

xxx ministeriön julkaisusarja 2024:xx

# Vähähiilinen vesihuolto 2035 – tiekartta päästöjen vähentämiseen

LAUSUNTOLUONNOS 10.2.2025

Maa- ja metsätalousministeriö, Ympäristöministeriö,  
Sosiaali- ja terveysministeriö, Suomen ympäristökeskus

xxxministeriö Helsinki 2024

**Julkaisujen jakelu**

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston  
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-  
arkivet Valto

[julkaisut.valtioneuvosto.fi](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi)

**Publication distribution**

**Institutional Repository  
for the Government  
of Finland Valto**

[julkaisut.valtioneuvosto.fi](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi)

[Tuplaklikkaa ja kirjoita ministeriö](#)

Klikkaa ja valitse tekijänoikeustaso

ISBN pdf: [VNK täyttää](#)

ISSN pdf: [VNK täyttää](#)

ISBN painettu: [VNK täyttää](#)

ISSN painettu: [VNK täyttää](#)

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2024 Finland ([kieliversioissa](#))

Paino: Grano Oy, 2024

## Vähähiilinen vesihuolto 2035 – tiekartta päästöjen vähentämiseen Napsauta ja kirjoita julkaisun alaotsikko

<b>VNK täyttää, sarja ja numero</b>		<b>Teema</b>	<a href="#">Napsauta ja kirjoita</a>
<b>Julkaisija</b>	Valtioneuvosto		
<b>Tekijä/t</b>	Vuokko Laukka, Suvi Lehtoranta, Kiia Silvennoinen, Johanna Herttuainen, Seija Rantonen		
<b>Toimittaja/t</b>	<a href="#">Napsauta ja kirjoita</a>		
<b>Yhteisötekijä</b>	maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, Suomen ympäristökeskus		
<b>Kieli</b>	Suomi	<b>Sivumäärä</b>	<a href="#">VNK täyttää</a>
<b>Tiivistelmä</b>	<p>Suomi on sitoutunut saavuttamaan hiilineutraalisuuden vuoteen 2035 mennessä. Vesihuollon vähähiilisyys tukee Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista, ja tässä tiekartassa asetetaan vesihuollon tavoitteeksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 30% vuoteen 2035 mennessä. Tämä tiekartta asettaa askelmerkit tavoitteen saavuttamiselle ja on kunnianhimoinen suunnitelma päästöjen vähentämiseksi erilaisten päästövähennystoimenpiteiden avulla.</p> <p>Tiekartan päästövähennystoimenpiteet koostuvat 1) tukitoimista, jotka eivät itsessään vähennä päästöjä, mutta edistävät päästöjen vähentämistä joko ohjauskeinojen, yhteistyön tai tiedon kartuttamisen muodossa ja 2) varsinaisista päästövähennystoimista, jotka vähentävät vesihuollon suoraa ja epäsuoraa kasvihuonekaasupäästöjä.</p> <p>Tiekartan tavoitteena on edistää ja ohjata vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä Suomessa. Se keskittyy päästövähennystoimenpiteisiin, niiden vaikuttavuuteen valtakunnallisesti ja antaa yleisen arvion kustannuksista laitostasolla. Tiekartta määrittää suuntaviivat ja antaa tukea ja raamit vesihuoltolaitosten vähähiilisyyden edistämistyölle.</p>		
<b>Klausuuli</b>	<a href="#">VNK täyttää</a>		
<b>Asiasanat</b>	vesihuolto, vähähiilisyys, ilmastonmuutos, ilmastonmuutoksen hillintä, päästövähennystoimenpiteet		
<b>ISBN PDF</b>	<a href="#">VNK täyttää</a>	<b>ISSN PDF</b>	<a href="#">VNK täyttää</a>
<b>ISBN nid.</b>	<a href="#">VNK täyttää</a>	<b>ISSN painettu</b>	<a href="#">VNK täyttää</a>
<b>Asianumero</b>	<a href="#">Napsauta ja kirjoita</a>	<b>Hankenumero</b>	<a href="#">Napsauta ja kirjoita</a>

**Napsauta ja kirjoita otsikko ruotsiksi**  
**Napsauta ja kirjoita alaotsikko ruotsiksi**

---

**VNK täyttää, sarjanimi ja numero**

**Tema**

[Napsauta ja kirjoita](#)

**Utgivare**

Napsauta ja kirjoita ministeriö

---

**Författare**

[Napsauta ja kirjoita](#)

**Redigerare**

[Napsauta ja kirjoita](#)

**Utarbetad av**

[Napsauta ja kirjoita](#)

**Språk**

[Napsauta ja kirjoita](#)

**Sidantal**

[VNK täyttää](#)

---

**Referat**

Napsauta ja kirjoita tiivistelmä, enintään 1 400 merkkiä. Paina kappaleen lopussa Enter.

**Klausul**

[VNK täyttää](#)

**Nyckelord**

[Napsauta ja kirjoita](#) <https://finto.fi/juho/fi/>

---

**ISBN PDF**

[VNK täyttää](#)

**ISSN PDF**

[VNK täyttää](#)

**ISBN tryckt**

[VNK täyttää](#)

**ISSN tryckt**

[VNK täyttää](#)

**Ärendenr.**

[Napsauta ja kirjoita](#)

**Projektnr.**

[Napsauta ja kirjoita](#)

---

---

**URN-adress**

[VNK täyttää](#)

---

Napsauta ja kirjoita otsikko englanniksi  
Napsauta ja kirjoita alaotsikko englanniksi

---

<b>VNK täyttää, sarjanimi ja numero</b>		<b>Subject</b>	Napsauta ja kirjoita
<b>Publisher</b>	Napsauta ja kirjoita		

---

<b>Author(s)</b>	Napsauta ja kirjoita		
<b>Editor(s)</b>	Napsauta ja kirjoita		
<b>Group author</b>	Napsauta ja kirjoita		
<b>Language</b>	Napsauta ja kirjoita	<b>Pages</b>	VNK täyttää
<b>Abstract</b>	Napsauta ja kirjoita tiivistelmä enintään 1 400 merkkiä. Paina kappaleen lopussa Enter.		

**Provision** VNK täyttää

**Keywords** Napsauta ja kirjoita <https://finto.fi/juho/fi/>

**ISBN PDF** VNK täyttää

**ISSN PDF** VNK täyttää

**ISBN printed** VNK täyttää

**ISSN printed** VNK täyttää

**Reference no.** Napsauta ja kirjoita

**Project no.** Napsauta ja kirjoita

**URN address** VNK täyttää

---

# Sisältö (Älä kirjoita sisällysluetteloon mitään. Kirjoita julkaisun teksti ja päivitä Sisältö painamalla funktionäppäintä F9 ja valitse Päivitä koko luettelo.)

Tiekartan yhteenvetokuva .....	11
Termien selitykset.....	12
<b>1 Kohti vähähiilistä vesihuoltoa .....</b>	<b>14</b>
1.1 Vesihuolto Suomessa.....	14
1.2 Tiekarttatyön toteutus.....	15
1.3 Tiekartan tavoite.....	17
<b>2 Päästövähennystoimenpiteet ja arviot niiden vaikutuksista .....</b>	<b>20</b>
2.1 Yhteenveto päästövähennystoimenpiteistä.....	20
2.2 Vaikutukset.....	22
2.2.1 Kasvihuonekaasupäästöt .....	22
2.2.2 Kustannukset.....	28
2.3 Ohjauskeinot (A).....	29
2.3.1 Yhteenveto .....	29
2.3.2 Toimenpide A1: Oikeudellinen ohjaus .....	30
2.3.3 Toimenpide A2: Itsesääntely .....	31
2.3.4 Toimenpide A3: Taloudellinen ohjaus .....	32
2.3.5 Toimenpide A4: Informaatio-ohjaus.....	32
2.4 Suorat kasvihuonekaasupäästöt (B) .....	33
2.4.1 Yhteenveto .....	33
2.4.2 Toimenpide B1: Jätevedenkäsittelyn suorien päästöjen vähentäminen.....	36
2.4.3 Toimenpide B2: Viemäriverkoston suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen.....	40
2.4.4 Toimenpide B3: Lietteenkäsittelyn suorien päästöjen vähentäminen.....	42
2.5 Energia (C).....	44
2.5.1 Yhteenveto .....	44
2.5.2 Toimenpide C1: Energiankulutuksen vähentäminen .....	49
2.5.3 Toimenpide C2: Vähäpäästöisen energian tuotannon lisääminen ja fossiilisista energialähteistä luopuminen.....	52

2.6	Materiaalit (D).....	56
2.6.1	Yhteenveto .....	56
2.6.2	Toimenpide D1: Hiili-intensiivisten materiaalien korvaaminen.....	58
2.6.3	Toimenpide D2: Kemikaalien käytön päästöjen vähentäminen.....	61
2.7	Sidosryhmäyhteistyö (E) .....	65
2.7.1	Yhteenveto .....	65
2.7.2	Toimenpide E1: Kuntayhteistyön edistäminen .....	65
2.7.3	Toimenpide E2: Verkostotoiminnan jatkuvuuden varmistaminen .....	66
2.7.4	Toimenpide E3: Vesihuoltolaitosten välisen yhteistyön edistäminen .....	66
<b>3</b>	<b>Muita päästöihin vaikuttavia toimenpiteitä.....</b>	<b>67</b>
3.1	Rakentamisen ja saneerauksen vähähiilisyys.....	67
3.1.1	Tausta.....	67
3.1.2	Materiaalivalinnat sekä niiden käytön tehostaminen .....	68
3.1.3	Rakentamistapa.....	69
3.1.4	Hulevesien hallinnan rakenteet .....	70
3.1.5	Tapauskohtaiset tarkastelut pohjana uuteen tietoon .....	72
3.2	Pintaveden korvaaminen tekopohjaveden tuotannolla.....	72
3.3	Ravinteiden talteenotto jätevesistä ja lietteestä .....	73
3.4	Biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen .....	74
<b>4</b>	<b>Tiekartan seuranta ja päivittäminen.....</b>	<b>76</b>
<b>5</b>	<b>Päästövähennystoimenpiteiden priorisointi ja toimeenpano .....</b>	<b>78</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>84</b>
	Liite 1. Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta .....	84
	Aineisto ja menetelmä .....	84
	Perusura 84	
	Päästövähennysskenaario .....	86
	Liite 2. Vesihuollon vähähiilisyden ohjaukeinat .....	88
	Oikeudellinen ohjaus.....	88
	Itsesäätely 90	
	Taloudellinen ohjaus.....	93
	Informaatio-ohjaus.....	94



Liite 3. Taustatietoa.....	95
Eri toimialojen tiekarttoja.....	95
Vesihuollon vähähiilisyys muissa maissa.....	96

<b>Lähteet.....</b>	<b>98</b>
---------------------	-----------

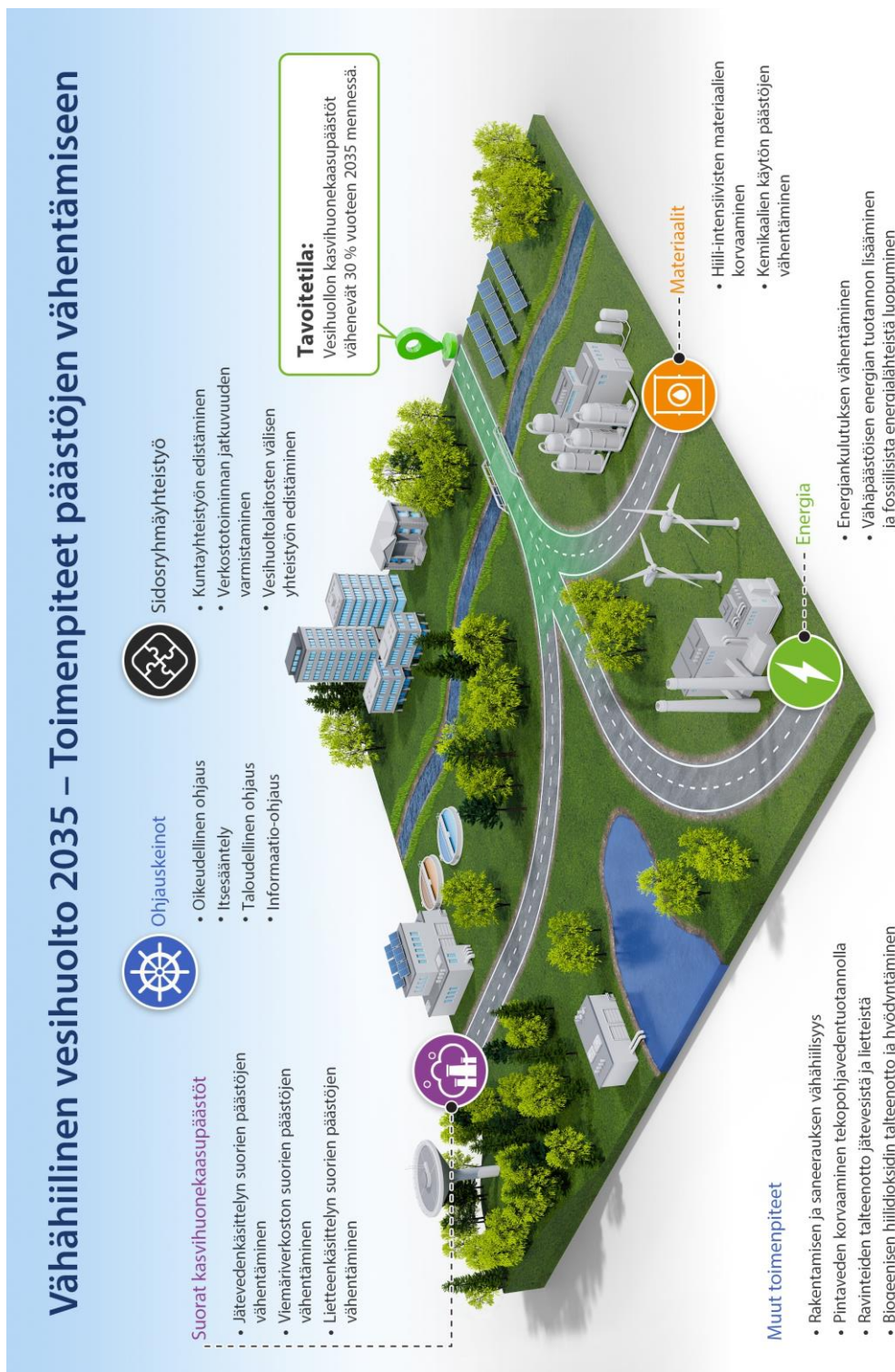
VNK TÄYTTÄÄ, MINISTERIÖN JULKAISUSARJAN NIMI JA JULKAISUN VUOSI : SARJANUMERO.

## **ESIPUHE**

Napsauta ja kirjoita Allekirjoittajan nimi.

Napsauta ja kirjoita julkaisukuukausi ja -vuosi, esim. Huhtikuu 2018

# Tiekartan yhteenvetokuva



## Termien selitykset

### **Hiilijalanjälki**

Kuvaa tuotteen, toiminnan tai organisaation elinkaarensa aikana aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen määrää. Hiilijalanjälki ilmoitetaan massana hiilidioksidiekvivalenttia, johon on yhteismitallistettu eri kasvihuonekaasupäästöt niiden voimakkuuksien suhteessa.

### **Hiili- tai ilmastokädenjälki**

Tarkoittaa potentiaalista positiivista ilmastovaikutusta, jonka tietyn tuotteen tai palvelun käyttöönoton voi saada aikaan, kun se korvaa muutoin tarjolla olevan samanlaisen tuotteen tai palvelun. Ei omaa vakiintunutta laskentatapaa.

### **Hiilinielu**

Hiiltä ilmakehästä poistava ja varastoiva mekanismi, joka pienentää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta ja siten viilentää ilmastoa.

### **Ilmastoyksikkö**

Vapaaehtoisilta hiilimarkkinoilta ostettava, kasvihuonekaasupäästöjä hillitsevä tuote. Ilmastoyksiköiden tulee täyttää tietyt, kansainvälisesti hyväksytyt minimikriteerit ja niiden täyttymisen arviointia varten on perustettu erilaisia sertifiointiohjelmia.

### **Kasvihuonekaasupäästö**

Ilmastoa lämmittävät, kasvihuoneilmiötä voimistavat kaasut, jotka vapautuvat ilmakehään. Niihin lukeutuvat hiilidioksidi, metaani, otsoni, typpioksiduuli ja freonit ja ne ovat voimakkuudeltaan erilaisia.

### **Päästöjen kumoaminen**

Aiemmin käytetty kompensointi-termiä. Yrityksen tai sen tuotteen aiheuttaman ilmastohaitan kumoaminen hankkimalla sellaisia ilmastoyksiköitä, joita ei

lasketa mukaan minkään valtion ilmastotavoitteen saavuttamiseen. Hiilineutraalisuudesta puhuttaessa kumotut päästöt kattavat aiheutetut päästöt kokonaan. Tapauksessa, jossa hankitut ilmastoyksiköt lasketaan mukaan valtion ilmastotavoitteiden saavuttamiseen, niiden hankkija ei voi laskea niiden kumoavan omia päästöjään vaan vauhdittavansa niillä kansallisia ilmastotavoitteita. Tästä käytetään termiä kansallinen ilmastotukiväittämä.

## **Scope**

Kasvihuonekaasuprotokolla on organisaation kasvihuonekaasupäästöjen laskentaohjeistus, joka jaottelee organisaation päästöt erilaisiin luokkiin eli scopeihin. Scope 1 sisältää kaikki suorat kasvihuonepäästöt, jotka muodostuvat yrityksen toiminnan seurauksena. Scope 2 käsittää kasvihuonepäästöt, jotka aiheutuvat ostetun ja kulutetun energian tuotannosta. Scope 3 sisältää muun arvoketjun päästöt, eli kaikki muut epäsuorat kasvihuonepäästöt, jotka muodostuvat yrityksen toiminnan seurauksena, mutta päästölähteet itsessään eivät ole yrityksen omistuksessa tai hallinnassa.

## **Suorat kasvihuonekaasupäästöt**

Kasvihuonekaasupäästöt voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin päästöihin riippuen niiden vapautumisesta arvoketjun aikana. Suorat kasvihuonekaasupäästöt syntyvät organisaation omasta ja hallitsemasta toiminnasta. Epäsuorat päästöt taas käsittävät esimerkiksi organisaation ostamien hyödykkeiden hankintaketjussa ja muualla arvoketjussa syntyvät päästöt, jotka aiheutuvat organisaation toiminnasta mutta eivät ole suoraan tämän hallinnassa.

## **Vähähiilisyys**

Toimiala tai organisaatio edistää vähähiilisyyttä kun se pyrkii minimoimaan toimintansa ilmastovaikutukset. Tämä tarkoittaa suoraan sekä epäsuorasti omasta toiminnasta syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen minimoimista. Epäsuoria päästöjä ovat ostoenergian sekä muun arvoketjun, eli esimerkiksi vesihuollossa käytettyjen kemikaalien tuotannosta ja kuljetuksesta, syntyviä päästöjä.

# 1 Kohti vähähiilistä vesihuoltoa

**Vesihuollon vähähiilisyystiekartta tarkastelee keskitetyn vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen keinoja Suomessa. Tiekartta määrittää yleiset suuntaviivat ja tavoitteen päästöjen vähentämiseksi ja antaa raamit laitospohjaiselle vähähiilisyysedistämistyölle.**

## 1.1 Vesihuolto Suomessa

Vesihuoltopalvelut koostuvat vedenhankinnasta, talousveden tuotannosta, vedenjakelusta, jäteveden siirrosta sekä jäteveden ja lietteen käsittelystä. Suomessa 20 suurinta vesihuoltolaitosta tuottavat noin 80% vesihuoltopalveluista (tuotettu talousvesi ja käsitelty jätevesi). Lopusta vastaavat pienet ja keskisuuret vesihuolto-organisaatiot, yhteensä noin 1800 kappaletta (Veeti 2023). Nämä ns. keskitetyt vesihuoltopalvelut tavoittavat talousveden osalta noin 90% ja jätevesihuollon osalta noin 85% väestöstä (Lapinlampi 2021). Tämä tiekartta tarkastelee vain keskitettyjä vesihuoltopalveluita, eikä sisällä vesihuoltoverkostojen ulkopuolelle jääviä kiinteistöjä, joilla vedenhankinta ja jätevesihuolto toteutetaan kiinteistökohtaisilla ratkaisuilla. Lisäksi erityisesti asemakaava-alueilla hallitaan yleensä kuntien toimesta hulevesiä, mikä ei varsinaisesti kuulu vesihuoltopalveluihin. Hulevesien hallinta liitetään kuitenkin tiekarttaan luvussa 3 ”Muita päästöihin vaikuttavia toimenpiteitä”.

Suomessa talousvedentuotannon raakavesilähteinä käytetään pohjavettä (n. 49%), pintavettä (n. 35%) ja tekopohjavettä (n. 16%). Verkostoon pumpatun talousveden kokonaismäärä on noin 410 Mm<sup>3</sup>/v ja jätevedenpuhdistamoilla käsitellyn jäteveden kokonaismäärä noin 500 Mm<sup>3</sup>/v. (Lapinlampi 2021.) Ero johtuu vuotovesistä sekä muusta laskuttamattomasta vedestä, kuten laitosten käyttämä vesi, palopostit ja yleiset kasteluvedet. Jäteveden puhdistamoita, joiden asukasvastineluku (ALV) on suurempi kuin sata, on Suomessa noin 350 kappaletta. Näistä 26 suurinta laitosta käsittelee noin 70% jätevesistä (YLVA 2021).

Vesihuolto on osa kriittistä infrastruktuuria ja sen toimivuus tulee varmistaa kaikissa olosuhteissa. Vähähiilisyystoimenpiteiden lähtökohtana on, etteivät ne vaaranna vesihuollon toimintavarmuutta ja turvallisuutta.

## 1.2 Tiekarttatyön toteutus

Vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjä ja vähähiilisyyden edistämistä on tarkasteltu useissa eri tutkimus- ja kehittämishankkeissa (mm. Tukiainen 2009; Mölsä 2019; Awaitey 2020; Haapakoski 2022; AFRY Finland Oy 2021; Nissinen ym. 2023, Lehtoranta ym. 2023). Ensimmäinen kattava arvio Suomen vesihuollon elinkaarisista kasvihuonekaasupäästöistä ja niiden vähentämispotentiaalista tehtiin vuonna 2023 Vesihuki-hankkeessa<sup>1</sup> (Lehtoranta ym. 2023). Hankkeen yhtenä suosituksena esitettiin vesihuollon hiilineutraaliustavoitteen ja sen rajauksen tarkentamista sekä kansallisen tiekartan toteuttamista tukemaan tavoitteen saavuttamista. Kyseinen tutkimus toimii tämän tiekartan pohjana.

