

# Yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistuksen kustannukset - mikroepäpuhtausten poisto ja hallinta

Mona Arnold, Mika Naumanen ja Inka-  
Mari Sarvola

02/12/2024 VTT – beyond the obvious

## Tausta

- Euroopan parlamentti ja neuvosto hyväksyivät uuden yhdyskuntajätevesidirektiivin (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD) syksyllä 2024. Päivitetyssä yhdyskuntajätevesidirektiivissä erityisesti suurten puhdistamoiden velvoitteet laajentuvat haitta-aineiden eli nk. mikroepäpuhtauksien poistamiseen. Direktiivissä esitetään laajennettua tuottajavastuujärjestelmää (Extended Producer Responsibility, EPR) lääke- ja kosmetiikkateollisuudelle, joiden tuotteiden käytön myötä yhdyskuntajätevesiin päätyy mikroepäpuhtauksia. Saastuttaja maksaa periaatteen mukaisesti tuottajat maksavat vähintään 80 % investointi- ja toimintakustannuksista. Lisäksi tuottajat maksavat tuotteita koskevien tietojen keräämisestä ja todentamisesta aiheutuvista kustannuksista ja muista kyseisten tuottajien laajennetun tuottajavastuun toteuttamisesta aiheutuvista kustannuksista.
- Menetelmää, jolla arvioidaan mitkä lääkeaineiden tai kosmeettisten tuotteiden ainesosat voivat päätyä mikroepäpuhtauksina luontoon, ei ole vielä laadittu. Tällaisten ainesosien (*jatkossa "haitalliset aineet"*) listaa ei ole myöskään olemassa.

# Direktiivin velvoitteet

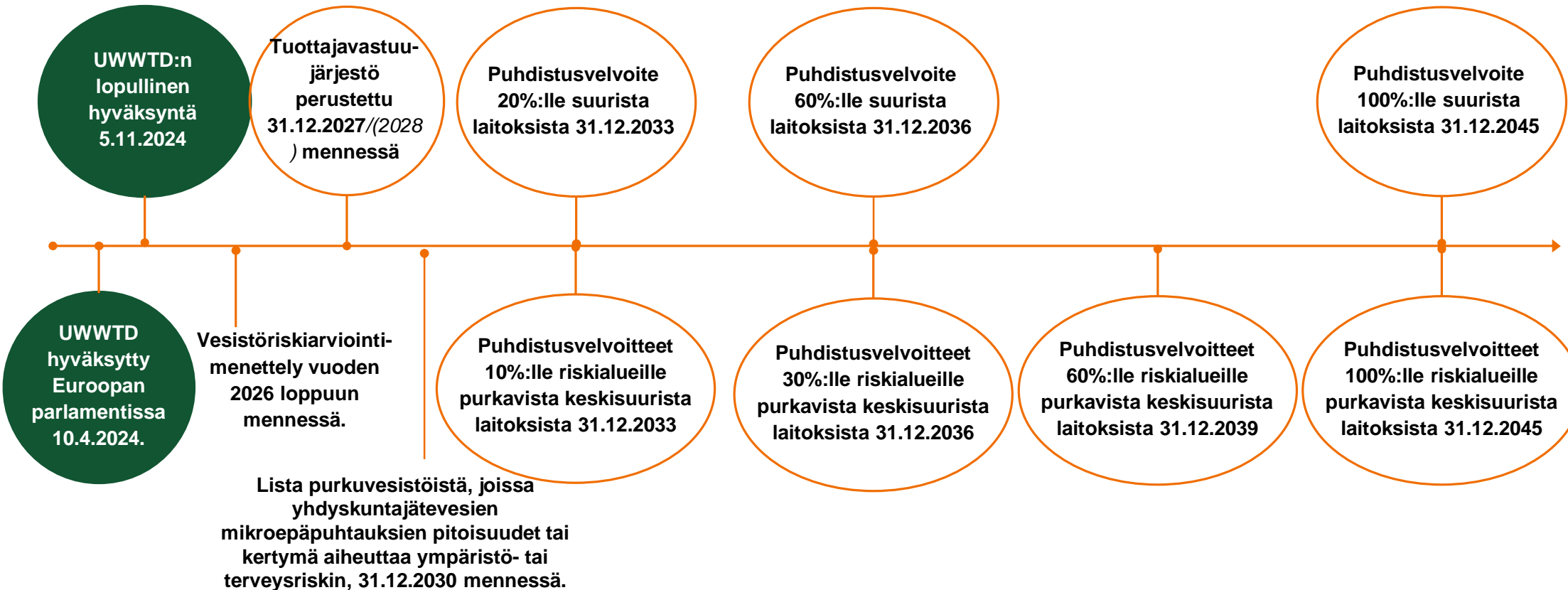
Mikroepäpuhtauksien poistovelvoite koskee kaikkia yli 150 000 AVL (asukasvastineluku) laitoksia (Suomessa 7 kpl) ja loppuja 10 000-150 000 AVL (Suomessa n. 70 kpl) riskinarvioinnin perusteella.

