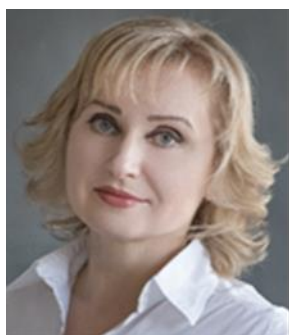


## Rinnakkaistalenne

**Lähdeviite:** Weck, M. (2019). Energian ja ravinteiden kierrätys- ja kehityshaasteet kansainvälisesti katsottuna. *Vesitalous*, 5, s. 5-7.

## Artikkelin kirjoittajasta



Marina Weck

TkT, DI, MBA

[marina.weck@hamk.fi](mailto:marina.weck@hamk.fi)

Marina Weck työskentelee Hämeen ammattikorkeakoulun Älykkäät palvelut -tutkimusyksikössä. Hänen tehtäviinsä kuuluvat tutkimus- ja kehitystoiminta.

## **Energian ja ravinteiden kierrätys- ja kehityshaasteet kansainvälisesti katsottuna**

Kohtaamme jatkuvasti globalisoituvassa maailmassamme suuria energiahaasteita kuten kasvavat primäärienergian tarpeet ja vähenevät fossiilisten polttoaineiden varastot. Näistä haasteista seuraa huoli, miten me voimme varmistaa luotettavan sekä talouden ja ympäristön kannalta kestävän energiantuotannon itsellemme ja tuleville sukupolville. Kaikkien teollisten alojen kestäväälle kehitykselle on tärkeää, että strategisena painopisteenä on tavoittaa merkittäviä parannuksia energiatehokkuudessa ja uusiutuvan energian käytössä. Toinen maailmanlaajuisesti merkittävä strateginen kysymys on arvokkaiden ravinteiden kuten fosforin, typen ja kaliumin talteenotto ja uudelleenkäyttö. Nämä päätyvät usein jätevesiin keittiöistämme ja kylpyhuoneistamme sekä valumavesinä maataloudesta ja karjanhoidosta. Ravinteiden kierrätyksellä on useita hyötyjä, joista tärkeimpinä ovat maatalouden tuottavuutta ylläpitävät säästöt raaka-ainekustannuksissa.

Jätevedenpuhdistuksessa erityisesti kulutetaan suuria määriä energiaa päästöstandardien noudattamiseksi. Energian talteenotto on hyvin tärkeä tutkimus- ja kehitystehtävä. Samalla perinteisessä jätevedenpuhdistuksessa poistetaan ravinteita, jotka voitaisiin ottaa talteen uudelleenkäyttöä varten. Kunnallinen jätevedenpuhdistus esimerkiksi tuottaa suuria määriä lietettä, joka vaatii huolellista ja kestävää käsittelyä ennen sen poistamista [1]. Vuonna 2005 koko EU:ssa, kaikki 27 jäsenvaltiota mukaan lukien, vuotuisen lietteen kokonaismäärä oli 10,9 miljoonaa tonnia kuiva-aineksi laskettuna, ja sen arvioidaan lisääntyvän merkittävästi seuraavina vuosina, yli 13 miljoonan tonnin vuoteen 2020 mennessä [2, 3]. Pelkästään Suomessa yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla syntyy vuosittain lietettä kuiva-aineksi laskettuna 150 000–160 000 tonnia [4]. Uskotaan, että lietteen määrä kasvaa jatkuvasti tulevina vuosikymmeninä ja jää

pysyväksi ongelmaksi, mikä edellyttää asianmukaisia ratkaisuja [5, 6]. Itse asiassa liete on erinomainen raaka-aine energian ja ravinteiden tuotannossa, mikä tekee lietteen ja energian kestävästä käsittelystä houkuttelevan vaihtoehdon. Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden lietteiden käsittely on kuitenkin hyvin monimutkainen prosessi ja korkea vuosittaista tuotantomäärää ajatellen se on myös hyvin kallista monissa maissa.

