



Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12 | 2026

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana

Jarmo Linjama, Vuokko Laukka, Johannes Lounasheimo,
Suvi Lehtoranta



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12 | 2026

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana

Jarmo Linjama, Vuokko Laukka, Johannes Lounasheimo,
Suvi Lehtoranta



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12 | 2026

Suomen ympäristökeskus
Ilmastoratkaisut

Kirjoittajat: Jarmo Linjama¹⁾, Vuokko Laukka¹⁾, Johannes Lounasheimo¹⁾, Suvi Lehtoranta¹⁾

¹⁾ Suomen ympäristökeskus

Vastaava erikoistoimittaja: Nina Pirttioja

Toimeksiantaja: Ympäristöministeriö, Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto,
Flowplus oy, Lakeuden keskuspuhdistamo oy, Neve oy, Someron vesihuolto oy, Vesikolmio oy

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (Syke)
Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Jarmo Linjama ja Pirkko Väänänen

Kannen kuva: Suvi Lehtoranta

Julkaisu on saatavana veloituksetta internetistä: syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke

ISBN 978-952-11-5840-7 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkköj.)

Julkaisuvuosi: 2026

Tiivistelmä

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana

Kiristynvä lainsäädäntö ja muuttuva toimintaympäristö ohjaavat vesihuoltolaitoksia kohti entistä energiatehokkaampaa toimintaa. Uudistettu yhdyskuntajätevesidirektiivi (2024/3019) edellyttää jätevedenpuhdistamoilta nykyistä energiatehokkaampia ratkaisuja. Yli 10 000 asukasvastineluvun (AVL) laitoksilta edellytetään energiakatselmuksia neljän vuoden välein sekä 100 % energianeutraaliutta portaittain vuoteen 2045 mennessä. Jätevedenpuhdistamot kuluttavat merkittäviä määriä sähkö- ja lämpöenergiaa, mutta toimivat samalla myös energian tuottajina. Uusiutuvan energian tuotanto – kuten biokaasun tuotanto lietteen mädätyksessä, hukkalämmön hyödyntäminen ja aurinkosähkön tuotanto – auttaa laitoksia irtautumaan fossiilisista energialähteistä sekä lisää energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta.

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana (VETKU) -hankkeen tavoitteena oli vauhdittaa kustannustehokkaiden energiatehokkuustoimien käyttöönottoa jätevedenpuhdistamoilla sekä edistää puhdistamoiden energiaomavaraisuutta. Tähän raporttiin on koottu kirjallisuuteen ja asiantuntijahaastatteluihin perustuva tietopaketti energiatehokkuuden ja energiaomavaraisuuden lisäämisen keinoista sekä tarkasteltu yleisellä tasolla näiden käyttöönoton edistämistä. Tiedon jalkauttamisen tueksi Suomen ympäristöopisto SYKLI tuotti sidosryhmille aiheesta koulutusmateriaalin.

Energiatehokkuuden parantamisen edellytyksenä on kattava energiankulutuksen mittaaminen ja seuranta eri prosessin osista. Etenkin pienillä vesihuoltolaitoksilla tiedot voivat olla puutteellisia ja perustua esimerkiksi pelkästään kokonaisenergiankulutukseen. Energiakatselmuksen avulla voidaan kartoittaa energiankulutuksen nykytila sekä suunnitella taloudellisesti ja teknisesti kannattavat toimenpiteet, mutta riittävän tarkka katselmuksen edellyttää luotettavia lähtötietoja.

Keskeisiä keinoja jätevedenpuhdistamon energiatehokkuuden ja energiaomavaraisuuden lisäämiseksi ovat prosessien huolellinen suunnittelu, suurimpien sähkönkuluttajien – erityisesti ilmastuksen ja pumppauksen – optimointi sekä laitteistojen säännöllinen huolto ja kunnonvalvonta. Myös uudet tekniikat, kuten tekoälyn hyödyntäminen prosessien optimoinnissa, tarjoavat lupaavia mahdollisuuksia, mutta samalla lisäävät osaamisen kehittämistarpeita. Energian tuotannossa erityisesti hukkalämmön talteenotto nousi esiin jatkuvasti lisääntyvänä toimenpiteenä. Hankkeessa kartoitettiin myös jätevesien hukkalämmön hyödyntämistä kaukolämmön tuotannossa ja todettiin, että Suomessa sitä hyödynnetään jo melko paljon, mutta käyttämätöntä potentiaalia on edelleen, ja sen hyödyntämistä tulisi jatkossa edistää.

Vesihuoltokentällä uusia tekniikoita kehitetään ja otetaan käyttöön rohkeasti. Edelläkävijät toimivat esimerkkeinä ja tiedonjakajina muille laitoksille niin energiatehokkuuden kuin energiantuotannonkin edistämiseksi. Tueksi tarvitaan kuitenkin aktiivista viestintää, ohjausta ja koulutusta sekä taloudellisia tukimekanismeja, jotta jätevesihuollon energiamurrosta voidaan vauhdittaa entisestään.

Asiasanat: jäteveden käsittely, energiatehokkuus, energian tuotanto, yhdyskuntajätevesidirektiivi, energiakatselmuksen

Sammandrag

Reningsverk som energiproducent och konsument

Den skärpta lagstiftningen och den föränderliga verksamhetsmiljön styr vattenverken mot en allt mer energieffektiv drift. Det förnyade avloppsvattendirektivet (2024/3019) förutsätter att avloppsreningsverken inför mer energieffektiva lösningar. Anläggningar med över 10 000 personekvivalenter (pe) ska genomföra energikartläggningar vart fjärde år samt nå 100 % energineutralitet stegvis fram till år 2045. Avloppsreningsverk förbrukar betydande mängder el- och värmeenergi, men fungerar samtidigt också som energiproducenter. Produktion av förnybar energi – såsom biogasproduktion genom rötning av slam, utnyttjande av spillvärme och produktion av solenergi – hjälper anläggningarna att frigöra sig från fossila energikällor samt ökar både energisjälvförsörjningen och försörjningsberedskapen.

Målet med projektet Reningsverket som energiproducent och -konsument (VETKU) var att påskynda införandet av kostnadseffektiva energieffektivitetsåtgärder på reningsverk samt att främja anläggningarnas energisjälvförsörjning. Denna rapport sammanställer ett kunskapspaket, baserat på litteratur och expertintervjuer, om metoder för att öka energieffektiviteten och energisjälvförsörjningen samt behandlar på en allmän nivå hur införandet av dessa åtgärder kan främjas. För att stödja spridningen av kunskapen tog Finlands miljöinstitut SYKLI fram utbildningsmaterial om ämnet för intressentgrupper.

En förutsättning för att förbättra energieffektiviteten är omfattande mätning och uppföljning av energiförbrukningen i olika delar av processen. Särskilt på mindre vattenverk kan informationen vara bristfällig och baseras exempelvis enbart på den totala energiförbrukningen. Med hjälp av en energikartläggning kan man kartlägga nuläget för energianvändningen och planera ekonomiskt och tekniskt lönsamma åtgärder, men en tillräckligt noggrann kartläggning kräver tillförlitliga grunduppgifter.

Centrala metoder för att öka avloppsreningsverkets energieffektivitet och energisjälvförsörjning är noggrann processplanering, optimering av de största elförbrukarna – särskilt luftning och pumpning – samt regelbundet underhåll och tillståndsovervakning av utrustningen. Nya tekniker, såsom användning av artificiell intelligens för processoptimering, erbjuder lovande möjligheter men ökar samtidigt behovet av kompetensutveckling. Inom energiproduktionen lyftes särskilt spillvärmeåtervinning fram som en åtgärd som blir allt vanligare. I projektet kartlades även utnyttjandet av spillvärme från avloppsvatten vid produktion av fjärrvärme, och man konstaterade att det redan används i ganska stor omfattning i Finland, men att det fortfarande finns outnyttjad potential som bör främjas framöver.

Inom vattensektorn utvecklas och tas nya tekniker i bruk modigt. Föregångare fungerar som exempel och kunskapsförmedlare för andra anläggningar när det gäller att främja både energieffektivitet och energiproduktion. Som stöd behövs dock aktiv kommunikation, vägledning och utbildning samt ekonomiska stödsystem för att ytterligare påskynda energitransformationen inom avloppshantering.

Nyckelord: avloppsrening, energieffektivitet, energiproduktion, avloppsvattendirektiv, energikartläggning

Abstract

Wastewater treatment plant as energy producer and consumer

Tightening legislation and a changing operating environment are steering water utilities toward increasingly energy-efficient operations. The revised Urban Waste Water Treatment Directive (2024/3019) requires wastewater treatment plants to adopt more energy-efficient solutions. Plants with a population equivalent (PE) of over 10,000 must carry out energy audits every four years and achieve 100% energy neutrality in stages by 2045. Wastewater treatment plants consume significant amounts of electricity and heat energy, but at the same time also serve as energy producers. Renewable energy productions such as biogas generation through sludge digestion, waste heat recovery, and solar power production helps facilities move away from fossil energy sources and increases energy self-sufficiency and resilience.

The objective of the project Wastewater Treatment Plant as an Energy Producer and Consumer (VETKU) was to accelerate the adoption of cost-effective energy-efficiency measures in wastewater treatment plants and to promote their energy self-sufficiency. This report compiles a knowledge base - derived from literature and expert interviews - on methods for improving energy efficiency and self-sufficiency and examines at a general level how the adoption of such measures can be supported. To aid the dissemination of information, the Finnish Environment Institute SYKLI produced training material on the topic for stakeholders.

A prerequisite for improving energy efficiency is comprehensive measurement and monitoring of energy consumption throughout the different parts of the process. Especially in small water utilities, available data may be incomplete and sometimes based solely on total energy consumption. An energy audit can help assess the current state of energy use and identify economically and technically viable measures, but a sufficiently detailed audit requires reliable baseline data.

Key methods for improving the energy efficiency and self-sufficiency of wastewater treatment plants include careful process design, optimization of the largest electricity consumers - particularly aeration and pumping - and regular maintenance and monitoring of equipment. New technologies, such as the use of artificial intelligence in process optimization, also offer promising opportunities, but simultaneously increase the need for skills development. In energy production, waste heat recovery emerged as a rapidly growing measure. The project also examined the use of wastewater heat for district heating and found that it is already utilized to a considerable extent in Finland, although unused potential still remains and should be further promoted in the future.

In the water sector, new technologies are developed and adopted boldly. Front-runner utilities act as examples and share knowledge with others in advancing both energy efficiency and energy production. However, active communication, guidance, training, and financial support mechanisms are needed to further accelerate the energy transition in wastewater management.

Keywords: wastewater treatment, energy efficiency, energy production, Urban Waste Water Treatment Directive, energy audit

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana

Jarmo Linjama, Vuokko Laukka, Johannes Lounasheimo,
Suvi Lehtoranta

Tämän raportin ydinviestit:

- Jätevedenpuhdistamoilla on merkittävä rooli vesihuollon energiankuluttajina ja -tuottajina. Tekniset keinot energiatehokkuuden edistämiseen ovat olemassa, mutta osaaminen ja resurssit niiden käyttöönottoon vaihtelevat.
- Energiatehokkuuden ja energiantuotannon edistäminen tuo laitoksille selviä kustannussäästöjä, pienentää ilmastopäästöjä ja parantaa energiaomavaraisuutta.
- Energiatehokkuuden parantaminen edellyttää kattavaa energiankulutuksen mittaamista ja seurantaa, joiden pohjalta voidaan arvioida nykytila ja tunnistaa taloudellisesti sekä teknisesti kannattavat toimenpiteet.
- Jätevedenpuhdistamoiden energiatehokkuuden kehittämisen ytimessä ovat prosessien huolellinen suunnittelu, suurimpien sähkökuluttajien – erityisesti ilmastuksen ja pumppauksen – optimointi sekä laitteistojen säännöllinen huolto ja kunnonvalvonta, joita tukee toteutettujen toimenpiteiden jatkuva seuranta ja uusien parannuskohteiden tunnistaminen.
- Taloudellinen tuki, osaamisen kehittäminen ja johdonmukainen omistajaohjaus ovat keskeisiä edellytyksiä jätevesihuollon energiatehokkuuden kasvattamiselle.

Esipuhe

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana (VETKU) -hankkeen tavoitteena oli vauhdittaa kustannustehokkaiden energiatehokkuustoimien käyttöönottoa jätevedenpuhdistamoilla, edistää puhdistamoiden energiaomavaraisuutta sekä selvittää syitä, jotka estävät energiatehokkuustoimien käyttöönottoa. Tiedon jalkauttamisen tueksi Suomen ympäristöopisto SYKLI tuotti koulutusmateriaalia vesihuoltolaitoksille ja suunnittelijoille (materiaali on julkaistu Helda-arkistossa erillisenä liitetiedostona tämän raportin yhteydessä).

Hanketta rahoittivat Ympäristöministeriö, Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto, Flowplus oy, Laakeuden keskuspuhdistamo oy, Napapiirin Vesi / Neve oy, Someron vesihuolto oy ja Vesikolmio oy. Kiitämme hankkeen puolesta kaikkia rahoittajia.

VETKU-hankkeessa tietoa kerättiin pilottikohteiden ohella myös muilta yksittäisiltä vesihuoltolaitoksilta ja tehtiin asiantuntijahaastatteluita, sähköpostikyselyitä ja tiedusteluja. Haluamme kiittää kaikkia taustatietoja antaneita henkilöitä ja tahoja.

Eryyisesti haluamme kiittää seuraavia haastatteluissa merkittävän tietopanostuksen antaneita henkilöitä: Pekka Alisaari, Risto Bergbacka, Tomi Kiuru, Henri Lassila, Markku Lehtola, Iiro Leppänen, Eki Muranen, Satu Pekkala, Veera Pikkarainen, Hannu Roikola, Sampsa Salmela, Lasse Sampakoski, Ilkka Syrjälä, Petteri Särkiniemi ja Kimmo Viinikka.

Lopuksi haluamme kiittää Petri Nissistä ja Maija Vilpasta, jotka toimivat Ympäristöministeriön puolelta hankkeen valvojina.

Helsingissä 17.03.2026

Kirjoittajat

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Sammandrag.....	4
Abstract	5
Esipuhe	7
1 Johdanto.....	9
1.1 Hankkeen tausta.....	9
1.2 Lainsäädäntö	10
1.3 Suomen jätevesihuollon energiatase	10
1.4 Kirjallisuuskatsaus ja haastattelut.....	11
2 Energiankulutuksen ja -tuotannon seuranta	13
2.1 Mittaaminen ja seuranta.....	13
2.2 Energiakatselmukset	14
3 Energiatehokkuuden parantaminen	15
3.1 Energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä	15
3.2 Suunnittelu ja huolto.....	17
3.3 Pumppaus.....	17
3.4 Ilmastus	18
3.5 Lietteen käsittely.....	19
3.6 Muu kulutus	20
3.7 Esimerkkejä energiaterhokkuushankkeista	21
4 Energian tuotanto	24
4.1 Nykytila.....	24
4.2 Biokaasun tuotanto	24
4.3 Sähkön tuotanto.....	25
4.4 Lämmön tuotanto	25
4.5 Kaukolämmön tuotantopotentiaali.....	26
4.6 Esimerkkejä energian tuotannosta	28
5 Energiaterhokkuuden ja energiaomavaraisuuden edistäminen.....	30
5.1 Energiankulutuksen mittaaminen ja seuranta	30
5.2 Resurssit ja kustannusterhokkuus	30
5.3 Ohjaukset	31
5.4 Edelläkävijät ja uudet tekniikat	32
6 Johtopäätökset ja suositukset	33
Lähteet.....	35

1 Johdanto

Jätevedenpuhdistamot ovat merkittäviä energian kuluttajia ja tuottajia. Energiatehokkuuden edistämisen taustalla vaikuttavat uusiutuva lainsäädäntö, strategiset tavoitteet ja vesihuoltolaitosten kiinnostus aiheetta kohtaan. Energiatehokkuuden edistäminen tuo laitoksille selviä kustannussäästöjä ja pienentää ilmastopäästöjä.