- Poisto yli 150 000 AVL jätevedenpuhdistamoilla toteutuu vaiheittain:
  - 20 % yli 150 000 AVL laitoksista 31.12.2033
  - 60 % yli 150 000 AVL laitoksista 31.12.2039
  - Kaikki yli 150 000 AVL laitokset 31.12.2045 mennessä.
- Lista purkuvesistöistä, joissa yhdyskuntajätevesien mikroepäpuhtauksien pitoisuudet tai kertymä aiheuttaa ympäristö- tai terveysriskin, on tehtävä 31.12.2030 mennessä.
- Tuottajavastuuyhteisöön osallistuvat kaikki tuottajat. Vapautuksen voi saada tuottaja, joka osoittaa jonkin seuraavista:
  - a) unionin markkinoille saattamien tuotteiden sisältämä aineen määrä on alle 1 tonni vuodessa
  - b) sen markkinoille saattamien tuotteiden sisältämä aine on jätevesissä nopeasti biohajoavaa eikä siitä aiheudu tuotteiden elinkaaren lopussa mikroepäpuhtauksia jätevesiin.

## Riskinarvioinnin perusteella toteuttavat toimenpiteet

- Puhdistusvelvoitteet riskialueille purkaville 10 000 – 150 000 AVL :n laitoksille:
  - 10 % 10 000 – 150 000 AVL taajamista 31.12.2033
  - 30 % 10 000 – 150 000 AVL taajamista 31.12.2036
  - 60 % 10 000 – 150 000 AVL taajamista 31.12.2039
  - Kaikista listatuista 10 000 – 150 000 AVL taajamista 31.12.2045 mennessä.
- Riskinarviointimenettely laaditaan EU:ssa vuoden 2026 loppuun mennessä

# Implementoinnin aikajana



# Haitta-aineiden poisto – teknologiaselvitys ja kustannukset

Inka-Mari Sarvola ja Mona Arnold

# Työn tavoite

- Mikroepäpuhtauksien poistoon käyttökelpoisten teknologioiden arviointi
  - Mikroepäpuhtauksien poistoon käyttökelpoisten teknologioiden kuvaus ja vertailu, sekä asennusten/operoinnin kustannukset
- Haastattelututkimuksen perusteella arvioitiin jäteveden käsittelykustannukset jätevesidirektiivin nykyisen version ja todennäköisen implementoinnin mukaan
  - Jäteveden käsittelyn kustannusarvio, perustuen ensisijaisesti puhdistamoiden ja teknologiatoimittajien/kirjallisuuden arvioihin

# Kustannus- ja teknologiaselvityksen tietolähteet



- Haastattelut ja sähköpostikyselyt
  - Suomen asukasvastineluvultaan (AVL) >150 000 olevat puhdistamot
  - Kolme keskisuurta puhdistamoa
  - Viranomaiset ja katto-organisaatiot
    - Ympäristöministeriö
    - ELY-keskus
    - Vesilaitosyhdistys, Kosmetiikkateollisuus ry, Svenskt Vatten, Dansk läkemedelsindustri, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute – VSA, Verband der Chemischen Industrie e.V. – VCI
- Raportit ja selvitykset
  - Rajala, Haimi & Lindholm (FCG) 2023
  - Pistocchi et al. (JRC) 2022
  - UBA 2023
  - Svenskt Vatten 2021
  - Hug & Joller 2024
  - VVY 2016