Tiekartan toimeenpanon kannalta on tärkeä panostaa sidosryhmien sitoutumiseen tiekartassa esitettyihin toimenpiteisiin. Sitoutumista edistää osallistuminen suunnitteluun ja vesihuollon vähähiilisyystiekarttaa onkin työstetty tiiviissä yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa (ks. infolaatikko ja kuvio 1). Hanketta on ohjannut ohjausryhmä, jossa on ollut edustettuina kolme ministeriötä, Vesilaitosyhdistys ja Kuntaliitto. Tiekartan työstössä ovat olleet mukana erikseen koottu asiantuntijaryhmä sekä Vesihukiverkosto, joka on perustettu edistämään vesihuollon vähähiilisyyteen liittyvää sidosryhmäyhteistyötä. Tiekarttatyön yhteydessä järjestettiin yhteensä viisi työpajaa ja yleinen lausuntokierros toteutettiin keväällä 2025.

---

<sup>1</sup> Vesihuollon hiilineutraalisuuden ja kiertotalouden edistäminen (Vesihuki) -hankkeet 1 ja 2 toteutettiin vuosina 2021-2023. Tämä tiekarttatyö on osa Vesihuki 3 -hanketta.

## TIEKARTTATYÖHÖN OSALLISTUNEET SIDOSRYHMÄT

### Ohjausryhmä

Maa- ja metsätalousministeriö (MMM), ympäristöministeriö (YM), sosiaali- ja terveysministeriö (STM), Vesilaitosyhdistys ja Kuntaliitto.

### Asiantuntijaryhmä

Jäseninä seuraavien tahojen edustajat: Aalto yliopisto, Helsingin seudun kuntayhtymä (HSY), Kymen Vesi, Tampereen Vesi, Turun seudun puhdistamo ja Vesilaitosyhdistys. Asiantuntijaryhmälle järjestettiin kaksi tiekarttatyöpajaa.

### Vesihukiverkosto

Verkostoon kuuluu yhteensä 40 henkilöä ja edustettuna on yli 20 vesihuoltolaitosta ja 13 muuta organisaatiota. Vesihukiverkostolle järjestettiin kaksi tiekarttatyöpajaa.

### Laaja sidosryhmätyöpaja

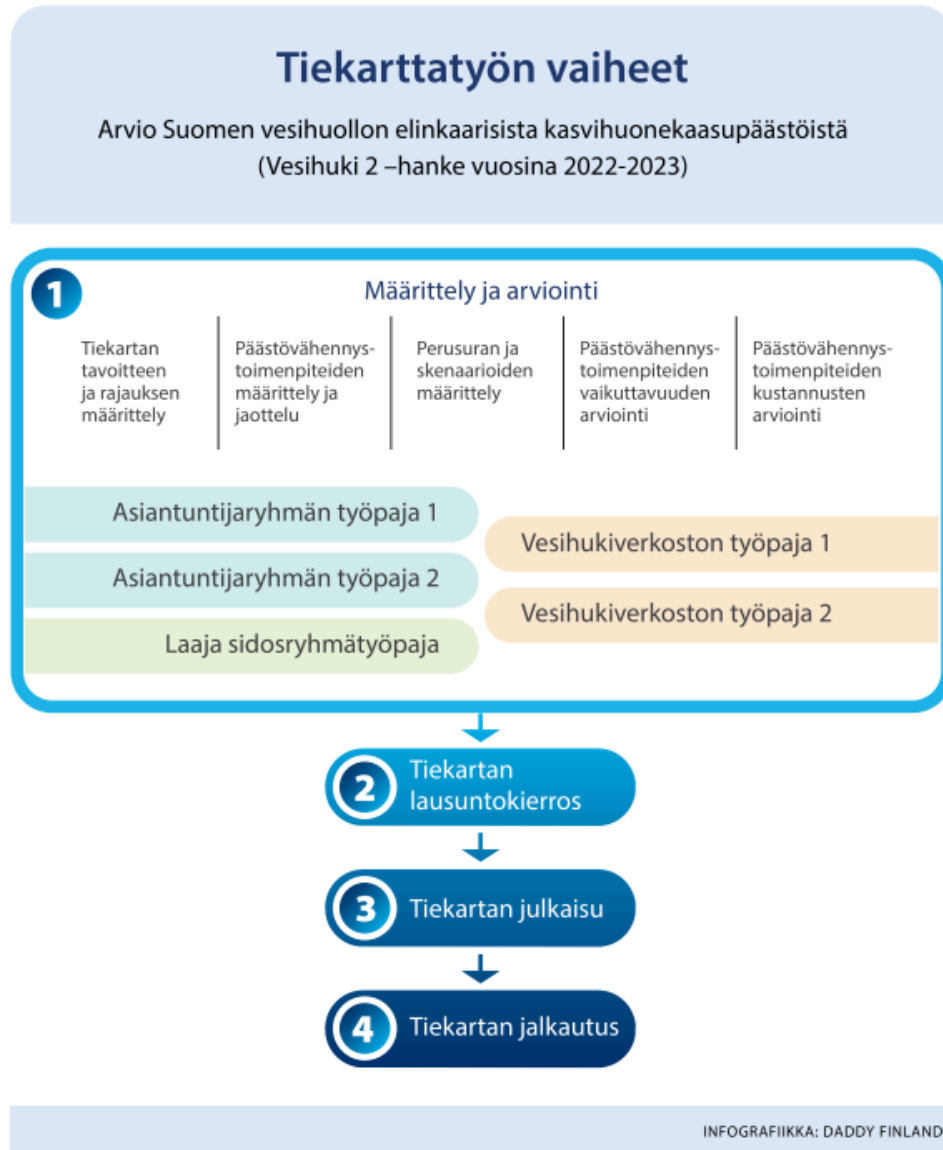
Työpajaan osallistui ohjausryhmän lisäksi seuraavien tahojen edustajat: työ- ja elinkeinoministeriö, Turun seudun puhdistamo Oy, Tampereen Vesi Oy, Helsingin seudun kuntayhtymä, Kymen Vesi Oy, Ely-keskuksen vesihuoltopalvelut yksikkö, Suomen biokaasu- ja biokierto ry, Aalto-yliopisto, Flowplus Oy, Gasum Oy ja Afry Finland Oy.

Vesihuolto on tiiviisti kytköksissä muihin toimialoihin. Tiekarttatyön alussa kar-  
toitettiin toimialojen vastaavia tiekarttoja, erityisesti energia-, rakennus- ja ke-  
mianteollisuus (Liite3).

Tämä tiekartta keskittyy päästövähennystoimenpiteisiin, niiden vaikuttavuus-  
teen, kustannuksiin ja vastuisiin valtakunnallisella tasolla. Tiekarttatyön yhtey-  
dessä on julkaistu Vesihuolto ja ilmastonmuutos -teemasivu, joka toimii valta-  
kunnallisen tiekartan jalkautuksen työkaluna. Teemasivulle on koottu vesilai-  
toksille suunnattua tukimateriaalia jalkautuksen edistämiseksi [LINKKI TU-  
LOSSA], mm. mallipohja laitospohjaisen tiekartan tekemiseen, olemassa ole-  
via vesihuoltolaitosten tiekarttoja sekä aiheeseen liittyviä julkaisuja.



**Kuvio 1.** Tiekarttatyön vaiheet.



### 1.3 Tiekartan tavoite

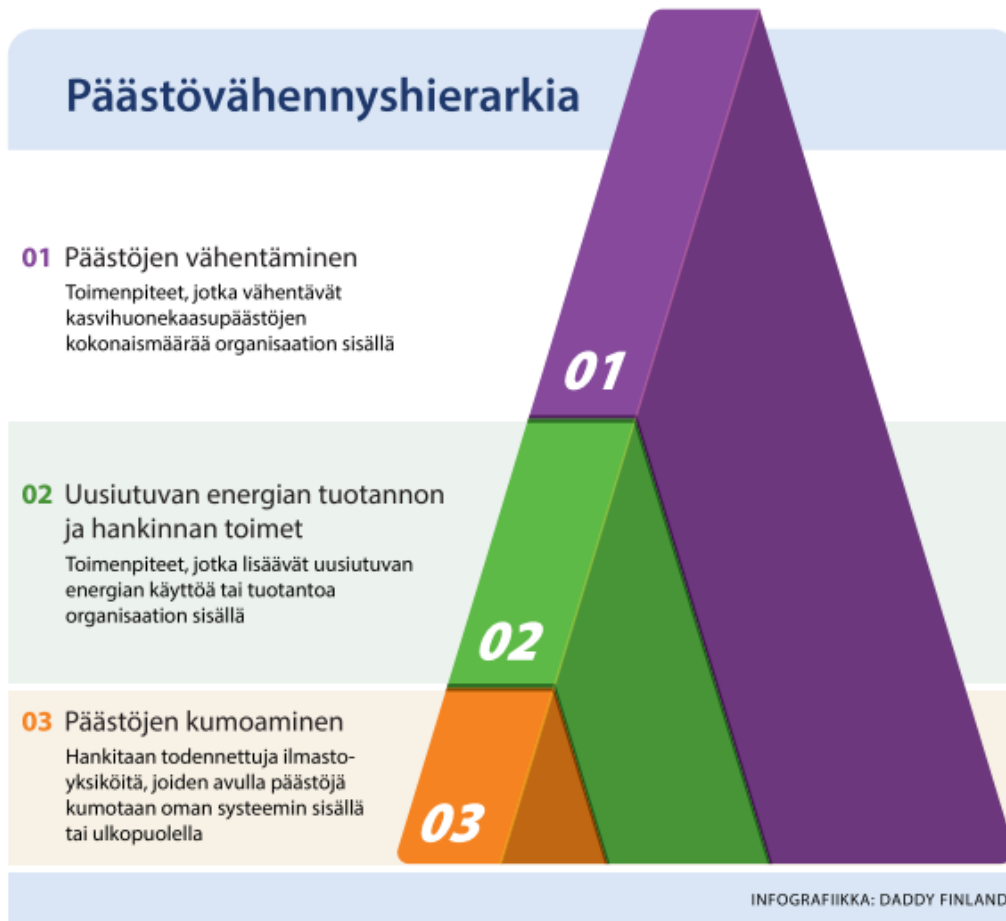
Vesihuollon vähähiilisyystiekartan tavoitteena on edistää keskitetystä vesihuollosta aiheutuvien käytön aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä valtakunnallisella tasolla. **Päästöjen vähentämisen tavoitteeksi asetetaan 30% päästövähennys nykytilasta vuoteen 2035 mennessä.** Tässä tiekartassa esitetyt vapaaehtoiset päästövähennystoimenpiteet (luku 2) tukevat

tavoitteen saavuttamista. Vesihuollon vähähiilisyystiekartta määrittää yleiset suuntaviivat ja antaa tukea ja raamit laitospohjaiselle vähähiilisyysedistämistyölle. Tiekartta tarkastelee keskitettyä vesihuoltoa raakavedenhankinnasta jätevesien purkuun, mutta ei sisällä veden käyttöä, kiinteistökohtaista vesihuoltoa, eikä teollisuuslaitosten erillistä vesihuoltoa.

Tiekartassa tavoitellaan vesihuollon vähähiilisyttä hiilineutraalisuuden sijaan. Vesihuollon vähähiilisyys puolestaan tukee Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista, joka määritellään ilmastolaissa (423/2022) seuraavasti: ”ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasujen päästöt vähentyvät ja nielujen aikaansaamat poistumat kasvavat siten, että kasvihuonekaasujen päästöt ovat enintään yhtä suuret kuin poistumat viimeistään vuonna 2035”. Vesihuollolla ei toimialana ole omia luontaisia hiilinieluja eikä valtion hiilinieluja jyvitetä eri toimialoille. Näin ollen ei ole realistista tavoitella vesihuollon hiilineutraalisuutta ilman päästöjen kumoamista (käytetään myös kompensointitermiä), joka edellyttää sertifioidujen ilmastoyksiköiden hankkimista. Päästöjen kumoamiseen liittyy kuitenkin useita ratkaisemattomia kysymyksiä ja epävarmuustekijöitä, jotka koskevat erityisesti kumottujen päästöjen mittaamista, todentamista ja pysyvyyttä. Koska yhteisesti sovittuja pelisääntöjä päästöjen kumoamiselle ei toistaiseksi ole, ei tämän tiekartan toimenpiteiden yhteydessä tarkastella päästöjen kumoamista. Päästöjen välttäminen ja vähentäminen ovat ensisijaisia keinoja hillitä ilmastonmuutosta.

Hiilineutraalisuutta käsittelevä ISO 14068:1 (2023) -standardi tarjoaa menetelmän hiilineutraalisuustavoitteiden asettamiseen, saavuttamiseen ja todentamiseen. Organisaatioiden osalta systeemirajaus ja laskenta pohjautuu hiilineutraalisuustandardissa organisaatioiden kasvihuonekaasupäästöjä käsittelevään ISO 14064-1 -standardiin. ISO 14068:1 asettaa hierarkiaksi hiilineutraalisuutta tavoitellessa ensisijaisesti päästöjen vähentämisen ja toissijaisesti hiilensidontan lisäämisen systeemin sisällä. Yhdistyneiden Kuningaskuntien Water UK:n (2020) julkaiseman vesihuollon hiilitiekartan hierarkiassa myös uusiutuvan energian tuotannon ja hankinnan toimet ovat toimenpiteenä toissijaisia päästöjen vähentämiseen verrattuna. Sekä ISO-standardi että Water UK:n tiekartta asettavat hierarkiassa viimeiseksi päästöjen kumoamisen oman systeemin sisällä tai ulkopuolella (kuviot 2).

**Kuvio 2.** Päästövähennyshierarkia (muokattu, Water UK 2020).



Tiekartta on rakennettu siten, että luvussa kaksi esitellään tiekartan päästövähennystoimenpiteet sekä arvio niiden kustannuksista ja kasvihuonekaasupäästöjä vähentävästä vaikutuksesta. Mukana on myös toimenpiteitä, jotka liittyvät vesihuollon vähähiilisyttä edistäviin ohjauskeinoin (kategoria A) ja sidosryhmäyhteistyöhön (kategoria E). Lukuun kolme on koottu sellaisia päästöjä vähentäviä toimenpiteitä, joista ei tehty vaikutusarviointia, mutta jotka katsottiin tärkeäksi osaksi vesihuollon vähähiilisyden edistämistä. Luvussa neljä on esitetty tiekartan seurantaan ja päivittämiseen liittyviä toimenpiteitä. Liitteissä kuvataan tarkemmin kasvihuonekaasupäästöjen laskentaa (Liite 1), vesihuollon vähähiilisyteen vaikuttavia ohjauskeinoja (Liite 2) ja taustatietoja – eri toimialojen tiekartat sekä vesihuollon vähähiilisyden edistäminen muissa maissa – jotka vaikuttivat tämän tiekartan toteutukseen (Liite 3).

## 2 Päästövähennystoimenpiteet ja arviot niiden vaikutuksista

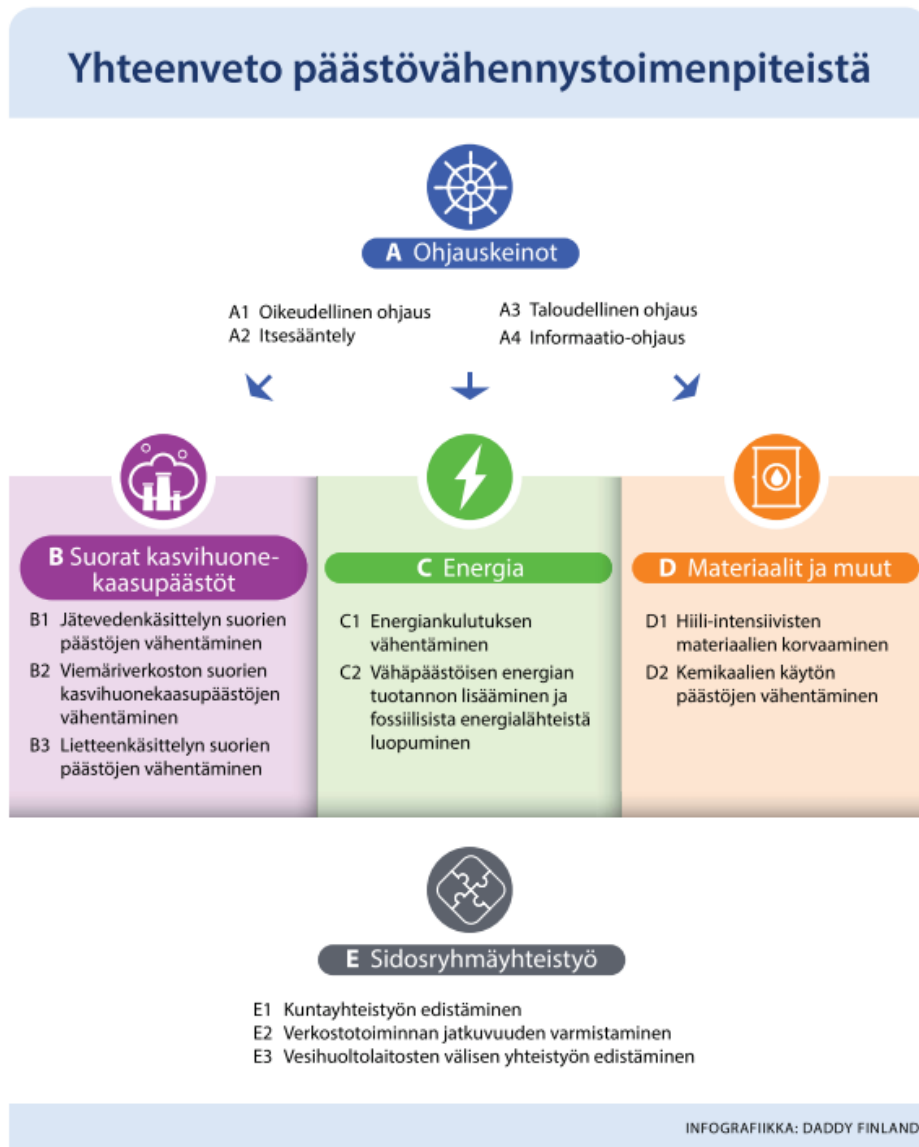
**Tässä luvussa esitetään joukko päästövähennystoimenpiteitä sekä arvio niiden vaikutuksista kasvihuonekaasupäästöihin ja kustannuksiin yleisellä tasolla. Ehdotukset asettavat raamit valtakunnan tason päästövähennystoimille. Vesihuoltolaitosten ja muiden toimijoiden tulee arvioida tapauskohtaisesti parhaiten sovellettavissa olevat toimenpiteet kussakin toimintaympäristössä.**

### 2.1 Yhteenveto päästövähennystoimenpiteistä

Vesihuollon vähähiilisyttä voidaan edistää useilla toimenpiteillä. Tässä tiekartassa esitetään vapaaehtoisia toimenpiteitä, jotka tukevat koko toimialan vähähiilisyyden edistämistä. Päästövähennystoimenpiteiksi on valittu valtakunnallisella tasolla vaikuttavia toimenpiteitä, jotka ovat realistisia toteuttaa laajassa mittakaavassa vuoteen 2035 mennessä tai joissa nähdään selvää potentiaalia, mutta tekniikka on vasta kehitymässä. Esitettyjen toimenpiteiden lisäksi päästöjä on mahdollista vähentää myös muilla toimilla. Toimenpiteiden toteutettavuus tulee arvioida aina laitospöhtaisesti.

Tiekartassa on määritetty 14 toimenpidettä, jotka on jaettu yhteensä 29 alatoimenpiteeseen. Esitetyt päästövähennystoimenpiteet on jaettu viiteen kategoriaan: A) ohjaukeinot, B) suorat kasvihuonekaasupäästöt, C) energia, D) materiaalit ja E) sidosryhmäyhteistyö (kuvio 3). Kategoriat A ja E ovat tukitoimenpiteitä, jotka eivät suoraan vähennä päästöjä, mutta tukevat varsinaisten päästövähennystoimenpiteiden (B-D) toteuttamista ja toimeenpanoa. Kategoriat B-D sisältävät pääasiassa sellaisia toimenpiteitä, joilla on suora päästöjä vähentävä vaikutus ja jotka on sisällytetty luvussa 2 esitettyyn laskentaan. Toimenpiteet on toteutettavissa pääasiassa vesihuoltolaitoksilla, poikkeuksina ovat lietteenkäsittely, joka voi olla ulkoistettu tai tapahtua vesihuoltolaitoksen toimesta ja kaukolämmön tuotanto jäteveden hukkalämmöstä, mikä toteutetaan energiayhtiön toimesta yhteistyössä vesihuoltolaitoksen kanssa. Pienten vesihuoltolaitosten näkökulmaa tarkastellaan erikseen luvussa 5.

**Kuvio 3.** Tiekartassa tarkastellut vesihuollon päästövähennystoimenpiteet. Lisäksi luvussa 3 on tarkasteltu muita päästöihin vaikuttavia toimenpiteitä.



## 2.2 Vaikutukset

### 2.2.1 Kasvihuonekaasupäästöt

#### Päästölaskennan rajaus

Tässä tiekartassa kasvihuonekaasupäästöjen ja niiden vähentämiseen keskitetty laskennallinen tarkastelu koskee keskitetyn vesihuollon toiminnan aikaisia päästöjä. Rakentamisen ja saneerauksen päästöt eivät sisälly laskentaan. Kasvihuonekaasupäästöjen tarkastelu rajautuu talousveden tuotannon, vedenjakelun, jäteveden siirron, jätevedenkäsittelyn sekä lietteenkäsittelyn päästöihin (kuvio 4). Näiden osa-alueiden kasvihuonekaasupäästöissä huomioidaan suorat päästöt sekä energian- ja materiaalien käytöstä aiheutuvat elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt. Tiekartassa ei tarkastella veden käytön, kiinteistökohtaisen vesihuollon ja teollisuuslaitosten erillisen vesihuollon päästöjä.

Tiekarttatyössä esitetyt arviot vesihuollon kasvihuonekaasupäästöistä perustuvat Suomen ympäristökeskuksen aiempiin tutkimuksiin (Lehtoranta ym. 2023; Lehtoranta ym. 2025), joissa vesihuollon elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä ja niiden vähentämisen mahdollisuuksia arvioitiin. Laskentaa on päivitetty vastaamaan tiekartan tarpeita. Tarkempi kuvaus laskennassa käytetystä tausta-aineistosta on esitetty liitteessä 1.

Tiekartassa kasvihuonekaasupäästöjen laskenta toteutettiin erikseen nykytilalle, perusuralle sekä päästövähennysskenaariolle. Perusura kuvaa vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen kokonaiskehitystä nykyisillä toimilla, kun otetaan huomioon tämänhetkiset politiikkatoimet ja velvoitteet ja niiden vaikutus vuoteen 2035 mennessä. Perusura muodostaa siten viiteuran, johon päästövähennysskenaariota voidaan verrata.

