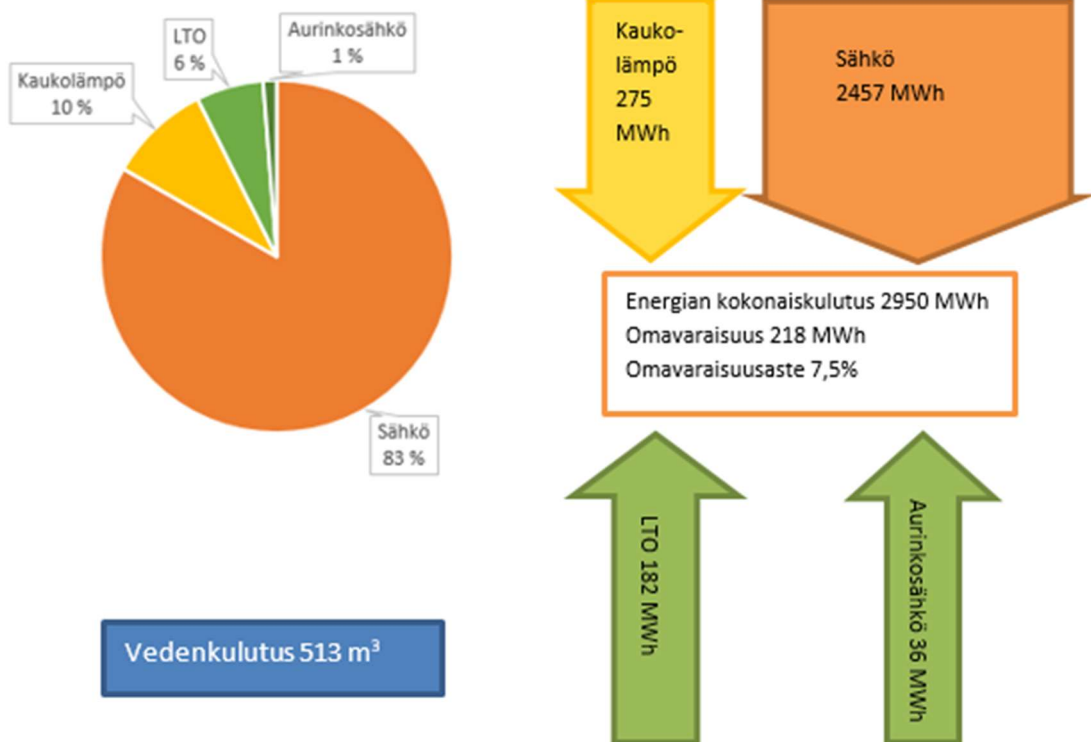
Energiatehokkuuden seurantaan määritettiin loppuvuodesta 2021 energiatehokkuuden KPI-tunnuslukuja. Samalla luotiin tunnuslukujen laskentatapa sekä suunnitelma niiden havainnollisesta visuaalisoinnista ja raportoinnista.

Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla on neljä ilmastuslinjaa. Ilmastuksen ajotapaa mallinnettiin linjoille 3 ja 4, koska niissä käsitellään noin 80 % jätevedestä ja jotka siten ovat energiankulutuksen kannalta olennaisia. Jotta mallit saatiin kalibroitua mahdollisimman tarkasti ja jotta ne huomioisivat vuodenaikaisvaihtelut, prosessista otettiin lisänäytteitä (liukoinen BOD ja COD, helposti hajoava BOD ja COD sekä lietepitoisuus ilmastusaltaissa) keväällä, kesällä ja loppusyksystä.

Mallinnuksessa vertailtiin kuuden eri ajotavan energiankulutusta ja puhdistustehoa. Mallinnuksella tarkasteltiin erityisesti ajotapaa, joka hyödyntäisi ammoniumtyppimittauksia ja jonka tarkoituksena on syöttää prosessiin typenpoiston kulloinkin vaatima ilmamäärä (lohkojen ilmastus/sekoitus NH₄-mittauksen perusteella; happipitoisuuden ammoniumkaskadisäätö). Prosessimallilla tutkittiin myös ajotapoja, joissa osa jätevedestä johdetaan hallitusti ohi esiselkeytyksen tuomaan enemmän orgaanista ainesta biologiseen prosessiin kesäaikana, jolloin puhdistamolla on kokonaistypenpoistovoite.

