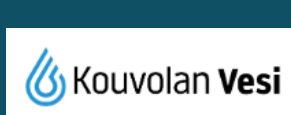




Koonti hankkeen tuloksista

Haitta-aineiden poiston toteutettavuus ja vaikutukset suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla

30.1.2024



Hankkeen motivaationa jätevesidirektiivin päivitys

- Euroopan komissio julkaisi lokakuussa 2022 ehdotuksen uudistetusta yhdyskuntajätevesidirektiivistä
- Syksyllä 2023 kolmikantaneuvottelut direktiivin sisällöstä, valmis direktiivi todennäköisesti vuonna 2024
- Uutena asiana direktiiviehdotuksessa haitta-aineiden poistovelvoite puhdistamoilla
- Haitta-aineet liuenneessa muodossa olevia orgaanisia yhdisteitä, joita jätevedessä hyvin pieniä pitoisuuksia
- Ehdotuksessa listattu pääasiassa lääkeaineita: toimivat yleisemmin haitta-aineiden poistotehon merkkiaineina
- Haitta-aineiden poistovelvoite koskee esityksessä suuria puhdistamoita sekä niitä keskikokoisia puhdistamoita, joiden purkuvesistössä haitta-aineet aiheuttavat riskin ympäristölle tai terveydelle
- Ehdotuksessa puhdistamokohtaisesti valikoiduille haitta-aineille 80 % poistovaatimus, ei pitoisuusrajaa
- Direktiiviesityksessä myös uusia vaatimuksia koskien mm. typenpoiston tehostamista, puhdistamoiden energianeutraaliutta ja jäteveden päästötarkkailun tihentymistä

Hankkeen päätavoitteet

01

Saada lisätietoa siitä, miten direktiiviehdotuksen haitta-aineet poistuvat nykyisin suomalaisilla puhdistamoilla ja paljonko niitä tarvitsee poistaa lisää uusilla prosessiyksiköillä

02

Saada lisätietoa uusien prosessiyksiköiden soveltuvuudesta, käytännön toteutettavuudesta, elinkaarikustannuksista ja hiilijalanjäljestä Suomen olosuhteissa

03

Saada nykyistä parempi yleiskuva haitta-aineidenpoiston mahdollisuuksista ja haasteista Suomessa sisällyttämällä selvitykseen erilaisia puhdistamoita (6 kpl)

04

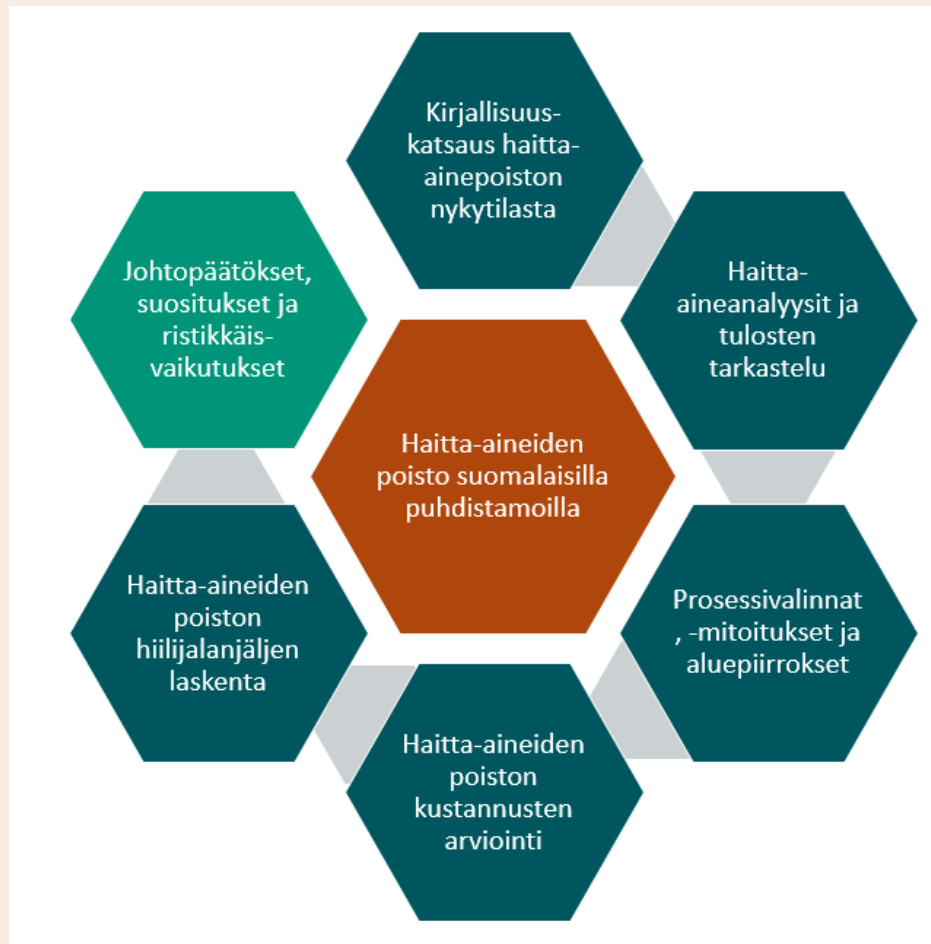
Saada lisätietoa siitä, miten muut direktiiviesityksen vaatimukset vaikuttavat haitta-aineiden poiston käytännön toteutusmahdollisuuksiin