Päästövähennysskenaariota kuvaavissa kasvihuonekaasupäästöjen laskelmissa huomioitiin sellaiset päästövähennystoimenpiteet (B-D, luvut 2.4–2.6), jotka ovat vesihuoltolaitosten itsensä toteutettavissa. Poikkeuksena on lietteenkäsittely, joka voi olla ulkoistettu tai tapahtua vesilaitoksen toimesta. Näin ollen ohjauskeinojen (A) ja sidosryhmäyhteistyön (E) vaikutuksia ei sisällytetty

vaikutusten arviointiin. Energiayhtiön toteuttamaa kaukolämmön tuotantoa jäteveden hukkalämmöstä (toimenpide C2.2) ei sisällytetty vesihuollon päästöjen laskentaan, mutta se huomioitiin energiankulutuksen ja -tuotannon ta- seessa (Kuvio 13). Lisäksi luvussa 3 esitetyjä muita päästöihin vaikuttavia toi- mia ei arvioitu laskennallisesti. Päästövähennystavoitteet asetettiin yhdessä asiantuntijaryhmän kanssa ja ne on esitetty kootusti liitteessä 1, sekä kunkin toimenpiteen yhteydessä luvuissa 2.4–2.6.

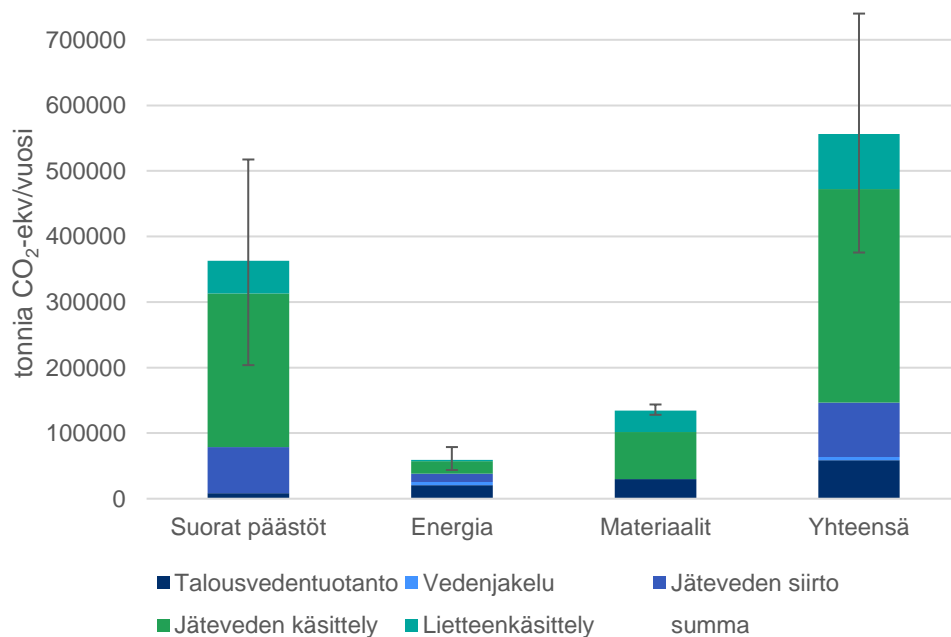
**Kuvio 4.** Kasvihuonekaasupäästöjä koskevan tarkastelun raja- us. Ener- gian osalta laskenta sisältää energiantuotannon päästöt ja mate- riaalien osalta raaka-aineiden ja polttoaineiden tuotannon ja kul- jetuksen päästöt. Tiekartta sisältää myös toimenpiteitä, joita ei tarkastella päästöjen laskennan yhteydessä (ks. luku 3).



## Vesihuollon kasvihuonekaasupäästöt nykytilassa

Suomen vesihuollon elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ovat edellä esitellyllä rajauksella arviolta noin 0,56 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuodessa (Kuvio 5). Suorat kasvihuonekaasupäästöt aiheuttavat lähes 70% kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Suurin kasvihuonekaasupäästöjen yksittäinen lähde on jätevedenkäsittelyssä muodostuvat typpioksiduuli- ja metaanipäästöt, jotka kattavat nykyisen arvion mukaan noin 45% kokonaispäästöistä. Toiseksi suurin kasvihuonekaasupäästöjen lähde, noin 13% kokonaispäästöistä, on kemikaalien ja aktiivihillen kulutuksesta aiheutuvat päästöt. Kolmanneksi suurin kasvihuonekaasupäästöjen lähde on energiankulutus 10%. Kaiken kaikkiaan talousveden tuotannon ja jakelun päästöt kattavat noin 11% kokonaispäästöistä ja jäteveden siirron, käsittelyn ja lietteenkäsittelyn päästöt noin 89% kokonaispäästöistä. Tulosten tulkinnan kannalta on kuitenkin olennaista ottaa huomioon, että vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen arvioimiseen liittyy tietopuutteita ja epävarmuuksia, joiden tarkentaminen tulevaisuudessa parantaa arvion luotettavuutta. (Lehtoranta ym. 2023, Lehtoranta ym. 2025)

**Kuvio 5.** Vesihuollon elinkaariset käytön aikaiset kasvihuonekaasupäästöt (tonnia CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi)



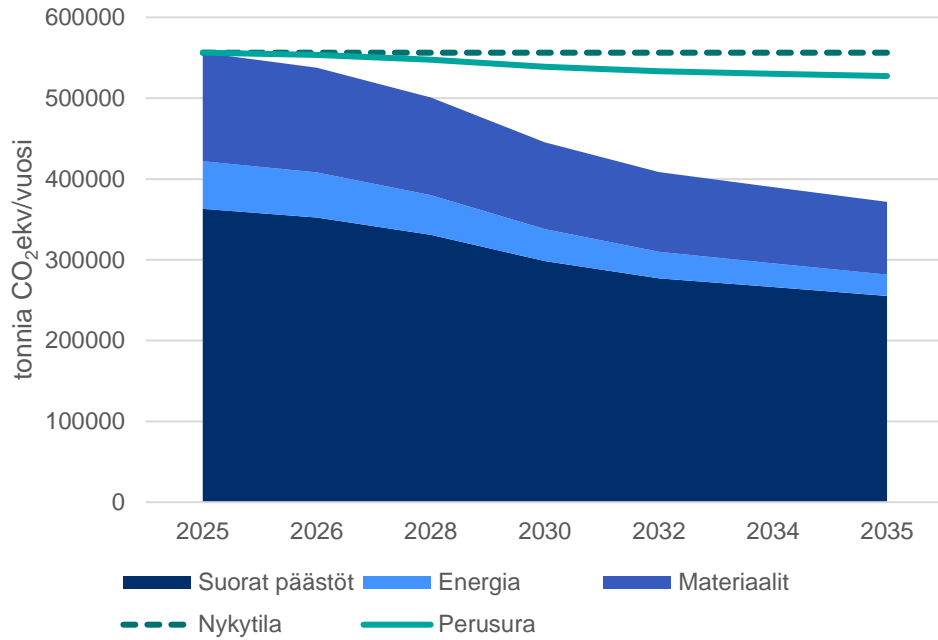


## **Päästövähennysskenaario: toimenpiteiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin**

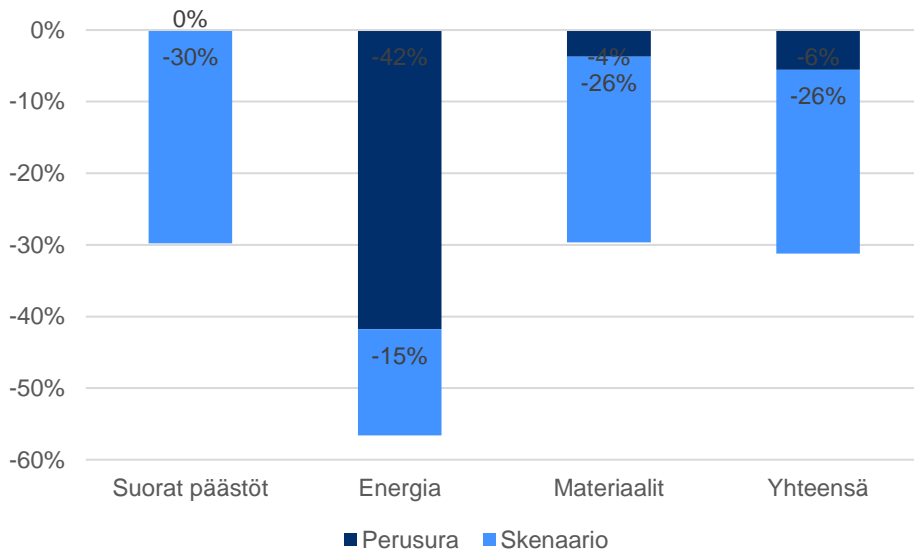
Perusurassa kasvihuonekaasupäästöt vähenevät nykytilaan verrattuna arvion mukaan noin 5% vuoteen 2035 mennessä (kuviot 6-8). Päästövähennystoimenpiteiden myötä päästöt vähenevät vuoteen 2035 mennessä arviolta 147 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv perusuran vuoden 2035 tasosta. Tämä tarkoittaa, että kasvihuonekaasupäästöt vähenisivät päästövähennysskenaariossa kaiken kaikkiaan noin 32% vuoteen 2035 mennessä. Suurinta määrällistä päästövähennystä tavoitellaan muodostuvaksi jätevedenkäsittelyn suorissa kasvihuonekaasupäästöissä.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan ei sisällytetty jätevedestä tuotetun kaukolämmön tuotannon päästöjä, koska se tapahtuu energiayhtiöiden toimesta (luku 2.5.3). Kaukolämmön tuotanto kuluttaa sähköä ja tuotettu lämpö voidaan hyödyntää lämmön lähteenä alueellisissa kaukolämpöverkostoissa. Energiasektorin tiekartassa käsitellään kaukolämmön tuotantoa (ks. Liite 3).

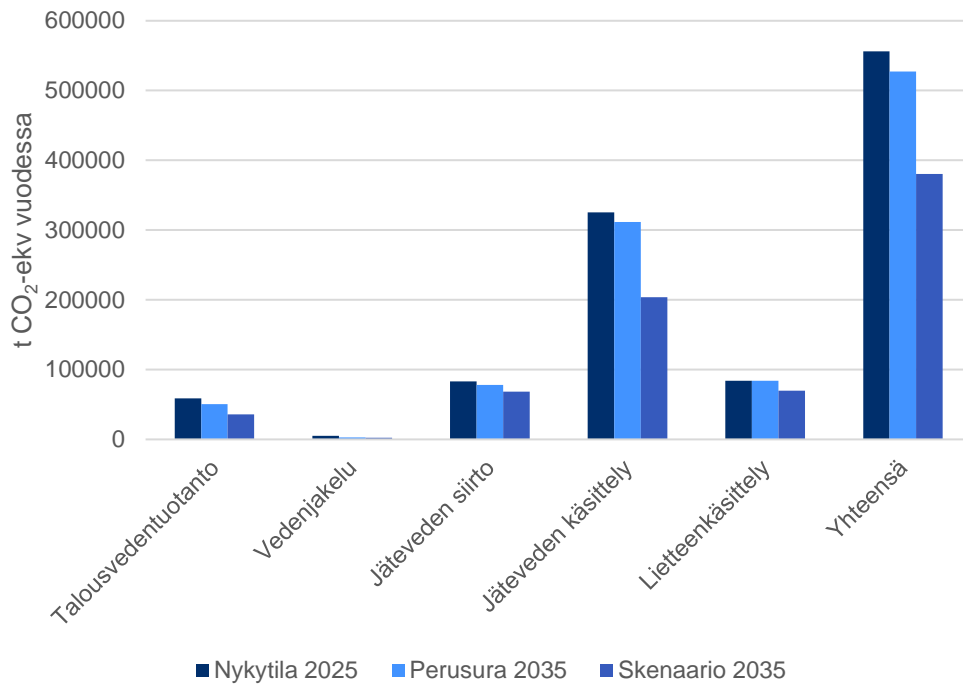
**Kuvio 6.** Päästövähennystoimenpiteiden avulla tavoiteltu vaikutus vesihuollon elinkaarisiin kasvihuonekaasupäästöihin vuoteen 2035 mennessä. Perusura kuvaa vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen kokonaiskehitystä nykyisillä toimilla ja muodostaa siten viiteuran, johon päästövähennysskenaariota voidaan verrata.



**Kuvio 7.** Päästöjen prosentuaalinen väheneminen perusurassa ja skenaariossa nykytilaan verrattuna vuoteen 2035 mennessä.



**Kuvio 8.** Päästövähennystoimenpiteiden avulla tavoiteltu vaikutus vesihuollon elinkaarisiiin kasvihuonekaasupäästöihin vuoteen 2035 mennessä osa-alueittain.



## Toimenpidekohtaisten kasvihuonekaasupäästöjen arviointi

Tiekartassa esitettyjen päästövähennystoimenpiteiden (B-C) yhteydessä on esitetty päästövähennystavoite, joka kuvaa kunkin toimenpiteen päästöjen vähenemistavoitetta nykytilaan verrattuna. Päästövähennystoimenpiteiden vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin on arvioitu toimenpidekohtaisesti luvuissa 2.4-2.6. Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin on jaoteltu toimenpiteiden yhteydessä kolmeen kategoriaan seuraavasti:

- 1. Pieni vaikutus:** toimenpiteellä on vähäinen vaikutus vesihuollon kasvihuonekaasupäästöihin (< 1% Suomen vesihuollon päästöistä)
- 2. Keskisuuri vaikutus:** toimenpiteellä on keskisuuri vaikutus vesihuollon kasvihuonekaasupäästöihin (1-5% Suomen vesihuollon päästöistä)

- 3. Suuri vaikutus:** toimenpiteellä on suuri vaikutus vesihuollon kasvihuonekaasupäästöihin (> 5% Suomen vesihuollon päästöistä)

## 2.2.2 Kustannukset

Vesihuoltopalvelujen järjestämistä ohjaa vesihuoltolaki (119/2001), jonka mukaan toiminnasta syntyvät kustannukset tulee kattaa toiminnasta perittävillä, kohtuullisilla vesimaksuilla. Perustoimintoja, jotka vaikuttavat kustannuksiin, ovat esimerkiksi vedenhankinta, vesi- ja jätevesilaitosten ylläpitotarve, verkostojen laajentaminen ja saneeraaminen. Etenkin vesihuoltoverkostojen saneerauksien osalta monilla vesilaitoksilla on kertynyt paljon korjausvelkaa (Kuulas ym. 2020). Vesihuoltolaitoksilla on mahdollisuus vähentää joillain toimilla sekä päästöjä että käyttökustannuksia.

Kansallisella tasolla on tärkeää lisätä tietoisuutta kustannustehokkaista ja vähän ilmastoa kuormittavista ratkaisuista. Lisäksi tuotteiden, kuten kemikaalien, hinnoittelupolitiikkaan kaivataan uudistuksia vesihuoltolaitosten investointipäästösten helpottamiseksi. Tuotteiden markkinoinnissa tulisi pyrkiä esittämään hinnan ohella tuotteen hiilijalanjälki laskentaperusteluineen, jolloin kuluttajan eli tässä tapauksessa vesihuoltolaitoksen olisi helpompi huomioida vähähiilisyys valinnoissaan. Haasteita tähän tuo erilaiset hiilijalanjäljen laskentatavat.

Tiekartassa esitettyjen päästövähennystoimenpiteiden kustannuksia on arvioitu toimenpidekohtaisesti luvuissa 2.4-2.6. Päästövähennystoimenpiteiden kustannukset ovat hyvin yksilöllisiä ja riippuvat toteutuksesta ja laitospoosta, minkä vuoksi tiekartassa ei ole esitetty numeerisia arvoja kustannuksille. Todelliset kustannukset eri toimenpiteille tulee aina arvioida tapauskohtaisesti. Tässä tiekartassa kustannuksia on tarkasteltu laitospoikokulmasta, ja ne on jaoteltu kolmeen kategoriaan seuraavasti:

### 1. Vähäiset kustannukset

Toimenpiteeseen liittyy vain pieniä investointeja ja/tai vähäistä käyttökustannusten nousua

### 2. Keskisuuret kustannukset

**2a** Investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienenemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

**2b** Investointikustannus kohtuullinen mutta kasvattaa käyttökustannuksia

### **3. Suuret kustannukset**

Toimenpiteeseen liittyy suuria investointeja ja/tai merkittävää käyttökustannusten nousua

## **2.3 Ohjauskeinot (A)**

### **2.3.1 Yhteenveto**

**Päätavoite:** Kehitetään olemassa olevia ohjauskeinoja päästövähennystoimia (B-D) tukeviksi.

**Keskeiset toimenpiteet:** Lakiuudistuksiin liittyvät vähähiilisyiden toimenpiteet (A1), vesihuollon huomioiminen vähähiilisyiden strategioissa ja suunnitelmissa (A2), taloudellisen (A3) ja informaatio-ohjauksen (A4) tehokas ja tuloksellinen kohdentaminen.

Ohjauskeinoihin liittyvät toimenpiteet ovat merkittäviä päästöjen vähentämistä tukevia ja mahdollistavia toimia, vaikka ne eivät itsessään vähennä päästöjä. Tässä tiekartassa keskitytään olemassa olevien ohjauskeinojen parempaan hyödyntämiseen vesihuollon vähähiilisyiden tukemisessa. Olemassa olevista ohjauskeinoista on koottu taustatietoa liitteeseen 2. Oikeudellinen ohjaus sisältää muun muassa lainsäädännön kehittämiseen ja toimeenpanoon sekä lupa- ja valvontamenettelyihin liittyvät toimenpiteet. Itsesääntely puolestaan sisältää vapaaehtoisuuteen perustuvia toimia kuten toimiala- tai organisaatiokohtaiset strategiat ja suunnitelmat, sekä tunnuslukujen käytön (esimerkiksi hyvän vesihuollon kriteerit ja Vesilaitosyhdistyksen tunnuslukutyö). Taloudellinen ohjaus tarjoaa joko taloudellisia kannustimia tai rajoitteita esimerkiksi verotuksen tai tukien kautta. Informaatio-ohjaus pyrkii tiedon välityksen avulla vaikuttamaan ohjauksen kohteena oleviin toimijoihin. Ohjauskeinoihin liittyvien

toimenpiteiden kustannuksia tai vaikutuksia päästöihin ei tässä tiekarttatyössä arvioitu.

## 2.3.2 Toimenpide A1: Oikeudellinen ohjaus

### A1.1 Yhdyskuntajätevesidirektiivin energianeutraalisuuteen ja suoriin päästöihin liittyvän seurantajärjestelmän kehittäminen

*Vastuutaho:* ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö

*Toimenpiteen kuvaus:* Yhdyskuntajätevesidirektiivi velvoittaa tietyin rajauksin jätevedenpuhdistamoita energianeutraalisuuteen sekä suorien kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseen, seurantaan ja raportointiin (kuvattu liitteessä 2). Seurantaa kehitetään komission johdolla täytäntöönpanosäädöksen kautta ja jäsenvaltiot ovat mukana työssä. Toimenpide A1.1 pyrkii varmistamaan, että seurannan kansallinen toteuttaminen tukee mahdollisimman hyvin kansallista vesihuollon vähähiilisyysseurantaa. Toteutuksen tulee mahdollistaa datankeruu riittävällä tarkkuudella, jotta sitä voidaan hyödyntää kansallisen tason päästölaskennassa, mukaan lukien kasvihuonekaasuinventaarior.

### A1.2 Vesihuollon vähähiilisyysnäkökulmien yhteensovittaminen puhdistamolietteen sääntelyn uudistamisessa

*Vastuutaho:* ympäristöministeriö

*Toimenpiteen kuvaus:* Vuonna 2025 valmistaudutaan kansallisesti puhdistamolietteen sääntelyn muutoksiin ja huomioidaan vesihuollon vähähiilisyysnäkökulmat ja yhteensovittaminen ravinteiden kierrätystä tukevien toimien kanssa. Puhdistamolietteen sääntely on muuttumassa tulevina vuosina. Mahdollisia sääntelyreittejä ovat EU:n kiertotalousasetus, yhdyskuntajätevesidirektiiviin liittyvät delegoidut säädökset ja/tai puhdistamoliettedirektiivin uusiminen. Näiden valmistelun tarkempi aikataulu ei ole vielä tiedossa. Vesihuollon vähähiilisyys tulee huomioida sääntelyä kehitettäessä, koska puhdistamolietteen käsittelyn ja lietteen sisältämien ravinteiden kierrätyksellä ja talteenotolla on vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin. Vaikutukset voivat olla vähähiilisyysnäkökulmasta sekä positiivisia että negatiivisia.

## 2.3.3 Toimenpide A2: Itsesääntely

### A2.1 Vähähiilisyden huomioiminen vesihuoltouudistuksen toimeenpanossa

*Vastuutaho:* maa- ja metsätalousministeriö, vesihuoltouudistuksen ohjausryhmä

*Toimenpiteen kuvaus:* Kansallisen vesihuoltouudistuksen yhteydessä vesihuollon vähähiilisyys tuodaan monipuolisesti esiin uudistuksen toimenpiteissä.

### A2.2 Vähähiilisyysteeman huomioiminen alueellisissa vesihuollon strategioissa

*Vastuutaho:* ELY-keskus vesihuoltopalvelut-yksikkö (Vespa)

*Toimenpiteen kuvaus:* Vespa-yksikkö järjestää vuosittain alueellisia vesihuoltostrategioita vauhdittavaa ja ylläpitävää toimintaa. Osana toimintaa vesihuollon vähähiilisyttä tuodaan esiin vastuullisuusteeman yhteydessä.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Osana strategiatyön vauhdittamista voidaan kerätä arvokasta tietoa myös tiekarttatyön seurannan tarpeisiin.

### A2.3 Vesihuoltolaitosten vähähiilisyystiekarttatyön edistäminen

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset, Syke, Vesilaitosyhdistys

*Toimenpiteen kuvaus:* Vesilaitoksille suunnatun vähähiilisyden tukimateriaalin hyödyntäminen sekä Vesihuolto ja ilmastonmuutos -teemasivun [LINKKI TULOSSA] täydentäminen ajankohtaisilla julkaisuilla ja muulla tukimateriaalilla. Tarjotaan koulutusta ja tukea laitospohtaisten tiekarttojen tekemiseen (ks. luku 2.3.5, toimenpide A4.2). Osana tiekarttatyötä kannustetaan laskemaan laitospohtaiset kasvihuonekaasupäästöt.

### A2.4 Vesihuollon vähähiilisyden huomioiminen tunnuslukutyössä

*Vastuutaho:* Syke, Vesilaitosyhdistys

*Toimenpiteen kuvaus:* Uudistetaan Veeti- ja Venla-tietojärjestelmien vähähiilisyteen liittyvät tietokentät ja määritetään vähähiilisuuden tunnusluvut.