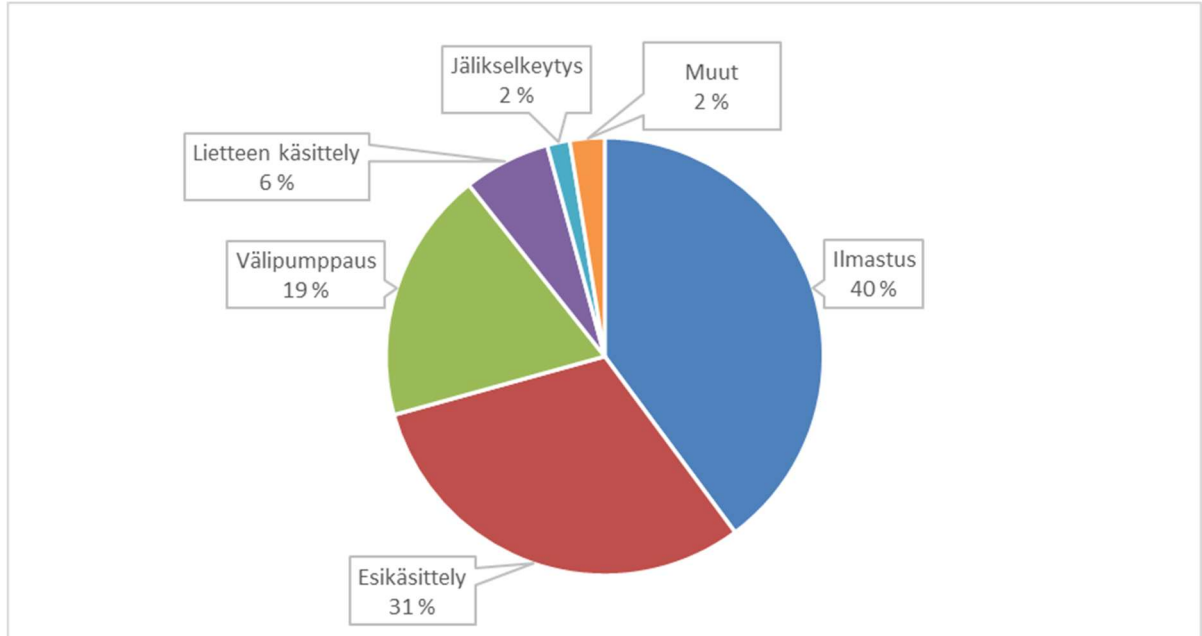
3. Hankkeen tulokset

Energiakatselmuksen perusteella Mäkikylän jätevedenpuhdistamolle laskettiin vuoden 2020 energiatase. Energiataseessa ei huomioitu liete- eikä kemikaalikuljetusten energiankulutusta, joka on laitoksen energiankulutuksesta noin 3 %. Energian kokonaiskulutus oli 2914 MWh. Kaukolämpöä ostettiin 275 MWh ja sähköä 2457 MWh. Kompessoreiden hukkalämmöstä talteen otettua lämpöä (LTO) käytettiin 182 MWh ja jätevedenpuhdistamon oma aurinkosähkövoimala tuotti 36 MWh. Omavaraisuus energiantuotannossa oli 218 MWh eli omavaraisuusaste oli 7,5 %. Jätevedenpuhdistamon puhtaan veden kulutus oli 513 m³. (Kuva 1)



Kuva 1. Mäkikylän jätevedenpuhdistamon energiatase vuonna 2020.