1.1 Hankkeen tausta

Jätevedenpuhdistamot ovat merkittäviä energian kuluttajia. Suomessa on noin 350 ympäristöluvanvaraista jätevedenpuhdistamo, joiden asukasvastineluku on vähintään 100 (Suomen ympäristökeskus 2022). Jäteveden pumppaus, puhdistusprosessit ja lietteen käsittely kuluttavat sekä sähkö- että lämpöenergiaa. Energiankulutus voi vaihdella merkittävästi puhdistamoiden välillä, sillä siihen vaikuttaa esimerkiksi puhdistamon koko, maantieteellinen sijainti sekä erityisesti se, onko kyseessä maanalainen vai maanpäällinen puhdistamo (Laitinen ym. 2014). Suomessa vesihuollon kokonaisenergiankulutuksesta jäteveden käsittely kuluttaa noin 40 % (Lehtoranta ym. 2023).

Toisaalta jätevedenpuhdistamot myös tuottavat energiaa. Uusiutuvan energian tuotanto – kuten biokaasun tuotanto lietteen mädätyksessä, hukkalämmön hyödyntäminen ja sähkön tuotanto aurinkovoimalla – edesauttaa laitoksia irtautumaan fossiilisista energialähteistä ja lisää laitosten energiaomavaraisuutta sekä huoltovarmuutta.

Jäteveden käsittelyyn liittyvä energiankulutus ja -tuotanto ovat merkittävässä roolissa myös vesihuollon vähähiilisyden edistämässä. Energiankulutus kattaa noin 15 % Suomen vesihuollon kasvihuonekaasupäästöistä ja jätevedenkäsittelyn osuus on näistä päästöistä ylivoimaisesti suurin (Lehtoranta ym. 2023). Energiatehokkuuden lisääminen on helpoin ja kustannustehokkain tapa vähentää vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjä. Vesihuollon ilmastopäästöjen vähentäminen on nostettu esiin sekä Vesilaitosyhdistyksen strategiassa (VVY 2021) että maa- ja metsätalousministeriön vesitalousstrategiassa (MMM 2022). Valtakunnallinen vesihuollon vähähiilisyystiekartta on asettanut Suomen vesihuollolle tavoitteeksi 30 % päästövähennyksen nykytilasta vuoteen 2035 mennessä. Tiekartta sisältää yhteensä 30 päästövähennystoimenpidettä mukaan lukien useita energiankulutuksen vähentämiseen tähtäviä toimenpiteitä sekä toimenpiteitä energian tuotannon edistämiseksi. Tavoitteena on, että pienten laitosten energiankulutus vähenee 10 %, keskisuurien laitosten 30 % ja suurten laitosten 15 %. Eri vesihuoltolaitosten lähtötasot kuitenkin vaihtelevat, jolloin laitospohaiset tavoitteet tulee asettaa aina tapauskohtaisesti (Laukka ym. 2025).

Vesihuollossa energiaterhokkuuden ja energiaomavaraisuuden edistämiseen vaikuttavat monet tekijät. Motivaatio voi tulla erilaisista ohjaukeinoista, kuten lainsäädännöstä ja strategioista, mutta myös toimintaympäristön muuttuminen ja talousvaikutukset ajavat laitoksia vähentämään energiankulutustaan. Hankkeen asiantuntijahaastattelussa nousi esiin, että esimerkiksi koronapandemia ja Ukrainan sota ovat lisänneet energiaepävarmuutta ja nostaneet energia-asiat myös vesihuollon kiinnostuksen kohteeksi. Haastateltava: *”Sillä voi olla iso vaikutus talousnäkökulmasta, kun vaihtelu on suurta, kun taas aiemmin vuodet oli samanlaisia keskenään eikä tullut yllätyksiä, nyt jos energian hinta pomppaa, voi vaikutus olla jopa miljoona euroa.”*

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana (VETKU) -hankkeen (2024–2025) tavoitteena oli vauhdittaa kustannustehokkaiden energiaterhokkuustoimien käyttöönottoa

jätevedenpuhdistamoilla ja edistää puhdistamojen energiaomavaraisuutta. Tähän raporttiin on koottu tietopaketti energiatehokkuuden (luvut 2 ja 3) ja energiaomavaraisuuden (luku 4) lisäämisen keinoista sekä tarkasteltu yleisellä tasolla näiden käyttöönoton edistämistä (luku 5). Tiedon jalkauttamisen tueksi Suomen ympäristöopisto SYKLI tuotti koulutusmateriaalia vesihuoltolaitoksille ja suunnittelijoille. Hankkeessa tehtiin laaja kirjallisuuskatsaus ja haastateltiin yhteensä 15 vesihuollon asiantuntijaa (ks. luku 1.4).

1.2 Lainsäädäntö

Jätevedenkäsittelyn energiatehokkuuden kehittämiseen vaikuttaa keskeisesti yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistus. Uudistettu direktiivi (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2024/3019) astui voimaan 1.1.2025 ja sen tuomat muutokset viedään kansalliseen lainsäädäntöön 31.7.2027 mennessä.

Päivitetyllä jätevesidirektiivillä pyritään paitsi tehostamaan ravinteiden ja mikroepäpuhtauksien poistoa, myös ohjaamaan puhdistamoja kohti energiatehokkaita ratkaisuja. Yli 10 000 asukasvastineluvun (AVL) laitoksilta edellytetään energiakatselmuksia neljän vuoden välein sekä 100 % energianeutraaliutta portaittain vuoteen 2045 mennessä. Energiakatselmuksissa on tunnistettava kustannustehokkaat toimet energian käytön vähentämiseksi ja uusiutuvan energian tuotannon ja käytön parantamiseksi, keskittyen erityisesti biokaasun mahdollisuuksiin ja hukkalämmön talteenottoon ja käyttöön joko paikalla tai kaukoenergiajärjestelmän kautta (EU 2024).

Energianeutraaliustavoite on määritelty siten, että energianeutraalius on saavutettava kansallisella tasolla eikä yksittäisten jätevedenpuhdistamojen tasolla. Toisin sanoen puhdistamojen yhteenlasketun energiankulutuksen on vastattava uusiutuvista lähteistä jätevedenpuhdistuksessa tuotettua energiaa. Laitosten uusiutuvan energian tuotannon on oltava 20 % kulutuksesta vuonna 2030, 40 % vuonna 2035, 70 % vuonna 2040 ja 100 % vuonna 2045. Toiminnanharjoittajien keskeiset tunnusluvut, kuten käytetty ja tuotettu energia ja kasvihuonekaasupäästöt tulee olla julkisesti saatavilla (EU 2024).

Direktiivin päivitetyt vaatimukset puhdistustehokkuudessa voivat tarkoittaa energiantarpeen kasvua. Valtioneuvoston direktiivin uudistamista koskevassa U-kirjelmässä (Ympäristöministeriö 2023) esitetyn arvion mukaan mikroepäpuhtauksien 80 % puhdistustason saavuttaminen vaatisi Suomen isoilla jätevedenpuhdistamoilla noin 400 miljoonan euron investoinnit ja lisäisi energiankulutusta 30–50 % nykyisestä. Korotustarvetta jätevesimaksuun ei komission vaikutustenarvioinnin mukaan kuitenkaan tulisi, koska investointikustannukset katettaisiin laajennetun tuottajavastuun avulla. Myös ravinteiden poiston tehostaminen lisää energiankulutusta. Toisaalta monilla laitoksilla fosforin ja typen poistoteho vastaa jo nykyisellään direktiivin uusia vaatimuksia.

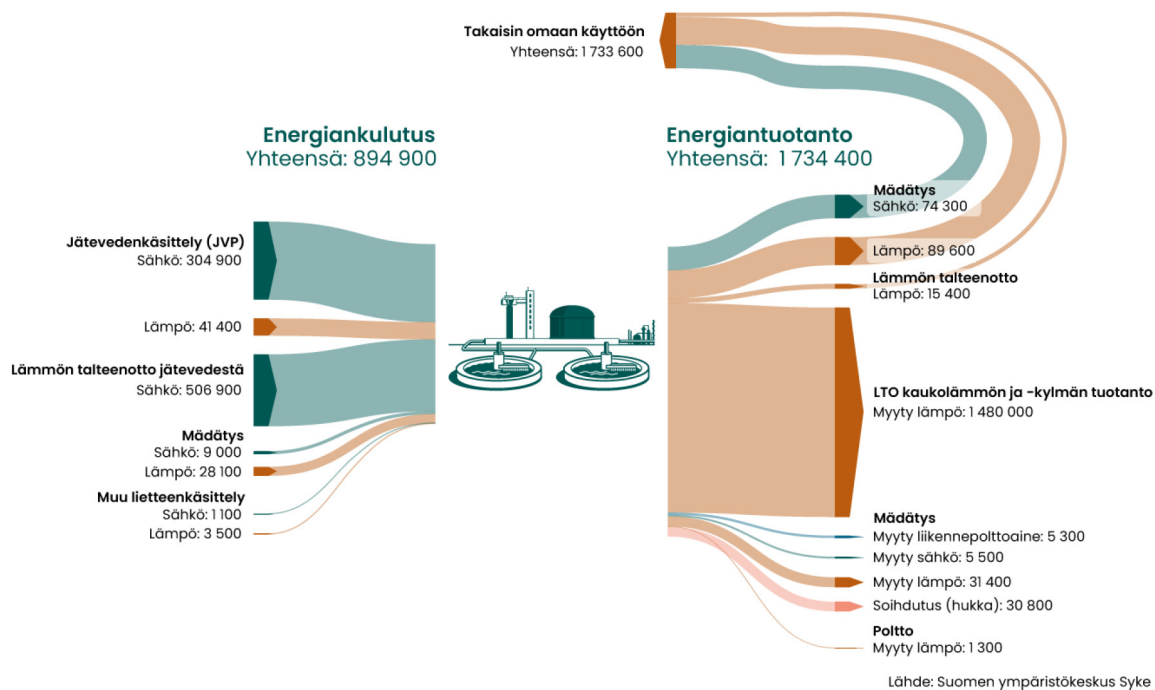
Yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistuksen lisäksi energiatehokkuusdirektiivi (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2023/1791) asettaa paineita jätevedenkäsittelyn energiatehokkuuden parantamiselle. Direktiivi mainitsee vesihuollon osana julkisia palveluita ja edellyttää julkisen sektorin alojen energian loppukulutuksen vähentämistä sekä raportointia aloittain.

1.3 Suomen jätevesihuollon energiatase

Jätevesihuollon energiatase on tällä hetkellä jo Suomessa positiivinen, jos huomioidaan energiayhtiöiden jätevedestä toteuttama kaukolämmön- ja kylmän tuotanto (Kuva 1). Jos energiayhtiöiden tuottama lämmöntalteenottoa ei huomioida, jätevesihuolto kuluttaa energiaa enemmän kuin tuottaa. Jätevesihuolto kuluttaa valtaosin sähköä, mutta tuottaa pääasiassa lämpöä. Valtaosa sähkönkulutuksesta

tapahtuu jätevedenkäsittelyn prosesseissa. Jätevedenpuhdistamojen yhteydessä tapahtuvassa lietteenkäsittelyssä muodostuva sähkö ja lämpö hyödynnetään jätevedenpuhdistamojen omissa prosesseissa. Lämmön talteenottoon on investoitu viime vuosina ja kuvassa 1 on huomioitu myös rakenteilla oleva lämmöntalteenotto (katso luku 4.5).

Suomen jäteveden- ja lietteenkäsittelyn energiatase (MWh/vuosi)



Kuva 1. Suomen jätevesihuollon energiatase (kuva on päivitetty versio Lehtoranta ym. 2023 julkaisusta energiataseesta).

1.4 Kirjallisuuskatsaus ja haastattelut

Tämä raportti pohjautuu VETKU-hankkeessa toteutettuun kirjallisuuskatsaukseen sekä haastatteluaineistoon. Seuraavissa luvuissa käydään pääasiassa kotimaisen kirjallisuuden pohjalta osa-alueittain läpi jätevedenpuhdistuksen energiankulutuksen ja -tuotannon näkökulmia, minkälaisiin asioihin on kiinnitetty huomiota ja mitä toimia puhdistamoilla on tehty. Mukana kirjallisuuskatsauksessa on myös Ravinteiden kierrätysohjelman (Raki) -rahoitusta ja RRF-energiainvestointitukea¹ saaneiden hankkeiden tarkastelua ja nostoja esimerkkien muodossa.

Hankkeessa tehtiin 12 haastattelua, joissa haastateltiin yhteensä 15 jätevesihuollon asiantuntijaa. Haastateltavat edustivat seitsemää vesihuoltolaitosta ja viittä yritystä. Mukana oli eri kokoisia vesihuoltolaitoksia eri puolilta Suomea. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluina ja ne sisälsivät kolme teemaa sekä tarkentavia kysymyksiä. Teemoina olivat: energiatehokkuus, energian tuotanto sekä energiatehokkuuden ja energiaomavaraisuuden edistäminen. Raporttiin on poimittu haastatteluissa esiin nousseita näkökulmia sekä suoria lainauksia anonymisoituna.

¹ Ympäristöministeriön ravinteiden kierrätysohjelma (Raki) sekä EU:n elpymis- ja palautumistukivälineen (RRF) energiainvestointituki

Hankkeessa tehty tarkastelu rajattiin koskemaan sekä jäteveden- että lietteenkäsittelyn energiankulutusta ja molempiin osa-alueisiin liittyvää energiantuotantoa. Lisäksi viemäriverkostot olivat mukana tarkastelussa jäteveden pumppauksen osalta.



Kuva 2. Jätevedenpuhdistamon purkuputki merkitty kyltillä. Kuva: Vuokko Laukka / Syke, 2025.

2 Energiankulutuksen ja -tuotannon seuranta

Energiatehokkuuden parantamisen edellytyksenä on kattava energiankulutuksen mittaaminen ja seuranta eri prosessin osista. Energiakatselmuksen avulla puhdistamolta voidaan kartoittaa nykytila sekä suunnitella taloudellisesti ja teknisesti kannattavat toimenpiteet. Toimenpiteiden toteutuksen jatkuva seuranta mahdollistaa lopputuleman tarkastelun ja uusien parannuskohteiden suunnittelun.

2.1 Mittaaminen ja seuranta

Energiankäytön tehostamisen tärkeänä lähtökohtana on energiatehokkuuteen vaikuttavien suureiden mittaaminen ja seuranta. Monilla keskiuurilla ja pienillä laitoksilla käsitys energiankulutuksesta saattaa olla puutteellinen ja kuten asiantuntijahaastattelussa kävi ilmi, useilla laitoksilla energiankulutusta mitataan vain yleisellä tasolla. Tallennettua tietoa jätevedenpuhdistuksen prosessien eri ohjaustapojen tai muiden energiatehokkuustoimien vaikutuksista ei usein ole saatavana, koska mittaukset rajautuvat monesti vain muutamaaan prosessinosaan, tai energiankulutusta seurataan ainoastaan päämittarin kokonaiskulutuksen kautta (Mahlakaarto 2021).