## 2.3.4 Toimenpide A3: Taloudellinen ohjaus

### A3.1 Tukien ohjaaminen vaikuttaviin ja kustannuksiltaan korkeisiin päästövähennystoimenpiteisiin

*Vastuutaho:* ministeriöt, muut rahoittajat

*Toimenpiteen kuvaus:* Investointitukia ja rahoitusta ohjataan erityisesti sellaisiin toimiin, jotka ovat merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen kannalta ja joiden toteuttaminen ei ole kustannustehokasta ilman tukea, esimerkiksi jätevedenkäsittelyn suorien päästöjen vähentäminen (B1). Rahoitusmahdollisuuksista tiedotetaan tehokkaasti ja laajasti.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Usein vähäpäästöiset vaihtoehdot ovat kalliimpia, jolloin riittävää taloudellista ohjausta tarvitaan, jotta toimia otetaan käyttöön. Eri-laisten tukien hakeminen on työlästä ja vaatii selvitystyötä. Riskinä on, että tuet jäävät hakematta erityisesti laitoksilla, joilla on muutenkin vähäiset resurssit.

### A3.2 Vesihuollon vähähiilisyteen panostaminen tutkimusrahoituksessa

*Vastuutaho:* ministeriöt, muut rahoittajat

*Toimenpiteen kuvaus:* Rahoitusta ohjataan vesihuollon vähähiilisyyttä edistävään tutkimukseen, erityisesti merkittäviä päästöjä tai päästöjen vähentämisen potentiaalia käsitteleviin sekä tietoaukkoja täydentäviin tutkimuksiin.

## 2.3.5 Toimenpide A4: Informaatio-ohjaus

### A4.1 Vesihuollon vähähiilisyyttä koskevien ohjeistusten tuottaminen

*Vastuutahot:* Vesilaitosyhdistys, tutkimuslaitokset, konsultit



*Toimenpiteen kuvaus:* tuotetaan vesihuoltolaitoksille ohjeistuksia, jotka auttavat vähähiilisyyden edistämässä eri osa-alueilla, mm. vähähiilisyyden huomiointi suunnittelussa, energiatehokkuusdirektiivin vaikutukset vesihuoltolaitoksiin, suorien päästöjen vähentäminen ja kemikaalinkäytön optimointi. Olemassa olevia ohjeistuksia on listattu liitteeseen 2, kohtaan informaatio-ohjaus.

#### **A4.2 Koulutukset, työpajat ja webinaarit**

*Vastuutahot:* Vesilaitosyhdistys, Syke, ELY-keskus vesihuoltopalvelut-yksikkö

*Toimenpiteen kuvaus:* Järjestetään vesihuollon vähähiilisyyteen liittyviä tilaisuuksia, esimerkiksi koulutuksia, joissa sparrataan vesihuoltolaitoksia tietokartan teossa, hiilijalanjäljen laskemisessa tai päästövähennystoimissa sekä webinaareja ja työpajoja, joissa vahvistetaan vesihuoltolaitosten osaamista ilmastomuutoksen hillintään ja sopeutumiseen liittyvissä teemoissa.

## **2.4 Suorat kasvihuonekaasupäästöt (B)**

### **2.4.1 Yhteenveto**

**Päätavoite:** Vähennetään jätevesiperäisiä suoria kasvihuonekaasupäästöjä.

**Keskeiset toimenpiteet:** Jätevedenkäsittelyn (B1), viemäriverkoston (B2) ja lietteenkäsittelyn (B3) suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen.

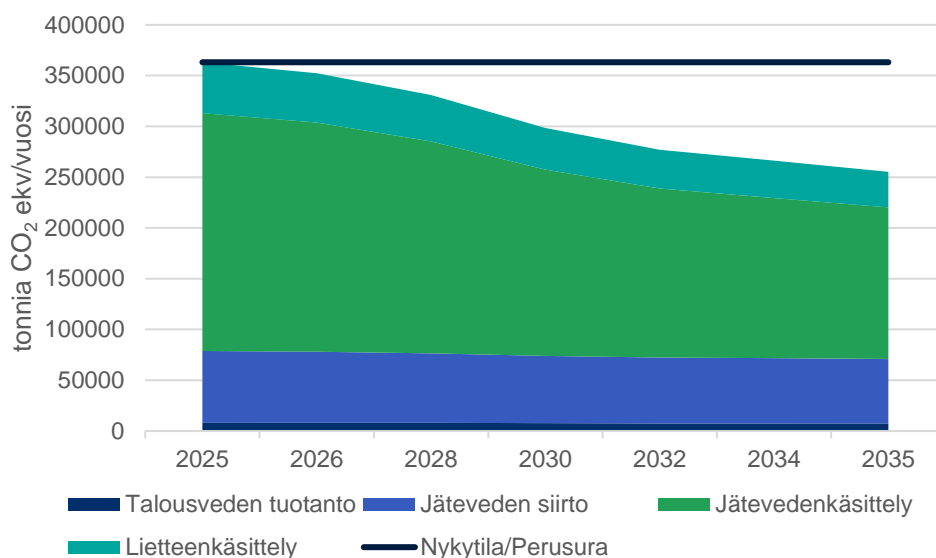
Vesihuollon suorat kasvihuonekaasupäästöt koostuvat hiilidioksidi-, metaani- ja typpioksiduulipäästöistä, joita syntyy erityisesti jätevedenpuhdistuksessa ja lietteenkäsittelyssä, mutta myös viemäriverkostoissa ja talousveden tuotannossa. Jätevesiperäiset suorat kasvihuonekaasupäästöt muodostavat selkeästi suurimman yksittäisen päästölähteen vesihuollossa ja ovat merkittävä

päästölähde globaalissa mittakaavassa. Euroopan kasvihuonekaasuinventaariorissa vesihuollon typpioksiduulipäästöt vastasivat noin 3% ja metaanipäästöt noin 4% kokonaispäästöistä (EEA 2023).

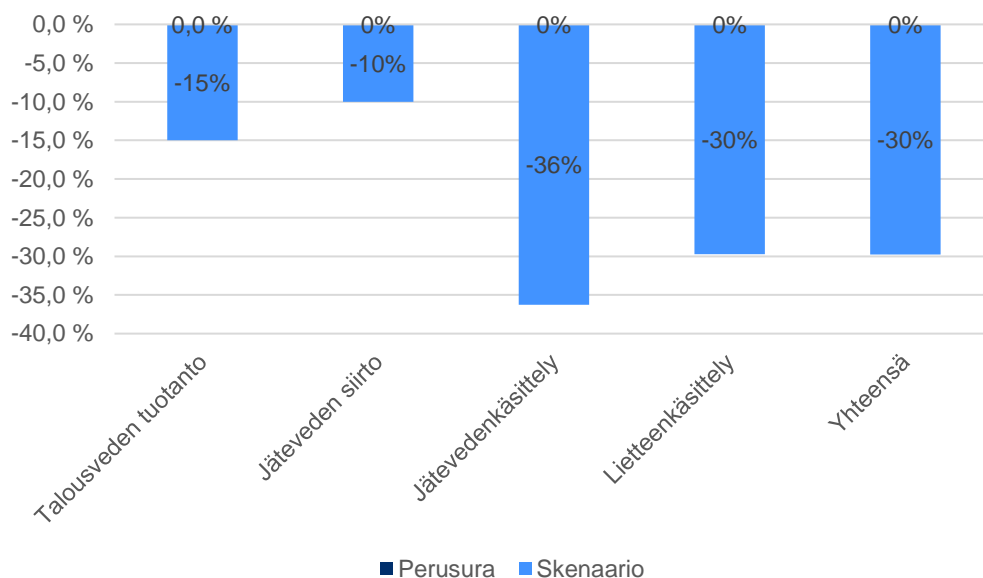
Suorien päästöjen vähentäminen keskittyy erityisesti jätevedenkäsittelyn typpioksiduulipäästöjä vähentäviin toimenpiteisiin (B1), joka on kokonaisuuden kannalta vaikutuksiltaan suurin yksittäinen päästövähennystoimenpide ja kattaa noin puolet valtakunnallisesta päästövähennystavoitteesta. Tämänhetkinen arvio valtakunnallisista jätevedenkäsittelyn typpioksiduulipäästöistä on kuitenkin epävarma, mutta tulee tarkentumaan tutkimustiedon karttuessa lähivuosina. Tutkimustietoa päästövähennystoimenpiteiden vaikutuksista tarvitaan myös lisää. Arvio toimenpiteiden vaikutuksista suorien päästöjen vähenemiseen on esitetty kuvioissa 9 ja 10.

Vesihuollon suorina päästöinä muodostuvat hiilidioksidipäästöt ovat pääosin biogeenisiä, eli peräisin jätebiomassan hajoamisesta osana luonnon omaa hiilen kiertoa. Tällaisia päästöjä muodostuu esimerkiksi jäteveden- ja lietteenkäsittelyssä. Biogeenisiä hiilidioksidipäästöjä ei raportoida kansallisessa kasvihuonekaasuinventaariorissa. Tässä tiekartassa biogeenisiä hiilidioksidipäästöjä tarkastellaan luvussa 3.4 niiden toimenpiteiden osalta, jotka mahdollistaisivat hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen.

**Kuvio 9.** Päästövähennystoimenpiteiden (B1-B3) vaikutukset suoriin kasvihuonekaasupäästöihin. Nykytila ja perusura ovat samalla tasolla, koska perusuraan ei ole odotettavissa muutoksia. Vedenjakelu puuttuu kuvasta, koska siitä ei aiheudu suoraa päästöä.



**Kuvio 10.** Suorien kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen perusurassa ja skenaariossa suhteessa nykytilaan vuonna 2035. Laskel-  
massa huomioidaan kaikki päästövähennystoimenpiteet.



## 2.4.2 Toimenpide B1: Jätevedenkäsittelyn suorien päästöjen vähentäminen

**Päästövähennystavoite:** Jätevedenkäsittelyn suorien kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 30%.

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus:** 3 suuri vaikutus (> 5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Kustannukset:** 1-3 laitoksille aiheutuvat kustannukset vaihtelevat toimenpidekohtaisesti

1 Toimenpiteeseen liittyy vain pieniä investointeja ja/tai vähäistä käyttökustannusten nousua.

2a Investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienenemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

2b Investointikustannus kohtuullinen mutta kasvattaa käyttökustannuksia

3 Toimenpiteeseen liittyy suuria investointeja ja/tai merkittävää käyttökustannusten nousua.

### B1.1 Suorien kasvihuonekaasupäästöjen mittaaminen ja seuranta

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Lisätään jätevedenkäsittelyn suorien päästöjen mittaamista eri kokoisilla ja erilaisen prosessin omaavilla jätevedenpuhdistamoilla. Typpioksiduulipäästöjen suuren ajallisen ja paikallisen vaihtelun vuoksi erityisen tärkeää on panostaa pitkän aikavälin jatkuvatoimisiin mittauksiin.

*Kasvihuonekaasupäästöt:* Tukitoimi, joka ei suoraan vähennä kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (1-2b):* Lyhytkestoiset mittauskampanjat voidaan toteuttaa vuokralaitteilla, jolloin kustannukset jäävät mataliksi. Jatkuvatoimisten mittalaitteiden asennus edellyttää isompia investointeja, jonka lisäksi käyttökustannuksia tulee mittareiden huollosta.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Päästöjen mittaus ei vähennä päästöjä, mutta on olennainen askel lisäämään ymmärrystä ja edistämään päästöjen vähentämistä. Päästöjen mittaukseen liittyy kuitenkin epävarmuuksia, jotka on otettava huomioon tuloksia tulkittaessa. Mittausten toteutus, ylläpito ja kalibrointi vaatii erityistä osaamista.

*Esimerkkejä:* Suomessa jätevedenpuhdistamon typpioksiduulipäästöjä mitataan jatkuvatoimisesti ainoastaan HSY:n Viikinmäen ja Blominmäen puhdistamoilla. Viikinmäen puhdistamolta mittausdataa löytyy vuodesta 2012 lähtien. Päästöjen mittaaminen ja siihen perustuva vaikutusarviointi on ollut merkittävässä roolissa typpioksiduulipäästöjen hallintamenetelmien kehittämisessä. Lyhyitä mittausjaksoja on tehty mm. Turun ja Jyväskylän puhdistamoilla (Hilander 2022), sekä Tampereen, Mäntsälän ja Akaan puhdistamoilla (Sieranen 2023).

## **B1.2 Tulevan jäteveden typpikuorman pienentäminen**

*Vastuutaho:* biokaasulaitokset, vesihuoltolaitokset, jätevettä tuottavat teollisuuslaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Vähennetään typpioksiduulipäästöjä pienentämällä jätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden typpikuormaa. Kuormaa voidaan pienentää esimerkiksi ottamalla typpeä talteen rejektivesistä tai käsittelemällä typpirikkaita jätevesiä niiden syntypaikalla.

*Kasvihuonekaasupäästöt (3):* Typpikuorman pienentäminen vähentää typenpoistotarvetta biologisissa käsittelyvaiheissa ja vähentää siten typpioksiduulipäästöjen muodostumista merkittävästi. Vaikutus kokonaisenergian kulutukseen on tapauskohtaista. Typen talteenotto kuluttaa energiaa, mutta vähentää typenpoiston energiankulutusta.

*Kustannukset (2a-3):* Toimenpide edellyttää suunnittelua sekä investointeja laitteisiin. Typen talteenotosta kertyy käyttökustannuksia, mutta teollisuustoimijan jätevesisopimuksen mukainen maksu laskee, kun viemäroitävän jäteveden laatu paranee. Lisäksi jätevedenpuhdistamolla matalampi kuormitus vähentää työtä ja laskee kustannuksia. Toisaalta typen hyödyntämiseen liittyvät haasteet voivat heijastua kustannuksiin.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Kierrätysravinteiden markkinat ovat vasta kehitymässä, mikä voi vaikeuttaa lopputuotteen hyödyntämistä. Typenpoisto voi tehostua jätevedenpuhdistamolla, kun tuleva typpikuorma pienenee.

*Esimerkkejä:* Gasum on vuodesta 2018 alkaen ottanut talteen Topinojan bio-kaasulaitoksella käsiteltävien lietteiden rejektivesistä typpeä haihdutusstrip-pauksella. Tämä on vähentänyt laitokselta jätevesiviemäriin ja edelleen Kakkolanmäen jätevedenpuhdistamolle (Turun seudun puhdistamo Oy) johdettavien rejektivesien typpikuormaa 90%. Puhdistamolla vaikutukset ovat näkyneet käytännössä energiankäytön ja kemikaalien käytön vähentymisenä sekä typenpoistoprosessin tehostumisena.

### **B1.3 Hallitun denitrifikaation lisääminen**

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Lisätään hallittu denitrifikaatio jätevedenkäsittelyyn ennen määräaikaan niillä puhdistamoilla, joita uudistuneen yhdyskuntajätevesidirektiivin (ks. liite 2) tiukentunut typenpoistovaatimus koskee. Denitrifikaation lisääminen edellyttää käytännössä mm. lisähiilen lähdettä, allastilavuuden kasvattamista ja sekoittimien lisäämistä tai denitrifioivaa jälkikäsitelyä.

*Kasvihuonekaasupäästöt (3):* Hallitun denitrifikaation lisääminen jätevedenkäsittelyssä vähentää typpioksiduulipäästöjä.

*Kustannukset (3):* Ilmastusallastilavuuden kasvattaminen edellyttää vesilaitoksilta merkittäviä investointeja (suunnittelu ja rakentaminen). Käyttökustannukset kasvavat huollettavien altainen ja laitteiden lisääntyessä sekä lisähiilen hankkimisesta.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Haasteena voi olla tilanpuute, jolloin uusien altaiden tai olemassa olevien tilavuuden kasvattaminen on mahdotonta. Oikein toteutettuna denitrikaation avulla parannetaan typenpoistoa sekä vähennetään typpioksiduulipäästöjä.

*Esimerkkejä:* Hilander (2022) havaitsi Jyväskylän Nenäinniemen puhdistamolla tehtyjen lyhyiden mittausjaksojen aikana, että typpioksiduulipäästöt olivat 23% pienemmät kokonaistypen poiston aikana kuin pelkän nitrifikaation aikana.

#### **B1.4 Jätevedenkäsittelyprosessin optimointi**

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Vähennetään jätevedenkäsittelyssä muodostuvia typpioksiduulipäästöjä prosessin optimointiin liittyvillä toimenpiteillä: 1) Lisähiilenlähde aktiivilieteprosessiin, jolloin kokonaistypenpoistoaste paranee ja typpioksiduulipäästöt pienenevät; 2) Biologisen prosessin sopivan happipitoisuuden varmistaminen ja alkaliteetin nosto; 3) Häiriötilanteiden minimointi ja nopea reagointi häiriötilanteissa (mm. laiterikot, nitrifikaatiohäiriöt ja nitriitin lisääntyminen) ja teollisuuden jätevesikuorman tasaisuuden varmistaminen (teollisuusjätevesisopimukset).

*Kasvihuonekaasupäästöt (3):* Sopivien prosessiolosuhteiden varmistaminen ja optimointi vähentää häiriötilanteita ja sitä kautta typpioksiduulipäästöjä, sillä häiriötilanteiden aikana typpioksiduulipäästöt voivat olla huomattavan suuria. Kemikaalien käytön lisääminen (lisähiili) voi kasvattaa epäsuoria päästöjä, mutta vähentää typpioksiduulipäästöjä ja sitä kautta kokonaispäästöjä. Huomiota tulee kiinnittää lisähiilenlähteeseen.

*Kustannukset (1-2b):* Kustannukset muodostuvat jatkuvatoimisten mittausten lisäämisestä prosessitarkasteluun sekä henkilöresurssien osoittamisesta mitaustulosten seurantaan ja prosessin säätämiseen. Tarvittava osaaminen ja asiantuntemus voidaan tarvittaessa hankkia ostopalveluna. Lisähiilen lisääminen voi vaatia merkittäviä muutostöitä puhdistamolla. Lisähiili ja alkaliteetin nosto kasvattavat kemikaalien kustannuksia.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Lisähiilen lähteenä voidaan hyödyntää teollisuuden jätevirtoja, joissa on runsaasti helposti hajoavaa orgaanista ainesta. Optimoinnin päästövähennyksiä ei pystytä todentamaan ilman jatkuvaa suorien päästöjen mittausta (ks. toimenpide B1.1), jolloin riskinä on ettei päästöt vähene toivotunlaisesti. Typpioksiduulin muodostumiseen vaikuttaa useat tekijät, jolloin operointimuutosten vaikutusten arvioiminen on haastavaa, vaikka mittausta tehtäisiinkin. Lisäksi tarvittava erityisosaaminen voi puuttua useilta laitoksilta, jolloin se täytyy hankkia ostopalveluna.

*Esimerkkejä:* Prosessin optimointia ja typpioksiduulipäästöjen yhteyttä on tutkittu mm. Aalto yliopistossa (Hilander 2022, Kinnunen 2021, Sieranen 2023). Tutkimuksissa on erityisesti havaittu nitriittipitoisuuden ja tiettyjen typpioksiduulireittien nousun välillä selkeä korrelaatio. Töiden perusteella voidaan suositella erityisesti nitriittityypen analysointia esimerkiksi muun velvoitetarkkailun yhteydessä. Hyvä paikka on ilmastusaltaan loppu tai jälkiselkeytetty vesi. Lisäksi HSY:n tutkimuksissa (Kuokkanen 2024) on havaittu että lisähiilen käytöllä ja alkaliteetin nostolla on typpioksiduulipäästöjä vähentävä vaikutus.

### 2.4.3 Toimenpide B2: Viemäriverkoston suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen

**Päästövähennystavoite:** Viemäriverkостosta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 10%.

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä kokonaisvaikutus:** 2 keskisuuri vaikutus (1-5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Laitostason kustannusvaikutukset:** 1 tai 3 laitoksille aiheutuvat kustannukset vaihtelevat toimenpidekohtaisesti

1 Toimenpiteeseen liittyy vain pieniä investointeja ja/tai vähäistä käyttökustannusten nousua.

3 Toimenpiteeseen liittyy suuria investointeja ja/tai merkittävää käyttökustannusten nousua.



## **B2.1 Selvitys viemäriverkoston suorista päästöistä**

*Vastuutaho:* tutkimuslaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Mitataan ja kehitetään mallinnusta viemäriverkostojen suorien päästöjen (metaani ja typpioksiduuli) arvioimiseksi ja keskeisimpien riskipaikkojen tunnistamiseksi. Lisäksi kartoitetaan keinot päästöjen vähentämiseksi.

*Kasvihuonekaasupäästöt:* Tukitoimi, joka ei suoraan vähennä kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (3):* Kustannukset koostuvat päästöjen mittaamisesta, mallinnuksen kehittämisestä ja tulosten tulkinnasta eli vaaditaan iso tutkimushanke. Selvitys ei vielä itsessään johda kustannussäästöihin.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Mittaustietoa kylmistä oloista (Suomi tai muut Pohjoismaat) ei ole ollut saatavilla, joten tutkimus- ja selvitystyö tarjoaa merkittävän mahdollisuuden parantaa tietämystä verkoston suorista päästöistä erilaisissa olosuhteissa. Yhteistyötä voidaan tehdä muiden pohjoismaiden kanssa.

*Esimerkkejä:* Oulun yliopistossa on käynnistymässä hanke, jossa mitataan ja mallinnetaan viemäriverkoston suoria kasvihuonekaasupäästöjä erityisesti kylmissä olosuhteissa.

## **B2.2 Pumppaamojen ja verkostojen suunnittelu**

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset, konsultit

*Toimenpiteen kuvaus:* Uusien pumppaamojen ja verkostojen suunnittelussa huomioidaan, että jäteveden hapettomat viipymät pysyvät mahdollisimman lyhyinä eikä lietettä kerry viemäriin.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Lyhyt viipymä viemäriverkostossa vähentää metaanipäästöjen muodostumista.

*Kustannukset (1):* Toimenpiteessä kustannukset koostuvat ainoastaan suunnittelukustannuksista. Toimenpide ei sisällä investointeja uusiin laitteisiin, rakennuksiin tai verkostoihin. On kuitenkin syytä huomioida, että suunnitteluratkaisut voivat vaikuttaa merkittävästi rakentamisen kustannuksiin.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Viemäriverkoston merkittävimmät päästökohteet (ks. toimenpide B2.1) ja tehokkaimmat päästöjen vähentämisen keinot tulee selvittää ennen toimenpiteen toteutusta.

## 2.4.4 Toimenpide B3: Lietteenkäsittelyn suorien päästöjen vähentäminen

**Päästövähennystavoite:** Lietteän prosessoinnista aiheutuvia suoria kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 30%.

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus:** 2 keskisuuri vaikutus (1-5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Kustannukset:** 1-2a laitoksille aiheutuvat kustannukset vaihtelevat toimenpidekohtaisesti

1 Toimenpiteeseen liittyy vain pieniä investointeja ja/tai vähäistä käyttökustannusten nousua.

2a Investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienenemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

### B3.1 Mädätyksen metaanipäästöjen mittaukset ja vuotojen korjaukset

*Vastuutaho:* biokaasulaitokset, vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Mahdolliset metaanivuodot selvitetään säännöllisesti mädättämön rakenteista mittausteknisin menetelmin ja vuotopaikat korjataan.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Metaanivuotojen estäminen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä parantaa laitoksen energiataloutta.