Energiankulutus koostuu pääasiassa prosessilaitteiden käytöstä ja lämmityksestä. Kuvasta 2 ilmenee, että mitoitusarvojen mukaan ilmastus vie odotetusti eniten sähköä muihin prosesseihin verrattuna. Ilmastuksen sähkönkulutus on 310 kWh, joka on 40 % koko laitoksen sähkönkulutuksesta. Esikäsitteilyn sähkönkulutus (sis. ruvipumput, välpät ja hiekanerotus) on 240 kWh (31 %), välipumppaamon 145 kWh (19 %), lietteenkäsittelyn 50 kWh (6 %), jälkiselkeytyksen 13 kWh (2 %) ja muiden mm. kemikalointi 20 kWh (2 %).



Kuva 2. Mäkikylän jätevedenpuhdistamon sähkönkulutus mitoitusarvojen mukaan.

Energiansäästötoimista ilmastuksen optimoinnin lisäksi nousi esiin hiekanerotusaltan ja -laitteiston saneeraus, erityisesti paineilmalaitteiston uusiminen energiatehokkaaksi. Energiaomavaraisuusasteen kasvattamiseksi suositeltiin aurinkosähkötuotannon lisäämistä ja jäteveden lämmöntalteenottoa.

Ilmastuslinjojen 3 ja 4 eri lohkojen nykyiset ilmantarpeet laskettiin toteutuneen datan perusteella. Näitä arvoja vertailtiin mitoitusarvoihin ja havaittiin, että erityisesti altaiden loppupään lohkoissa on säädettävyyshaasteita. Liuenneen hapen pitoisuudet kohoavat usein tarkoituksenmukaista korkeammiksi. Lisäksi tarkasteltiin minimi-ilmamääriä ja ilman virtausnopeuksia, joista molemmat aiheuttavat ilmastusjärjestelmään haasteita. Ilmastuslaitteisto on vuoden 2012 saneerauksen yhteydessä suunniteltu vastaanottamaan suurempaa tulokuormaa kuin mikä nykytilanne on, joten ilmastuslaitteiston säätäminen pienemmälle ilmamääräajolle ei onnistu.

Ajotapojen prosessimallinnuksessa tarkasteltiin simuloinneilla kuutta eri skenaariota. Nykyinen ajotapa on myös simulointien perusteella paljon ilmaa kuluttava. Simulointien perusteella ilmastuksessa voitaisiin säästää testatuilla ajotavoilla kesäjaksolla maksimissaan noin 20 % ja talvijaksolla maksimissaan noin 10 % ilmastusilmaa. Tällä olisi merkittävä vaikutus laitoksen sähkönkulutukseen, koska ilmastus on suurin jätevedenpuhdistamon sähkönkuluttaja. Simuloiduilla ajotavoilla voitaisiin myös hieman tehostaa tytenpoistoa. Simulointimalli, jossa jätevettä johdetaan hallitusti esiselkeytyksen ohi, lisäisi orgaanista ainesta ilmastusaltaissa. Ilmastusjärjestelmän nykyinen kapasiteetti on mitoitettu huomioiden esiselkeytyksen ohitus eikä sen tuoma lisäkuorma nostaisi syötettävää ilmamäärää nykyisestä. Esiselkeytystä ei tosin voi nykyisillä venttiilijärjestelyillä ohittaa hallitusti. 1-2 simuloitua ajotapaa oli tarkoitus viedä käytännön ajoon ja tarkastella, mikä ajotapa olisi paras energiankulutuksen ja puhdistustuloksen kannalta. Ilmastusjärjestelmästä johtuvien haasteiden vuoksi ajotapoja ei

voitu hankesuunnitelmasta poiketen tuoda käytännön ajoon. Käytännön ajotapoja varten olisi ilmastuksen mittarit pitänyt kalibroida, jotta saatu data olisi varmasti ollut luotettavaa. Koska ajotapoja ei päästy kokeilemaan käytännössä, ei uuden valitun ajotavan säätöohjelmaa eikä ohjelmaparametrejä voinut viedä automaatiojärjestelmään.