Taulukko 6: Haastatellut suomalaiset jätevedenpuhdistamot

> 150 000 AVL
HSY (Viikinmäki ja Blomminmäki)
Turun seudun puhdistamo Oy
Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy
Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy
Lahti Aqua Oy (Kariniemi ja Ali-Juhakkala)
Porin Vesi
Oulun Vesi
10 000 - 150 000 AVL
Säkylä
Mäntsälä
Lapinlahti



# Teknologiavaihtoehdot

- Granular activated carbon (GAC)
  - Rakeista aktiivihiiltä käytetään suodattimissa, joiden läpi jätevesi johdetaan. Haitta-aineet tarttuvat aktiivihiileen absorboitumalla, mutta suodattimet on vaihdettava säännöllisesti absorboinnin ylläpitämiseksi.
- Powdered activated carbon (PAC)
  - Jauhemainen aktiivihiili lisätään lietteeseen, jossa se absorboi haitta-aineita kontaktiajan ollessa riittävän pitkä. Aktiivihiili pysyy lietteessä ja tulee siten huomioida lietteen jatkokäsittelyssä.
- Otsonointi
  - Haitta-aineiden ja muun liuenneen orgaanisen aineksen hapettaminen otsonin avulla.
- Ja näiden teknologioiden yhdistelmät.
- Toteutuneet investoinnit ulkomailla osoittavat, että erot teknologiainvestointien kustannuksissa ovat melko pienet, ja lisäksi puhdistustavoitteeseen pääseminen edellyttää, että valittua puhdistusratkaisua täydennetään jälkipuhdistuksella, joka yleensä on toteutettu hiekkasuotimena.
- Muita markkinavalmiita ratkaisuja ei ole tiedossa

# Suomalaisten jätevedenpuhdistamoiden haastatteluiden tulokset –tiivistelmä 1/2

- Haastatelluista yli 150 00 ALV:n puhdistamoista 4/7 on tehnyt jonkinlaista esiselvitystä
- Kokonaisinvestointikustannukset sis. myös rakentamisen ovat skaalalla 5-150 M€ per laitos (taulukko 6)
- Pelkkä rakennuskustannus on miljoonia tai kymmeniä M€ (jolloin sis. luolan louhimisen) per laitos
- Käyttökustannukset ovat arvioitu skaalalla 0,6-9 M€ per vuosi per laitos
- Monitorointikustannuksissa puhuttaneen kymmenistä tuhansista € per vuosi per laitos
- Raportointikustannuksissa puhuttaneen tuhansista € per vuosi per laitos

# > 150 000 AVL:n puhdistamot



Taulukko 6. Suurten jätevedenpuhdistamoiden haastatteluiden tulokset.