Toiminnan optimointi edellyttää kattavaa energiankulutuksen mittaamista ja seurantaa eri prosessin osissa ja esimerkiksi pumppukohtaisesti. Esimerkiksi yksi haastateltavista totesi: *”Energiankulutusta seurataan vain laitoskohtaisesti [...] ei tarkempaa seurantaa, eikä optimointi sitä kautta ole mahdollista. Tässä olisi kehitettävää.”* Energiankulutustietojen lisäksi tarvitaan dataa muun muassa virtaamista, pumppujen ja kompressorien toiminta-arvoista sekä happi-, ammonium- ja nitraattipitoisuuksista, jotta prosesseja saadaan optimoitua. Jätevedenpuhdistamon optimaaliseen hallintaan on tarjolla erilaisia mitattua dataa hyödyntäviä automaatio-, prosessinohjaus-, tiedonhallinta- ja energianhallintaratkaisuja, joilla prosesseja voidaan optimoida energiankäytön ja puhdistustehokkuuden suhteen sekä nopeasti tunnistaa korjaamista vaativia kohteisia laitoksella (VVY 2023b).

Säännöllinen laitteiston suorituskyvyn seuranta auttaa energiatehokkuuden parantamisessa (Bengtsson ym. 2019). Mittaustarkkuuden osalta on selvitettävä mikä on riittävä ja taloudellisesti järkevä taso. Laitteet, joita käytetään mittauksiin (esim. taajuusmuuttajat, kilowattituntimittarit ja verkkoanalysointorit) on myös huollettava säännöllisesti ja kalibroitava, ja energiatiedot integroitava automaatiojärjestelmään (Mahlakaarto 2021).

Kansallisella tasolla vesihuoltolaitosten energiankulutusdataa kerätään Veeti²- ja YLVA³-tietojärjestelmiin. Järjestelmissä oleva data ei kuitenkaan tällä hetkellä ole kattavaa. Esimerkiksi lämmön talteenottoa tai sähkön tuotantoa aurinkopaneeleilla ei pysty järjestelmiin raportoimaan. Tämän lisäksi tiedot on monin paikoin raportoitu puutteellisesti tai väärässä mittayksikössä, mikä lisää valtakunnallisen seurannan haasteita. Kansallisen energianeutraaliustavoitteen ja vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen seuraamisen kannalta olisi tärkeää mahdollistaa tietojen kirjaaminen riittävällä tarkkuudella sekä parantaa tietojen raportointiin liittyvää ohjeistusta (Lehtoranta ym. 2023).

² <https://www.wp5.ymparisto.fi/veeti2>

³ <https://lvv.fi/ymparisto/ylva-tietojarjestelma-valvoijille>

2.2 Energiakatselmukset

Energiakatselmukset tulevat pakollisiksi yli 10 000 AVL:n vesihuoltolaitoksille uudistetun yhdyskuntajätevesidirektiivissä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2024/3019) myötä. Katselmus on tehokas tapa kartoittaa laitoksen energiankulutus järjestelmällisesti ja samalla se auttaa löytämään vaikuttavimmat ja tehokkaimmat energiansäästökohteet, jolloin myös säästöt energiankulutuksen kustannuksissa kasvavat. Eräs haastateltava kuvasi energiakatselmusta: *”[...] siinä selvitetään kohteen energiankäytön nykytila ja esitetään taloudellisesti kannattavat ja teknisesti mahdolliset toimenpiteet. Eli käytännössä saa nykytilatiedon ja suoraan listan laskelmineen, että mitä voi tehdä.”*

Yhdyskuntajätevesidirektiivissä (2024/3019) viitataan energiatehokkuusdirektiiviin (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2023/1791), jossa energiakatselmus määritellään seuraavasti: *”[Energiakatselmuksella tarkoitetaan] järjestelmällistä menettelyä, jonka tarkoituksena on saada riittävästi tietoa rakennuksen tai rakennusryhmän, teollisen tai kaupallisen toiminnan tai laitoksen tai yksityisen tai julkisen palvelun energiankulutusprofiilista ja jonka avulla voidaan tunnistaa mahdollisuudet kustannustehokkaaseen energiansäästöön, määrittää säästön suuruus ja tunnistaa mahdollisuudet uusiutuvan energian kustannustehokkaaseen käyttöön tai tuotantoon ja jolla raportoidaan katselmuksen tuloksista”*.

Energiakatselmuksen tulee tuottaa riittävän yksityiskohtaista dataa, jotta ehdotetuista energiansäästötoimenpiteistä ja mahdollisista säästöistä saadaan selkeää tietoa. Energiatehokkuusdirektiivissä (2023/1791) todetaan, että energiakatselmuksissa tulee ottaa huomioon asiaankuuluvat eurooppalaiset ja kansainväliset standardit (EN ISO 50001, EN 16247-1, EN ISO 14000). Näiden lisäksi parhaillaan ollaan kehittämässä energiakatselmuksia koskevaa eurooppalaista standardia.



Kuva 3. Jätevedenpuhdistamon jälkiselkeytysaltaan reuna. Kuva: Suvi Lehtoranta / Syke, 2023

3 Energiatohokkuuden parantaminen

Jätevedenpuhdistamon energiatohokkuuden parantamisen keinot tulee aina suunnitella laitospohjaisesti. Energiankulutus vaihtelee laitoksittain ja siihen vaikuttaa monet tekijät, kuten laitoksen ikä, sijainti, koko ja käytössä olevat prosessit. Jätevedenpuhdistuksen energiatohokkuuden parantamisessa keskeistä on prosessien huolellinen suunnittelu, suurimpien sähkönkuluttajien — erityisesti ilmastuksen ja pumppauksen — optimointi sekä laitteistojen säännöllinen huolto ja kunnonvalvonta.

3.1 Energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä

Luvussa 1.3 on esitetty Suomen jätevesihuollon energiatase. Suomessa jäteveden- ja lietteenkäsittely kuluttaa vuosittain sähköä noin 820 GWh ja lämpöä noin 73 GWh, kun huomioidaan energiayhtiöiden lämmöntalteenottolaitokset (myös rakenteilla olevat). Jos energiayhtiöiden tuotantoa ei huomioida, jäteveden- ja lietteenkäsittely kuluttaa energiaa yhteensä noin 393 GWh vuodessa. Tästä suurin osa on sähköä, joka kuluu jäteveden puhdistusprosessissa. Lämmön talteenottolaitteistot kuluttavat niin ikään runsaasti sähköä, ja mädätyksessä taas tarvitaan lämpöä (taulukko 1).

Taulukko 1. Jätevedenpuhdistuksen energiankulutus Suomessa mukaan lukien energiayhtiöiden toteuttaman lämmön talteenoton sähkönkulutus (luku 1.3, kuva 1). Yksikkö: MWh.

Toiminto	Sähkö	Lämpö
Jäteveden puhdistus	304 900	41 400
Lämmön talteenotto	506 900	
Lietteen mädätys	9 000	28 100
Muu lietteenkäsittely	1 100	3 500
Yhteensä	821 900	73 000

Jätevedenkäsittelyn energiankulutus, sekä sähkön ja lämmön osuudet vaihtelevat suuresti laitoksittain. Energiankulutukseen vaikuttaa muun muassa puhdistamon sijainti sekä laitoksen koko. Laitinen ym. (2014) mukaan suurten, yli 10 000 m³ jätevettä vuorokaudessa käsittelevien laitosten energiankulutus on keskimäärin 0,41 kWh/m³, keskisuurten (1 000–10 000 m³/vrk) keskimäärin 0,67 kWh/m³ ja pienten (< 1 000 m³/vrk) keskimäärin 1,55 kWh/m³. Ominaisenergiankulutus siis kasvaa laitokseen pienentyessä. Toisaalta eräs haastateltava totesi, että myös käyttöaste ja sen vaihtelevuus vaikuttavat, sillä jos laitos joudutaan mitoittamaan isojen ruuhkapiikkien mukaan, esimerkiksi turistialueilla, joudutaan sitä ajamaan suurin osa ajasta tyhjäkäynnillä, jolloin energiatohokkuus on huono.

Sijainnin, koon ja käyttöasteen vaihtelevuuden lisäksi puhdistamon energiankulutukseen vaikuttavat moninaiset tekniset seikat, kuten jäteveden koostumus (Bengtsson ym. 2019), putkistojen energiatohokkuus, pumppujen mitoitus, ohjaus ja huolto (mm. Mahlakaarto 2021), kompressorien ja säätöventtiilien mitoitus ja ohjaus, ilmastimien tyyppi ja kunto, laitoksen sisäiset korkeuserot, prosessin optimointi sekä lietteen käsittely ja jatkojalostus, mukaan lukien lietteen kuivaus (Motiva 2018a). Lisäksi typenpoistossa nitrifikaation energian tarve on huomattava, mikä selittää osin suuria eroja

puhdistamoiden energiankulutuksessa. Kun vain orgaanista ainetta poistava biologinen puhdistusprosessi muutetaan nitrifioivaksi, energian tarve lisääntyy noin kaksinkertaiseksi (VVY 2016).

Energiankulutuksesta valtaosa muodostuu erilaisista pumppauksista sekä jäteveden käsittelyn ilmastuksesta (VVY 2023a). Esimerkiksi Kankaanpään jätevedenpuhdistamon sähkön kokonaiskulutuksesta 54 % kuluu ilmastuksessa (Taulukko 2). Puhdistusprosessin ja lietteen käsittelyn vaatiman sähkö- ja lämpöenergian lisäksi energiaa kuluu puhdistamokiinteistön lämmitykseen, valaistukseen, ilmanvaihtoon ja muuhun käyttösähköön. Kiinteistön osuus kokonaisenergiankulutuksesta on arviolta 20 % (VVY 2016).

Jätevedenpuhdistamojen energiatehokkuutta voidaan parantaa kaikissa puhdistusprosessiin suoraan tai välillisesti liittyvissä toiminnoissa. Keskeistä energiankulutuksen kannalta on sähköä kuluttavat laitteet ja niiden käyttö sekä prosessien ohjaus ja optimointi. Puhdistamoilla on mittava määrä erilaisia sähköä kuluttavia laitteita, kuten pumppuja ja kompressoreita. Taulukossa 3 on esitetty esimerkki Oulun Taskilan puhdistamon sähköä kuluttavasta laitekannasta.

Taulukko 2. Sähkönkulutuksen jakauma Kankaanpään jätevedenpuhdistamoilla (Sandelin 2021)

Toiminto	Osuus kokonaiskulutuksesta
Tulopumppaus	7 %
Välppäys	1 %
Esiselkeytyt	3 %
Ilmastus	54 %
Jälkiselkeytyt	18 %
Tiivistämö	4 %
Poistopumppaamo	6 %
Muut	6 %

Taulukko 3. Taskilan jätevedenpuhdistamon (AVL 210 000) laitteiston tehot (Mahlakaarto 2021)

Laitetyyppi	Lukumäärä	Nimellisteho yht. (kW)	Keskimääräinen nimellisteho (kW)
Pumput	94	1 199	12,8
Kompressorit	9	1 453	161,4
Sekoittimet	47	91	1,9
Välpät	16	41	2,6
Hämmennimet	4	5	1,3
Laahat	2	1	0,4
Kaapimet	3	2	0,7
Lingot ja ruuvit	14	182	11,4
Muut	119	478	4
Yhteensä	308	3 452	

Energiankulutukseen vaikuttaa keskeisesti myös prosessivalinnat. Rajala ym. (2023) on vertaillut uuden yhdyskuntajätevesidirektiivin haitta-aineidenpoistoveloitteen toteutettavuutta kuudella suomalaisella jätevedenpuhdistamolla. Vertailussa oli mukana otsonointi ja aktiivihiihiisuodatus. Otsonointi lisäsi sähkönkulutusta kohteen mukaan 4–6 kertaa enemmän kuin aktiivihiihiisuodatus, mutta oli toisaalta käyttökustannuksiltaan noin puolet edullisempi. Otsonoinnin energiantarve oli keskimäärin 0,19 kWh/m³ ja aktiivihiihiisuodatuksen 0,04 kWh/m³, ja kulutuksen kasvu oli vastaavasti 49 % ja 10 %.

Samansuuntaisia tuloksia on esitetty Vesilaitosyhdistyksen (VVY 2016) raportissa, jossa on tarkasteltu myös käänteisosmoosin ja hapetusprosessin energiankulutusta (Taulukko 4). Sähkönkulutuksen lisäys riippuu pitkälti puhdistamoilla olevista hyödynnettävissä olevista prosessiyksiköistä sekä käsiteltävän jäteveden laadusta. On kuitenkin huomioitava, että pienempi energiankulutus ei takaa pienempiä kasvihuonekaasupäästöjä. Esimerkiksi aktiivihiiisuodatuksen hiilijalanjälki oli keskimäärin otsonoinnin hiilijalanjälkeä suurempi, vaikka otsonointi kuluttaa enemmän energiaa (Rajala ym. 2023).

Taulukko 4. Haitta-aineiden poiston lisäämisen vaikutus energiakulutukseen eri puhdistusmenetelmillä (VVY 2016)

Käsittelymenetelmä	Energian tarve kWh/jv-m ³	Energiantarpeen lisääntyminen %
PAC (jauhemainen aktiivihiihi veteen)	0,15	33
GAC (rakeinen aktiivihiihi suodattimessa)	0,10	22
Otsonointi	0,19	41
RO (käänteisosmoosi)	2,15	477
AOP (Advanced oxidation processes)	0,28	62

3.2 Suunnittelu ja huolto

Haastateltavat painottivat, että tärkeimmät valinnat energiankulutuksen kannalta tehdään suunnitteluvaiheessa. Haastateltava: *”Suunnittelu on äärettömän tärkeää. [...] siinä vaiheessa, kun suunnitellaan ja uutta tehdään, niin siinä ratkeaa käytännössä se laitoksen energiankulutus.”* Esimerkiksi laitossuunnittelussa voi pumppausta vähentää merkittävästi, jos jätevesi saadaan kulkemaan painovoimalla.

Energiatehokkuus voidaan ottaa huomioon myös laitteiden oikealla mitoituksella ja uusimalla vanhoja laitteita sopivan kokosiin ja energiatehokkaampiin laitteisiin (VVY 2023a). Arviolta 75 % pumppausjärjestelmistä on ylimitoitettuja (Mahlakaarto 2021). Haastateltavien mukaan tämä voi johtua väestörakenteen muuttumisesta, tai siitä, että on haluttu valita tai myydä varman päälle riittävän iso laite. Laitteet tulisi mitoittaa oikealle tehoalueelle, sillä jos pumppu on liian iso tai pieni, energiaa kuluu turhaan ja myös kunnossapitokustannukset kasvavat. Hyötysuhteeltaan heikkojen kompressoreiden ja moottoreiden uusimisella voidaan säästää merkittävästi energiaa (Motiva 2018a). Energiatehokkaiden kompressorien, sekoittajien ja pumppujen käyttöönnotolla energiankulutuksen kokonaisvähennys voi olla 20–50 % (VVY 2016).