Hankkeen toteuttajat ja rahoittajat

- Toteuttajina FCG Finnish Consulting Group Oy:n asiantuntijat DI Katriina Rajala, TkT Henri Haimi ja DI Jussi Lindholm
- Päärahoittajana Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto
- Muina rahoittajina kuusi vesilaitosta/yritystä (taulukko vasemmalla), joiden jätevedenpuhdistamot toimivat hankkeen tapaustutkimuskohteina

Vesilaitos / yritys	Kohdepuhdistamo
Riihimäen vesi	Riihimäen jvp
HS-Vesi Oy	Paroisten jvp
Oulun Vesi	Taskilan jvp
Seinäjoen Vesi	Seinäjoen jvp
Kouvolan Vesi Oy	Mäkikylän jvp
Turun seudun puhdistamo Oy	Kakolanmäen jvp

Työvaiheet ja sisältö



HAITTA-AINEIDEN POISTON TOTEUTTAVUUS JA VAIKUTUKSET SUOMALAISILLA JÄTEVEDENPUHDISTAMOILLA

JOHDANTO

Tausta ja tavoitteet

HAITTA-AINEIDEN POISTON NYKYTILA

Kirjallisuuskatsaus

HAITTA-AINEIDEN ANALYYSIT

Kohdepuhdistamoiden tulosten tarkastelu

PROSESSIVALINNAT JA -SUUNNITTELU

Kohdekohtaiset valintakriteerit ja suunnitteluperusteet

UUSIEN PROSESSIYKSIKÖIDEN VAIKUTUKSET

Kustannus-, energia-, ja hiilijalanjälkitarkastelu

JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Prosessivalintojen taustatekijät, prosessivertailu ja ristikkäisvaikutukset, tulosten yleistettävyyden suomalaisilla puhdistamoilla