^haastatteluvastaus ellei huomioissa mainita arvioksi

	Puhdistamo	asukasvastineluku AVL	Investointi- ja rakennuskustannus milj. € ^	huomio
<b>Oulun Vesi</b>	Taskilan jätevedenpuhdistamo	204 934	<b>5-6</b>	Lähteenä Rajala, Haimi & Lindholm (2023)
<b>Porin Vesi</b>	Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo	243 442	<b>1,6-39</b>	Arvioitu Rajala, Haimi & Lindholm (2023) pohjalta käyttäen koko ilmoitettua kustannuskaalaa.
<b>Lahti Aqua Oy</b>	Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoyhdessä	246 000	<b>1,6-39</b>	Arvioitu Rajala, Haimi & Lindholm (2023) pohjalta käyttäen koko ilmoitettua kustannuskaalaa.
<b>Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy</b>	Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo	250 000	<b>18</b>	AFRYn Sveitsin toimiston tekemä arvio
<b>HSY</b>	Blomminmäen jätevedenpuhdistamo	335 800	<b>20-21</b>	Arvioitu skaalaamalla Viikinmäen puhdistamon kustannuksista
<b>Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy</b>	Sulkavuoren keskuspuhdistamo	430 000	<b>23-40</b>	Arvioitu Rajala, Haimi & Lindholm (2023) Turun Seudun Puhdistamo Oy:n kustannuksen pohjalta, koska sama AVL-kapasiteetti ja luolassa sijaitseva puhdistamo.
<b>Turun seudun puhdistamo Oy</b>	Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo	450 286	<b>23-40</b>	Lähteenä Rajala, Haimi & Lindholm (2023)
<b>HSY</b>	Viikinmäen jätevedenpuhdistamo	1 344 370	<b>145-150</b>	Lähteenä EU-Interreg –hanke CWPharma2
<b>Kokonaiskustannus</b>			<b>237-353</b>	
			<b>vrt. YM:n arvio 400</b>	Valtioneuvoston U-kirjelmä U120/2022VP, jonka arvio perustuu VVY:n raporttiin (2016)

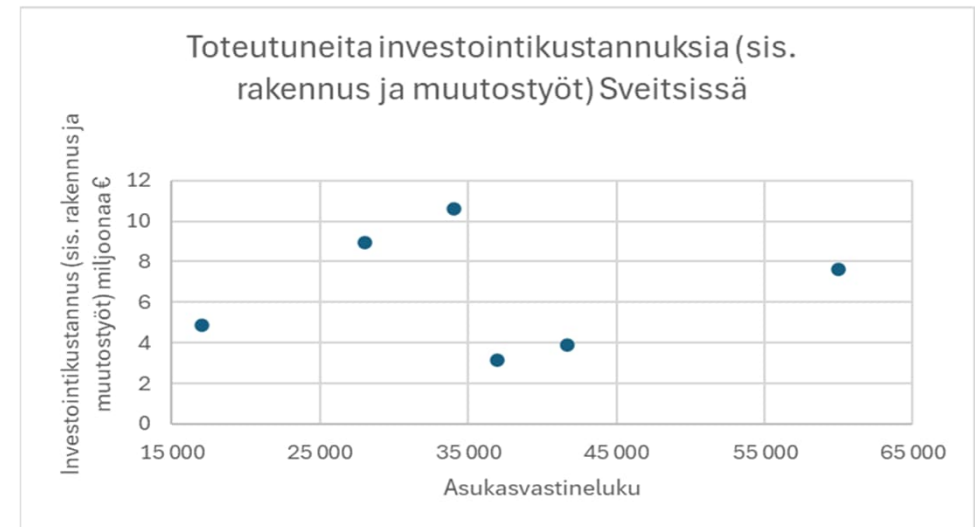
# Suomalaisten jätevedenpuhdistamoiden haastatteluiden tulokset – tiivistelmä 2/2

- Keskisuurilta puhdistamoilta ei vielä esiselvityksiä eikä kustannusarvioita
- Varsinainen riskinarviointi yli 10 000 AVL puhdistamoiden purkuvesistöistä tehtävä 31.12.2030 mennessä. Kaikkien puhdistamoiden on suoritettava ensimmäinen riskinarviointi. Alustavasti on arvioitu ettei kovinkaan monen puhdistamon kohdalla riskinarviointi tule osoittamaan, että mikroepäpuhtauksia pitäisi poistaa. Kaikki kuitenkin riippuu direktiivin asettamien ympäristölaatunormien alaisista kemikaaleista ja niille annetuista tasosta. Esim. diklofenaakin haitallisiksi arvioiduista pitoisuuksista käydään tällä hetkellä Euroopan-tasoista keskustelua.