Uusien laitehankintojen ohella olemassa olevan laitekannan säännöllinen huolto ja kunnostus on tärkeä energiatehokkuustoimi (mm. Mahlakaarto 2021; Motiva 2018a). Haastateltava: *”[esimerkiksi] juoksupyörät ei saa olla liian kuluneita, vällykset suurenevät ja paineet pienenevät: tarvitaan enemmän energiaa”*. Lisäksi puhdistamon sisäisiä putkistoja väljentämällä sekä venttiilien valinnalla voidaan säästää energiaa, esimerkiksi vaihtamalla takaiskuventtiilien tilalle täysaukkoinen auki-kiinni venttiili (Motiva 2018a).

3.3 Pumppaus

Suomessa on ollut jo pidempään trendi jäteveden puhdistuksen keskittämässä, jolloin uusia jätevedenpuhdistamoita rakennettaessa keskitetään useiden kuntien puhdistuspalvelut yhteen yhteiseen

suureen laitokseen. Tämä aiheuttaa jäteveden siirtopumppausmatkojen pidentymistä, mikä kasvattaa pumppaukseen käytettyä energian määrää (Jortikka 2016).

Jätevesipumppaamoiden vesimäärät vaihtelevat merkittävästi vuorokauden- ja vuodenajan mukaan. Kuorman tasaaminen viemäriverkostoa tai käytöstä poistettuja altaita hyödyntämällä parantaa energiatehokkuutta. Pumppaamoiden toiminta on myös yleensä tehokkaampaa, jos pumppaamossa on useampia pumppuja, joita pyritään ajamaan keskimäärin niiden optimihyötysuhteella (Motiva 2018a). Pumppaamoiden suunnittelussa kannattaa kiinnittää huomiota pumppujen energiatehokkuuden, mitoituksen ja ajotapojen ohella myös pumppaamon rakenteellisiin ominaisuuksiin, kuten pumppaamon pohjan ja sisäisen putkiston muotoihin sekä komponentteihin (Jortikka 2016).

Pitkillä siirtolinjoilla voidaan hyödyntää mm. matalaenergiapumppaamoja. Esimerkiksi Sastamala-Huittinen siirtolinjalla (25 km) saavutettiin yli 60 % energiansäästö perinteiseen pumppaukseen verrattuna ja Lempäälästä Tampereen seudun keskuspuhdistamolle johtavalla siirtolinjalla (10 km) tullaan hyödyntämään matalaenergiapumppaamoja ja energiansäästön arvioidaan olevan noin 40 % (Laukka ym. 2025). Haastateltava kuvasi, että matalaenergiapumppauksessa käytetään hyväksi siirtolinjan korkeuseroja, jolloin on mahdollista hyödyntää valmis tulopaine ja veden liike-energia. Jätevettä ei pureta kaivoihin vaan paineellista jätevettä pumpataan uudelleen korkeampaan painetasoon. Toinen haastateltava totesi, että *”[...] energiansäästö suhteessa näihin muihin pumppaamotyyppeihin on ollut kyllä merkittävä. Jos olis tiedetty 15 vuotta sitten tämä matalaenergianalli, niin olis tehty kaikki sillä.”*

Pumppauksessa voidaan käyttää älykkäitä ohjausjärjestelmiä parantamaan energiatehokkuutta muuttuvissa olosuhteissa (VVY 2023a). Pumppauksen tehokkuutta ja jatkuvatoimisuutta toteutetaan pääsääntöisesti käyttämällä taajuusmuuttajia pumpun pyörimisnopeuden säätöön (Lehtoranta ym. 2023). Energiatehokkuutta voidaan parantaa säätämällä pumppujen käyntirajoja tai käyttämällä pehmokäynnistystä suoraikäynnistyksen sijaan (Sandelin 2021). Pumpun osien kuluessa hyötysuhdetta voi ylläpitää välilyksen säätämällä, joka estää mm. takaisinvirtauksen (Motiva 2018a).

Prosessin optimoinnin yhteydessä on kuitenkin ensisijaisen tärkeää huolehtia toimintavarmuudesta, esimerkiksi tulopumppaamossa pumppu ei saa tukkeutua jätevedessä olevista kuiduista tai roskista. Tukosten ehkäiseminen saattaa edellyttää hyötysuhteeltaan heikompien pumpputyypin tai juoksupyörärakenteiden käyttöä sekä pumppausten jaksottamista, mikä voi myös heikentää energiatehokkuutta (Lehtoranta ym. 2023).

3.4 Ilmastus

Ilmastus on jätevedenpuhdistuksen energiaintensiivisin prosessi, jonka tehokkuutta voidaan parantaa optimoimalla hapentarve, ilmantarve ja ilmamäärän syöttämiseen kuluva energia (Motiva 2018a). Kompessorien ja säätöventtiilien mitoitus ja ohjaus kuormituksen vaihtelun mukaan on tärkeää (Lehtoranta ym. 2023). Kompessoreja voidaan ohjata siten, että niitä on aina optimimäärä käynnissä parhailla hyötysuhdealueilla (Jortikka 2023).

Ilmastusta ohjataan useimmiten tavoitehappipitoisuudella. Yleisin ratkaisu on, että kompressorit pitävät yllä vakiopainetta painetukissa ja säätöventtiilit ylläpitävät tavoitehappipitoisuutta ilmastusaltaissa. Säätöventtiilin kanssa samassa piirissä on yleensä happimittaus ja usein myös ilmamäärämittaus. Uudemmissa ratkaisuissa hapen tavoitearvo muuttuu ammoniumtyppimittauksen perusteella, mikä tuo säästöjä ilmastuksen energiankulutuksessa verrattuna vakiona säilyvään tavoitehappipitoisuuteen (Motiva 2018a). Haastateltava: *”Tänä vuonna [2024] otettiin käyttöön uusi ilmastuskompressor, joka [...] pudottaa sähkönkulutuksen tarvetta kolmasosaan siitä alkuperäisestä. [...] Desibelitaso oli 130 kompressorihuoneessa ja nyt siellä on ehkä 40, eli siellä pystyy puhumaan.”*

Suurin osa laitoksista käyttää hienokuplaisia ilmastimia (kuten perforoituja kalvoja), joiden suunnittelussa ja käytössä tulisi pyrkiä mahdollisimman alhaiseen ilmavirtaan ilmastinta kohti, koska tämä maksimoi hapensiirron tehokkuuden. Ilmastuskalvojen säännöllinen puhdistus ja kunnossapito sekä anturien kalibrointi ovat tärkeitä energiankulutuksen hallinnan kannalta. Säännöllinen laitteiston suori-tuskyvyn seuranta auttaa energiatehokkuuden parantamisessa (Bengtsson ym. 2019). Myös venttiilien toiminnan seuraaminen on myös tärkeää (Motiva 2018a). VVY:n (2016) mukaan hapensiirtoteholtaan heikkojen ilmastimien vaihtamisella voidaan säästää sähköä noin 0,2 kWh (noin 5 % kokonaiskulutuk-sesta) jätevesikuutiota kohden.

Ilmastuksen energiatehokkuutta voi tehostaa myös lisäämällä ilmastintiheyttä asentamalla huolto-ten yhteydessä lisää ilmastimia altaan alkupäähän, missä kuorma on korkein. Tällöin yhden ilmastimen syöttämä ilmamäärä pienenee, jolloin hapensiirtotehokkuus paranee. Myös ilmastuslohkojen jaolla ja allassyvyydellä on merkitystä. Syvässä ilmastusaltaissa (> 12 m) vedenpaine on altaan pohjalla suuri ja kompressoreilta tarvitaan suurempi teho kuin matalammissa altaissa. Toisaalta syvemmissä altaissa hapensiirtotehokkuus on suurempi, koska ilmakuplalla on pidempi matka altaan pinnalle ja suurempi osa sen sisältämästä hapesta ehtii siirtyä veteen (Motiva 2018a).

Ilmastuksen energiansäästötoimissa on tärkeää ottaa huomioon, että typpioksiduulipäästöjen vä-hentäminen vaatii riittävää ilmastusta, jolloin liiallinen energiansäästö voi pahimmillaan lisätä puhdis-tamon ilmastovaikutuksia. Toisaalta liian ilmastusilman syöttäminen altaaseen tulisi minimoida, mitä varten altaissa tulisi olla oikein huolletut ja kalibroidut happimittaukset (Lehtoranta ym. 2023). Ilmas-tuskoneiden ylimitoitus voi heikentää tehokkuutta, joten koneet on suunniteltava toimimaan optimaal-lisesti nykyisillä kuormitustasoilla (Bengtsson ym. 2019).

Yksi energiatehokkuuden kasvattamiseen tähtäävä mahdollinen toimenpide puhdistamoilla on re-jektivesien deammonifikaation perustuva typenpoisto, jolla voidaan saavuttaa 10–15 % vähennys nit-rifikaation vaatimaan energiankulutukseen (VVY 2016).

Optimointia tarvitaan myös esiselkeytyksessä, jonka tehostamisella voidaan vähentää Ilmastuksen vaatimaa sähkönkulutusta. Toisaalta se voi johtaa ongelmiin, jos kiintoainetta ei jää riittävästi biologi-seen prosessiin. Ilmastuksen sähkönkulutukseen voi vaikuttaa myös altaassa olevan lietteen ikää ly-hentämällä, jolloin hapenkulutus pienenee (Mahlakaarto 2021). Toisaalta biokaasun tuotantopotentiaali heikkenee, jos lietteeseen jää runsaasti epäorgaanista ainesta, mikä tulisi huomioida esiselkeytyksessä ja hiekanerotuksessa (Motiva 2018a). Myös hiekanerotuksessa käytetään energiain-tensiivisiä ilmastuskompressoreita.

3.5 Lietteen käsittely

Jäteveden käsittelyn prosessien lisäksi energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa lietteen käsittelyssä. Lietteenkäsittelyyn liittyvät merkittävimmät energiaa kuluttavat toiminnot ovat lietteen pumppaus ja esikäsitteily, reaktorin lämmitys, lietteen sekoitus reaktorissa, reaktorista poistettavan lietteen kuivaus sekä rejektivesien käsittely laitoksella. Aktiivilieteprosessin pumppauksista palautuslietepumppaus ku-luttaa eniten energiaa. Nitraattikiertopumppaus kuluttaa yleensä vähemmän energiaa kuin palautus-pumppaus pienemmän nostokorkeuden takia. Palautus- ja nitraattikiertopumppauksen määrä on opti-moitava prosessiolosuhteiden mukaan. Palautuspumppauksen on oltava riittävän suuri, jotta lietepatja jälkiselkeytyksessä pysyy tavoitekorkeudella. Nitraattikierron taas on kierrätettävä kaikki nitraatti, joka tulevan jäteveden ja mahdollisen lisähiilen sisältämä hiilenlähde riittää denitrifioimaan. Usein molem-pia pumppauksia ajetaan ”varmuuden vuoksi” täydellä teholla, vaikka vähempikin riittäisi (Motiva 2018a).

Lietteen esikäsittely lisää biokaasun tuotantopotentiaalia, mutta myös energiankulutusta. Gravitaatiotiivistimet vievät vähemmän energiaa kuin mekaaniset, mutta syöttösakeuden kasvattamiseksi mekaaninen tiivistys on ainoa vaihtoehto. Yleensä mädätykseen johdettavan lietteen kuiva-ainepitoisuus on noin 2–10 % (Motiva 2018a). Mekaanisella tiivistyksellä lietteen kuiva-ainepitoisuus voidaan nostaa 6–25 %:iin (Törmänen 2024). Sakeampi liete taas vaatii pumpuilta enemmän, joten tässäkin prosessin osassa tarvitaan optimointia.

Tiivistyksen lisäksi lietteen esikäsittelymenetelmiä ovat kemiallinen käsittely; otsonointi, kemiallinen kunnostus, osittainen hapetus ja orgaanisten yhdisteiden hydrolysointi biohajoavaan muotoon, termien hydrolyysi eli solurakenteen rikkominen sekä ultraäänikäsittely, jossa mikrobisoluja ja kiintoainetta hajotetaan ultraäänin avulla (Motiva 2018a). Kaikki menetelmät lisäävät energiankulutusta, mutta parantavat lopputulosta. Myös lietteen esilämmitys vaatii energiaa, mutta tehostaa biokaasulaitoksen toimintaa. Lämmitykseen voi hyödyntää lämmönvaihtimien avulla reaktorista poistettavan käsitellyn lietteen hukkalämpöä (VVY 2023a).

Lietteen kuivauksen energiankulutus muodostuu kuivauslaitteiston, pumppausjärjestelmän ja sekoituksen kuluttamasta energiasta. Menetelmiä ovat linko, jolla on suurin energiankulutus, mutta paras kiintoainetulos (25–33 %), ruuvipuristin ja suotonauhapuristin sekä terminen kuivaus. Jos laitteiston tuottaman rejektiveden kiintoainepitoisuus on korkea, liete jää kiertämään prosessiin, mikä lisää energiankulutusta kaikissa prosessivaiheissa. Lingon kierrosnopeutta kasvattamalla on mahdollista saavuttaa pienempi energiankulutus suhteessa käsiteltyä kuiva-ainekiloa kohden (Motiva 2018a), ja toisaalta lietteen parempi sakeuttaminen voi vähentää linkousta (Mahlakaarto 2021). VVY:n mukaan linkouksen optimoinnilla voidaan saavuttaa 10 % vähennys lietteen kuivauksen energiankulutuksessa (VVY 2016). Tehokkaampi linkous puolestaan vähentää kuljetustarvetta. Haastateltava: *”Jos ajatellaan kokonaisuutta, niin energiatehokkuutta on mahdollista monessa paikkaa lisätä [...] esimerkiksi että kuljetetaan ennemminkin sitä lietettä kuin vettä.”*

Terminen kuivaus parantaa lietteen lämpöarvoa, jolloin sitä voidaan tehokkaammin hyödyntää energiantuotannossa. Termisen kuivauksen sähköenergian kulutus vaihtelee laitteistosta 4–5 kilowattitunnista useisiin kymmeneen kilowattitunteihin lietekuutiota kohti. Kulutus riippuu paljon halutusta kuiva-ainepitoisuudesta. Lämmönkulutus on termisessä kuivauksessa korkea, joten terminen kuivaus yhdistetään usein polttoon, jolloin lietteen lämpöarvo saadaan hyödynnettyä. Prosessin ylimääräinen lämpöenergia pitäisi saada hyödynnettyä esim. kaukolämpöverkossa (Motiva 2018a).

3.6 Muu kulutus

Prosessien ja laitteiden optimoinnin lisäksi energiatehokkuustoimia voi kohdistaa kiinteistöihin. Puhdistamorakennuksen osalta lämmitysmuodon vaihtamisella esimerkiksi maalämpöön tai muihin lämpöpumppuihin voidaan säästää energiaa (VVY 2023a). Ilmanvaihdon optimoinnin ja laitesähkön kulutuksen pienentämisen vaikutus laitoksen kokonaisenergiankulutukseen on arviolta 2–4 % (VVY 2016). Myös valaistuksen uusiminen ja optimointi (VVY 2016), lämmitysverkoston säätö ja tilakohtaisesti sopivat lämpötilat sekä kiinteistön käyttäjien opastus vähentävät energiankulutusta (Lehtoranta ym. 2023). Haastateltava: *”[...] viime vuosina on esimerkiksi tarkasteltu pumppaamoiden sisälämpötiloja. [...] vaikkei siinä yksittäisessä kohteessa sähkönkulutuksen vähenemä ole niin merkittävä, mutta kun niitä on paljon, niin siitä tuleekin jo säästöä.”*

Puhdistamon toimintojen lisäksi myös ulkoistettujen toimintojen energiatehokkuuteen voidaan kiinnittää huomiota. Työkoneiden ja ajoneuvojen käyttövoimilla ja -tavoilla on kokonaisenergiankulutuksen kannalta merkitystä. Kuljetusten optimoinnilla voidaan myös saavuttaa säästöjä. Keskeistä on

kuljetettavan materiaalin määrän ja kuljetusmatkojen minimointi, esimerkiksi optimoimalla lietteen kuivaus ja tilaamalla materiaalit lähialueelta (VVY 2023a). Järki-hankkeessa on selvitetty keskitetyn lietteenkäsittelykonseptin logistista optimoimista (VVY 2023b). Kun lietteen kuiva-ainepitoisuus on suurempi, se on myös kevyempää ja kuljetuskustannuksetkin ovat pienemmät (Mahlakaarto 2021).