Yhtenä vastauksena näihin maailmanlaajuisiin haasteisiin toteutettiin kysely energian ja ravinteiden kierrätyksen nykytilasta kuntien, maatalouden ja karjanhoidon vesihuollossa 11 valikoidussa maassa ympäri maailman osana KEHÄ –hanketta ”Energian ja ravinteiden kierrätyksen uudet mahdollisuudet vesihuollossa” (9/2016 – 11/2018, <http://www.hamk.fi/circle>). Kyselyyn valitut maat olivat Latvia, Brasilia, Ghana, Makedonia, Tanska, Suomi, Venäjä, Vietnam, Laos ja Indonesia sekä Colorado USA:ssa. Tiedonkeruu suoritettiin pääosin puolistrukturoidun kyselyn avulla, haastatteleamalla alan asiantuntijoita julkisen ja yksityisen sektorin organisaatioista ja koulutuslaitoksista sekä hallintoviranomaisten edustajia. Lisäksi tietolähteinä olivat tieteelliset julkaisut, tilastot, verkkokeskustelut ja WWW-sivustot. On tärkeää huomata, että tiedonkeruu suuressa osassa valikoituja maita oli hyvin haastavaa, koska lähes mitään tietoja ei ollut yleisesti saatavilla. Siksi tiedonkeruu ei kata kaikkia mahdollisia teknologioita tai toimijoita näissä maissa. Tämä artikkeli esittää vain osan kyselyn kahteen pääteemaan (energian ja ravinteiden kierrätys) liittyvistä tuloksista. Täydellinen selvitysraportti julkaistaan joulukuussa 2018 Hämeen ammattikorkeakoulun verkkojulkaisuna, ja sähköisen raportin osoitetta voi tiedustella tämän artikkelin kirjoittajalta.

## Energian kierrätys

On tärkeää mainita, että useita eri energian kierrätyksen käytäntöjä ja ratkaisuja oli käytössä kunnallisessa jätevedenpuhdistuksessa kaikissa valikoiduissa maissa Laosia ja Vietnamia lukuun ottamatta. Vietnamissa on kuitenkin keskusteltu energian talteenotosta kunnallisen jäteveden lietteestä (mädätys – biokaasun tuotanto), mutta tarkkoja suunnitelmia tähän tarkoitukseen rakennettavaa laitosta varten ei ole. Maassa on ainoastaan visio kaupunkien viemäroinnin ja jätevesien hallinnan tulevasta kehityksestä (päätös 1930/QD-TTg, 20.11.2009). Tämän mukaisesti noin 20–30 % puhdistetusta jätevedestä tulisi hyötykäyttää vuoteen 2025 mennessä [7]. Alla oleva taulukko esittää esimerkkejä teknologisista ratkaisuista, joita eri maissa käytetään energian kierrätykseen jätevedenpuhdistuksessa.

Latvia	
Puhdistusprosessin tila ja laajuus	”Menerga AquaCond” -laitteisto esitellään sivustolla: <a href="http://buvlaukums.lv/en/news/article/siltuma-atgusana-no-notekudeniem-2038/">http://buvlaukums.lv/en/news/article/siltuma-atgusana-no-notekudeniem-2038/</a> Laitteiston päätehtävä on tuottaa kuumaa vettä käyttäen yleensä viemäreihin päästettävästä jätevedestä saatavaa lämpöä; pääpiirteissään tällä tarkoitetaan kotitalouksissa veden lämmittämiseen tarvittavan energian päästöä. Lämmönvaihtimen ja lämpöpumpun yhteistoiminta voi merkittävästi alentaa kuumaa veden tuotantoon tarvittavan lämmitystehon määrää ja säästää jopa 90 % siitä energiasta, jota tarvitaan veden lämmitykseen rakennuksissa verrattuna vastaavaan määrään vettä, joka on lämmitetty perinteisillä järjestelmillä.