*Kustannukset (2a):* Säännölliset vuotomittaukset maksavat, mutta laitokselle saadaan tuotettua sitä enemmän energiaa mitä vähemmän vuotoja on.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Metaanivuotojen mittaaminen edellyttää osaamista. Mittauspalvelut voivat luoda uusia työpaikkoja.

*Esimerkkejä:* Mädätyslaitoksen metaanipäästöjä on mitattu mm. KEBIO-hankkeessa (Luostarinen ym. 2023).

### **B3.2 Mädätyksen mitoitus ja optimointi**

*Vastuutaho:* biokaasulaitokset, vesihuoltolaitokset, konsultit

*Toimenpiteen kuvaus:* Mädätyksen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää huolellisella suunnittelulla: i) Riittävän pitkä prosessiviipymä vähentää mädätteen varastoinnin aikana muodostuvia päästöjä ja parantaa laitoksen energiataloutta; ii) Laitteiston oikeanlainen mitoitus mahdollistaa riittävän pitkän viipymän prosessissa; iii) Kaasusäiliön mitoittaminen riittävän suureksi vähentää soihduttamisen tarvetta häiriötilanteissa.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Varmistamalla mädätteen riittävä viipymäaika kaasun keräyksen piirissä vähentää mädätteen varastoinnin aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (2a):* Prosessimuutokset edellyttävät investointeja, mutta syntynyt energia voidaan hyödyntää laitoksella.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Kaasun suurempi saanto pidemmän viipymän myötä parantaa laitoksen energiataloutta ja kannattavuutta. Viipymän muuttaminen voi edellyttää kuitenkin investointeja tai muutoksia prosessiin.

*Esimerkkejä:* Mädätyksen operointitavan vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin ja kustannuksiin on tarkasteltu laitostasolla Luostarisen ym. (2023) sekä Lehtorannan ym. (2024) julkaisuissa.

### **B3.3 Lietteen ja mädätteen varastointijaksojen minimointi**

*Vastuutaho:* biokaasulaitokset, vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Minimoidaan lietteen ja mädätteen varastointiaika huolehtimalla siitä, että jakeet päätyvät jatkokäsittelyyn tai hyödyntämiseen mahdollisimman lyhyen varastointijakson jälkeen.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Käsittelemättömän lietteen varastoinnin aikaiset kasvihuonekaasupäästöt voivat olla huomattavia. Päästöjä voidaan vähentää, kun liete ohjataan jatkokäsittelyyn pian sen muodostumisen jälkeen. Mädätteen varastoinnin päästöjen suuruuteen vaikuttaa mm. viipymä mädätysprosessissa. Lyhyt viipymä lisää päästöjen muodostumisen riskiä mädätteen varastoinnin aikana.

*Kustannukset (1):* Käsittelyketjun logistiikan optimointi tuottaa vähäisiä kustannuksia.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Lietteiden varastointiajan minimoiminen vaatii logistiikan huolellista suunnittelua. Lyhentämällä esivarastointijakson kestoja, voidaan vaikuttaa myös mädätyksen kaasuntuottoon positiivisesti.

*Esimerkkejä:* Varastointijakson vaikutuksia on tarkasteltu laitostasolla Luostarisen ym. (2023) sekä Lehtorannan ym. (2024) julkaisuissa.

## 2.5 Energia (C)

### 2.5.1 Yhteenveto

**Päätavoite:** Vesihuollon energiankulutuksen vähentäminen ja energiantuotannon lisääminen.

**Keskeiset toimenpiteet:** Energiankulutuksen vähentäminen (C1) ja vähäpäästöisen energiantuotannon lisääminen (C2).

Energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet Suomessa fossiilisten polttoaineiden käytön vähenemisen seurauksena (Tilastokeskus

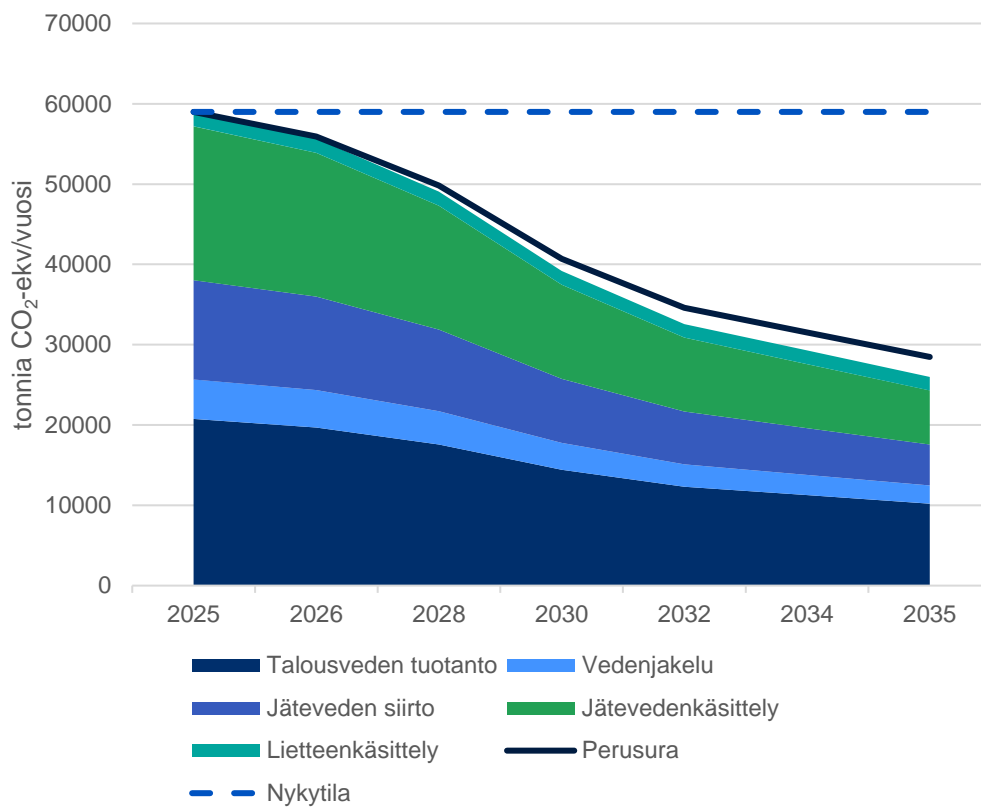
2025). Tästä huolimatta energiankulutuksen vähentäminen ja energiatehokkuuden parantaminen ovat tärkeitä päästöjen vähentämisen keinoja (Kuvio 11). Vesihuolto on energiantensiivinen toimiala ja sähkönkulutuksesta suurin osa tapahtuu jätevedenpuhdistuksessa, erityisesti ilmastuksessa. Tämän lisäksi jäteveden ja talousveden pumppaus sekä puhdistusprosessit kuluttavat merkittävästi sähköä. Lämpöenergiaa kuluu pääasiassa rakennusten ja laitosten lämmittämiseen, lietteen lämmittämiseen mädätysprosesseissa sekä käyttöveden lämmittämiseen (esim. huuhtelu ja muu vedenkäyttö). Energiatehokkuuden kasvattaminen ja energiankäytön optimointi voivat vähentää energiankulutusta merkittävästi. Tekoälyn hyödyntäminen tuo uusia mahdollisuuksia automaation ja optimoinnin entistä tehokkaampaan hyödyntämiseen (ks. Lepistö ym. 2024).

Vesihuollossa energiantuotannon yksi keskeinen muoto on biokaasun tuotanto mädätyksen yhteydessä. Valtaosa tuotetusta biokaasusta hyödynnetään jätevedenpuhdistamon tarpeisiin. Suomessa noin 80% lietteestä mädätetään. Koska mädätyksen osuuden merkittävää kasvattamista ei pidetä 2035 mennessä todennäköisenä, ei sitä tarkastella erillisenä päästövähennystoimena tässä tiekartassa. Biokaasun tuotanto ja kaasun tehokas hyödyntäminen ovat kuitenkin keskeisiä tekijöitä päästöjen vähentämisen kannalta. Biokaasun tuotantoon kytkeytyy tulevaisuudessa myös enenevissä määrin hiilidioksidin talteenotto ja sen hyödyntäminen esimerkiksi synteettisten polttoaineiden tuotannossa (ks. luku 3.4).

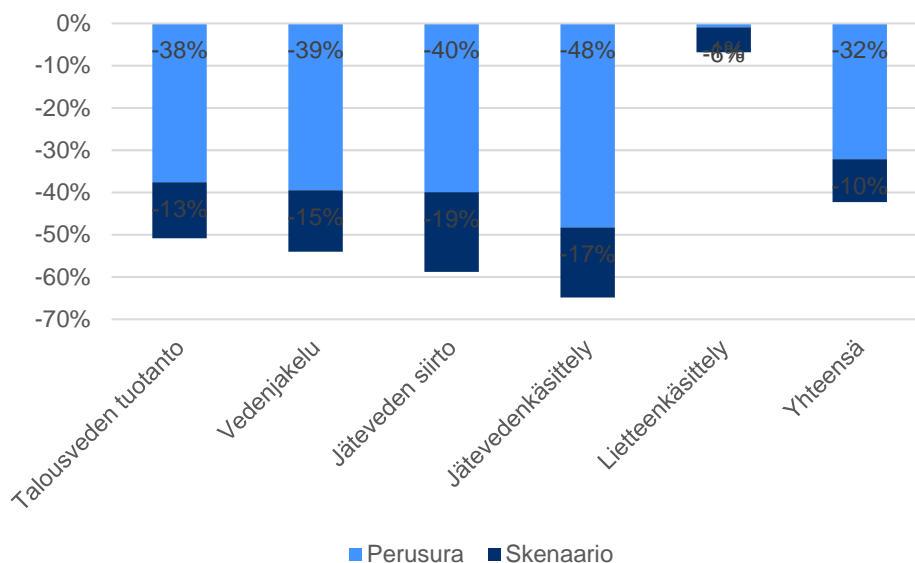
Vesihuollolla on potentiaalia kasvattaa rooliaan energiantuottajana, erityisesti kaukolämmön tuotannossa. Kaukolämmön tuotanto on kokonaisenergiataseen kannalta merkittävä (Kuvio 13 ja taulukko 1). Käytännössä kuitenkin kaukolämmön tuotanto toteutetaan yhteistyössä energialaitosten ja vesihuoltolaitosten kesken, joten niihin kuuluvia panoksia ja tuotoksia ei tarkasteltu osana päästövähennysskenaarioita (Kuvio 11).

Päästövähennysskenaariossa huomioitiin energiantuotannon vihreän siirtymän päästöjä vähentävä vaikutus. Uusiutuvan energian tuotannon lisääminen vesihuoltolaitoksissa edesauttaa fossiilisista energianlähteistä irtautumista ja lisää energiaomavaraisuutta sekä parantaa huoltovarmuutta. Johtuen Suomen tavoittelemasta vihreästä siirtymästä ja oletetusta yleisestä energiantuotannon vähäpäästöistymisestä, vihreän sähkön hankintaa ei kuitenkaan ole huomioitu tiekartassa erillisenä laitosten päästövähennystoimena.

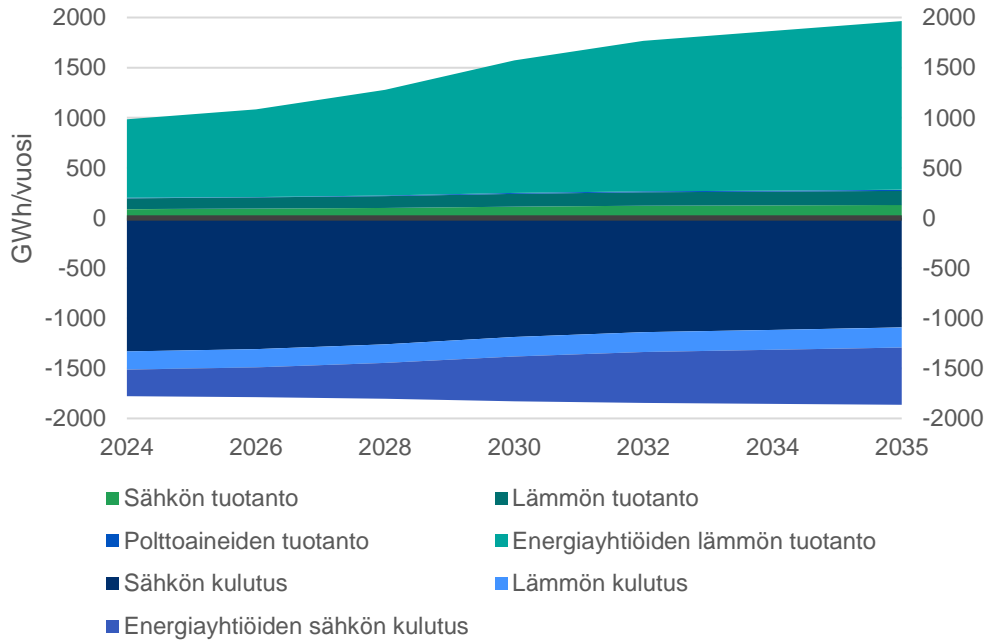
**Kuvio 11.** Päästövähennystoimenpiteiden vaikutukset energiankulutuksen ja -tuotannon päästöihin.



**Kuvio 12.** Vesihuollon energiaan liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen perusurassa ja skenaariossa suhteessa nykytilaan vuonna 2035. Laskelmassa huomioidaan kaikki päästövähennystoimenpiteet.



**Kuvio 13.** Vesihuoltoon kytkeytyvän energiankulutuksen ja tuotannon kehittyminen päästövähennyskenaariossa. Luvut sisältävät sekä vesihuollon että keskitetyn lietteenkäsittelyn energiankulutuksen ja tuotannon puhdistamolietteen osalta. Keskitetyn lietteenkäsittelyn osuus on vähäinen, joten sitä ei erotettu kokonaiskäytöstä. Jäteveden lämmön talteenottoon liittyvän energiayhtiöiden energiankulutus ja tuotanto on esitetty erikseen.



**Taulukko 1.** Energiankulutus ja tuotanto nykytilassa ja skenaariossa vuodelle 2035 (GWh/vuodessa) sekä kulutuksen ja tuotannon arvioitu prosentuaalinen muutos. Energiayhtiöiden sähkön kulutus ja lämmön tuotanto kuvaa kaukolämmön tuotantoa jätevedestä. Muu energiankulutus ja tuotanto ovat vesihuoltolaitosten ja lietteenkäsittelylaitosten omia toimintoja. Polttoaineiden tuotannolla tarkoitetaan biokaasusta jalostettua liikennepolttoaineita.

	Nykytila	Skenaario 2035	Muutos
Sähkön kulutus	1332	1093	-18%
Lämmön kulutus	181	200	+10%
Energiayhtiöiden sähkön kulutus	265	571	+115%
Sähkön tuotanto	89	130	+46%
Lämmön tuotanto	108	141	+30%
Polttoaineiden tuotanto	5	10	+90%
Energiayhtiöiden lämmön tuotanto	782	1684	+115%
Yhteensä	793	101	-112%



## 2.5.2 Toimenpide C1: Energiankulutuksen vähentäminen

**Päästövähennystavoite:** Pienten laitosten energiankulutusta vähennetään vähintään -10%, keskisuurien laitosten -30% ja suurten laitosten -15%.

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus:** 2 keskisuuri vaikutus (1-5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Kustannukset: 1-2a** Laitoksille aiheutuvat kustannukset vaihtelevat toimenpidekohtaisesti

1 Toimenpiteeseen liittyy vain pieniä investointeja ja/tai vähäistä käyttökustannusten nousua.

2a Investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

### C1.1 Energiakatselmukset

*Vastuutaho:* vesilaitokset, konsultit

*Toimenpiteen kuvaus:* Energiakatselmuksessa analysoidaan laitoksen energiankäytön nykytilanne ja kartoitetaan energiansäästömahdollisuudet. Säännölliset energiakatselmukset on tulossa pakollisiksi yli 10 000 AVL (asukasvastineluku) puhdistamoille uudistetun yhdyskuntajätevesidirektiivin myötä (ks. liite 2), mutta pienemmätkin laitokset hyötyvät energiakatselmuksen teettämisestä.

*Kasvihuonekaasupäästöt:* Tukitoimi, joka ei suoraan vähennä kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (1):* Tehtävissä ilman isoja investointeja. Voi tuoda energiansäästön myötä kustannussäästöjä.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Energiakatselmus auttaa vesihuoltolaitosta löytämään vaikuttavimmat ja kustannustehokkaimmat energiatehokkuutta lisäävät toimenpiteet.

*Esimerkit:*

- HSY:llä toteutettiin sisäisenä kehitystyönä vedenjakeluverkostolle energia-audit tarkastelu. Auditissa käytiin läpi veden jakeluun (pump-paukseen) käytettyä energiamäärää, korkeapainepumppauksessa, paineenkorotusasemilla sekä verkossa aiheutuvia häviöitä ja mahdollisuuksia parantaa energiatehokkuutta jakelualueilla. Lopputuloksena tunnistettiin energiatehokkuuden kannalta merkittäviä saneerattavia paineenkorotusasemia, sekä potentiaalisia ajotapamuutoksia saavutettavia tehokkuushyötyjä tietyillä asemilla.
- Mäkikylän jätevedenpuhdistamolle (Kouvolan Vesi Oy) tehtiin vuonna 2021 energiakatselmus, jossa inventoitiin puhdistamon eri osien energiankulutus, määritettiin potentiaalisia energian säästökohteita ja laadittiin suunnitelma toimenpiteistä energian säästön sekä energiatehokkuuden jatkuvan parantamisen toteuttamiseksi. Esimerkiksi ilmastuksen prosessimallinnuksen ja simuloinnin avulla havaittiin mahdollisuus 10-20% ilmastusilman säästömahdollisuus. (Kouvolan Vesi 2022)

## **C1.2 Energiankäytön optimointi**

*Vastuutaho:* vesilaitokset, laitevalmistajat

*Toimenpiteen kuvaus:* Energiankulutusta voidaan vähentää energiatehokkuutta kasvattamalla ja optimoimalla prosesseja. Energiankulutusta vähennetään mm. vaihtamalla vanhoja laitteita energiatehokkaampiin, optimoimalla pumppujen ja moottoreiden mitoitus, lisäämällä taajuusmuuttajat suoraikäyttöisiin moottoreihin, optimoimalla pumppausta automaation avulla sekä suorittamalla säännölliset huolto- ja kunnossapitotyöt. Ilmastuksen energiankäyttöä optimoidaan mm. prosessinojausjärjestelmien ja happimittausten avulla, jolloin vältetään turhaa ilmansyöttöä. Tehokkaan hapensiirron avulla vähennetään ilmastusilman tarvetta ja näin energiankulutusta. Lisäksi suunnittelulla voi olla merkittävä vaikutus vesihuollon energiankulutukseen.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Energiankäytön optimointi ja huolellinen prosessisuunnittelu vähentää energiankulutusta, joka siten alentaa kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (1-2a):* Energiankäytön optimointi on usein mahdollista ilman kalliita hankintoja, esim. muuttamalla pumppauksen ajotapoja. Optimointi voi myös edellyttää uuden pumpun hankkimista, uusia mittauksia, analyysitekniikoita tai taajuusmuuttajien käyttöönottoa, jotka voivat olla kalliita, mutta laskevat usein käyttökustannuksia. (Motiva 2018)

*Riskit ja mahdollisuudet:* Riskinä on, että liialliset energiansäästötoimet jäteveden ilmastuksessa lisäävät typpioksiduulipäästöjä, sillä niiden vähentäminen vaatii riittävää ilmastusta (ks. luku 2.4.2, toimenpide B1.4). Liialliset energiansäästötoimet ilmanvaihdossa ja lämmityksessä voivat aiheuttaa riskejä rakenteille ja sisäilman laadulle. Energiankäytön optimoinnissa on mahdollisuus merkittävään käyttökustannusten pienenemiseen.

*Esimerkkejä:*

- Vesikolmion keskuspuhdistamon sähkönkulutusta on vähennetty mm. ilmastuskompressoreiden käytön optimoinnilla, lisäämällä isoihin siirtolinjoihin pienet pumput (isoja käytetään vain kuormituspiikkien aikaan) sekä siirtymällä matalaenergiapumppaamoihin. Sähkönkulutuksen arvioidaan vähenevän useita kymmeniä prosentteja.
- Matalaenergiapumppaamoja voidaan hyödyntää pitkillä siirtolinjoilla. Pumppauksessa hyödynnetään painelinjassa vallitsevaa tulopainetta ja siirtolinjan korkeuseroja ja paineellista jätevettä pumpataan uudelleen korkeampaan painetasoon. Esimerkiksi Sastamala-Huittinen siirtolinjalla (25 km) saavutettiin yli 60% energiansäästö perinteiseen pumppaukseen verrattuna. Lempäälästä Tampereen seudun keskuspuhdistamolle johtavalla siirtolinjalla (10 km) tullaan hyödyntämään matalaenergiapumppaamoja ja energiansäästön arvioidaan olevan noin 40%.
- Tampereen Vesi on toteuttanut jätevesipumppaamoiden ohjauksen säätöön sekä vedentuotantoon ja jakeluun liittyvät pilotit. Pumppaamo-

pilotin perusteella pumppaamoiden ohjauksella on mahdollisuus säästää noin 10% sähkönkulutuksesta. Säästö on mahdollista saavuttaa energiaoptimointiin soveltuvilla pumppaamoilla. Vedentuotannon ja jakelun pilotissa säästöpotentiaali oli mallinnustarkastelun perusteella 0–10%.

- Kouvolan Vedellä on tavoitettu ilmastuksen optimoinnin avulla noin 10% säästö ilmastuksen energiankulutuksessa. Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla vertailtiin ilmastuslautasten tiheyden sekä lautasten koon kasvattamisen hyötyjä. Suuremmilla ilmastuskalvoilla ilmastuspinta-alaa saatiin kasvatettua ja vähennettyä liiallista ilmansyöttöä. Ilmastuksen säädettävyyttä saatiin parannettua uudella ilmastuskompressorilla ja happisäätöjen virittämisellä. Uuden ilmastuskompressorin investoinnilla mahdollistettiin aiempaa monipuolisemmat ajotavat.
- Someron jätevedenpuhdistamolla otettiin uusi ilmastuskompressori käyttöön ja puhdistamon ilmastuksen sähkönkulutus putosi kolmanneksen entisestä.
- HSYllä toteutetaan energiakustannusten hallintaa ajoittamalla kulu- tusta ja biokaasun energiantuantoa suhteessa sähköjärjestelmään, esimerkiksi huomioidaan energiatehokas vesitornien täyttötapa pörs- sisähkön tyypillisten hintavaihteluiden perusteella, ohjataan kaasuun pohjautuvaa sähköntuotantoa kalliimpien sähkön tuntien mukaisesti ja tulopumput on viety Fingridin taajuusohjattuun käyttöreserviin.
- Edellä mainittujen lisäksi Motiva (2018) tarjoaa useita esimerkkejä energiatehokkaasta veden tuotannosta ja jakelusta sekä jäteveden puhdistuksesta ja lietteenkäsittelystä.