Verkostosaneerausten koordinointi ja yhdistäminen muihin katualueella tehtäviin töihin, kuten kaukolämpöverkon ja sähköverkoston töihin ja kaivamattomat menetelmät vähentävät konetyötä ja kuljetuksia (VVY 2023a). Huomionarvoista on myös vuotovesien aiheuttama turha energiankulutus verkostoissa (Motiva 2018a), esimerkiksi Joensuun viemäriverkostossa jätevesien pumppaukseen käytetystä energiasta noin 43 prosenttia kuluu vuotovesien pumppaukseen (Ronkainen 2016). Tähän voidaan vaikuttaa verkostosaneerausten yhteydessä, erityisesti korvaamalla sekaviemärointi erillisviemäröinnillä (Ronkainen 2016).

3.7 Esimerkkejä energiatehokkuushankkeista

Esimerkkejä laitospohjaisista energiatehokkuutta edistävästä hankkeista löytyy paljon kirjallisuudesta. Lisäksi ympäristöministeriö on koonnut listan Raki-rahoituksen saaneista hankkeista (Ympäristöministeriö 2025). Taulukkoon 5 on koottu jäteveden- ja lietteenkäsittelyyn liittyviä energiatehokkuushankkeita teemoittain.

Taulukko 5. Jäteveden ja lietteenkäsittelyyn liittyviä energiatehokkuushankkeita. Hankkeet toteutettu pääasiassa 2020–2025.

Toteuttaja	Hanke	Lähde
Ilmastus		
Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy	Nenäinniemen jätevedenpuhdistamoon toteutettiin älykäs prosessinohjausjärjestelmä, joka vähentää ilmastuksen energiankulutusta. Ohjausjärjestelmän ennakoiva mallinnus auttaa varautumaan virtaamien ja ravinnekuormien vuorokausi- sekä viikkovaihteluihin. Arvio säästästä: n. 15 % puhdistamon biologisen prosessin sähkönkulutuksesta eli noin 300–320 MWh/v.	Ympäristöministeriö 2025
Turun seudun puhdistamo Oy	Kakolanmäen puhdistamon kehityshankkeessa optimoitiin kompressorien energiatehokkuutta uudistamalla niiden ajotapaa. Kompressorien käynnistymiskerrat minimoitiin ja kompressoreita pyrittiin käyttämään optimitaajusalueella. Ohjaus muutettiin pitämään ilmastuslinjassa vakiopainetta mahdollisimman pienellä kompressorien yhteisteholla.	Mahlakaarto 2021
Kankaanpään kaupunki	Jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta parannettiin ilmastuksen saneerauksen ja toiminnan tehostamisen avulla. Arvio säästästä: laitoksen ilmastuksen sähkönkulutus pienenee n. 140 000 kWh/v ja koko laitoksen sähkönkulutus n. 20 %.	Ympäristöministeriö 2025
Kannuksen vesiosuus-kunta	Kannuksen jätevedenpuhdistamon ilmastusta ja prosessiohjausta kehitettiin energiatehokkuuden parantamiseksi lisäämällä mittauksia, uusimalla laitteita ja optimoinnilla. Lisäksi selvitettiin siirtymistä mahdollisimman pitkälti automatisoituun prosessinohjaukseen.	Ympäristöministeriö 2025

Toteuttaja	Hanke	Lähde
Someron Vesihuolto Oy	Ilmastuksen energiatehokkuutta parannettiin korvaamalla yksi kiertomäntäkompressorit turbokompressorilla, joka mitoitetaan siten, että sen kapasiteetti riittää kaikissa tilanteissa. Vanhat kiertomäntäkompressorit jäivät varakoneiksi.	Ympäristöministeriö 2025
Tampereen Vesi Liikelaitos	Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon ilmastuksen energia- tehokkuutta parannettiin prosessin ohjauksen kehittämällä.	Ympäristöministeriö 2025
Raaseporin Vesi liikelaitos	Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamon ilmastuksen energia- tehokkuutta parannettiin vaihtamalla ilmastuskompressorit energiatehokkaampiin.	Ympäristöministeriö 2025
Laihian kunta, vesihuoltolaitos	Laihian jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta parannettiin ilmastusautomaation, laitteiston ja ajotapamuutosten avulla.	Ympäristöministeriö 2025
Imatran vesi	Meltolan jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta parannettiin ilmastuksen tehostamisella ja jäteveden lämmön talteenotolla. Jäteveden ilmastus muutettiin saneerauksen yhteydessä pohjailmastamiseksi, joka on nykyistä pintailmastusta tehokkaampaa.	Imatra 2021
Lietteen käsittely		
Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy	Lietteen gravitaatiosakeutus korvattiin uudella linko- sakeutuksella. Lietteen kuiva-ainepitoisuus nousi 3,5 prosentista 10,5 prosenttiin, jonka vuoksi liete voitiin mädättää kolmen mädättämön sijaan yhdessä bioreaktorissa ja jälkimädättää lämmittämättömässä reaktorissa. Lietteen käsittelyn sähkön- kulutus kasvoi 54 % ja lämmönkulutus väheni 71 %. Kokonais- energiatehokkuus parani, ja laitoksen oma biokaasun ja sähkön- tuotanto kasvoivat.	Törmänen 2024
Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)	Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla osa mädätykseen menevästä lietteestä ohjataan gravitaatiosakeutuksen asemasta koneellisille esisakeuttimille. Tämä vähentää eteenpäin pumpattavan lietteen määrää ja säästää myös mädätykseen menevän lietteen lämmitysenergiaa, koska lämmitystä vaativan lietteen virtaama pienenee. Lisäksi se säästää myös linkoukseen käytettyä energiaa.	Mahlakaarto 2021
Aqua Verkko Oy	Kariniemen jätevedenpuhdistamolla rakennettiin erilliskäsittely jätevesilietteen kuivauksen rejektivesille, jonka seurauksena prosessin energiankulutus pieni.	Ympäristöministeriö 2025
Tekoöly		
Lahti Aqua	Lahdessa asennettiin viemäriverkoston 14 IoT-pinnan- mittauslaitetta, joista saatava tieto siirtyy kaukovalvonta- järjestelmään. Tällöin nähdään reaaliajassa, miten viettoviemärit toiminta-alueella toimivat. Laitteiden avulla pystytään ennalta- ehkäisemään viemäriverkoston häiriötilanteita ja tekoölyn avulla muutokset pystytään havaitsemaan entistä paremmin.	VVY 2023b
Kangasalan Vesi	Kangasalan Veden tekoölysovellus seuraa noin sataa puhtaan veden ja jäteveden kohdetta ja käy läpi automaatiojärjestelmästä kerättyä dataa ja tunnistaa poikkeamat. Tekoölyn avulla on löydetty esimerkiksi pumppujen tukoksia, jotka ovat ilmenneet pidentyneinä käyntiaikoina. Lisäksi on havaittu tilanteita, joissa viemäriverkkoon on päästetty sopimattomia vesiä, mikä on näkynyt kasvaneina pumppausmäärinä.	VVY 2024

Toteuttaja	Hanke	Lähde
Kuusamon EVO	Kuusamon EVO otti käyttöön koneoppimista hyödyntävän järjestelmän, joka parantaa jätevedenpuhdistuksen tehokkuutta ja optimoi energiankulutusta. Tekoäly analysoi puhdistusprosessia reaaliajassa ja määrittelee itsenäisesti, miten ilmastuksen määrää säädetään eri ilmastuslohkoissa. Älykäs ohjaus auttaa pitämään puhdistamon toiminnan jatkuvasti optimaalisella tasolla sekä energiankulutuksen että puhdistustuloksen suhteen.	VVY 2024
Muut		
Aurinkovuoren Vesi Oy	Vääksyn jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta parannettiin useilla toimenpiteillä: sähkölämmityksen korvaaminen jätevesilämpöpumpulla, esikäsitteilyn tehostaminen, aktiivilieteprosessin muuttaminen kantoaineprosessiksi ja automaatiojärjestelmän kehittäminen.	Ympäristöministeriö 2025
Seinäjoen Energia Oy	Seinäjoen jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta parannettiin ilmastuksen energiatehokkuutta parantamalla sekä älykkään prosessivesisäiliön ja optimoidun instrumentti-ilmajärjestelmän avulla. Jätevedenpuhdistamon energiankulutus vähenee, puhdistamon sisäiset vedenkierrätykset pienevät ja mahdollistetaan tasainen syöttövesi lämpöpumppulaitokselle, mikä lisää lämpöenergian tuotantoa hukkalämmöstä.	Ympäristöministeriö 2025
Oulun Vesi liikelaitos	Puhdistamon energiatehokkuutta parannettiin prosessi-optimoinnilla hyödyntäen reaaliaikaista energiankulutuksen seurantaa.	Ympäristöministeriö 2025

4 Energian tuotanto

Jätevedenpuhdistamot voivat toimia merkittävänä energiantuottajina ja siten vahvistaa vesihuollon energiaomavaraisuutta. Lisäksi energiaa voidaan tuottaa oman toiminnan ulkopuolelle esimerkiksi yhteistyössä energiayhtiön kanssa. Tässä hankkeessa on laskettu kaukolämmön tuotantopotentiali jätevesien hukkalämmöstä.

4.1 Nykytila

Jätevedenpuhdistamot toimivat merkittävänä energian tuottajina. Suomessa jäteveden- ja lietteenkäsittely tuottaa vuosittain sähköä noin 81 GWh ja lämpöä noin 1 620 GWh (taulukko 6). Suurin osa lämmöstä tuotetaan jätevedestä talteen otetusta lämmöstä energiayhtiöiden toimesta, mutta myös jätevedenpuhdistamot ottavat talteen lämpöä omiin prosesseihinsa. Merkittävä osa sähköstä ja lämmöstä tuotetaan lietteen mädätyksestä saatavalla biokaasulla. Biokaasua myydään vähäisiä määriä myös liikennepolttoaineeksi keskitettyjen lietteenkäsittelijöiden toimesta. Biokaasuprosessissa muodostuvaa metaania päätyy myös soihdutettavaksi osana prosessia.

Taulukko 6. Jätevedenpuhdistuksen ja lietteenkäsittelyn yhteydessä syntyvä energiantuotanto Suomessa (luku 1.3, kuva 1). Muut-sarakkeessa on myyty liikennepolttoaine sekä soihdutukseen päätyvä metaani. Yksikkö: MWh.

Toiminto	Sähkö	Lämpö	Muut
Mädätys/biokaasu (omaan käyttöön)	75 100	89 600	
Mädätys (myyty energia)	5 500	31 400	5 300
Mädätys (soihdutus)			30 800
Poltto (myyty lämpö)		1 300	
Lämmön talteenotto (omaan käyttöön)		15 400	
Kaukolämpö ja -kylmä		1 480 000	
Yhteensä	80 600	1 617 700	36 100

Jätevedenpuhdistamoilla tapahtuva energiantuotanto lisää vesihuollon energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Lisäksi oma energiantuotanto edesauttaa fossiilisista energialähteistä luopumista. Useilla jätevedenpuhdistamoilla on esimerkiksi kehitetty lämmön talteenottoa jätevedestä ja sen avulla pysytty luopumaan öljyn tai maakaasun käytöstä (Laukka ym. 2025).

4.2 Biokaasun tuotanto

Jätevesihuoltoon liittyvä keskeinen energiantuotannon muoto on biokaasun tuotanto lietteen mädätyksen yhteydessä. Suomessa noin 82 % puhdistamolietteestä mädätetään (Vilpanen & Seppälä 2025). Lietteenkäsittely on useilla jätevedenpuhdistamoilla ulkoistettu keskitetyille yhteiskäsittelylaitoksille, mutta suuret puhdistamot käsittelevät lietteen itse. Näillä laitoksilla tuotettu biokaasu hyödynnetään pääasiassa omaan sähkön ja lämmön tuotantoon, mikä lisää laitosten energiaomavaraisuutta (Lehtoranta ym. 2023). Sähkön- ja lämmön tuotanto tapahtuu kaasumoottoreissa, jonne biokaasu syötetään

veden- ja mahdollisen rikinerotuksen jälkeen. Puhdistamolietteestä syntyy biokaasua noin $0,4\text{m}^3/2,4$ kWh kuiva-ainekiloa kohti. Biokaasusta voidaan jalostaa myös liikennepolttoainetta. Kaasun liikennekäyttö vaatii lisäksi metaanin puhdistuksen vesipesulla sekä paineistuksen (Motiva 2018a).

Energiatehokkuuden ja biokaasun tuotannon maksimoimisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää varmistaa mahdollisimman tehokas prosessi. Tuotetun biokaasun määrää voidaan kasvattaa varmistamalla riittävä viipymäaika, sekoittuminen ja sopivat olosuhteet (mm. lämpötila ja typpikuorma) sekä biolietteen esikäsittelyllä, kuten termisellä hydrolyysillä tai ultraäänikavitaatiolla (VVY 2023a). Lietteen viipymän on oltava riittävän suuri, jotta hajoaminen ja kaasuntuotanto prosessissa ehtii tapahtua (Motiva 2018a). Riittävän viipymän voi varmistaa kahdella tavalla. Mikäli reaktori on syötemateriaalien määrään nähden pieni ja viipymä siten lyhyt, reaktoria tulee seurata kaasun talteenotolla varustettu jälkikaasuallas. Vaihtoehtoisesti reaktorin tulee yksinään olla riittävän suuri, jotta varmistetaan pitkä viipymä ja siten syötemateriaalien hyvä hajoaminen (Luostarinen ym. 2023). Viipymää voi pyrkiä kasvattamaan tehostamalla lietteen sakeutusta, jolloin mädättämöön tuleva tilavuuskuorma pienentyy. Mikäli tämä ei ole mahdollista, voidaan selvittää mädätyslämpötilan vaikutusta ja vertailla mesofiilisen ja termofiilisen mädätyksen tekniikoita (Motiva 2018a).

Prosessissa tuotetun energian määrään vaikuttaa kattilan tai moottorin hyötysuhde (Luostarinen ym. 2023), jonka lisäksi sekoitintyyppin valinta ja sekoittimien oikea mitoitus vaikuttavat olennaisesti prosessin toimintaan ja energiatehokkuuteen. Lietteen sisältämä epäorgaaninen aines puolestaan heikentää biokaasuntuotantoa, joka tulee huomioida mm. esiselkeytyksessä ja hiekanerotuksessa (Motiva 2018a).