Energiatehokkuuden seurantaan määritettiin KPI-tunnuslukuja. Määritellyistä tunnusluvuista valittiin kuusi tarkkailtavaa suuretta, joiden avulla voidaan selvittää energiatehokkuuden kannalta olennaisimpien osien vaikutusta. Tunnusluvut saadaan sähkön ja lämmön omavaraisuusasteita lukuun ottamatta Mäkikylän jätevedenpuhdistamon VERA-raportointijärjestelmästä, johon luotiin raportointia varten laskentakaavat ja raportointipohjat. Sähkön ja lämmön omavaraisuusastetiedot tullaan keräämään erikseen käsin, koska niiden data kertyy laitteistojen toimittajien omiin järjestelmiin. Hankesuunnitelmasta poiketen ei luotu erillistä KPI-lukujen seurantajärjestelmää, koska datan keruussa ja raportoinnissa pystyttiin käyttämään jätevedenpuhdistamolla jo käytössä olevaa VERA-raportointijärjestelmää. VERAn käyttö on järkevää, koska automaatiodata kertyy sinne järjestelmästä automaattisesti.

Kuvassa 3 on esitetty tarkkailtavat KPI-tunnusluvut. Jätevedenpuhdistamolla tullaan jatkossa seuraamaan sähkön kulutusta koko laitoksen osalta sekä erikseen vielä ilmastuksen osalta. Sähkönkulutusta tullaan seuraamaan suhteuttamalla sitä kokonaisvirtaamaan ja puhdistustehoon (BOD 7). Energiankäyttö on tyypillisesti tehokkaampaa mitä suurempi virtaama on. Kun keskimääräinen virtaama on 37 900 m³/d, on energia/virtaama alle 0,5 kWh/m³ ja silloin kun virtaama on 1300 m³/d, on energia/virtaama yli 1 kWh/m³. Ravinnekuorman vaikutus prosessin energiatehokkuuteen on myös tehokkaampaa mitä suurempi virtaama on. Kun keskimääräinen virtaama on 37 900 m³/d, on energia/poistettu BOD_{7ATU} noin 1,5 kWh/kg ja kun virtaama on 1300 m³/d, on energia/poistettu BOD_{7ATU} noin 7 kWh/m³. Sähkön omavaraisuutta tullaan seuraamaan suhteuttamalla omaa sähköntuotantoa ostettuun ja tuotettuun sähköön, samoin tullaan seuraamaan myös lämmön omavaraisuusastetta.

Virtaaman vaikutus sähköntarpeeseen kWh/m ³	<hr/> kokonaissähkö virtaama
Virtaaman vaikutus sähköntarpeeseen kWh/m ³	<hr/> sähkönkulutus ilmastus virtaama
Ravinnekuorman vaikutus sähköntarpeeseen kWh/m ³	<hr/> kokonaissähkö poistettu bod7
Ravinnekuorman vaikutus sähköntarpeeseen kWh/m ³	<hr/> sähkönkulutus ilmastus poistettu bod7
Sähkön omavaraisuusaste	<hr/> oma sähkö (aurinkopaneelit) tuotettu sähkö + ostettu sähkö
Lämmön omavaraisuusaste	<hr/> LTO LTO + kaukolämpö

Kuva 3. KPI-luvut, joiden kautta tullaan seuraamaan jätevedenpuhdistamon energiankulutusta.

4. Tulosten hyödyntäminen

Hiekanerotusaltan ja –laitteiston todettiin energiakatselmuksessa vievän paljon energiaa ja laitteiston olevan jo teknisen käyttöikänsä loppupuolella. Nykyiset hiekanerotuslaitteet tarvitsevat paljon vähemmän paineilmaa ja energiaa. Saneeraussuunnittelu hiekanerotukseen on käynnistetty alkuvuodesta 2022 ja allas laitteistoinen tullaan uusimaan vuonna 2023.

Esiselkeytysaltaiden osittaista ohittamista orgaanisen kuorman lisäämiseksi ilmastukseen tullaan selvittämään tarkemmin. Esiselkeytyksen ohituksen ohjattavuutta tulee kuitenkin ensin parantaa muun muassa venttiilijärjestelyin.