# Keskisuuret 10 000-150 000 AVL puhdistamot

- Arvioinnin perusteena on käytetty Sveitsin keskisuurten puhdistamoiden toteutuneita kustannuksia\*. Keskimäärin kokonaisinvestointikustannukset ovat olleet 6 miljoonaa CHF (7 miljoonaa euroa\*\*).
- Karkeasti arvioiden 10-100 % Suomen keskisuurista laitoksista voi joutua investoimaan mikrohaitta-aineiden poistoon\*\*\*, jolloin kokonaiskustannus on 46-463 miljoonaa euroa vrt. U-kirjelmän 250 miljoonaa.

Kuvaaja 1. Toteutuneita investointikustannuksia Sveitsistä.



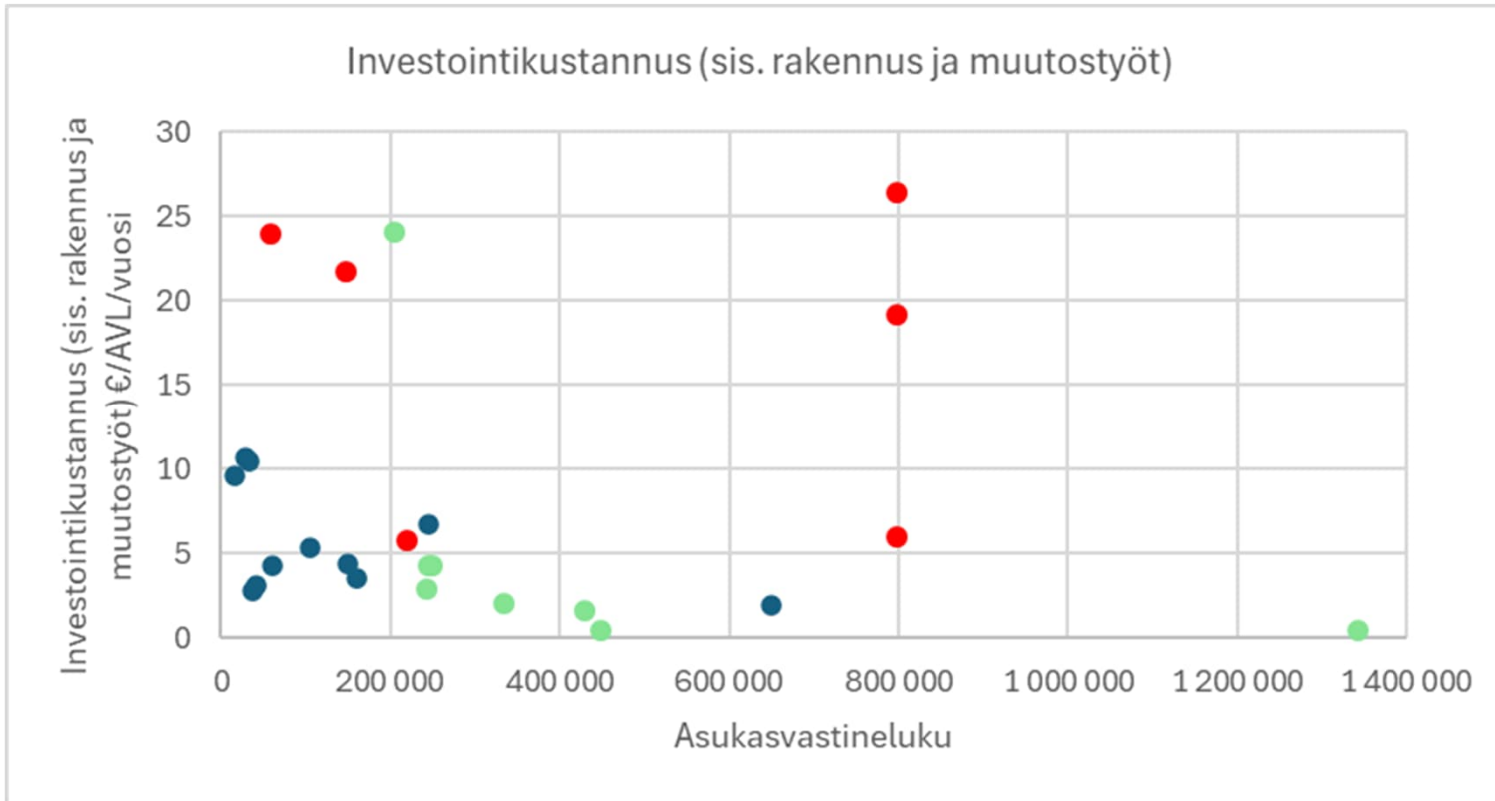
\*Suomen keskisuuret puhdistamot ovat suurin piirtein samankokoisia kuin Sveitsin investoinnit toteuttaneet keskisuuret laitokset (Hug & Joller 2024 ja VSA)