Biokaasun tuoton toteumaan vaikuttavat metaanivuodot eli se biokaasu, joka vapautuu ilmakehään esimerkiksi laitoksen operoinnin yhteydessä (vuodot, varoventtiilit) tai huoltotoimenpiteiden ja laiterikkojen seurauksena. Kirjallisuudessa raportoidut metaanipäästöt vaihtelevat suuresti, mutta käytännössä ne ovat riippuvaisia laitoksen operointitavoista sekä asianmukaisesta huollosta ja mitoituksesta. Erityisesti viipymä, mädätteen tai siitä prosessoitujen jakeiden varastointi sekä laitoksen huolto vaikuttavat päästöihin (Luostarinen ym. 2023).

4.3 Sähkön tuotanto

Biokaasusta tuotetun sähkön lisäksi jätevedenpuhdistamoilla voidaan tuottaa sähköä myös aurinko- ja vesivoimalla. Puhdistamot ja vesilaitokset ovat erinomaisia paikkoja aurinkopaneeleille erityisesti siksi, että laitoksissa kuluu sähköä runsaasti myös kesäkaudella (Lehtoranta ym. 2023). Useat haastateltavista mainitsi aurinkovoiman yhtenä sähköntuotannon keinona, mutta sen kannattavuudesta oli ristiriitaisia näkemyksiä. Sähköntuotantoa voidaan mahdollisesti lisätä myös asentamalla jäteveden purkuputkeen turbiini, kuten on tehty HSY:n Blominmäen puhdistamolla ja Turun seudun puhdistamolla (VVY 2023a). Vastaavasti Turun Seudun Vesi on asentanut sähköturbiinin Saramäen kalliosäiliöön talousveden siirtolinjan päähän ja se tuottama teho riittää veden pumppaamiseen Turkuun, Raisioon ja Naantaliin (Turun Seudun Vesi 2024).

4.4 Lämmön tuotanto

Keskeinen osa jätevedenpuhdistamojen energiantuotantoa on hukkalämmön talteenotto ja sen hyödyntäminen puhdistamolla. Lämpöä voidaan ottaa talteen puhdistetusta jätevedestä, ilmanvaihdosta, ilmastuskompressoista, lämpöpumppujen ja kaasumoottorien hukkalämmöstä sekä mädätetystä

lietteestä. Jäteveden lämpöä voidaan ottaa talteen ja hyödyntää puhdistamojen lisäksi hajautetusti jätevettä tuottavilla kiinteistöillä sekä kaukolämmön- ja jäähdytyksen tuotannossa yhteistyössä energiayhtiöiden kanssa. Kiinteistökohtaista jäteveden lämmön hyödyntämistä on Suomessa toistaiseksi vain vähän, mutta jätevedenpuhdistamoilla lämmön talteenottoratkaisut ovat jo keskeinen osa jätevedenpuhdistamojen energiatehokkuustoimia ja hiilineutraaliustavoitteita, ja ne yleistyvät jatkuvasti. Kaukolämmön tuotanto puolestaan on mahdollista riittävän isoilla laitoksilla ja olemassa olevan kaukolämpöverkon läheisyydessä. Kaukolämmön tuotantopotentiaalia Suomessa on arvioitu luvussa 4.5.

Eräs haastateltava totesi, että *”[...] kun saadaan tämä lämmöntalteenotto meillä haltuun niin voisin kuvitella että se on yksi helpoimmista tavoista saada energiatehokkuutta aikaiseksi.”* Toisaalta pohjoisen kylmissä oloissa jäteveden lämpötila voi olla liian alhainen talvella, jolloin lämpöä juuri tarvitaan. Lämmön talteenoton kannattavuutta tulee aina arvioida tapauskohtaisesti. Arviossa voi myös tarkastella kannattaako lämmön talteenotto puhdistetun jäteveden lisäksi myös tulevasta jätevedestä tai prosessin aikana, vai heikentääkö jäteveden lämpötilan lasku liaksi puhdistustulosta. Esimerkiksi Vesikolmio Oy:n Kalajoen keskuspuhdistamolla lämpöä otetaan talteen selkeytys- ja ilmastusaltaista altaiden seinien betonirakenteisiin sijoitetuilla putkistoilla (VVY 2023a).

Hajautettu lämmön talteenotto kiinteistöillä tuo haasteita jäteveden käsittelyprosessiin. Haasteena on, että laajamittainen lämmön talteenotto kiinteistöillä jäähdyttäisi jätevettä, jolloin puhdistamon biologisen jätevedenpuhdistusprosessin typenpoiston tehokkuus heikkenee, ja saman puhdistustuloksen saavuttamiseen tarvitaan enemmän kapasiteettia. Mallinnusten mukaan hajautettu jäteveden lämmön talteenotto laskisi puhdistamoille tulevan jäteveden lämpötilaa eri skenaarioissa 0,7–5,0 astetta, ja ilman uutta kapasiteettia puhdistamolta mereen päätyvän ammoniumtyyppipitoisuuden kasvu olisi 1,0–4,6 mg/l. Typenpoiston kannalta haastavaa olisi erityisesti kevätaika, kun sulaneet lumet tuovat jätevedeen isoja virtaamia kylmää vettä. Kaukolämmön tuotanto huomioon ottaen lämmön tuotantopotentiaali kuitenkin kasvaisi Turun alueella 15–82 % ja Helsingissä 10–45 % (Gaia 2022). Laajemmin lämmön talteenoton vaikutuksista ja energiataseesta kaupungissa löytyy tietoa JV-LÄMPÖ hankkeen raporteista (HSY 2025).

Puhdistamolle saapuvaa jätevettä voi joissakin tapauksissa olla kannattavaa lämmittää muutamalla asteella typenpoiston tehostamiseksi esimerkiksi kausivarastoimalla puhdistetun jäteveden lämpöä. Saapuvan jäteveden lämmittämisen kannattavuuden rajana voidaan pitää 9 °C:ta, jota alhaisemmissa lämpötiloissa lämmittämisestä aiheutuvat kustannukset nousevat merkittävästi. (Gaia 2022)

4.5 Kaukolämmön tuotantopotentiaali

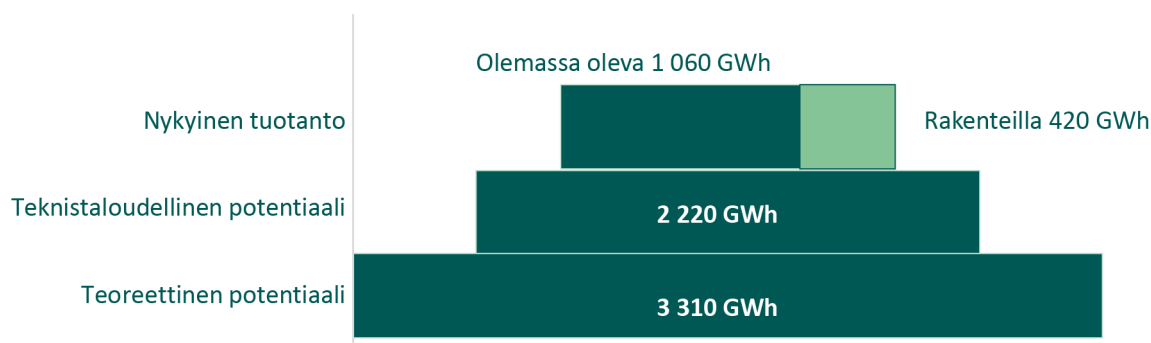
Jätevettä virtaa jätevedenpuhdistamoille Suomessa lähes 500 miljoonaa kuutiota vuodessa (Lapinlampi 2021). Kesällä vesi on noin 20-asteista ja talvella hulevesistä riippuen noin 7–10-asteista. Jäteveden sisältämää lämpöä voidaan ottaa talteen jätevedenpuhdistamolta lähtevästä jätevedestä ja hyödyntää energiayhtiön kaukolämmön- ja jäähdytyksen tuotannossa. Suomessa kaukolämpöä tuotetaan puhdistetusta jätevedestä jo niin merkittäviä määriä, että uuden yhdyskuntajätevesidirektiivin (2024/3019) tavoite energianeutraaliuudesta olisi Suomen osalta jo saavutettu, mikäli tavoitteen määrittämiseen sisällytettäisiin jätevedestä tuotettu kaukolämpö (Lehtoranta ym. 2023). Direktiivin määrittelytyö on kuitenkin vielä kesken.

Kaukolämpöä tuotetaan jätevedestä tällä Helsingissä, Espoossa, Turussa, Vaasassa ja Lahdessa, tuoreimpien tietojen mukaan yhteensä noin 1 060 gigawattituntia (GWh) vuodessa. Tämä vastaa kolmea prosenttia Suomen kaukolämmön kulutuksesta. Lisäksi suunnitteilla tai rakenteilla on lämpöpumppulaitokset ainakin Kouvolaan, Seinäjoelle ja Rovaniemelle. Lisäksi Helsinkiin rakennetaan laitos, joka

ottaa talteen lämpöä jo kerran hyödynnetystä, noin viisiasteisesta vedestä. Nämä uudet laitokset nostavat jäteveden hukkalämmöstä tuotetun kaukolämmön vuosituotannon arviolta 1 480 GWh:iin, eli runsaaseen 4 %:iin kulutuksesta.

VETKU-hankkeessa tehtiin arvio jäteveden hukkalämmöstä tuotetun kaukolämmön tuotantopotentiaalista. Teoreettinen maksimi koko Suomessa on noin 3 310 GWh (n. 9 % kulutuksesta), mutta käytännössä vain osa potentiaalista on teknistaloudellisesti toteutettavissa (Kuva 4). Teoreettinen potentiaali arvioitiin kertomalla Suomen kaikkien jätevedenpuhdistamojen yhteenlaskettu virtaama (485 Mm³) keskimääräisellä kaukolämmön tuotannon suhteella jätevesivirtaamaan olemassa olevilla ja suunnitelluilla lämpöpumppulaitoksilla (6,8 GWh/Mm³).

Teknistaloudellisen potentiaalin arviosta jätettiin pois vuosivirtaamaltaan alle 2 miljoonan kuution jätevedenpuhdistamot (310 kappaletta). Jäljelle jääneistä isommista kohteista poistettiin ne, joissa puhdistamon ja kaukolämpöverkon etäisyys on yli 1,5 kilometriä. Lisäksi arvion ulkopuolelle jäi Tampereen uuden keskuspuhdistamon jätevedet, joita ei hyödynnetä kaukolämmön tuotannossa. Näin ollen jätevesilämpöä hyödyntävän kaukolämmön tuotannon teknistaloudelliseksi potentiaaliksi arvioitiin noin 2 220 GWh (n. 6 % kaukolämmön vuosikulutuksesta). Karkean arvion mukaan tuotantoa voisi siis lisätä olemassa olevien ja suunniteltujen lämpöpumppulaitosten lisäksi noin 740 GWh.



Kuva 4. Jätevedestä tuotetun kaukolämmön teoreettinen ja teknistaloudellinen potentiaali sekä olemassa ja suunnitteilla oleva vuosituotanto gigawattitunteina (GWh).

Teknistaloudellisen potentiaalin arvioinnissa otettiin huomioon seuraavat haastatteluissa esiin nousseet reunaehdot, jotka liittyvät kaukolämmön tuotantoon jäteveden hukkalämmöstä:

- Jätevedestä lämpöä talteen ottavan lämpöpumppulaitosinvestoinnin kannattavuuteen vaikuttavat olemassa oleva kaukolämmön tuotantorakenne ja käytetyt polttoaineet, mitä lämmön talteenotolla korvataan ja mitkä ovat kustannusvaikutukset.
- Yleisesti ottaen investoinnin kannattavuus on sitä parempi mitä enemmän energiaa on otettavissa talteen eli jäteveden lämpötila ja virtaama. Kaukolämpöverkon runkoliitännän tulisi olla puhdistamon tai purkupuutken välittömässä läheisyydessä, jotta säästytään pitkiltä ja kalliilta putkivedoilta. Myös kaukolämpöverkon tulisi olla sellainen, joka ei vaadi lämpöpumppujen tyyppillisen tuotantoskaalan yli menevää lämpötilaa (80–85 °C).
- Jäteveden matalan lämmön vuoksi talteenotto vaatii hyvät lämpöpumput, jotta hukkalämmön lämpötila saadaan kaukolämpökäyttöön soveltuvaksi. Lisäksi talviaikaan lämpötilaa ei aina pystytä pumpputekniikalla nostamaan riittävästi, jolloin järjestelmän tueksi saatetaan tarvita esimerkiksi sähkökattila. Investointikokonaisuudesta voi näin ollen tulla sen verran mittava, että sellaisen toteuttaminen pienissä kohteissa ei välttämättä ole kannattavaa.

Suomessa hyödynnetään jo melko hyvin jäteveden lämmön talteenottoa kaukolämmön tuotannossa. Mahdollisuuksia lisätä tuotantoa kuitenkin olisi edelleen merkittävästi, vaikka tässä esitetty teknista-loudellinen potentiaali saattaa olla lievä yliarvio. Tarkemmat tiedot kaukolämpöverkkojen sijainneista, tuotantorakenteesta ja soveltuvuudesta lämpöpumpuille eivät todennäköisesti puoltaisi joidenkin tässä tarkastelussa potentiaalisten kohteiden toteutettavuutta. Toisaalta teknologian kehittyessä suotuisasti myös pienemmistä jätevesivirtaamista saattaa tulla kiinnostavia kaukolämmön tuotannon kannalta.

4.6 Esimerkkejä energian tuotannosta

Esimerkkejä energian tuotannosta jätevedenpuhdistamoilla löytyy paljon kirjallisuudesta. Lisäksi ympäristöministeriö on koonnut listan Raki -rahoituksen saaneista hankkeista (Ympäristöministeriö 2025). Taulukkoon 7 on koottu laitoskohtaisia esimerkkejä energiantuotannosta.

Taulukko 7. Esimerkkejä jätevedenpuhdistamoilla toteutetuista energiantuotannon hankkeista.

Hankkeet toteutettu pääasiassa 2020–2025. LTO = lämmön talteenotto.