### 2.5.3 Toimenpide C2: Vähäpäästöisen energian tuotannon lisääminen ja fossiilisista energialähteistä luopuminen

**Tavoite energiantuotannon lisäämiselle:** Vesihuollon sähkön tuotantoa lisätään 45% ja lämmön tuotantoa 30%.

**Tavoite fossiilisten energialähteiden käytön vähentämiselle:** 100% (lämmityksessä)

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus:** 2 keskisuuri vaikutus (1-5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Kustannukset:** 2a investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienenemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

## C2.1 Energiantuotanto oman laitoksen tarpeisiin

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Lisätään laitoksen omaa lämmöntuotantoa esimerkiksi ottamalla hukkalämpöä talteen lähtevästä jätevedestä, raakavedestä, ilmanvaihdosta, ilmastuskompressoreista ja lämpöpumpuista. Lisätään sähköntuotantoa aurinkopaneelien ja turbiinien avulla. Raakaveden virtausenergian hyödyntäminen on mahdollista pitkillä siirtovesilinjoilla tai jäteveden purkuputkissa, joissa on suuri virtaama ja potentiaalienergia.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Sähköntuotannon lisääminen voi vähentää laitoksen ostoenergian tarvetta ja siten mahdollisesti vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Lämmöntuotannon lisääminen vähentää tarvetta käyttää fossiilisia polttoaineita (ks. toimenpide C2.3), mutta voi lisätä sähkön kulutusta.

*Kustannukset (2a):* Investointikustannukset voivat olla korkeat, mutta investoinnille on usein laskettavissa kohtuullinen takaisinmaksuaika, kun laitoksen käyttökustannuksia saadaan pienennettyä.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Erilaiset energiantuotantomahdollisuudet lisäävät vesihuoltolaitoksen energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta sekä edistävät yhdyskuntajätevesidirektiivin energianeutraaliusvaatimuksen täyttymistä (ks. liite 2).

*Esimerkkejä:*

- HSY:llä lämmöntalteenotto eri lähteistä on merkittävää sekä talousveden tuotannossa että jätevedenpuhdistamoilla. Esimerkiksi Blominmäessä suunniteltiin kolme eri lämmönsiirtopiiriä ja lämpöakku, jotta voidaan maksimoida hukkalämmön hyödyntäminen. Raakaveden lämmöntalteenotto Pitkälän vedentuotantolaitoksella tuottaa 30% tarvittavasta lämmöstä.
- Vesikolmion keskuspuhdistamolla otetaan lämpöä talteen lähtevästä jätevedestä. Tällä saadaan täytettyä 80–90% puhdistamon lämmöntarpeesta.
- Vesikolmion aurinkovoimala tuottaa noin 5% puhdistamon kokonaissähkönkulutuksesta. Voimala on toteutettu leasing-mallilla, jossa maksetaan kuukausimaksua ja voimala lunastetaan omaksi noin kymmenessä vuodessa.
- Kouvolan vesi tuottaa aurinkopaneeleilla sähköä omaan käyttöön 320 MWh/v, joka on 15% kokonaissähkönkulutuksesta.

## **C2.2 Kaukolämmön tuotanto jäteveden hukkalämmöstä**

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset, energiayhtiöt

*Toimenpiteen kuvaus:* Hyödynnetään puhdistetusta jätevedestä talteen otettua hukkalämpöä kaukolämmön – ja kylmän tuotannossa. Energiayhtiöt toteuttavat toimenpiteen yhteistyössä vesihuoltolaitosten kanssa.

*Kasvihuonekaasupäästöt:* Kasvihuonekaasupäästöt vähenevät, jos talteen otettu lämpö vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä lämmöntuotannossa. Huomioitavaa on, että kaukolämmön tuotanto lisää energiayhtiöiden sähkönkulutusta. Toimenpidettä ei huomioitu tiekartan päästölaskennassa.

*Kustannukset (2a):* Investointikustannukset ovat kalliita, mutta vesihuoltolaitos saa omaan käyttöön edullista kaukolämpöä, jolloin käyttökustannukset laskevat. Tapauskohtaisesti investointikustannuksista vastaa energiayhtiö kokonaan tai ne jaetaan energiayhtiön ja vesihuoltolaitoksen välillä.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Jäteveden hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa tarjoaa merkittävän potentiaalin energiantuotantoon ja edistää myös yhdyskuntajätevesidirektiivin energianeutraaliusvaatimuksen täyttymistä (ks. liite 2). Toimenpide vaatii kuitenkin jätevedenpuhdistamon läheisyydessä toimivan kaukolämpöverkon tai muun hyödyntäjän lämmölle. Jos vesihuoltolaitoksen sijainti on sellainen, että ulkopuolisia lämmön hyödyntäjiä ei ole, kannattaa kuitenkin selvittää lämmön hyödyntämisen mahdollisuudet omassa käytössä ja suhteuttaa mahdollinen investointi omaan käyttöön sopivaksi (ks. toimenpide C2.1).

*Esimerkkejä:*

- Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n lämpöpumppulaitos tuottaa kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä Kakolanmäen puhdistamon (Turun seudun puhdistamo Oy) lähtevän jäteveden hukkalämmöstä. Tuotettu lämpö ohjataan alueelliseen kaukolämpöverkkoon. Kaukojäähdytykselle on oma verkkonsa ja sitä hyödynnetään alueellisesti etenkin toimisto- ja liikerakennuksissa, sairaaloissa ja konesaleissa. Kaukolämpöä tuotetaan yhteensä noin 200 GWh, joka vastaa noin 10% Turun alueen kaukolämmöstä. Kaukojäähdytystä tuotetaan yhteensä noin 25 GWh, joka vastaa noin 90% Turun alueen kaukojäähdytystarpeesta.
- Helenin, Fortumin ja HSY:n yhteistyöllä tuotetaan puhdistetusta jätevedestä kaukolämpöä PK-seudulle noin 674 GWh/a. Tämä on yli 10 kertainen määrä vesihuollon kohteissa tarvittavasta lämmöstä.

### **C2.3 Fossiilisten energialähteiden korvaaminen uusiutuvilla**

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Vesihuoltolaitoksilla käytettävien fossiilisten polttoainoiden (kevyt polttoöljy, maakaasu) käyttö lämmityksessä korvataan uusiutuvilla energialähteillä, kuten biokaasun tuotannossa syntyvällä lämpöenergialla, hukkalämmöstä talteen otetulla lämmöllä (ks. toimenpide C2.1) tai maalämmöllä.

*Kasvihuonekaasupäästöt (1):* Fossiilisista polttoaineista luopuminen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (2a):* Investointi uusiutuviin lämmitystekniikoihin maksaa, mutta ne ovat edullisia käyttää.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Fossiilisiin energialähteisiin perustuvien vanhojen lämmitysjärjestelmien uusiminen mahdollistaa vesihuoltolaitoksen oman energiantuotannon kehittämisen.

*Esimerkkejä:*

- Mussalon (Kymen Vesi Oy) puhdistamolla on otettu käyttöön lämmöntalteenotto jätevedestä. Tuotetulla lämmöllä hoidetaan kiinteistöjen lämmitys ja on pystytty luopumaan maakaasun käytöstä. Jätevedestä talteen otettu lämpö on noin 90% puhdistamon kokonaislämmönkulutuksesta.
- Rovaniemen Alakorkalon jätevedenpuhdistamon (Neve Oy) öljykattilat on vaihdettu ensin pellettiin ja myöhemmin kaukolämpöön, jota tuotetaan myös jätevedenpuhdistamon yhteydessä olevalla lietteenpolttolaitoksella ja jatkossa lisäksi jäteveden hukkalämmöstä. Kaukolämpöä tullaan tuottamaan moninkertaisesti yli puhdistamon kokonaislämmönkulutuksen.
- Someron jätevedenpuhdistamolla (Someron Vesihuolto Oy) öljy tullaan korvaamaan jätevedestä talteen otetulla lämmöllä sekä sähkökattilalla. Jätevedestä talteen otettu lämpö on noin 95% puhdistamon kokonaislämmönkulutuksesta. Laitoksen lämmitysenergiankulutuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt laskevat saneerauksen jälkeen arvioituna noin 48 tCO<sub>2</sub>/v.

## 2.6 Materiaalit (D)

### 2.6.1 Yhteenveto

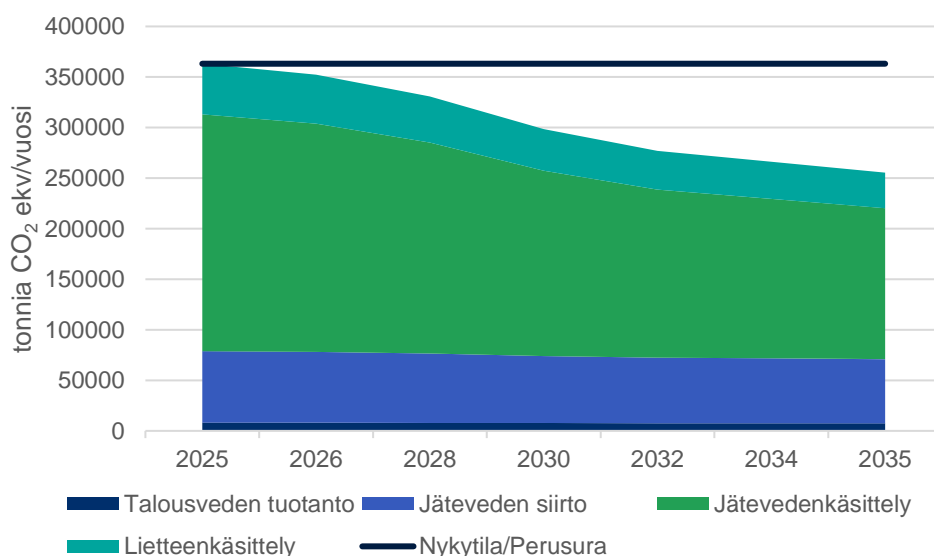
**Päätavoite:** Hiili-intensiivisten materiaalien käytön vähentäminen.



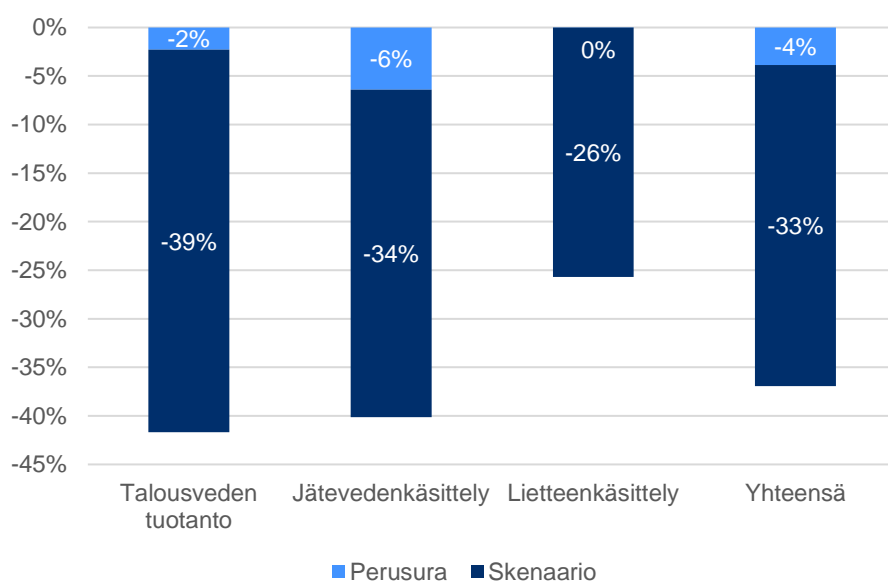
**Keskeiset toimenpiteet:** Hiili-intensiivisten materiaalien korvaaminen vähäpäästöisemmällä (D1), kemikaalien käytön päästöjen vähentäminen (D2)

Materiaaleja koskeviin päästövähennystoimenpiteisiin lukeutuvat erilaisten hiili-intensiivisten materiaalien ja kemikaalien käyttöön liittyvien päästöjen vähentäminen. Hiili-intensiivisiä ovat materiaalit, joiden tuotanto ja käyttö aiheuttaa huomattavasti kasvihuonekaasupäästöjä. Niiden korvaamiseen vähäpäästöisemmällä ratkaisulla tulee pyrkiä määrätietoisesti. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi talousveden tuotannossa ja jätevedenkäsittelyssä käytetty fossiilista hiiltä sisältävä aktiivihili sekä lietteen kompostoinnissa käytetty turve. Talousveden tuotannossa, jätevedenkäsittelyssä sekä lietteenkäsittelyssä käytetään useita eri kemikaaleja. Kemikaalien käytön päästöjä voidaan vähentää niiden käyttöä optimoimalla ja korvaamalla joko materiaali tai menetelmä vähäpäästöisemmällä vaihtoehdolla. Arvio toimenpiteiden vaikutuksista päästöjen vähenemiseen on esitetty kuvioissa 14 ja 15.

**Kuvio 14.** Päästövähennystoimenpiteiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin materiaalien käytössä vesihuollon osa-alueittain vuoteen 2035 mennessä.



**Kuvio 15.** Vesihuollon materiaalien kulutukseen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen perusurassa ja skenaariossa suhteessa nykytilaan vuonna 2035. Laskelmassa huomioidaan kaikki päästövähennystoimenpiteet.



## 2.6.2 Toimenpide D1: Hiili-intensiivisten materiaalien korvaaminen

**Päästövähennystavoite:** Turpeen käyttö kompostoinnin tukiaineena vähenee, aktiivihillen käyttöä korvataan uusiutuvista raaka-aineista valmistetulla aktiivihilellä.

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus:** 2 keskisuuri vaikutus (1-5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Kustannukset:** 1-3 laitoksille aiheutuvat kustannukset vaihtelevat toimenpidekohtaisesti

1 Toimenpiteeseen liittyy vain pieniä investointeja ja/tai vähäistä käyttökustannusten nousua

2a Investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienenemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

2b Investointikustannus kohtuullinen mutta kasvattaa käyttökustannuksia

3 Toimenpiteeseen liittyy suuria investointeja ja/tai merkittävää käyttökustannusten nousua

### **D1.1 Turpeen korvaaminen kompostoinnin tukiaineena vähäpäästöisemmillä vaihtoehdoilla**

*Vastuutaho:* lietteenkäsittelijät

*Toimenpiteen kuvaus:* Kompostoinnissa käytettävä turve korvataan vähäpäästöisemmällä tukiainemateriaalilla. Edistetään tutkimus- ja kehitystyötä korvaavien materiaalien käyttöön ottamiseksi.

*Kasvihuonekaasupäästöt (2):* Kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää korvaamalla turpeen käyttöä tukiaineena vähäpäästöisemmillä vaihtoehdoilla sekä vähentämällä kompostoinnin tarvetta. Tulee ottaa huomioon, että myös korvaavan materiaalin tuottamisesta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (1):* Korvaavan materiaalin kustannus voi tulla turvetta kalliimmaksi, myös kuljetuskustannukset saattavat nousta. Paikallisten raaka-ainesten hyödyntäminen on tärkeää kuljetuskustannusten minimoimiseksi.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Turpeen korvaaminen edellyttää useiden eri materiaalien hyödyntämistä ja paikallisia ratkaisuja. Korvaavien materiaalien käyttö voi edistää kiertotaloutta ja luoda uusia työpaikkoja. Korvaavien materiaalien tutkimus- ja kehittämistyö edellyttää panostuksia. Puhdistamolieteperäisen kompostin jatkokäyttömahdollisuuksien rajoitteet tulee huomioida uusien tukimateriaalien valinnassa.

*Esimerkkejä:* Turvetta korvaavina materiaaleina voidaan hyödyntää erilaisia alihyödynnettyjä sivuvirtoja ja esimerkiksi vanhoilla turvepelloilla kosteikkoviljeltyä ruokohelpeä tai järviruokoa. Turpeen käyttöä voidaan myös vähentää vähentämällä kompostoinnin tarvetta silloin, kun se on mahdollista.

## D1.2 Aktiivihiihen käytön vähentäminen

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset, tutkimuslaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Aktiivihiihen käyttöä vähennetään seuraavin toimenpitein: i) aktiivihiihiisuodatus korvataan toisella prosessilla, jätevedenkäsittelyssä esimerkiksi otsonointi (Rajala ym. 2023) on mahdollinen vaihtoehto sekä käänteisosmoosi, kalvobioreaktori (MBR) tai sähkökemiallinen hapetusprosessi, joita on tutkittu vasta laboratorio- ja pilot-mittakaavassa (Arola 2020); ii) aktiivihiihi korvataan muilla materiaaleilla, esimerkiksi puupohjaisilla tuotteilla; iii) aktiivihiihen käyttöä optimoidaan ja aktiivihiihen kokonaiskulutusta pienennetään esimerkiksi lisäämällä aktiivihiihen reaktiivointikertoja tai pidentämällä reaktiivointiväliä, jolloin uuden aktiivihiihen tarve vähenee tai optimoimalla prosessia niin, että orgaanista ainesta ja kiintoainetta pääsee aktiivihiihiisuodatukseen mahdollisimman vähän, jolloin aktiivihiihi pysyy pidempään toimintakykyisenä.

*Kasvihuonekaasupäästöt (1):* Erityisesti fossiilisesta hiilestä valmistetun aktiivihiihen käytön korvaaminen vähäpäästöisemmällä ratkaisulla vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Aktiivihiihen valmistuksessa muodostuu kuitenkin kasvihuonekaasupäästöjä hiilen lähteestä riippumatta. Kasvihuonekaasupäästöjen kannalta on tärkeää selvittää vaihtoehtoiset prosessit aktiivihiihen käytön vähentämiseksi.

*Kustannukset (1-3):* Prosessin optimointi aktiivihiihiisuodatuksen kuormituksen vähentämiseksi voi olla tehtävissä kohtuullisin kustannuksin, esimerkiksi tehostamalla aikaisempaa hiekkasuodatusvaihetta huuhteluita optimoimalla. Kivihiilipohjaisen aktiivihiihen reaktiivointi ei välttämättä säästä merkittävästi kustannuksia uuden hiilen ostamiseen verrattuna. Uusien tekniikoiden kuten nanosuodatuksen käyttöönotto on merkittävä investointi ja edellyttää tutkimusta.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Aktiivihiihen korvaaminen nanosuodatuksella tai käänteisosmoosilla lisää energiankulutusta, mutta vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Kivihiilipohjaisen hiilen reaktiivoinnin päästöt ovat pienemmät verrattuna uuden hiilen hankintaan. Korvaavien materiaalien kannalta on olennaista kiinnittää huomiota aktiivihiihen laatuun ja käyttökohteeseen. Aktiivihiihen

korvaaminen esimerkiksi sahateollisuuden sivutuotteena syntyvällä puupohjaisella raaka-aineella on potentiaalinen vaihtoehto, mutta aiheesta tarvitaan lisää tutkimustietoa. Olennaista on huomioida materiaalien kokonaiskestävyys sekä käyttömäärät suhteessa nykyisiin käytössä olevaan aktiivihiiileen. Aktiivihiielen käytön optimoinnissa tulee huomioida, että kaikki hiililaadut eivät kestä reaktiivointia ja suodattimien vesihuuhtelua yhtä hyvin ja lisäksi osa hiilistä sitoo orgaanista ainesta paremmin kuin toiset. Riskinä on myös, että reaktivoitujen hiilen puhdistustulos ei ole yhtä hyvä kuin uuden hiilen.

*Esimerkkejä:*

- Tampereen Ruskon pintavesilaitoksella on tutkittu erilaisten aktiivihiihilaatujen kykyä sitoa itseensä orgaanista ainesta. Tehtyjen kokeiden perusteella parempi aktiivihiihi poisti noin vuoden aikana noin 38% enemmän orgaanista ainesta kuin tehottomampi verrokki. (Koppanen 2018.)
- HSY:llä kivihiilipohjaista aktiivihiihiltä reaktivoidaan kustannustehokkaasti ilmastovaikutusten pienentämiseksi. Laitoksella on lisäksi tutkittu kivihiilen korvaamista biopohjaisella aktiivihiihilellä lupaavin tuloksin. (Koukkunen 2022). Muita käsittelyvaiheita parantamalla ja tehostamalla on pienennetty aktiivihiihili-suodattimille saapuvien epäpuhtauksien määrää, joka mahdollistavat aktiivihiielen adsorptiokyvyn optimoinnin.

### 2.6.3 Toimenpide D2: Kemikaalien käytön päästöjen vähentäminen

**Päästövähennystavoite:** Kemikaalien käytöstä aiheutuvat päästöt vähenevät 30%.

**Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus:** 3 suuri vaikutus (> 5% Suomen vesihuollon päästöistä)

**Kustannukset:** 2-3 laitoksille aiheutuvat kustannukset vaihtelevat toimenpidekohtaisesti

2a Investointikustannus voi olla korkea, mutta investoinnissa mahdollisuus käyttökustannusten pienenemiseen tai positiivisiin kustannusvaikutuksiin

2b Investointikustannus kohtuullinen mutta kasvattaa käyttökustannuksia

3 Toimenpiteeseen liittyy suuria investointeja ja/tai merkittävää käyttökustannusten nousua

## D2.1 Kemikaalien käytön optimointi

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset, laitevalmistajat

*Toimenpiteen kuvaus:* Vähennetään kemikaalien käyttöä automaation ja optimoinnin avulla, jolloin kemikaaleja ei käytetä ylimäärin todelliseen tarpeeseen nähden.

*Kasvihuonekaasupäästöt (3):* Kemikaalien käytön vähentäminen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.

*Kustannukset (2a):* Automaatio ja optimointi tuovat kustannuksia. Toteuttaminen on kannattavaa suurilla ja keskisuurilla laitoksilla. Kemikaalien käytön vähentyminen näkyy kustannussäästöinä.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Automaatio ja lisäinstrumentaatio vaativat huoltoa ja osaamista. Erityisesti talousveden tuotannossa säädöt tulee tehdä huolellisesti, jotta käsittelytulos ei heikkene.

*Esimerkkejä:* Tampereen Veden Raholan jätevedenpuhdistamolla on optimoitu saostuskemikaalin käyttöä (PIX) lähtevän jäteveden fosforipitoisuuden perusteella ja säästetty noin 30% kemikaalin kokonaiskulutuksesta.

## D2.2 Kemikaalien korvaaminen vähäpäästöisemmällä vaihtoehdoilla

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset, kemikaalivalmistajat

*Toimenpiteen kuvaus:* Kemikaalien vähäpäästöisyyttä tulee edellyttää hankintakriteereissä. Kemikaaleja korvataan esimerkiksi seuraavilla vähäpäästöisemmällä vaihtoehdoilla: kalkkikivialkalointi, kiertotalouskalsiitti, rautapohjaiset saostuskemikaalit, jättepohjaiset hiilenlähteet. Kemikaaleja tuotetaan usein

muun teollisuuden sivuvirtoina. Tällaisten kemikaalien käyttö edistää vähähiilisyiden lisäksi kiertotaloutta. Jätevedenkäsittelyn kemikaaleilla on alhaisemmat puhtausvaatimukset kuin talousveden tuotannossa, mikä mahdollistaa esimerkiksi kiertotalouskalsiitin käytön alkaloinnissa.