\*\*Lähteet: Hug & Joller 2024 ja VSA. CHF muunnettu euroiksi 11.10.2024 kurssilla

\*\*\*Tällä hetkellä keskustellaan esim. diklofenaakin esiintymisestä ja tiukemmasta poistovelvoitteesta. Mikäli päädytään tähän, puhdistusvelvoite tulee koskemaan käytännössä kaikkia keskisuuria (71 kpl) puhdistamoita Suomessa

# Laitosten välillä merkittävät kustannuserot

Kuvaaja 2. Investointikustannusten vertailua Suomen, Ruotsin ja Sveitsin arvioista ja toteutuneista kustannuksista.



CHF muunnettu euroiksi 11.10.2024 kurssilla

ja vuotuinen kustannus on laskettu karkeasti 30 vuoden maksuajalla ja 0% korolla.

SEK muunnettu euroiksi 14.11.2024 kurssilla ja vuotuinen kustannus on

laskettu karkeasti 30 vuoden maksuajalla ja 0% korolla.

Suomi arvioituja kustannuksia (*haastattelut ja Rajala, Haimi & Lindholm (FCG) 2023*)

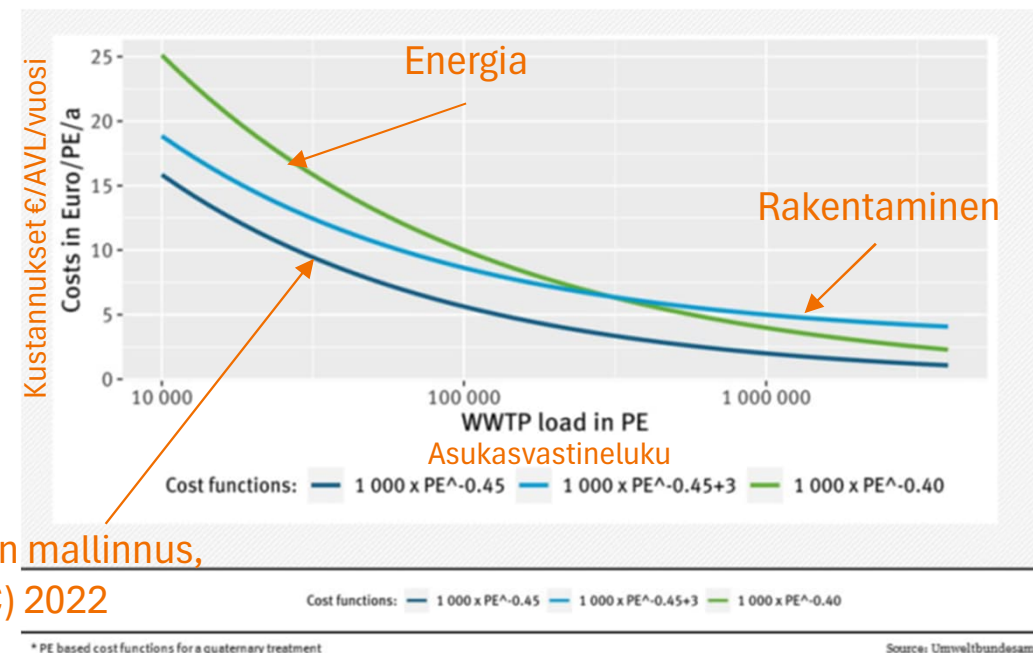
Sveitsi toteutuneet kustannukset (*Hug & Joller 2024 ja VSA*)