Toteuttaja	Hanke	Lähde
LTO omaan käyttöön		
Kajaanin Vesi -liikelaitos	Jätevedenpuhdistamolle toteutettiin jäteveden hukkalämmön talteenottojärjestelmä, joka korvaa puhdistamon nykyisen kaukolämpöön pohjautuvan lämmitysjärjestelmän.	Ympäristöministeriö 2025
Huittisten Puhdistamo Oy	Lämpöpumpputekniikkaa tehostettiin erillisellä liuospiirillä, jonka ansiosta voidaan hyödyntää myös alhaisen lämpötilan vesiä. Tämän ansiosta jätevesilämpöpumppu pystyy toimimaan läpi vuoden.	Ympäristöministeriö 2025
Loviisan kaupunki, Vesi-liikelaitos	Vårdön jätevedenpuhdistamon sähkölämmitys korvattiin jätevesilämpöpumpputekniikalla. Arvio säästöstä: laitoksen lämmityksen sähköenergiankulutus pienenee n. 70 % eli noin 300 000 kWh vuodessa ja koko laitoksen sähköenergiankulutusta noin 19 %.	Ympäristöministeriö 2025
Someron Vesihuolto Oy	Someron jätevedenpuhdistamon öljykattilalämmitys vaihdettiin vesikiertoiseksi lämmitysjärjestelmäksi, jossa hyödynnettiin jäteveden lämmön talteenottoa. Lisäksi ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutusta pienennettiin varustamalla ilmanvaihto poistoilman lämmöntalteenotolla.	Ympäristöministeriö 2025
Kosken TI kunta	Hankkeessa toteutettiin energiatehokas prosessiratkaisu ja lämmön talteenotto jätevedestä Kosken TI kunnan uudelle jätevedenpuhdistamolle.	Ympäristöministeriö 2025
Hämeenkyrön kunta	Hämeenkyrön jätevedenpuhdistamon suora sähkölämmitys muutettiin vesikiertoiseksi, jossa hyödynnettiin jätevesilämpöpumpputekniikkaa.	Ympäristöministeriö 2025
Vesikolmio Oy	Kalajoen keskuspuhdistamolla lämpöä otetaan talteen selkeytys- ja ilmastusaltaista altaiden seinien betonirakenteisiin sijoitetuilla putkistoilla.	VVY 2023a
Napapiirin Energia ja Vesi Oy	Rovaniemen Alakorkalon jätevedenpuhdistamolle toteutettiin lämpöpumppulaitos, joka hyödyntää käsitellyn jäteveden hukkalämpöä. Lämpöpumput hyödyntävät myös lietteenpolttolaitoksen ylijäämälämpöä.	Ympäristöministeriö 2025

Toteuttaja	Hanke	Lähde
Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY	Lämmön talteenotto mädätetystä lietteestä. Talteen otettu lämpö siirretään lämmöntalteenottoverkostoon ja raakalietteeseen. Arvio lämmöntalteenoton vuosittaisesta lämpöenergiämäärästä on noin 2,8 GWh.	HSY 2020
Porin vesi	Luotsinmäen jätevedenpuhdistamolle rakennettiin vuonna 2014 jäteveden hukkalämpöä hyödyntävä lämmön talteenottojärjestelmä, joka korvaa öljylämmitystä.	Linjama 2021
Joensuun vesi	Kuhasalon jätevedenpuhdistamolla hyödynnetään jäteveden hukkalämpöä. Järjestelmä korvaa öljylämmitystä.	Linjama 2021
Kymen Vesi	Mussalon jätevedenpuhdistamolla hyödynnetään lähtevän jäteveden hukkalämpöä. Tuotetulla lämmöllä katetaan kiinteistöjen lämmitys ja se on korvannut maakaasun käytön. Tuotettu lämpö kattaa noin 90 % puhdistamon kokonaislämmönkulutuksesta.	Laukka ym. 2025
LTO kaukolämpö		
Lahti Energia Oy	Hankkeessa rakennettiin lämpöpumppulaitos, joka hyödyntää puhdistetun jäteveden hukkalämpöä. Talteen otettu lämpöenergia johdetaan kaukolämpöverkkoon.	Ympäristöministeriö 2025
Biokaasu		
Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Oy	Tutkimushankkeessa arvioitiin biokaasun tuotannon tehostamismahdollisuuksia lisäämällä mädätysprosessiin kanan tai kalanlantaa, josta on otettu typpeä talteen ennen biokaasuprosessia. Lisäksi tutkittiin kuiva- ja märkämädätystä sekä niiden jälkeistä struviittisaostusta ravinteiden talteenoton maksimoimiseksi sekä eri prosessivaiheiden mittarointia reaaliaikaisen prosessiohjauksen mahdollistamiseksi ja energiataseen optimoimiseksi.	Ympäristöministeriö 2025
Mäntsälän Biovoima Oy	Biokaasulaitoksen laajennus, jonka jälkeen laitos ottaa vastaan myös yhdyskuntajätevesilietteitä. Biokaasun vuotuinen tuotantomäärä kasvaa nykyisestä 17 GWh:sta 34 GWh:iin.	Ympäristöministeriö 2025
MW-Kehitys Oy	Selvitetään biokaasulaitoksen toteutettavuutta Mänttä-Vilppulan ja sen ympäryskuntien (Jämsä, Keuruu, Petäjävesi, Orivesi, Ruovesi, Virrat) alueelle.	Ympäristöministeriö 2025
Sodankylän Lämpö ja Vesi Oy	Hankkeessa selvitettiin biokaasulaitoksen toteutettavuutta Lapin alueen neljän vesilaitoksen (Sodankylän Lämpö ja Vesi Oy, Levin Vesihuolto Oy, Tunturi-Lapin Vesi Oy, Inarin Lapin Vesi Oy sekä Pyhä-Luosto Vesi Oy) jätevesilietteiden käsittelyyn.	Ympäristöministeriö 2025
Aurinkovoima		
Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)	Viihinmäen jätevedenpuhdistamon katolle asennettiin 257 kWp:n aurinkovoimala vuonna 2016. Investoinnin kustannukset olivat 324 800 €, arvioitu vuosisäästö 17–18 000 € ja takaisinmaksuaika 13–14 vuotta.	Motiva 2018b

5 Energiatohokkuuden ja energiaomavaraisuuden edistäminen

Energiatohokkuuden ja energiaomavaraisuuden edistämiseen on käytettävissä useita keinoja, joita on käsitelty yksityiskohtaisesti raportin luvuissa 2–4. Tässä luvussa tarkastellaan haastatteluaineiston perusteella keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat edistämistyön taustalla.

5.1 Energiankulutuksen mittaaminen ja seuranta

Energiankulutuksen mittaamista ja seurantaan sekä energiakatselmuksia on käsitelty luvussa 2. Moni haastateltava näki energiankulutuksen mittaamisen ja seurannan ensisijaisena toimenä, sillä ilman tarvittavia tietoja on vaikea lähteä edistämään energiatohokkuutta: *”Meillä on se haaste, että on vaikea toimia kohdentaa tärkeimpiin kohteisiin, kun ei ole sitä täyttä ymmärrystä [energiankulutuksesta]. Se on kyllä sellainen missä on puutteita ainakin pienemmillä laitoksilla. [Energia]katselmuksia voisi olla se yksi kriittisimmistä tukikohteista.”* Toisaalta katselmuksen avulla päästään riittävän yksityiskohtaiselle tasolle vain, jos energiankulutusta mitataan riittävän monipuolisesti.

Haastateltavilla oli jonkin verran kokemusta energiakatselmuksista. Suosituksina esitettiin mm. katselmoijan valintaan panostaminen, niin että löytyy kokenut ja vesihuoltoa tunteva tekijä, jonka voi varmistaa tarkistamalla tekijän referenssit. Lisäksi tilaajan kannattaa etukäteen perehtyä aiheeseen ja miettiä, mitä erityisesti haluaa tietää energian kulutuksesta. Eräs haastateltavista piti katselmuksen teettämisestä kalliina, mutta siihen on kuitenkin mahdollista hakea avustusta Business Finlandilta (energiatuki: businessfinland.fi/palvelut/rahoitus/rahoituspalvelut/energiatuki/). Katselmuksella tuetaan arvokasta tietoa sekä isoille että pienille laitoksille. Eräs haastateltava totesi, että *”[...] parhaimmillaan se on todella hyvä tietoteos sen kohteen energiankäytöstä ja kaikista mahdollisuuksista.”*

5.2 Resurssit ja kustannustohokkuus

Energiatohokkuustoimien kustannustohokkuus ei nouse kovin usein esiin, vaikka energian osuus laitosten käyttökustannuksista on merkittävä: Laitisen ym. (2014) mukaan osuus on suurilla laitoksilla 23 %, keskisuurilla 26 % ja pienillä 14 %. Tuoreemmassa esimerkissä energian osuus oli 30 % käyttökustannuksista (Mahlakaarto 2021). Mitä suurempi puhdistamo on, sitä pienemmät ovat suhteelliset kustannukset. Tämä näkyy niin investointi- kuin käyttökustannuksissakin. Erot kustannusten vaihteluihin puhdistamoiden välillä voivat johtua esimerkiksi lietteenkäsittelymenetelmistä, lietteen jatkokäsittelystä, lämmitysratkaisujen ja lämmitettävien tilojen määrästä sekä itse tuotetun ja ostetun energian suhteesta (Laitinen ym. 2014).

Yrityksille suunnatun energiakyselyn mukaan kustannussäästöt ovat merkittävin energiatohokkuusinvestointeihin vaikuttava tekijä (Motiva 2025). Kustannusten pieneminen on myös vesihuollon toimialalla energiatohokkuuden ja energiaomavaraisuuden edistämisen keskeisenä motivaatiotekijä. Kuten muutama haastateltava totesi: *”Varmasti energian hinta on yksi hyvä motivoija” ja ”[...] euro on aika hyvä konsultti”*. Taloudelliset säästöt voivat toimia myös pienten laitosten motivoijina, jolloin

energiankulutuksen vähentäminen ja oman energiantuotannon lisääminen voivat olla myös ensimmäisiä toimia vesihuoltolaitosten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä (Laukka ym. 2025).

Lämmön talteenotto jätevedestä sekä tekoällyn hyödyntäminen mainittiin haastateltavien osalta erityisen kustannustehokkaina toimenpiteinä. Eräs haastateltavista totesi, että tekoällyn käyttöönotto on hyvin pieni riski taloudellisesti ja se maksaa itsensä takaisin nopeasti sillä energiansäästön lisäksi myös kemikaalinkulutusta voi merkittävästi vähentää. Monet haastateltavat painottivat elinkaarikustannusten tärkeyttä: *"[...] tärkeää kuitenkin niitä elinkaarikustannuksia ajatella, eikä vaan sitä edullisinta investointikustannusta."*

Erityisesti pienillä laitoksilla haasteena on usein vähäiset resurssit. Haastateltava: *"Tuki ja opastus tarvittaisiin ulkopuolelta. Projektien käynnistäminen on jo niin iso ponnistus, että asiat jäävät tekemättä."* Tarvitaan siis ulkopuolista tukea ja monet haastateltavat totesivatkin, että saadut tuet ovat edistäneet investointeja energiatehokkuuteen merkittävästi.

5.3 Ohjaukset

Vesihuollon energiatehokkuuteen ja energiaomavaraisuuteen voidaan vaikuttaa monilla eri tasoilla ohjauksella. Luvussa 1.2 mainitut lainsäädännöt toimivat oikeudellisen ohjauksen kautta, kun taas esimerkiksi kuntien strategiat ja ilmasto-ohjelmat toimivat itsesääntelyn ohjauksena. Nämä nousivat esiin monissa haastatteluissa vesihuollon energiataloutta ohjaavina taustatekijöinä. Kunnan omistajaohjauksen kautta voi tulla esimerkiksi päätös siirtyä uusiutuvan energian käyttöön. Vesihuolto voi myös näkyä suoraan kuntien strategioiden ja ohjelmien toimenpiteissä ja tavoitteissa. Eräs haastateltava totesi, että *"sehän [ohjaus] menee tavallaan molempiin suuntiin, että kunta ei välttämättä tiedä mitä kaikkea me pystytään tekemään"*. Vesihuollon toimijat voivat toimia energiatehokkuutta ohjaavina tahoina myös yritysten suuntaan mm. hankinta- ja ostopäätösten kautta.

Monen kunnan omistamalla yhtiöllä voi omistajaohjaus jäädä vähäiseksi, mutta eräs haastateltava totesi, että yhtiön hallitus sen sijaan on ollut erittäin aktiivinen ja yhtiön strategiassa on panostettu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja energiatehokkuuden kasvattamiseen.

Taloudellisiin ohjauksin kuuluu erilaiset investointituet ja rahoitusohjelmat. Nämä nousivat haastatteluissa esiin ja energiatehokkuustoimien taloudellista tukemista pidettiin erittäin tärkeänä. Toisaalta pienellä laitoksella myös rahoituksen tai tuen hakeminen, oikeiden kanavien löytyminen ja rahoitukseen liittyvä raportointi voi olla liian iso kynnyks. Ehdotuksena eräs haastateltava esitti, että tarvittaisiin palvelu, jossa olisi kootusti kaikki rahoituskanavat toimialakohtaisesti. Olemassa olevista rahoitus- ja tukimuodoista haastatteluissa mainittiin ainakin ympäristöministeriön Ahti-ohjelma (entinen Raki, ym.fi/vesien-ja-meren-tilan-parantaminen), Business Finlandin energiatuki (businessfinland.fi/palvelut/rahoitus/rahoituspalvelut/energiatuki) ja Ruokaviraston investointituki (ruokavirasto.fi/tuet/maaseudun-palvelut-ja-elinkeinojen-kehittaminen/investoinnit/vesihuoltohankkeet/).

Informaatio-ohjauksen puolestaan lukeutuvat viestinnän ja esimerkiksi koulutuksen muodossa tehtävä tiedon ja osaamisen kartuttaminen. Vesihuollon energiatehokkuutta käsittelevää ohjeistusta tarjoaa mm. Motivan vuonna 2018 julkaisema Energiatehokas vesihuoltolaitos -tietoaineisto (motiva.fi/julkiselle-sektorille/energiatehokas-vesihuoltolaitos). Suomen ympäristöopisto SYKLI tarjoaa aiheesta myös koulutusta, jonka aineisto on koottu osana Vetku-hanketta. Osaamisen kartuttaminen on erittäin tärkeä osa energiatehokkuuden edistämässä.

5.4 Edelläkävijät ja uudet tekniikat

Energiatehokkuuden ja energiaomavaraisuuden vauhdittamista edistää yleisen asenneilmapiirin muuttuminen. Motivan (2025) yrityksille teettämän kyselyn mukaan energiatehokkuuden merkitys on vastaajille erittäin tai melko suuri ja energiatehokkuuteen liittyvien investointien kasvuun uskotaan. Haastateltavien mukaan myös vesihuollon toimialalla energiatehokkuusnäkökulma nousee yhä useammin esiin. Eräs haastateltava totesi: *”Mä uskon, että tulevaisuudessa energiatehokkuus nousee entistä isompaan rooliin ja aletaan tekemään investointeja energiatehokkuus näkökulmalla. [...] Tähän asti se on ollut enemmän sitä, että ollaan haettu niitä muita hyötyjä ja sitten se energiansäästö on ollut semmoinen bonus minkä siitä on saanut.”*

Monet haastateltavat kuitenkin toivat esiin pienten laitosten resurssihaasteet. Pienissä kunnissa ei välttämättä löydy kykyä, ja kynnys tehdä muutoksia on iso. Isoilla laitoksilla on keskimäärin parempi tilanne resurssien, laitteiden ja osaamisen suhteen. Toisaalta isommat laitokset voivat toimia ns. edelläkävijöinä ja tuoda kokemusta ja tietoa pienempien käyttöön. Eräs haastateltava toivoi, että edelläkävijöitä nostettaisiin paremmin esiin. Tämä raportti vastaa osaltaan tähän tarpeeseen. Luvuissa 3.7 ja 4.6 on lueteltu lukuisia energiatehokkuuden ja energian tuotannon esimerkkitapauksia (taulukot 6 ja 8).

Edelläkävijät voivat myös raivata tietä uusille energiatehokkuutta parantaville tekniikoille ja menetelmille. Kirjallisuudessa ei toistaiseksi ole kovin paljon käsitelty jätevedenpuhdistamojen tulevaisuudennäkymiä ja uusia energiaratkaisuja. Tekoälyn hyödyntämisestä löytyi muutama esimerkki (ks. taulukko 6). Haastateltavat totesivat, että tekoälyn rooli tulee jatkuvasti kasvamaan ja suhtautuivat positiivisesti sen käyttöönottoon: *”[...] eletään semmosta murrosta ja kyllä siinä täytyy pitää mieli avoimena.”* Tekoälyn ja muiden uusien tekniikoiden hyödyntäminen vaatii kuitenkin aikaa ja opettelua, esimerkiksi kielitaito voi olla keskeinen kysymys tekoälyn hyödyntämisessä. Haastatteluissa kuitenkin todettiin, etteivät uudet tekniikat yleensä ole hankalia, mutta tarvitaan motivaatio ja halua ottaa uusia asioita käyttöön.