*Kasvihuonekaasupäästöt (3):* Kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää valitsemalla vähäpäästöisempiä kemikaaleja.

*Kustannukset (2-3):* Vaihto vähähiilisempään kemikaaliin aiheuttaa usein prosessimuutoksia ja investointikustannuksia. Käyttökustannukset voivat laskea tai nousta riippuen kemikaalista.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Tietotaso kemikaalien valmistuksen päästöistä on puutteellista. Kemikaalien korvaavia lähteitä etsittäessä on otettava huomioon kemikaalien saatavuus ja muut huoltovarmuustekijät. Kemikaalin vaihto edellyttää prosessimuutoksia, ja kemikaalin vaihto voi vaikuttaa puhdistustehokkuuteen. Kemikaalin vaihtoa voidaan perustella vähähiilisyiden lisäksi huoltovarmuuden parantumisella ja työturvallisuudella.

*Esimerkkejä:*

- Jyväskylän Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla (JS-Puhdistamo Oy) vaihdettiin alkalointiin käytetty sooda kiertotalouskalsiittiin, joka on lähellä toimivan metsäteollisuuden sivutuote. Puhdistamon huolto- ja toimintavarmuus parani ja hiilijalanjälki pieneni merkittävästi, jonka lisäksi investointi on taloudellisesti erittäin kannattava. (Jyväskylän elinkeinopalvelut 2023, Pyykkönen 2023).
- Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla (Turun seudun puhdistamo Oy) käytetään kalkkipohjaista alkalointikemikaalia typenpoistoprosessin tasapainottamiseksi. Hiilijalanjäljen seurannassa havaittiin alkalointikemikaalin olevan merkittävä päästölähde. Koeajojen perusteella kalsiumkarbonaatti koettiin toimivaksi ja sillä korvattiin aikaisemmin käytössä ollut sammutettu kalkki. Kalsiumkarbonaatilla on merkittävästi pienempi päästökerroin ja lisäksi se on edullisempaa.
- Vanhankaupungin vedenpuhdistuslaitoksella (HSY) alkalointi toteutetaan kahdessa vaiheessa. Kemiallisen saostuksen jälkeen tapahtuva

alkalointi on vaihdettu sammutetulla kalkilla tapahtuvasta alkaloinnista kalkkikivi-hiekkasuodatukseen, missä suodattimien tilavuudesta n. 30% on kalkkikiveä. Kalkkikivellä on huomattavasti pienempi päästökerroin kuin sammutetulla kalkilla. Vedenpuhdistusprosessin viimeisiin vaiheisiin kuuluu pH:n säätö ja alkalointi, missä käytetään edelleen sammutettua kalkkia. Pitkäkosken vedenpuhdistuslaitoksella vastaava muutos valmistuu vuonna 2028.

### **D2.3 Prosessimuutokset ja uusien tekniikoiden käyttöönotto**

*Vastuutaho:* vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Vähennetään kemikaalien kulutusta ottamalla käyttöön uusia käsittelytekniikoita, esimerkiksi raudan ja mangaanin poisto maaperähapetuksella tai biologisella suodatuksella, kalvotekniikoiden käyttö talousveden valmistuksessa ja biologinen fosforinpoisto jätevedenkäsittelyssä.

*Kasvihuonekaasupäästöt (1):* Kemikaalien käyttö ja niistä aiheutuvat päästöt vähenevät. Vaikka energiankulutus voi toimenpiteen seurauksena kasvaa, energiantuotannon vähäpäästöistyminen hillitsee päästöjen kasvua.

*Kustannukset (2a):* Prosessi-investoinnit maksavat, mutta käyttökustannussäästöjä syntyy, kun kemikaalien käyttö vähenee.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Uuden tekniikan käyttöönotto edellyttää prosessimuutoksia, osaamista ja resursseja. Energiankulutus tekniikasta riippuen voi kasvaa. Ilmastovaikutus tulee arvioida huomioiden energiantuotannon vähäpäästöistyminen. Prosessimuutokset ja uusi tekniikka voi mahdollistaa paremman varautumisen häiriötilanteisiin.

*Esimerkkejä:* Huittisten puhdistamolla on käytössä biologinen fosforinpoisto, joka vähentää saostuskemikaalien käyttöä. Biologinen fosforinpoisto mahdollistaa myös struviitin saostamisen (ks. luku 3.3) (Puhakka ym. 2024). Rajoitteena on se, että Suomen kylmä ilmasto ei suosi biologista fosforinpoistoa ympärivuotisesti.



## 2.7 Sidosryhmäyhteistyö (E)

### 2.7.1 Yhteenveto

**Päätavoite:** Vesihuollon vähähiilisyttä tukevan sidosryhmäyhteistyön edistäminen ja tukeminen.

**Keskeiset toimenpiteet:** kuntayhteistyön edistäminen (E1), verkostotoiminnan jatkuvuuden varmistaminen (E2), vesihuoltolaitosten välisen yhteistyön edistäminen (E3)

Sidosryhmäyhteistyö on keskeinen tekijä vesihuollon vähähiilisyden edistämisessä. Yhteistyö vesihuoltolaitosten välillä ja toisaalta yhteistyö vesihuoltolaitosten ja muiden toimijoiden välillä voi edistää vähähiilisyttä monin tavoin: vertaistuki, oppiminen, benchmarkkaus, ohjaus ja positiivisen paineen lisääminen. Sidosryhmäyhteistyöhön liittyvät toimenpiteet ovat tukitoimia, jotka eivät suoraan vähennä päästöjä. Sidosryhmäyhteistyön kustannuksia tai vaikutuksia päästöihin ei tässä tiekarttatyössä arvioitu.

### 2.7.2 Toimenpide E1: Kuntayhteistyön edistäminen

*Vastuutaho:* kunnat, vesihuoltolaitokset, Syke, Kuntaliitto

*Toimenpiteen kuvaus:* Sisällytetään vesihuolto osaksi kuntien vähähiilisyystyötä. Huomioidaan kuntien hiilineutraalisuustavoitteet vesihuoltolaitosten omistajaohjauksessa ja vesihuolto osana kuntien vähähiilisyden edistämistä.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Ylätason strategiset päätökset ovat merkittäviä vähähiilisyden edistämässä vähien resurssien jakautuessa erilaisiin vesihuollon kehittämiskohteisiin. Vähähiilisyttä edistävät kuntaverkostot (Hinku ja Fisu) tarjoavat mahdollisuuden tuoda vesihuoltoa paremmin esiin ja osaksi kuntien hiilineutraalisuustyötä.

*Esimerkki:* Hiilineutraali Tampere 2030 – tiekartta sisältää vesihuoltoon liittyviä toimenpiteitä, kuten jätevesipumppaamoiden toiminnan optimointi, verkostosaaneerukset, uusiutuvan energian tuotanto Tampereen Seudun Keskuspuhdistamolla sekä hiilijalanjäljen huomioiminen Tampereen Veden kemikaalihankinnoissa (Tampereen kaupunki 2024).

### 2.7.3 Toimenpide E2: Verkostotoiminnan jatkuvuuden varmistaminen

*Vastuutaho:* Vesilaitosyhdistys, Syke, vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Varmistetaan että vesihuollon vähähiilisyttä edistävä verkostotoiminta jatkuu tulevaisuudessa osana olemassa olevia tai uusia verkostoja.

*Riskit ja mahdollisuudet:* Vesihuollon vähähiilisyttä edistävä verkosto (Vesihukiverkosto) on toiminut osana Syken vetämiä hankkeita. Se mahdollistaa verkostoyhteistyön vesihuoltolaitosten ja muiden toimijoiden välillä, mutta hankesidonnaisuus ei turvaa jatkuvuutta.

### 2.7.4 Toimenpide E3: Vesihuoltolaitosten välisen yhteistyön edistäminen

*Vastuutaho:* Vesilaitosyhdistys, Syke, vesihuoltolaitokset

*Toimenpiteen kuvaus:* Tarjotaan vesihuoltolaitoksille erilaisia tilaisuuksia ja alustoja laitosten väliseen vertaistuki- ja sparraustoimintaan. (ks. myös toimenpide A4.2).

*Riskit ja mahdollisuudet:* Vertaistukea laitosten välille kaivataan paljon. Esimerkiksi erilaisia käytännön esimerkkejä siitä miten missäkin on toimittu, mikä on koettu hyväksi jne. Sparraustoiminnan edistäminen vaatii tahon, joka organisoii ja koordinoi sitä.

## 3 Muita päästöihin vaikuttavia toimenpiteitä

Tässä luvussa esitellään joukko muita toimenpiteitä, jotka tiekartan pääasiallisten päästövähennystoimenpiteiden lisäksi tukevat vesihuollon vähähiilisyttä. Näitä toimenpiteitä ei ole sisällytetty tiekartan päästölaskentaan.

### 3.1 Rakentamisen ja saneerauksen vähähiilisyys

#### 3.1.1 Tausta

Vesihuollon puitteissa rakennetaan ja saneerataan vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoa, joiden pituudet ovat noin 114 000 km ja 60 000 km (Lapinlampi 2021). Verkosto-omaisuus on keskittynyt pienille ja keskikokoisille laitoksille, toisin sanoen, harvaan asutuilla alueilla verkostokilometrien määrä on suuri suhteessa asiakkaiden, toimitetun talousveden ja käsitellyn jäteveden määrään. Vesijohtojen ja jätevesiviemäreiden lisäksi rakennetaan ja saneerataan hulevesirakenteita ja -verkostoa.

Vesihuollon rakentamisen kasvihuonekaasupäästöjä ei ole kattavasti arvioitu. Jätevesiviemäri- ja vesijohtoverkoston saneerauksen ja uudisrakentamisen päästöjen arvioitiin kattavan noin 15% kokonaispäästöistä, mutta lähtödatan puutteellisuuden vuoksi tuloksen voidaan katsoa olevan hyvin suuntaa antava (Lehtoranta ym. 2023). Vesihuoltoinfran päästöt liittyvät eri sektoreista myös rakennusteollisuuden tiekarttaan (Laine ym. 2024, ks. liite 3), jossa oletetaan vesihuoltoverkon rakentamisen määrän kasvavan samassa suhteessa rakennusten määrän kanssa. Vaikka infran osalta vesihuollon ja rakennusteollisuuden tiekarttoissa onkin päällekkäisyyttä, voidaan toimenpiteitä tarkentaa vesihuoltosektorille tässä tiekartassa.

Rakentamisen ja saneerauksen päästöt koostuvat materiaalien tuotannon, työmaatoimintojen, logistiikan ja jätteenkäsittelyn päästöistä. Toisaalta vesihuoltoverkostojen saneeraus vähentää vuotovesien määrää. Tämä vaikuttaa verkostoissa energiankulutukseen laskevasti, kun pumppaustarve vähenee. Vuotovesien väheneminen laskee myös talousveden tuotannon kasvihuonekaasupäästöjä, esimerkiksi kemikaalinkulutuksen vähentyessä, kun tuotettavan talousveden kokonaismäärä on vähäisempi. Jätevedenpuhdistamon kasvihuonekaasupäästöihin pienempi vuotovesien määrä voi myös vaikuttaa pienenevän tulokuorman ja mahdollisesti vähenevien prosessihäiriöiden kautta.

Tämän hetken tietopohjalla vesihuollon rakentamisen ja saneerauksen päästöjä ei pystytty lisäämään luotettavasti vähähiilisyyskenaarion laskentaan. Päästöjen vähentämiseen tähtäviä esimerkkitoimenpiteitä on kuitenkin koostettu alle olemassa olevien lähteiden ja tietojen perusteella.

### 3.1.2 Materiaalivalinnat sekä niiden käytön tehostaminen

Rakenteiden elinkaaren pidentäminen vähentää uusien materiaalien tarvetta ja siten niiden valmistuksesta ja rakentamisesta aiheutuvia päästöjä. Rakentamista suunniteltaessa päästöihin voidaan vaikuttaa vertailemalla materiaalien ja toimittajien päästötietoja ja hyödyntämällä tuloksia valintoja tehdessä. Vertailussa käytetään mahdollisimman luotettavia, viimeisimmän tiedon mukaisia päästötietoja ja huomioidaan elinkaarinäkökulma, eli materiaalin valmistuksen lisäksi käyttöikä sekä uudelleenkäytön ja kierrätyksen mahdollisuudet.

Verkostomateriaalien ja muiden rakennusosien valinnan tueksi on olemassa myös esimerkkilaskelmia ja suosituksia (Haapakoski 2022; Palonperä 2022; Nevalainen 2023; Laine ym. 2024). Haapakosken (2022) työssä vertailtiin vesijohto- ja vimäriverkostomateriaaleja kahden kokoluokan putkille ja todettiin vesijohdoille koossa 150/160 vähäpäästöisimmäksi materiaaliksi PP ja koossa 400 PVC. Viettoviemärille koossa 300/315 vähäpäästöisin vaihtoehto oli PVC ja koolle 1000 betoni. Nevalaisen (2023) työssä vertailtiin päästöjä 110, 315 ja 400 -kokoisille hulevesiputkille ja todettiin PVC vähäpäästöisemmäksi vaihtoehdoksi kuin PP-muovi. Betoniputket todettiin tutkituille hulevesiviemärien kokoluokille päästöiltään suuremmiksi kuin muoviputken päästöt ja niiden kesken paremmuusjärjestys oli raudoituksen lisääntymisen vuoksi B, Br ja Dr. B-

termillä tarkoitetaan raudoittamatonta betonia, kun taas Br ja Dr ovat raudoitettujen betoniputkien kestävyysluokkia. Tulevaisuudessa vähähiilisen betonin ja teräksen käytöllä voi olla suuri päästövähennyspotentiaali.

Päästöihin voidaan vaikuttaa tehokkaasti purettujen osien ja materiaalien uudelleenkäytöllä ja kierrätysmateriaalien käytöllä neitseellisten materiaalien sijasta soveltuvin osin. Erityisesti verkostojen ympärillä tehtävän maarakentamisen osalta kiertotalousmateriaaleja, kuten kierrätysmurskeita ja -massoja voidaan käyttää monissa kohteissa ja näin vähentää kohteen päästöjä. Käytettävät kierrätysmurskeet ja -massat voivat olla myös esimerkiksi teollisuuden sivuvirtoja, rakennus- ja purkutyömaiden mineraalisia jätteitä, rakennustyömaiden maa-ainesjätteitä tai rakennustyömaiden seostettuja maa-ainesjätteitä. Kohteesta saatujen massojen uudelleenkäyttö samoissa tai lähikohteissa kannattaa suunnitella etukäteen, jolloin myös välivarastointi voidaan suunnitella lähistölle ja vähentää logistiikan aiheuttamia päästöjä. Kaikkiin kohteisiin ja rakennusosiin kaikki kierrätysmateriaalit eivät kuitenkaan sovellu tai niiden käyttö on mahdollista vain tietyin edellytyksin. Vesihuoltoverkostojen rakentamisessa käytettäessä ne eivät saisi muun muassa vaikuttaa negatiivisesti rakenteen elinkaareen, talousveden laatuun tai verkostojen aukikaivettavuuteen. Lisäksi infraRYL-ohjeen laatuvaatimusten mukaan uusiomateriaaleja ei ole sallittua käyttää tietyissä rakenneosissa. Soveltumattomien materiaalien tai rakenteiden tilanteissa riskeinä voivat olla esimerkiksi uusiomateriaalista liuenneen aineen pääsy vesijohtoverkoston tai viemäriin kuormittamaan puhdistamo. Uusiomateriaalien käytön mahdollisuuksia, riskejä ja ohjeita kuvataan materiaaleittain ja rakenteittain UUMA4-ohjelman oppaassa (2023).

### 3.1.3 Rakentamistapa

Käytettyjen materiaalien lisäksi myös valittu rakentamis- tai saneeraustapa vaikuttaa rakentamisessa aiheutettuihin päästöihin. Näitä käsitellään esimerkiksi Haapakosken (2022) työssä sekä sekä Rakennusteollisuuden tiekartassa (Laine ym. 2024). Saneerausmenetelmistä sukkasujutus todettiin aukikaivuuta ja pitkäsujutusta vähäpäästöisemmäksi vaihtoehdoiksi Haapakosken työn skenaarioissa.

Aukikaivuuta käytettäessä pienempi kaivuusyvyys mahdollistaa yleensä pienemmät päästöt tarvittavan kaivuutyön ja massojen vähentyessä. Myös kaivannon tuentatapojen vertailu kannattaa, sillä niiden valinnalla voi vaikuttaa merkittävästi lopulliseen päästöön. Esimerkiksi teräsponnttien käytöllä on päästöjä lisäävä vaikutus perinteisen teräksen ollessa materiaalina päästöintensiivinen.

Myös työmaiden aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää erilaisin toimin. Työmaiden päästölähteitä ovat esimerkiksi rakennusten lämmitys, betonin kuivatus, työkoneet sekä kuljetukset. Päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden käytöstä luopumalla. Lämmityksessä fossiilisten polttoaineiden tuottama lämpö voidaan vaihtaa esimerkiksi kaukolämpöön tai uusiutuvista polttoaineista tuotettuun sähkölämmitykseen. Myös työmaakoneiden ja kuljetusten osalta päästöjä voidaan vähentää vaihtamalla muuta kuin fossiilista käyttövoimaa käyttäviin vaihtoehtoihin, kun niitä on saatavilla. Vaihtoehtoisia käyttövoimia ovat sähkö, biopolttoaineet ja vety. Sähköä käytettäessä sen hankinnassa on huomioitava sen tuotantotavan päästö. Myös ajoneuvojen päästöluokan huomiointi pienentää niiden päästöjä. Työmaiden päästöjen vähentämisen keinoja on listattu päästöttömien työmaiden green deal -sopimuksessa (Sitoumus 2050 N/A). Sitoumuksen tavoitteena on fossiilisista polttoaineista luopuminen sopimuksen allekirjoittaneiden organisaatioiden työmailla vuoden 2025 loppuun mennessä. Lisäksi sopimuksen mukaan vuoteen 2030 mennessä työmaiden koneista ja kuljetuksista vähintään puolet toimii sähköllä, biokaasulla tai vedyllä.

Vesihuoltoinfran rakentamistöiden sopivalla ajoittamisella voidaan vaikuttaa päästöihin. Rakentamistöiden yhteensovittaminen kohteen muun uusittavan ja rakennettavan infran kanssa vähentää ylimääräistä kaivuuta ja materiaalien kulutusta, kun maatyötä ei tarvitse tehdä monelle tarpeelle uudelleen.

### 3.1.4 Hulevesien hallinnan rakenteet

Yllä kuvatuilla rakentamisen ja saneerauksen toimenpiteillä voidaan vaikuttaa niin talousvesi-, jätevesi kuin hulevesiverkoston päästöihin. Hulevesien hallinnassa kuitenkin käytetyt rakenteet sekä päästöjen vähentämisen ratkaisut ovat moninaisempia. Päästöjen minimoimisen ja hyvän hulevesien hallinnan

kannalta hulevesien hallinnan tarpeet on tärkeää huomioida jo kaavoitusvaiheessa.

Hulevesien imeyttäminen ja kasvillisuuden avulla haihuttaminen vähentää syntyvän ja johdettavan huleveden määrää. Pienempi johdettava määrä vähentää myös rakennettavan verkoston kapasiteettitarvetta ja siten myös sen rakentamisesta aiheutuvia päästöjä. Yksinkertaisimmillaan imeyttäminen voi tarkoittaa kasvillisuuden säilyttämistä ja rakennettujen ja läpäisemättömien pintojen minimoimista. Tämä voidaan huomioida jo maankäytön suunnittelussa. Imeyttäminen voi tapahtua myös varsinaisten imeytysrakenteiden avulla (Kuntaliitto, 2012), joiden rakentaminen toki itsessään lisää päästöjä.

Myös hulevesien viivyttäminen vähentää vastaanottavan verkoston kapasiteettitarvetta ja siten sen rakentamisen päästöjä. Viivytyks voidaan järjestää erilaisten rakenteiden, kuten kosteikkojen, lammikoiden, painanteiden, rakennettujen altaiden, kaivantojen (Kuntaliitto, 2012) tai pienempien rakenteiden kuten hulevesikasettien, -tunnelien tai ylisuurten putkien avulla. Hulevesien viivytyksratkaisuista viivytyksallasta, hulevesitunnelia ja hulevesikasettia vertailtaessa viivytyksallas on hulevesitunnelia 85% ja -kasettia 75% vähäpäästöisempi viivyttämisen vaihtoehto. Järjestys tarkasteltujen rakenteiden välillä pätee laskelemien perusteella viivytyksilavuuksille 100 m<sup>3</sup>-500 m<sup>3</sup>. Vertailussa huomioitiin rakentamisen päästöt. (Nevalainen, 2023.) On kuitenkin hyvä huomioida, että käytönaikaisia päästöjä voi syntyä hulevesien viivytyksrakenteissa, joissa pysyvä vesipinta aiheuttaa päästöjä orgaanisen aineen hajotessa altaan pohjalla.

Vertailtaessa hulevesien johtamisvaihtoehtojen päästöjä, avouoman rakentamisen päästöt ovat vain noin prosentin luokkaa hulevesiviemärien rakentamisen aiheuttamista kokonaispäästöistä (Nevalainen, 2023). Siten avouomien valitseminen johtamisrakenteeksi vähentää merkittävästi rakentamisen aiheuttamia päästöjä putkirakenteisiin verrattuna. Hulevesiviemäröinnin eriyttäminen aiheuttaa rakentamisesta koituvia päästöjä, mutta samalla pienentää jätevedenpuhdistusprosessiin kohdistuvaa kuormitusta ja vähentää näin lähtökohtaisesti prosessipäästöjä. Nevalainen (2023) korostaa luonnonmukaisten ratkaisujen ja materiaalien suosimista hulevesien viivyttämis- ja johtamisratkaisujen valinnassa päästöjä vähentävänä toimenpiteenä. Luonnonmukaisten rakenteiden kasvillisuus osaltaan myös sitoo hiiltä.

### 3.1.5 Tapauskohtaiset tarkastelut pohjana uuteen tietoon

Vaikka rakentamisen ja saneerauksen päästövähennystoimenpiteille on olemassa suuntaa-antavia ohjeita, niiden vaikutus on hyvä arvioida tapauskohtaisesti osana rakennus- ja saneerauskohteen suunnitteluprosessia mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Päästönäkökulman huomiointi on hyvä sisällyttää jo suunnitelman tarjouspyyntöön sekä laatuäkökulmana muihinkin hankintoihin.