Jotta ilmastusta voitaisiin ajaa energiatehokkaammin, ilmastusjärjestelmään tulee tehdä muutoksia. Tarkasteltavia kohteita on ainakin kompressorien mitoitus, ilmamäärien mittaustarkkuus ja ilmastuksen säätöventtiilien koon muuttaminen pienemmiksi. Ilmastusaltaat tullaan tyhjentämään vuoden 2023 keväällä, jolloin ilmastuslautaset tullaan huoltamaan ja tarkastellaan, vastaako ilmastintiheys nykytarvetta. Ilmastuksen ilmastusjärjestelmän haasteisiin tullaan vastaamaan portaittain. Kompressorien mitoistustarkastelu ja yhden uuden kompressorin hankinta on käynnistetty syksyllä 2022. Uusi kompressori lisää myös toimintavarmuutta laiterikkotapauksissa. Kun ilmastusjärjestelmän muutokset on saatu tehtyä, ilmastusaltaiden ajotapaparametrit ovat valmiina simuloitujen ajotapojen koeajoa varten.

Energiakatselmuksen suositusten mukaisesti energiaomavaraisuusastetta tullaan kasvattamaan. Jätevedenpuhdistamon aurinkosähköntuotantoa tullaan lisäämään rakentamalla 30 kW:n aurinkovoimala ilmastusrakennuksen katolle syksyn 2022 aikana. Jäteveden sisältämän lämpöenergian käyttömahdollisuutta puhdistamon kiinteistöjen lämmitysenergiaksi tullaan myöhemmin selvittämään tarkemmin.

Energiatietoisuus on lisääntynyt jätevedenpuhdistamolla selkeästi. Hankkeen aikana käyttökunta on alkanut tarkkailla prosessia myös energian näkökulmasta. Kehitysehdotus on tullut esimerkiksi kompressoritilan ilmanvaihdon parantamiseen, mikä osaltaan vaikuttaa kompressorien energiatehokkuuteen etenkin kuumina kesäpäivinä. Ilmanvaihdon suunnittelu on jo käynnistetty.

Jatkuvan energiakulutuksen seurannan avulla valituilla KPI-tunnusluvuilla pystytään kohdentamaan toimenpiteet oikeisiin kohteisiin, seuraamaan laitteistohankintojen investointien hyötyä sekä havaita kulutuspoikkeamat nopeammin.

5. Hankkeen vaikutukset

Hankkeen aikana tehty energiakatselmus, KPI-lukujen luominen, prosessin tarkastelu ja simulointi sekä automaatiotarkastelu on työllistänyt suunnittelutoimiston henkilökuntaa. Energiakatselmuksen osallistuminen ja energiakatselmuksen sekä prosessiin liittyvien suunnittelutoimiston tekemien raporttien läpikäynti on työllistänyt Kouvolan Veden omaa henkilökuntaa. Kouvolan Veden käyttökunta on myös ottanut tarvittavia lisänäytteitä prosessista ja osallistunut aktiivisesti prosessin tarkkailuun energian näkökulmasta. Hankkeen ympäristövaikutuksia oletetaan muodostuvan myöhemmin energiankulutuksen säästöjen sekä energiaomavaraisuusasteen lisäämisen myötä. Hankkeen aikana, vuoden 2022 alusta, Kouvolan Vesi on siirtynyt käyttämään uudistuvaa energiaa sähköntuotannon osalta. Kouvolan Vesi on entistä enemmän kiinnittänyt huomiota koko toimintansa energiankulutukseen ja etsinyt tehokkaampia toimintamalleja ja energiansäästökohteita.

6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset

Hankkeesta on viestitty Kouvolan Veden internetsivuilla sekä 1/2021 ja 1/2022 Vesilähde-asiakaslehdessä. Asiakaslehden jakelumäärä on 35 200 kpl. Keväällä 2022 Kouvolan Vesi otti käyttöön sosiaalisia viestintäkanavia (LinkedIn ja Facebook), joissa hankkeen tuloksia on myös viestitty. Loppuraportti jaetaan internetsivujen kautta.

Loppuraportti tullaan toimittamaan Kouvolan kaupungin ympäristöosastolle, josta se jaetaan myös Hinku-ryhmälle.