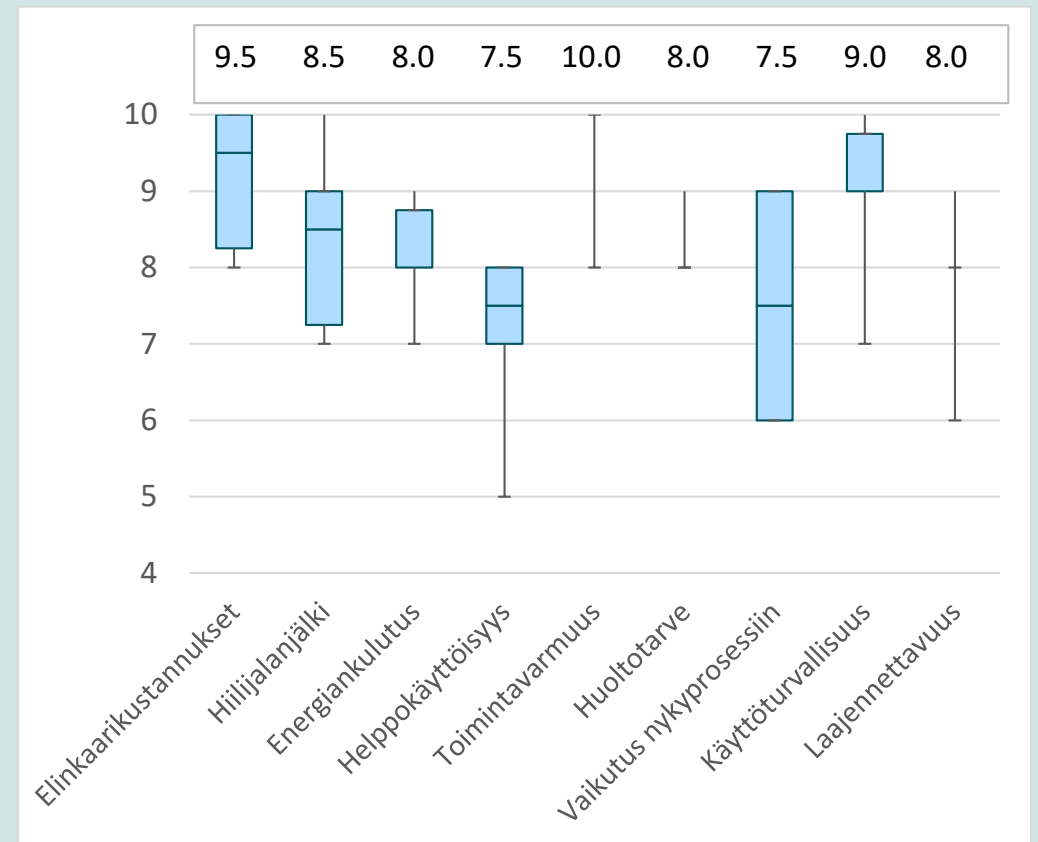
Haitta-aineanalyysit ja kysely puhdistamoille

Haitta-aineanalyysit

- Puhdistamoilta 48 h kokoomanäytteet tulevasta ja lähtevästä jätevedestä x 2
- Kohdepuhdistamoiden keskimääräiset haitta-aineiden poistotehot (n = 2) maksimissaan vain 7 %
- Odotusten mukaisesti >80 % haitta-aineidenpoistoon tarvitaan tehokas erillisprosessi nykyprosessien lisäksi

Kysely

- Puhdistamoiden edustajat arvioivat prosessivalintaan mahdollisesti vaikuttavien asioiden tärkeyttä kyselyssä
- Asteikko 1–10 (1 ei lainkaan tärkeä, 10 erittäin tärkeä)
- Toimintavarmuus ja kustannukset tärkeimmät valintakriteerit



Prosessi- ja laitossuunnittelu

- Kunkin laitoksen kanssa päätettiin erikseen suunniteltavat prosessivaihtoehdot (2 kpl/laitos)
 - Viidelle erikseen otsonointi ja aktiivihiihaisuodatus, yhdellä kaksi aktiivihiihaisuodatusvaihtoehtoa (uusi suodatusprosessi sekä käytössä olevan suodatusprosessin rakenteiden hyödyntäminen)
 - Kullekin vaihtoehdolle tarvittaessa esi- ja jälkikäsittelyt, mahdollisuuksien mukaan olemassa olevia prosessiyksiköitä hyödyntäen
 - Jauhemainen aktiivihiihi ei tullut vaihtoehtona kyseeseen lietteen vallitsevien jatkokäyttötapojen vuoksi
- Suunnittelu sisälsi prosessimitoituksen, laitos- ja layoutsuunnittelun esisuunnitelmatasolla
 - Suunnittelusta lähtötietoja toteutettavuuden ja vaikutusten arviointiin
- Prosessimitoitus perustui kirjallisuuteen, prosessitoimittajien tietoihin sekä laitoskohtaisiin lähtötietoihin
 - Tarkempien suunnitteluvaiheiden yhteydessä tarvitaan riittävän pitkäkestoisia pilot-kokeita ja analyysikampanjoita mitoitusten tarkentamiseksi