	Järjestelmässä on kaksi toimintatapaa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perustilassa lämpö otetaan talteen jätevedestä ja sillä lämmitetään kylmää vettä;</li> <li>• automaattinen lämmönvaihtajien sisäosien puhdistus laitokseen sisäänrakennetun järjestelmän avulla</li> </ul>
Talteenotetun energian muoto	Lämpö
Talteenotetun energian käyttö	Kylmän veden lämmitys
Käyttöönotto	2006
Tietoa teknologiasta	Lämmön talteenotto, kotimainen teknologia: "Menerga AquaCond" "SIA Menerga Baltic" <a href="http://www.menerga.lv/lv/par-menerga/">http://www.menerga.lv/lv/par-menerga/</a> <a href="mailto:menerga@menerga.lv">menerga@menerga.lv</a>
<b>Makedonia</b>	
<b>Puhdistusprosessin tila ja laajuus</b>	Makedoniassa energiaa otetaan talteen jätevedenpuhdistusprosessissa ainoastaan Kumanovon jätevedenpuhdistamolla, jonka kapasiteetti on 91,000 PE (asukasvastineluku) ja keskimääräinen päivittäinen syöttö 1,000 m <sup>3</sup> . Se on tavanomainen puhdistamo, jossa käytetään biologista puhdistusmenetelmää ja aktiivisia lietteenpuhdistusprosesseja. Puhdistamolla suoritetaan jälkipuhdistusta yhtäaikaisten hiilen ja ravinteiden vähentämiseen tähtäävän nitraattien poiston ja fosforiyhdisteiden vähentämiseen tähtäävän kemiallisen saostamisen prosessien kautta. Kumanovon jätevedenpuhdistamolla on anaerobinen mädätys säiliö ja lisälaitteisto biokaasun tuotantoa varten.
Talteenotetun energian muoto	Sähkö ja lämpö
Talteenotetun energian käyttö	Puhdistamon tarpeet
Käyttöönotto	2006
Tietoa teknologiasta	Käyttäjä Vodovod–Kumanovon kunnallinen liikelaitos
<b>Indonesia</b>	
Puhdistusprosessin tila ja laajuus	Jätevedenpuhdistamo Tegal Gundil Biokaasureaktori, anaerobinen reaktori, kypsytyksaltaita, lietteen kuivauspeti
Talteenotetun energian muoto	Lämpö
Talteenotetun energian käyttö	Paikallisyhteisö
Käyttöönotto	2013
Tietoa teknologiasta	Biokaasureaktori (kiinteä kupu)
Puhdistusprosessin vaihe ja laajuus	Jätevedenpuhdistamo Gampong Jawa Biomädätys säiliöitä, stabilointireaktori, anaerobinen reaktori, sorasuodattimia, kypsytyksaltaita, lietteen kuivauspeti. Vuoto todettu. Biomädätys säiliö, kypsytyksaltaita, lietteen kuivauspeti, kaasusoihtu. Elvytetty.
Talteenotetun energian muoto	Sähkö ja lämpö
Talteenotetun energian käyttö	Paikallisyhteisö
Käyttöönotto	2007 ja 2015
Tietoa teknologiasta	Biokaasureaktori ja biomädätys säiliö

Koska tietoja energian kierrätyksestä maatalouden ja karjanhoidon vesihuollossa puuttuu, olisi mahdollista vetää yleinen johtopäätös, että olemassa olevia teknologioita ei ole vielä kehitetty maatalouden käyttöön tai panostukset energiatehokkuuteen eivät tässä tapauksessa ole taloudellisesti perusteltuja. Lähes joka maasta kuitenkin löytyy useita esimerkkejä energian talteenotosta maatalouden lietteestä ja lannasta. Alla olevassa taulukossa on esitetty Vietnamin tilanne.

Vietnam	
Puhdistusprosessin tila	Aiemmin miljoonia tonneja maatalouden jätevesiä ja lantaa päästettiin avoimiin kanaviin ja pelloille. Teknologisen kehityksen myötä biokaasun tuotanto kotitalouksien jätevesistä, eläinten lannasta, ruokajätteistä ja kasvijätteistä on lisääntynyt Vietnamin maaseutualueilla.
Käyttöönotto	Vuoteen 1990 mennessä Vietnamin oli noin 2000 pientä tai perhekohtaista biokaasuyksikköä. Niiden koko vaihteli välillä 3 m <sup>3</sup> ja 10 m <sup>3</sup> . Vuonna 2002 maatalous- ja aluekehitysministeriö (MARD) julkaisi ensimmäiset pieniä biokaasujärjestelmiä säätelevät standardit (10TCN 499:2002). Vuoteen 2007 mennessä biokaasuyksiköiden määrä oli noussut 73,000 yksikköön. Silloinen tavoite oli, että vuonna 2010 maassa olisi 140,000 laitosta mukaan lukien suuret biokaasulaitokset.
Tietoa teknologiasta	Yleisimmät pienet biokaasuyksiköt ovat: kelluvat kaasusäiliöyksiköt (teräsbetonisäiliöt), biokaasu nylonsäkeillä ja kiinteäkupuiset biokaasulaitokset. Näistä suurimmat osuudet ovat kiinteäkupuisilla laitoksilla. Niillä on kolme merkittävää eri versiota: mädätyssäiliö yhdensuuntaisilla putkilla: RDAC -tyyppi (uusi), Can Tho yliopiston tyyppi TG-BP ja energiainstituutin tyyppi LN-6.