Ruotsi toteutuneita ja arvioituja kustannuksia (*Svenskt Vatten 2021*)

# Kustannuksiin vaikuttavat tekijät

- Uuden laitteiston vaatima tila
  - edellyttääkö uusia rakennuksia tai kallion louhintaa
  - onko puhdistamotontilla tilaa uudella laitteistolle vai pitääkö jätevesi pumpata muualla olevaan puhdistusyksikköön ja sieltä johdettava purkupaikalle
- Olemassa oleva infrastruktuuri
- Energian ja rakentamisen hinnat
- Teknologiaavallinnalla pieni vaikutus kustannuksiin

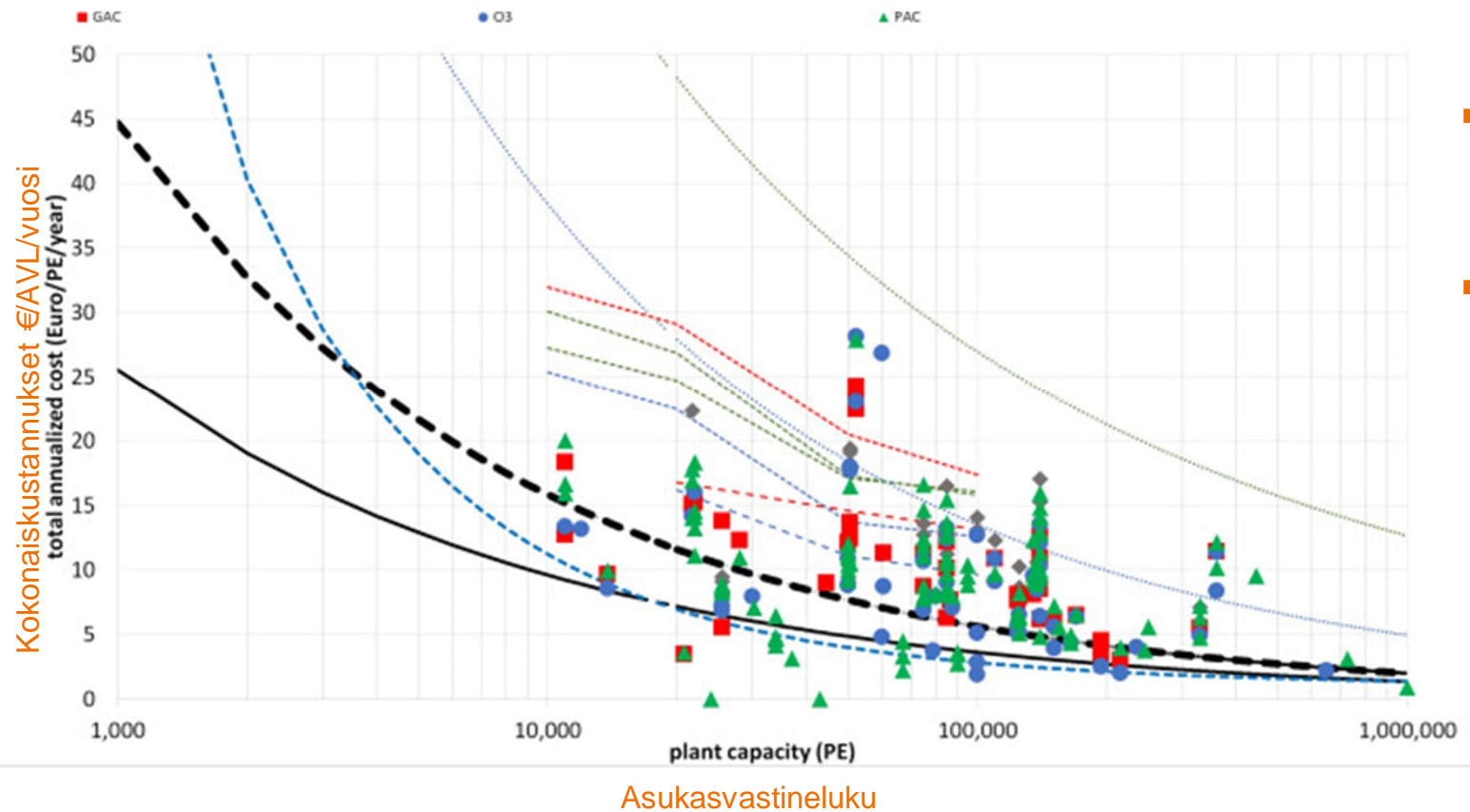
Kuvaaja 3. Kustannuskäyrään vaikuttavia tekijöitä. *Lähde: UBA 2023.*