Energiankulutus

- Energiankulutuksen arviointiin sisällytettiin haitta-aineidenpoistoprosessien sekä niiden edellyttämien esi- ja jälkikäsittelyprosessien ja uusien pumppaustarpeiden sähköenergiankulutus puhdistamoilla
- Laskennassa hyödynnettiin kirjallisuustietoa, laitetoimittajilta saatua tietoa ja suunnittelijan referenssitietoa muista kohteista
- Otsonointi mahdollisine uusine esi- ja jälkikäsittelyineen kuluttaa tarkastelluissa kohteissa arviolta 4–6 kertaa enemmän sähköenergiaa kuin aktiivihilisuodatus
 - Sähkönkulutuksen kasvun tarkastelukohteissa otsonointiratkaisuissa arvioitiin olevan 24–65 %
 - Aktiivihilisuodatuksen vaatiman sähkönkulutuksen kasvun tarkastelukohteissa arvioitiin olevan 0–18 %
- Sähkönkulutuksen lisäys riippuu pitkälti puhdistamoilla olevista hyödynnettävissä olevista prosessiyksiköistä sekä käsiteltävän jäteveden laadusta
- Sähkönkulutuksen lisäyksen tason arvioidaan olevan melko hyvin yleistettävissä vastaavan kokoisille suomalaisille puhdistamoille, sillä kohdepuhdistamoiden sähkönkulutus oli varsin lähellä keskimääräistä tasoa

Kustannukset

- Suurimmalla osalla kohdepuhdistamoista tarkasteltujen haitta-aineidenpoistovaihtoehtojen investointikustannusten arvioitiin olevan lähellä toisiaan
- Investointikustannusten suuruuteen vaikutti mm.
 - Tarvitaanko uudisrakentamista vai vain saneeraustyypisiä muutostöitä
 - Tarvitaanko esi- ja/tai jälkikäsittelyprosessia
 - Sijaitseeko laitos maan päällä vai luolatiloissa
- Aktiivihilivaihtoehdon käyttökustannusten arvioitiin olevan kaikilla kohdepuhdistamoilla huomattavasti otsonointia korkeammat, mikä johtuu suurimmaksi osaksi aktiivihilen regeneroinnin ja uusimisen korkeista kustannuksista
 - Käyttökustannusarviot laitoksittain ja prosessivaihtoehdoittain välillä noin 0,02–0,05 €/jätevesikuutio
- Otsonointivaihtoehtojen vertailukustannukset (investointi ja käsittely) arvioitiin keskimäärin 15–20 % pienemmiksi kuin aktiivihilisuodatuksen, mutta joissain kohteissa molempien vertailukustannukset olivat samalla tasolla
- Haitta-aineidenpoistosta aiheutuva käyttökustannusten nousun suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla arviotiin yleisesti olevan noin 5–15 % menetelmästä ja kunkin kohteen nykyisistä käyttökustannuksista riippuen