## Ravinteiden kierrätys

Vain vähän tietoja oli saatavilla ravinteiden kuten fosforin, typen ja kaliumin kierrätyksestä. Tietoja ravinteiden talteenotosta kunnan jätevedenpuhdistusprosesseissa tai maatalouden jätevedestä, lietteestä tai tuhkasta ei juurikaan ollut saatavilla. On kuitenkin mainittava, että esimerkiksi Latviassa ravinteita kuten typpeä ja fosforia vapautetaan jätevedenpuhdistusprosesseissa (Daugavriga -laitos, SIA Rigas Udens, <https://www.rigasudens.lv/par-mums/uznemuma-finansetie-projekti/attirisanas-stacijas-rekonstrukcija/>).

Huolimatta siitä että monissa tapauksissa ravinteiden talteenotto on energiatehokkaampaa kuin niiden poisto ja tuotanto luonnonvaroista [8], kyselyn tulokset paljastavat, että ravinteiden talteenottoa ja kierrätystä kuntien, maatalouden ja karjanhoidon vesihuollossa pitää parantaa huomattavasti. Ympäristönsuojelun ja ravintoketjussa olevien ravinteiden tasapainon sekä agroekologisen järjestelmän kannalta on välttämätöntä maksimoida ravinteiden talteenotto ja kierrätys käyttämällä taloudellisesti ja ympäristön kannalta kestäviä teknologioita. Kyselyn tulokset kuitenkin paljastavat, että näihin haasteisiin vastaaminen on tutkijoiden päätavoite monissa maissa.

## Lähteet

1. Kelessidis, A. & Stasinakis, A.A. (2012). Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries (Vertaileva tutkimus lietteen käsittelyssä ja loppusijoittamisessa käytettävistä menetelmistä Euroopan maissa). *Waste Management*, 32, 1186–1195.
2. Milieu Ltd., WRc & Risk & Policy Analysts Ltd. (RPA) (2010). *Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on land* (Maanviljelyssä lietteen käytöstä johtuvat ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset). Final Report, Part III: Project Interim Reports, DG ENV.G.4/ETU/2008/0076r, 10.2.2010.
3. Leonard, A. (2011). Management of wastewater sludge's: A hot topic at the European Level (Lietteen hallinta: tärkeä aihe Euroopassa). *Journal Residues Science Technology*, 8, 38.
4. Säylä, J. ja Vilpas, R. (2012). *Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2010*. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 21/2012.
5. Fytyili, D. & Zabaniotou, A. (2008). Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods – a review (Lietteen käyttö EU:ssa vanhoihin ja uusiin menetelmiin – tutkimus). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12, 116–140.
6. Rulkens, W.H. (2008). Sewage Sludge as a Biomass Resource for the Production of Energy: Overview and Assessment of the Various Options (Liete biomassavarana energiantuotannolle: yleiskatsaus ja eri vaihtoehtojen arviointi). *Energy & Fuels*, 22, 9-15.
7. JICA (2011), *Research Report on Vietnam Urban Environmental Management* (Tutkimusraportti ympäristöhallinnasta Vietnamin kaupunkialueilla).
8. Maurer, M., Schwegler, P. & Larsen, T.A. (2003). Nutrients in urine: energetic aspects of removal and recovery (Ravinteet virtsassa: energian erotus ja talteenotto). *Water Science and Technology*, 48 (1), 37-46.