Yhtenä tulevaisuuden ratkaisuna haastatteluissa nousi esiin energian varastointi. Pienessä mittakaavassa varastointia voidaan tehdä akkuihin, jolloin vauhdilla kehittyvä akkuteknologia mahdollistaa ylimääräisen sähkön lataamisen omille akuille myöhempää käyttöä varten. Lämmön osalta energian varastointia on käsitelty mm. kiinteistökohtaisen jäteveden lämmön talteenoton mallinnusten yhteydessä. Selvityksessä (Gaia 2022) todetaan, että HSY:n Viikinmäen puhdistamolle olisi varastokapasiteetiltaan noin 10 000 MWh:n lämpövarasto teknisesti ja taloudellisesti toteutettavissa.

6 Johtopäätökset ja suositukset

Jätevedenpuhdistamoilla on merkittävä rooli vesihuollon energiankuluttajina ja erityisesti energian tuottajina. Sekä energiansäästön että energiantuotannon potentiaali on kuitenkin edelleen suuri. Tarvitaan teknisiä ratkaisuja, mutta myös taloudellista tukea, ohjausta ja koulutusta energiatehokkuuden ja energiantuotannon edistämiseksi.

Jätevedenpuhdistamot tuottavat noin kaksi kertaa enemmän energiaa kuin kuluttavat, mikäli mukaan lasketaan jäteveden hukkalämmöstä, energiayhtiöiden toimesta tuotettu kaukolämpö- ja kylmä. Tästä huolimatta energiansäästö- ja päästövähennyspotentiaali on edelleen merkittävä. Säästötoimet ovat tärkeitä erityisesti laitosten taloudellisten säästöjen sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta (Laukka ym. 2025). Vesihuollon toimialalla on kuitenkin vaihteleva tietotaso energiatehokkuuden mittaamisesta, kustannustehokkaista energiatehokkuustoimista sekä energiantuotantotavoista. Laitosten energiankulutuksesta- ja tuotannosta ei raportoida systemaattisesti ja laitostason energiankulutuksen mittaamisessa ja seurannassa on paljon puutteita. Uudistettu yhdyskuntajätevesidirektiivi (2024/3019) tuo energiakatselmuksot pakollisiksi yli 10 000 AVL:n laitoksille, mutta olisi ensiarvoisen tärkeää, että tietotaso ja sen myötä mahdollisuudet energiatehokkuuden edistämiseen kasvaisi myös pienemmillä laitoksilla.

Energiatehokkuuden edistämisen keinot vaihtelevat laitoksittain ja on tärkeää huomioida kunkin laitoksen omat lähtökohdat, mm. laitoksen koko, ikä, sijainti, prosessit ja henkilöstön osaaminen. Erityisesti pienillä laitoksilla resurssien vähyys ja osaamisen puute estävät energiatehokkuuden systemaattista edistämistä, vaikka toimenpiteet olisivatkin kustannustehokkaita ja voisivat tuoda laitoksille jopa kustannussäästöjä.

Energiatehokkuutta ja energiaomavaraisuutta edistäviä keinoja löytyy lukuisia teknisistä pumppuratkaisuista, prosessien tehostamiseen automaation ja tekoälyn avulla. Keskeisiä tekijöitä energiankulutuksen kannalta ovat sähköä kuluttavat laitteet ja niiden käyttö ja käytön optimointi, prosessien ohjaus ja optimointi sekä laitteiden säännöllinen huolto ja kunnostus. Uusiutuvan energian ratkaisut – kuten biokaasun tuotanto lietteen mädätyksessä, hukkalämmön hyödyntäminen ja sähkön tuotanto aurinkovoimalla – vähentävät laitosten riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja parantavat sekä energiaomavaraisuutta että huoltovarmuutta.

Erityisen kustannustehokas energiansäästötoimi on usein esimerkiksi energiakatselmuksen teko. Katselmuksessa saattaa paljastua epäkohtia, jotka ovat nopeita ja edullisia korjata. Lisäksi laitteiden ja prosessien tarkistus, säätö ja optimointi ovat usein hinnaltaan erittäin edullisia saavutettavaan hyötyyn nähden. Pienillä laitoksilla ei välttämättä ole resursseja isoihin investointeihin tai ne eivät ole laitoksen elinkaaren kannalta perusteltavissa. Erityisesti tällaisissa tapauksissa energiakatselmuksen ja laitteisiin tehtävät säädöt ja prosessien optimoinnit ovat hyvin suositeltavia ja lähes aina myös erittäin kustannustehokkaita.

Yhdyskuntajätevesidirektiivin uusiin energia- ja puhdistustavoitteisiin sekä vesihuollon ilmastopäästöjen vähentämistavoitteisiin vastaamiseksi energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian tuotantoa edistävien toimien käyttöönottoa tulee vauhdittaa koko jätevesihuollon kentällä. Vauhdittamista voidaan edistää ylätasoin ohjauksella ja toisaalta tiedon jakaminen mm. tuomalla esiin laitostason esimerkkejä edelläkävijälaitoksilta.

Suosituks

- Energiakatselmus kannattaa teettää myös pienille laitoksille. Energiakatselmus auttaa arvioimaan puhdistamon nykytilan ja suunnittelemaan kannattavat toimenpiteet, joiden vaikutuksia jatkuva seuranta tukee ja täydentää.
- Energiatehokkuutta kannattaa edistää kokonaisvaltaisesti, jolloin toimenpiteisiin kuuluu:
 - energiankulutuksen riittävän yksityiskohtainen mittaaminen ja seuranta sekä energiakatselmus,
 - huolellinen suunnittelu ja energiaterhokkuuden huomioiminen hankinnoissa,
 - prosessien ja laitteiden käytön optimointi sekä
 - laitteistojen säännöllinen huolto ja kunnonvalvonta.
- Puhdistamokohtaista energiantuotantoa tulisi kasvattaa, sillä se lisää energiaomavaraisuutta, vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja voi tuottaa merkittäviä kustannussäästöjä.
- Suomessa hyödynnetään jo melko hyvin jäteveden lämmön talteenottoa kaukolämmön tuotannossa, mutta myös käyttämätön potentiaali tulisi jatkossa hyödyntää. Teknologian kehittyessä suotuisasti myös pienemmistä jätevesivirtaamista saattaa tulla kiinnostavia kaukolämmön tuotannon kannalta.
- Uusia tekniikoita ja tekoälyä kannattaa hyödyntää puhdistamoiden energiatalouden suunnittelussa ja ylläpitämisessä.
- Taloudellista tukea, osaamisen kehittämistä ja selkeää omistajaohjausta tarvitaan kaikilla tasoilla, jotta jätevedenpuhdistuksen ja lietteenkäsittelyn energiankulutusta voidaan vähentää ja energiantuotantoa tehostaa.

Lähteet

- Bengtsson, S., Fujii, D., Arnell, M., Andersson, S., Carlsson, B., Held, H. & Gustavsson, D. 2019. Effektiv luftning. Design, drift, underhåll och upphandling av luftningsutrustning för kommunala avloppsreningsverk. Svenskt Vatten Utveckling. Rapport Nr 2019–23. <https://vav.griffel.net/filer/svu-rapport-2019-23.pdf>
- EU 2024. Euroopan parlamentin lainsäädäntöpäätöslauselma 10. huhtikuuta 2024 ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi yhdyskuntajätevesien käsittelystä. P9_TA(2024)0222. [https://www.euro-parl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9_TA\(2024\)0222_FI.pdf](https://www.euro-parl.europa.eu/RegData/seance_pleniere/textes_adoptes/definitif/2024/04-10/0222/P9_TA(2024)0222_FI.pdf)
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/3019. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202403019
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2023/1791. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791>
- Gaia 2022. Lämmöntalteenoton energiatase kaupungissa ja vaikutus jätevesien käsittelyyn. https://www.hsy.fi/4ace29/globalassets/hsy/projektisivustot-ja-hanke-esittelyt/tiedostot/jateve-silampo/tp6_loppuraportti.pdf
- HSY 2020. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon mädätetyn lietteen lämmöntalteenotto. Hankehakemus. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/48ffe3/globalassets/hsy/projektisivustot-ja-hanke-esittelyt/tiedostot/lietteen-lammontalteenoton-hankesuunnitelma.pdf> [Viitattu 3.12.2025.]
- HSY 2025. Lämmöntalteenoton energiatase kaupungissa ja vaikutus jätevesien käsittelyyn. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/jatevesilampo/> [Viitattu 12.11.2025.]
- Imatra 2021. Imatra sai 1,1 miljoonan euron avustuksen jätevedenpuhdistamon energiatehokkuuden parantamiseen. Saatavilla: https://www.imatra.fi/uutinen/2021-01-12_imatra-sai-11-miljoonan-euron-avustuksen-%C3%A4tevedenpuhdistamon-energiatehokkuuden [Viitattu 3.12.2025.]
- Jortikka, J. 2016. Jäteveden siirtopumppauksen energiatehokkuuden kehittäminen. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2019/03/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6_Janne_Jortikka-ID-19771.pdf
- Jortikka, J. 2023. Jätevedenpuhdistamon ilmastusprosessin energiatehokkuuden parantaminen uuden kompressorin avulla. Energiateknikan diplomityö. Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT. https://lut-pub.lut.fi/bitstream/handle/10024/165269/Diplomity%C3%B6_Jortikka.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R. & Toivikko, S. 2014. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 3/2014. <https://julkaisut.valtio-neuvosto.fi/handle/10138/43199>
- Lapinlampi, T. 2021. Vesihuoltolaitokset 1970–2014. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2021. <http://hdl.handle.net/10138/329025>
- Laukka, V., Lehtoranta, S., Silvennoinen, K., Herttuainen, J. & Rantonen, S. 2025. Vähähiilinen vesihuolto 2035: Tiekartta päästöjen vähentämiseen. Valtioneuvosto, Helsinki. Valtioneuvoston julkaisuja 2025:59. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-557-3>
- Lehtoranta, S., Laukka, V., Mölsä, K., Linjama, J., Pesu, J. & Laitinen, J. 2023. Vesihuollon kasvihuonekaasupäästöt Suomessa ja päästövähennystoimien vaikuttavuuden arviointi. Suomen ympäristökeskuksen raportteja. 31/2023. <https://helda.helsinki.fi/items/c5ba76b1-1c70-40a5-a131-8a7137fd436d>
- Linjama, J. 2021. Jätevedenpuhdistamot ja vesilaitokset energiatehokkaiksi. Canemure Best practises. https://is-suu.com/suomenymparistokeskus/docs/canemure_jatevedenpuhdistamot_verkoon_01_07_2021_fr=sYzI1ODM5MjMwNjM
- Luostarinen, S., Tampio, E., Lehtoranta, S., Valve, H., Laakso, J., Rasi, S., Pyykkönen, V., Markkanen, J., Heikkinen, J., Haapala, H., Winqvist, E., Lång, K., Timonen, K., & Silfver, T. 2023. Kestävät käytännöt biokaasutuotannossa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:32. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164889>

- Mahlakaarto, J. 2021. Taskilan jätevedenpuhdistamon energiakatselmus. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021111120058>
- MMM 2022. Vesitalousstrategia 2030. Puhdasta vettä, turvallisuutta ja hyvinvointia. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:1. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-391-6>
- Motiva 2018a. Energiatehokas vesihuoltolaitos -tietokortit. https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/vesihuoltolaitos/jateveden_puhdistus
- Motiva 2018b. Aurinkosähkö vesihuoltolaitoksilla. Case HSY Viikinmäki. https://www.motiva.fi/files/13603/HSY_VIIKINMAKI_AURINKOSAHKO.pdf
- Motiva 2025. Yritysten energiatulevaisuuden näkymät 2025. Kysely energiategokkuussopimukseen liittyneille yrityksille. Yhteenveto tuloksista. Saatavilla: https://www.motiva.fi/files/23393/Yhteenveto_yritysten_energiatulevaisuuden_nakymat_2025.pdf [Viitattu: 2.12.2025.]
- Rajala, K., Haimi, H. & Lindholm, J. 2023. Haitta-aineiden poiston toteuttavuus ja vaikutukset suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla. FCG Finnish Consulting Group Oy. https://www.fcg.fi/wp-content/uploads/2024/01/Raportti_Haitta-aine-hanke-final.pdf
- Ronkainen, J. 2016. Vuotovesien merkitys jätevesihuollossa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/123577>
- Sandelin, M. 2021. Jätevedenpuhdistamon energiategokkuuden kehittäminen. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/703061/sandelin_mikko.pdf;jsessionid=7C51807F4D9C5D549B518211A06D898B?sequence=2
- Suomen ympäristökeskus 2022. Yhdyskuntajätevesien aiheuttama vesistökuormitus. Saatavilla: <https://www.vesi.fi/vesitieto/yhdyskuntajatevesien-aiheuttama-vesistokuormitus/> [Viitattu 2.12.2025.]
- Turun Seudun Vesi 2024. Turun Seudun Vesi Oy:n turbiini tuottaa myös energiaa. Saatavilla: <https://turunseudunvesi.fi/tiedote/turun-seudun-vesi-oy-n-turbiini-tuottaa-myos-energiaa/> [Viitattu 12.11.2025.]
- Törmänen, S. 2024. Biokaasuntuotanto korkeakiintoainepitoisesta yhdyskuntajätevesilietteestä. Diplomityö. Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/158439>
- Vilpanen, M. & Seppälä, P. 2025. Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus vuosilta 2021–2023. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 98. Vesilaitosyhdistys, Helsinki. https://www.vesilaitosyhdistys.fi/site/assets/files/10041/yhdyskuntalietteen_kasittelyn_ja_hyodyntamisen_nykytilannekatsaus_2025.pdf
- VVY 2016. Teknis-taloudellinen tarkastelu jätevesien käsittelyn tehostamisesta Suomessa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 42. https://www.vesilaitosyhdistys.fi/site/assets/files/4901/jatevedenkasittelyn_teknis-taloudellinen_selvitys_21042016.pdf
- VVY 2021. Vesilaitosyhdistyksen strategia: Visio 2030 ja tiekartta 2021–2030. <https://www.vvy.fi/ajankoh-taista/uutiset/vesilaitosyhdistyksen-strategia-visio-2030-ja-tiekartta-2021-2030/>
- VVY 2023a. Vesihuoltolaitoksen ilmastotyökalut. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 83. https://www.vvy.fi/site/assets/files/7592/vesihuoltolaitoksen_ilmastotyokalut_x-1.pdf
- VVY 2023b. Kiertotalous vesihuollossa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 84. https://www.vvy.fi/site/assets/files/7633/kiertotalous_vesihuollossa_17022023.pdf
- VVY 2024. Esiselvitys tekoällyn hyödyntämisestä vesihuollossa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 96. https://www.vvy.fi/site/assets/files/9518/esiselvitys_tekoalyn_hyodyntamisesta_vesihuollossa.pdf
- Ympäristöministeriö 2023. Yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistaminen; Valtioneuvoston U-kirjelmä U 120/2022 vp. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kirjelma/Sivut/U_120+2022.aspx
- Ympäristöministeriö 2025. Ravinteiden kierrätysohjelmasta 2012–2024 rahoitetut hankkeet. Saatavilla: <https://ym.fi/rahoitetuthankkeet> [Viitattu 2.12.2025.]

Jätevedenpuhdistamo energian tuottajana ja kuluttajana



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

ISBN 978-952-11-5840-7 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

Teemme tiedolla toivoa.