Euroopan Komission mallinnus,  
Pistocchi et al. (JRC) 2022

# Esimerkki: Laitoskoon vaikutus kustannusarvioon

Kuvaaja 4. Toteutuneiden kustannusten pohjalta sovitettuja kustannuskäyriä eri puhdistustekniikoille. Lähde: Pistocchi et al. (JRC) 2022.



- Laitoskoon kasvaessa kustannus per AVL pienenee
- Erityisesti keskisuurten laitosten kustannuksissa on suurta vaihtelua



# Yhteenveto

# Johtopäätökset: Investointikustannukset

- Markkinavalmiina teknologiavaihtoehtoina ovat jauhemainen ja rakeinen aktiivihiili ja otsonointi, sekä näiden yhdistelmät. Puhdistusratkaisua lisäksi täydennettävä jälkipuhdistuksella, esim. hiekkasuotimella.
- Suurten jätevedenpuhdistamoiden (7 kpl) investointi- ja rakennuskustannukset tulevat karkeasti arvioiden olemaan yhteensä noin 237-353 M€.
- Keskisuurten jätevedenpuhdistamoiden (71 kpl) investointi- ja rakennuskustannukset tulevat karkeasti arvioiden olemaan yhteensä noin 46-463 M€ riippuen riskinarvioinneista, joiden myötä 0-100 % laitoksista joutuu investoimaan puhdistukseen.
- Investoinnit toteutuvat vuosien 2030-2045 välillä. Koska laitosinvestoinnin suuruus vaihtelee merkittävästi eri laitoksilla (1,6-150 M€) eivätkä laitokset ole päättäneet investointiaikataulujansa, kustannusten jakamista eri vuosille ei tässä vaiheessa ollut mahdollista tehdä.

# Johtopäätökset: Käyttö- ja monitorointikustannukset

- Käyttökustannukset ovat arvioitu skaalalla 0,6-9 M€ per vuosi per laitos.
- Monitorointikustannuksissa puhuttaneen kymmenistä tuhansista € per vuosi per laitos.
- Raportointikustannuksissa puhuttaneen tuhansista € per vuosi per laitos.

# Lähdekirjallisuus

- Hug & Joller. 2024. Energy and Cost Figures of Micropollutant (MP) Removal Plants. Conference presentation.
- Pistocchi, A., Andersen, H. R., Bertanza, G., Brander, A., Choubert, J.M., Cimbritz, M., Drewes, J.E., Koehler, C. , Krampe, J., Launay, M., Nielsen, P.H., Obermaier, N., Stanev, S., Thornberg, D. 2022. Treatment of micropollutants in wastewater: Balancing effectiveness, costs and implications. Science of The Total Environment. Volume 850, 2022, 157593. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157593>.
- Rajala, Haimi & Lindholm. 2023. Haitta-aineiden poiston toteuttavuus ja vaikutukset suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla. Finnish Consulting Group FCG.
- Svenskt Vatten. 2021. Beställargrupp för minskade utsläpp av läkemedelsrester, mikroplaster och andra föroreningar via avloppsreningsverk.
- UBA. 2023. Umweltsbundesamt SCIENTIFIC OPINION PAPER // APRIL 2023 Moving forward: The European Commission's Proposal for a Recast Urban Wastewater Treatment Directive.
- VVY. 2016. Teknis-taloudellinen tarkastelu jätevesien käsittelyn tehostamisesta Suomessa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 42.