Hiilijalanjälki

- Käytönaikaisen hiilijalanjäljen arviointiin sisällytettiin haitta-aineidenpoistoprosessien sekä niiden edellyttämien esi- ja jälkikäsittelyprosessien toiminnot käyttöhyödykkeineen sekä kuljetukset
- Otsonoinnin hiilijalanjälki kohdepuhdistamoilla riippui merkittävästi puhdistamoille ostettavan sähkön tuotantotavasta, koska prosessin käyttö vaatii runsaasti sähköenergiaa
- Aktiivihiilisuodatuksen hiilijalanjälki vaihteli vähemmän puhdistamokohtaisesti ja liittyi lähinnä aktiivihiilen tuotantoon ja sen regenerointiin
- Otsonoinnin ja aktiivihiilisuodatuksen hiilijalanjäljet olivat keskenään varsin samalla tasolla, keskimäärin luokkaa $72 \text{ g CO}_{2e}/\text{m}^3$ ja $85 \text{ g CO}_{2e}/\text{m}^3$
- Haitta-aineidenpoiston arvioitiin kasvattavan suomalaisten puhdistamoiden käytön hiilijalanjälkeä yleisesti ottaen karkealla tasolla 7–15 %

Haaita-aineidenpoiston mahdollisuudet ja haasteet

Mahdollisuudet

- Haaita-aineidenpoistoprosesseilla parannetaan käsitellyn jäteveden laatua ja vähennetään purkuvesistön kuormitusta
- Osalla puhdistamoista käytössä prosessiyksiköitä kuten hiekkasuodattimia, joita voi hyödyntää mm. haaita-aineidenpoiston jälkikäsitteilynä
 - Uudistettavat prosessikonaisuudet suunniteltava laitoskohtaisesti huomioiden mm. nykyinen prosessi, jäteveden laatu ja muut näköpiirissä olevat uudet puhdistusvaatimukset
 - Laitoskohtaiset valintakriteerit ja olosuhteet vaikuttavat merkittävästi prosessivalintaan

Haasteet

- Useimmilla maan päällä sijaitsevista kohdepuhdistamosta oli haasteita saada tarvittavia uusia prosessiyksiköitä sijoitettua puhdistamon tontille ainakin toisessa tarkastelluista prosessivaihtoehdoista. Vastaavia haasteita on todennäköisesti merkittäväällä osalla muista vastaavan kokoluokan suomalaisilla puhdistamoilla.
- Kallion sisällä sijaitsevalla kohdepuhdistamolla ei ollut valmista luolatilaa uudelle prosessiyksikölle. Vastaava haaste koskee useita muita kalliopuhdistamoita koskee eikä kaikissa kohteissa ole mahdollista laajentaa luolatilaa riittävästi.
- Haaita-aineidenpoisto lisää puhdistamoiden elinkaarikustannuksia merkittävästi

Direktiiviesityksen muut vaatimukset vs. haitta-aineidenpoiston vaatimukset

- Sähkönkulutusarvioiden perusteella haitta-aineidenpoistovelvoite vaikeuttaa varsin merkittävästi direktiiviesityksen energianeutraaliusvaatimuksen täyttämisen mahdollisuuksia
 - Prosessivaihtoehdosta riippuen puhdistamoiden sähkönkulutuksen tason arvioidaan kasvavan 10–50 %
- Direktiiviehdotuksen mukaan uuden direktiivin on tarkoitus vaikuttaa jätevedenkäsittelyn kasvihuonekaasupäästöjä vähentävästi, vaikka tätä koskien esityksissä ei ole konkreettisia vaatimuksia.
 - Haitta-aineidenpoisto kuitenkin kasvattaa puhdistamoiden nykyistä hiilijalanjälkeä arviolta 7–15 %
- Typenpoistoa koskevat direktiiviesityksen uudet vaatimukset edellyttävät useilla puhdistamoilla prosessilaajennuksia tai kokonaan uusia yksiköitä, mikä yhdessä haitta-aineidenpoiston ja sen mahdollisen jälkikäsittelyn tilavaatimusten kanssa aiheuttanee merkittäviä haasteita tarvittavan tilan löytämisessä puhdistamotonteilla ja kalliopuhdistamoilla

Edellä esitetyt arviot koskevat hankkeen kohdepuhdistamoiden suuruusluokkaa olevia suomalaisia puhdistamoita. Taustaoletukset, laskentarajaukset, tarkemmat tulokset ja johtopäätökset löytyvät hankkeen loppuraportista.

FCG.