7. Talousraportti

Hankkeen budjetti oli 103 800 euroa, josta Ympäristöministeriön avustuspäätöksen mukainen osuus oli 80 % eli 83 040 euroa. Kustannukset ovat jakaantuneet pääasiassa energiakatselmuksen ja energiatehokkuustyökalun luomisen sekä ilmastusprosessin mallinnuksen kesken. Hanke on kuitenkin alittanut arvioidun budjetin (taulukko 1). Alituksen syynä on ilmastusjärjestelmän säädettävyysongelmat, joiden vuoksi käytännön prosessiajot ja niihin liittyvät toimenpiteet (mittarien kalibroinnit, automaatiojärjestelmän säätötyöt) jäivät suorittamatta. Kustannuksia ei kertynyt myöskään KPI-lukujen seurantajärjestelmän luomisesta.

Taulukko 1. Hankebudjetti sekä hankkeesta muodostuneet kustannukset.

	2021	2022	Yhteensä
Hankebudjetti	85 000	18 800	103 800
Toteuma	51 199	13 542	64 741
YM:n osuus 80 % toteumasta	40 959	10 833	51 793

Ilmastusaltaista otettujen näytteiden laboratoriokuluja ei oltu alkuperäiseen budjettiin eritelty. Näytteiden tarve oli kuitenkin ilmeinen prosessimallinnuksen tarkkuutta optimoidessa eri vuodenaikojen mukaan (ravinnekuormat ja hajoamistuotteet eri virtaama- ja lämpötilaolosuhteissa), jonka vuoksi budjettiin hyväksytettiin pieni kustannusjaon muutos analyysikulujen kattamista varten.

8. Johtopäätökset/Yhteenveto hankkeesta ja päätuloksista

Energiakatselmuksessa selvisi eri prosessiosien energiankulutus ja saatiin käsitys siitä, mitä olisi mahdollista tehdä energiankulutuksen pienentämiseksi. Ilmastus vei prosesseista huomattavasti eniten energiaa (40 %) ja prosessiajotavalla on selkeä merkitys energiankulutukseen. Mäkikylän jätevedenpuhdistamon ilmastusjärjestelmä ei ole nykyisellään säädettävissä vastaamaan jätevesikuorman ilmantarvetta, ilmaa syötetään ajoittain liikaa prosessiin, mutta säästöpotentiaali on kuitenkin merkittävä 10-20 %. Vuoden 2020 sähkökulutuksella, 2457 MWh, vuotuinen säästö olisi noin 245-490 MWh.

Investointihyöty energiansäästön näkökulmasta ilmastusjärjestelmän muuttamiseen on selkeä ja toimiin on jo ryhdytty. Prosessin ajotapaoptimointi voidaan aloittaa, kun ilmastuslaitteisto on saatu tarkoituksenmukaiseksi. Kun esiselkeytsaltaiden venttiilit on uusittu, altaiden hallitun ohittamisen ajotapaa voidaan myös kokeilla.

Energiatehokkuutta pystytään parantamaan hiekanerotuslaitteistoa saneeraamalla. Uudenaikaiset hiekanerotuslaitteistot käyttävät merkittävästi vähemmän paineilmaa kuin nykyinen jätevedenpuhdistamon laitteisto. Koska laitteisto on jo elinkaarensa loppupuolella, laitteisto päätettiin saneerata. Hiekanerotuslaitteiston saneeraussuunnittelu on aloitettu ja saneeraus toteutetaan vuonna 2023.

Jatkuva energiankulutuksen seuranta lisää energiatietoisuutta ja kulutuspoikkeamat tullaan havaitsemaan nopeammin. Tehtyjä energiainvestointeja pystytään jatkossa seuraamaan KPI-tunnuslukujen kautta.

Energiakatselmuksesta ja prosessimallinnuksesta esiin nousseita toimenpidesuosituksia tullaan jatkosuunnittelemaan ja edistämään tulevien vuosien aikana. Esimerkiksi ilmastusaltaiden ilmastimien tiheys ja kunto tullaan selvittämään vuonna 2023. Energiaomavaraisuusasteen kasvattamista mahdollisesti jäteveden lämmöntalteenotolla tullaan selvittämään.