Vesihuollon rakentamisen ja saneerauksen vähähiilisuuden tavoitteeksi voidaan asettaa tapauskohtainen päästöjen arviointi ja vähentäminen jo tiedossa olevien sekä uusien kehittyvien päästövähennystoimenpiteiden avulla. Näin luodaan myös parempaa tietopohjaa rakentamisen ja saneerauksen kokonaispäästöistä ja niiden vähennyspotentiaalista. Datamäärän lisääntyminen mahdollistaa paremman kokonaiskuvan lisäksi infran lisäämisen laskentaskenarioihin vesihuollon vähähiilisyystiekartan päivytysvaiheessa.

## 3.2 Pintaveden korvaaminen tekopohjaveden tuotannolla

Tekopohjavesi kattaa noin 16% ja pintavesi noin 35% Suomen talousveden tuotantoon käytettävästä raakavedestä (Lapinlampi 2021). Tekopohjavesiproessi poistaa tehokkaasti orgaanista ainesta, mikä vähentää saostuskemikaalien tarvetta verrattuna talousveden tuotantoon suoraan pintavedestä. Näin ollen, myös elinkaariset kasviuonekaasupäästöt tuotettua vesikuutiota kohden ovat pienemmät tekopohjaveden tuotannolla (Lehtoranta ym. 2023). Tampereen Vesi on vertaillut tekopohjavesilaitoksen ja pintavesilaitoksen käytön aikaisia päästöjä. Tekopohjavesilaitoksen hiilijalanjälki on noin 30 g CO<sub>2</sub>e tuotettua talousvesikuutiota kohti, kun esimerkiksi vastaavan pintavesilaitoksen hiilijalanjälki on noin 150 g CO<sub>2</sub>e tuotettua talousvesikuutiota kohti eli noin viisinkertainen tekopohjavesilaitokseen verrattuna. Laskenta ei kuitenkaan sisältänyt tekopohjavesilaitoksen rakentamisen ja vanhan pintavesilaitoksen saneerauksen päästöjä. (AFRY 2020)



Jotta saadaan kattava kuva talousveden eri tuotantovaihtoehtojen päästöistä, tulisi päästöjä vertailtaessa ottaa huomioon tekopohjavesilaitoksen rakentamisesta aiheutuvat päästöt käytön aikaisten päästöjen lisäksi ja verrata niitä esimerkiksi pintavesilaitoksen saneeraamisesta aiheutuviin päästöihin. Lisäksi tekopohjavesihankkeet ovat kohdanneet useita toteutettavuuteen liittyviä haasteita, kuten paikallinen hyväksyttävyyys, pitkät valitusprosessit ja ristiriitaiset näkemykset tekopohjaveden ympäristövaikutuksista (mm. Kurki 2016).

### 3.3 Ravinteiden talteenotto jätevesistä ja lietteestä

Vesihuollon vähähiilisyiden ja kiertotalouden näkökulmasta on olennaista kiinnittää huomiota myös jäteveden ja lietteen sisältämien ravinteiden talteenottoon ja hyödyntämiseen. Ravinteiden talteenottomenetelmien kehityksessä on tapahtunut viime vuosina edistystä ja erilaisia talteenottomenetelmiä on tarkasteltu kattavasti esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen NORMA-hankkeen julkaisussa (Lehtoranta ym. 2021) sekä Ramboll Finland Oy:n (2023) ravinteiden talteenoton menetelmäselvityksessä. Erilaisia lietteen käsittelyn ja hyödyntämisen liiketoimintamalleja on käsitelty LieteKierto-hankkeessa (Kinnarinen 2022) ja keskitetyn lietteenkäsittelyn näkökulmaan ravinteiden kierron tehostamisessa tarkasteltiin Järkki-hankkeessa (Kinnunen ym. 2023).

Esimerkkinä typen talteenotosta ja hyödyntämisestä on typen strippaus mädätyksen rejektivesistä. Toimenpiteessä B1.2 tämä mainitaan yhtenä keinona typpioksiduulipäästöjen pienentämiseen, sillä se pienentää jätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden typpikuormaa ja sitä kautta typpioksiduulipäästöjä. Strippaamalla typpeä nestejakeesta voidaan saada talteen jopa yli 90% nestejakeen sisältämästä liukoisesta tuestä (Ervasti ym. 2018). Lopputuotteena muodostuu joko ammoniumsulfaattia tai ammoniakkivettä, joita voidaan hyödyntää teollisuudessa tai maataloudessa.

Myös Aalto-yliopiston yhteistyökumppaneiden kanssa kehittämä NPHarvest on lupaava ravinteiden talteenottomenelmä. Siinä hyödynnetään hydrofobista puoliläpäisevää kalvoa, jonka avulla ammoniakiksi muutettu ammoniumtyppi

erotetaan strippaamalla ja saostetaan ammoniumsulfaatiksi kierrättämällä rikkihappoa ammoniakiliuoksessa. Fosforia saostetaan prosessissa kalsiumsuolan avulla. (NPHarvest 2023)

Suomessa HSY on kehittänyt fosforin talteenottomenetelmän (RAVITA-menetelmä), jossa fosfori otetaan talteen saostamalla se kemiallisesti jäteveden puhdistusprosessin lopussa alumiinisulfaatin avulla. Fosfori saadaan talteen fosforihapon muodossa, joka voidaan hyödyntää lannoiteteollisuuden raaka-aineena tai muilla teollisuuden aloilla. Prosessi ei heikennä fosforin laatua ja samalla se vähentää muodostuvan lietteen määrää noin 20%. (Rossi ym. 2018)

Biologisen fosforin poiston yhteydessä on mahdollista saostaa fosforia struviitin muodossa. Struviitti on fosforia, typpeä ja magnesiumia sisältävä lannoiteteuote. Huittisten puhdistamo on mukana BioP-Rec hankkeessa, jossa testataan ja kehitetään struviitin saostusta pilot-laitteistolla. (Puhakka ym. 2024)

Mikäli typen ja fosforin talteenotto lietteestä ja jätevedestä lisääntyy, vaikuttaa se jätevedenpuhdistuksen kuluttamien kemikaalien määrään, energiankulutukseen sekä muodostuvan lietteen määrään ja jatkokäyttöön.

### **3.4 Biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen**

Biogeenisen hiilidioksidin talteenottoon ja hyödyntämiseen liittyviin ratkaisuihin tehdään jo investointeja. Myös vesihuoltolaitoksille soveltuvia ratkaisuja tulee kehittää ja selvittää niiden mahdollisuuksia päästöjen vähentämisessä. Vesihuoltolaitoksilla biogeenistä hiilidioksidia muodostuu viemäriverkostoissa, jätevedenkäsittelyssä sekä lietteen käsittelyssä. Hiilidioksidin talteenotto olisi nykytekniikan keinoin mahdollista toteuttaa erityisesti puhdistamolietteen mädätyksen yhteydessä (EBA 2022). Mädätyksessä muodostuu biokaasua, jonka sisällöstä noin puolet on hiilidioksidia ja puolet metaania. Biokaasun puhdistuksessa erotettavan hiilidioksidin talteenoton kustannukset ovat matalat (Kujanpää ym. 2023), mutta talteenotettavat määrät verrattain pieniä.

Talteenotetulle hiilidioksidille uusia käyttökohteita voi olla useita. Hiilidioksidia voidaan hyödyntää esimerkiksi vety- tai ammoniakkiteollisuudessa tai esimerkiksi kasvihuoneissa kasvatusilman rikastuksessa nopeuttamassa kasvien kasvua, jossa se voisi korvata fossiilisperäistä hiilidioksidia. Vetytaloudessa veden ja sähkön avulla tuotettu vety sekä talteenotettu hiilidioksidi voidaan yhdistää synteettiseksi polttoaineiksi, kuten metaaniksi tai metanoliksi. Synteettisiä polttoaineita voidaan hyödyntää henkilöautoissa, raskaassa maa- ja meriliikenteessä tai raaka-aineena kemianteollisuudessa. Hiilidioksidista ja vedystä voidaan valmistaa myös muoveja ja kemikaaleja. Talteenotettua hiilidioksidia voidaan hyödyntää myös betonin valmistuksessa.

Bioperäisen hiilidioksidin hyötykäytöllä voidaan saavuttaa vähennyksiä kasvihuonekaasupäästöissä, mikäli hiilidioksidista valmistettujen tuotteiden elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ovat pienemmät kuin korvattavien tuotteiden elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt. Pitkäikäisten tuotteiden avulla voidaan saavuttaa myös hiilidioksidin poistoa ilmakehästä.

## 4 Tiekartan seuranta ja päivittäminen

Vesihuollon vähähiilisyystiekartan vaikuttavuuden edistämiseksi asetetaan seuraavat tavoitteet tiekartan seurannalle ja päivittämiselle:

- Vesihuollon vähähiilisyystiekartta ja päästölaskenta päivitetään vuonna 2030 ja samalla tarkasteluajanjaksoa pidennetään vuoteen 2040
- Ohjausryhmä pitää joka toinen vuosi seurantapalaverin, jossa käydään läpi päästövähennystoimenpiteiden edistymistä
- Vesihuollon vähähiilisyystiekartasta jatketaan keskustelua toimialan kesken ja tuodaan esiin uusia toimenpiteitä, saavutuksia ja kehitysnäkymiä. Varmistetaan Vesihukiverkoston toiminta osana seuraavia hankerahoituksia tai osana jotakin muuta verkostotoimintaa (ks. toimenpide E2).
- Alueellisia vesihuollon strategioita hyödynnetään vähähiilisyystiekartan seurannassa (ks. toimenpide A2.2)
- Valtakunnallisen vesihuollon päästöseurannan kehittäminen
  - o Envimat laskenta, sopeutuminen, hillintä ja vaikutukset kansantalouteen
  - o Hyödynnetään yhdyskuntajätevesidirektiivin myötä tulevaa jätevedenkäsittelyn suorien päästöjen ja energiankulutuksen seuranta
  - o Kehitetään tietojärjestelmiä päästöseurantaan tukeviksi (Veeti ja Venla, ks. toimenpide A2.4)
  - o Osana tiekartan päivitystyötä tehdään kysely vesilaitoksille niiltä osin kun päästöjä ei voida mitata (esim. toimenpiteet B3 ja D1)

Tiekartan päivittäminen on olennaista myös jatkuvan teknologisen kehittymisen näkökulmasta. Kymmenessä vuodessa tekniikka kehittyi ja uusia päästövähennystoimia voi tulla nopeastikin. Esimerkkeinä voidaan mainita vedyn tuotanto biokaasusta (Srilatha ym. 2017) ja lietteen sisältämän hiilen ja metallien talteenotto ja jalostaminen korkealaatuisiksi hiilimateriaaleiksi akkuihin, vedenkäsittelyyn ja 3D-tuotukseen (Malk & Junninen 2023). Lisäksi tekoäly luo uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Esimerkiksi HSY:llä on testattu prosessihäiriöiden minimointia ja typpioksiduulipäästöjen vähentämistä tekoälyn avulla ja Kuusamon EVO hyödyntää tekoälyä jätevedenpuhdistuksen energiankulutuksen optimoinnissa (Lepistö ym. 2024).

## 5 Päästövähennystoimenpiteiden priorisointi ja toimeenpano

Vesihuollon vähähiilisyden edistäminen koostuu lukuisista päästövähennystoimenpiteistä, joita edistetään useiden eri tahojen toimesta ja yhteistyössä toimijoiden kesken. Vesihuollon vähähiilisyystiekartta antaa yleisen kuvan siitä, mihin toimiin Suomen vesihuollossa tulisi keskittyä päästöjen vähentämiseksi. Tämän luvun lopussa olevaan Taulukkoon 2 on listattu kaikki tiekartan päästövähennystoimenpiteet (pois lukien luvun 3 muut toimenpiteet). Taulukon avulla voi vertailla eri toimenpiteiden vaikutuksia valtakunnallisella tasolla kasvihuonekaasupäästöihin sekä laitostasolla aiheutuviin kustannuksiin. Toimijoiden tulee kuitenkin arvioida tapauskohtaisesti, mitkä ovat realistiset ja kustannustehokkaimmat toimenpidevaihtoehdot juuri kyseisille organisaatiolle ja toimintaympäristölle.

### Päästöjen vähentämisen kannalta vaikuttavimmat toimenpiteet

Tässä tiekartassa vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen valtakunnallisen vähentämisen tavoitteeksi on asetettu 30% päästövähennys nykytilasta vuoteen 2035 mennessä. Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta keskeisimmät toimenpiteet tämän tavoitteen saavuttamiseksi ovat jätevedenkäsittelyn suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, energiankulutuksen vähentäminen ja vähäpäästöisen energian tuotannon lisääminen sekä kemikaalien käytön päästöjen vähentäminen.

Suurin yksittäinen päästölähde on jätevedenkäsittelyssä muodostuvat typpioksiduulipäästöt. Niiden osalta päästövähennystavoitteeksi asetettiin 30%. Tämän yksittäisen tavoitteen saavuttaminen kattaisi vaikutuksiltaan noin puolet tavoiteltavasta kansallisesta vesihuollon päästövähennystavoitteesta. On tärkeää huomata, että tietopohja jätevedenkäsittelyn typpioksiduulipäästöistä ja niiden vähentämisen keinoista Suomessa on puutteellinen. Asia vaatii siten lisätutkimusta vaikuttavien toimenpiteiden käyttöönottamiseksi ja nykyisen päästötason selkeyttämiseksi. Energiankulutuksen vähentämisen ja vähäpäästöisen energiantuotannon lisäämisen yhteisvaikutus päästöihin on yhtä suuri, kuin kemikaalien käytön päästöjen vähentämisellä. Päästöjen vähentä-

misen kannalta on tärkeää kiinnittää huomiota myös muiden suorien kasvihuonekaasupäästöjen hallintaan, kuten lietteenkäsittelyn prosessipäästöjen vähentämiseen.

### **Nopeasti käyttöön otettavat toimenpiteet**

Nopeasti käyttöön otettavia toimenpiteitä ovat kaikki energia-kategoriaan kuuluvat toimenpiteet, jotka koskevat kaiken kokoisia vesihuoltolaitoksia. Energiankulutuksen vähentäminen ja energiantuotannon lisääminen ovat kustannustehokkaita toimenpiteitä, sillä ne johtavat usein positiivisiin kustannusvaikutuksiin. Energiankulutukseen liittyviä teknisiä ratkaisuja on hyvin saatavilla ja ne kehittyvät jatkuvasti. Kemikaalinkäytön optimointi on syytä ottaa heti käyttöön kaikilla suurilla ja keskiuurilla vesihuoltolaitoksilla. Lisäksi kemikaalien korvaaminen vähäpäästöisillä vaihtoehdoilla tulisi hyödyntää aina kuin mahdollista. Esimerkiksi kiertotalouskalsiitin tai kalsiumkarbonaatin käyttöönotto jätevesien alkaloinnissa kustannustehokas tapa pienentää kemikaalinkäytön kasvihuonekaasupäästöjä.

### **Kehittämistä vaativat toimenpiteet**

Tutkimusta ja kehittämistä tarvitaan erityisesti suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen keinoista ja mekanismeista. Typpioksiduulipäästöjen vähentämistä jätevedenkäsittelyprosessin optimoinnin kautta on tutkittu paljon, mutta prosessit ovat monimutkaisia ja niiden ymmärtäminen, mallintaminen ja vaikutusten seuranta vaatii edelleen paljon työtä. Ensiarvoisen tärkeä ja toistaiseksi vähemmän tutkittu aihe on viemäriverkoston suorien päästöjen muodostuminen ja mahdolliset päästövähennystoimenpiteet. Viemäriverkoston suorat kasvihuonekaasupäästöt voivat olla paljon oletettua suurempi päästölähde, joka vaatii esimerkiksi pumppaamojen ja verkostojen suunnitteluun liittyviä toimenpiteitä. Lisäselvitystä vaativat myös turpeen ja aktiivihiilen korvaavien materiaalien ja menetelmien kartoitus ja käyttöönotto.

### **Pienten vesihuoltolaitosten vähähiilisyyden edistäminen**

Pienten vesihuoltolaitosten vähähiilisyyden edistämistä rajoittavat niukat resurssit. Pienille laitoksille keskeinen päästövähennyskategoria on energia (C), jonka päästövähennystoimilla voi saavuttaa myös merkittäviä kustannussäästöjä.

Energiakatselmus kannattaa teettää myös pienellä laitoksella, vaikka uudistettu yhdyskuntajätevesidirektiivi edellyttää sen vain yli 10 000 AVL:n laitoksilta (liite 2). Energiakatselmus voi toimia pienen vesihuoltolaitoksen päästövähennystoimenpiteiden ensimmäisenä askeleena ja sen voi ajatella olevan myös kustannustehokas: katselmuksen avulla laitos löytää vaikuttavimmat ja tehokkaimmat energiansäästökohteet, voi toteuttaa kustannustehokkaimmat energiankäyttöä optimoivat toimenpiteet ja säästää energiankulutuksen kustannuksissa. Pienten vesihuoltolaitosten kannattaa tutkia myös kustannustehokkaat energiantuotannon mahdollisuudet, jotka voivat mahdollistaa myös fossiilisista polttoaineista luopumisen lämmityskäytössä.

Pienten vesihuoltolaitosten keskeisenä tukena on laitosten välinen yhteistyö (E2). Esimerkiksi alueellinen yhteishanke, josta saataisiin ”työrukkanen” pienille laitoksille voisi auttaa päästövähennystoimenpiteiden kartoituksessa ja edistämisessä. Yhteinen hankintarengas voisi olla tapa teettää keskitetysti ja kustannustehokkaasti joitakin toimenpiteitä, kuten hiilijalanjäljen laskeminen tai vähähiilisyystiekartan toteutus.

## Tiekartan toimeenpano

Vesihuollon vähähiilisyystiekartan toimeenpano kansallisesti vaatii usean tahon yhteistyötä. Keskeiset toimenpiteet ja vastuutahot on koottu taulukkoon 2. Lisäksi vesihuoltolaitoksille on koottu avuksi Vesihuolto ja ilmastonmuutos -teemasivu [LINKKI TULOSSA], joka toimii tämän tiekartan jalkautuksen tukena.

**Taulukko 2.** Tiekartassa esitetyt vesihuollon vähähiilisyttä edistävät toimenpiteet ja niiden kasvihuonekaasupäästöjä (khk) pienentävä ja kustannuksia kasvattava vaikutus. 1=pieni; 2=keskisuuri; 3=suuri (ks. luku 2.2). Kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu valtakunnallisella tasolla ja kustannukset laitostasolla. (vhl=vesihuoltolaitokset)

Toimenpide	khk	kustannukset	Vastuutahot
<b>A. Ohjauskeinot</b>			
<b>A1: Oikeudellinen ohjaus</b>			



A1.1 Yhdyskuntajätevesidirektiivin energianeutraalisuuteen ja suoriin päästöihin liittyvän seurantajärjestelmän kehittäminen				YM, TEM
A1.2 Vesihuollon vähähiilisyysnäkökulmien yhteensovittaminen puhdis-tamoliikkeen sääntelyn uudistamisessa				YM
<b>A2: Itsesäätely</b>				
A2.1 Vähähiilisyys huomioiminen vesihuoltouudistuksen toimeenpanossa				MMM
A2.2 Vähähiilisyysasteeman huomioiminen alueellisissa vesihuollon strategioissa				ELY-Vespa
A2.3 Vesihuoltolaitosten vähähiilisyystiekarttatyön edistäminen				vhl, Syke, VVY
A2.4 Vesihuollon vähähiilisyys huomioiminen tunnuslukutyössä				Syke, VVY
<b>A3: Taloudellinen ohjaus</b>				
A3.1 Tukien ohjaaminen vaikuttaviin ja kustannuksiltaan korkeisiin päästö- vähennystoimenpiteisiin				ministeriöt, muut rahoittajat
A3.2 Vesihuollon vähähiilisyysasteen panostaminen tutkimusrahoituksessa				ministeriöt, muut rahoittajat
<b>A4: Informaatio-ohjaus</b>				
A4.1 Vesihuollon vähähiilisyysasteen koskevien ohjeistusten tuottaminen				VVY, tutkimuslaitokset
A4.2 Koulutukset, työpajat ja webinaarit				VVY, Syke, ELY-Vespa
<b>B. Suorat kasvihuonekaasupäästöt</b>				
<b>B1: Jätevedenkäsittelyn suorien päästöjen vähentäminen</b>	<b>3</b>	<b>1-3</b>		
B1.1 Suorien kasvihuonekaasupäästöjen mittaaminen ja seuranta	-	1-2b		vhl
B1.2 Tulevan jäteveden typpikuorman pienentäminen	3	2a-3		biokaasulaitokset, vhl

B1.3 Hallitun denitrifikaation lisääminen	3	3	vhl
B1.4 Jätevedenkäsittelyprosessin optimointi	3	1-2b	vhl
<b>B2: Viemäriverkoston suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen</b>	<b>2</b>	<b>1 tai 3</b>	
B2.1 Selvitys viemäriverkoston suorista päästöistä	-	3	tutkimuslaitokset
B2.2 Pumppaamojen ja verkostojen suunnittelu	2	1	vhl, konsultit
<b>B3: Lietteenkäsittelyn prosessipäästöjen vähentäminen</b>	<b>2</b>	<b>1-2</b>	
B3.1 Mädätyksen metaanipäästöjen mittaukset ja vuotojen korjaukset	2	2a	biokaasulaitokset, vhl
B3.2 Mädätyksen mitoitus ja optimointi	2	2a	biokaasulaitokset, vhl, konsultit
B3.3 Lietteen ja mädätteen varastointijaksojen minimointi	2	1	biokaasulaitokset, vhl
<b>C. Energia</b>			
<b>C1: Energiankulutuksen vähentäminen</b>	<b>2</b>	<b>1-2a</b>	
C1.1 Energiakatselmukset	-	1	vhl, konsultit
C1.2 Energiankäytön optimointi	2	1-2a	vhl, laitevalmistajat
<b>C2: Vähäpäästöisen energian tuotannon lisääminen ja fossiilisista energialähteistä luopuminen</b>	<b>2</b>	<b>2a</b>	
C2.1 Energiantuotanto oman laitoksen tarpeisiin	2	2a	vhl
C2.2 Kaukolämmön tuotanto jäteveden hukkalämmöstä (energiayhtiöiden toteuttama*)	-	2a	vhl, energiayhtiöt
C2.3 Fossiilisten energialähteiden korvaaminen uusiutuvilla	1	2a	vhl
<b>D. Materiaalit</b>			
<b>D1: Hiili-intensiivisten materiaalien korvaaminen</b>	<b>2</b>	<b>1-3</b>	

D1.1 Turpeen korvaaminen kompostoinnin tukiaineena vähäpäästöisemmällä vaihtoehdoilla	2	1-2b	lietteen-käsittelijät
D1.2 Aktiivihillen käytön vähentäminen	1	1-3	vhl, tutkimus-laitokset
<b>D2: Kemikaalien käytön päästöjen vähentäminen</b>	<b>3</b>	<b>2-3</b>	
D2.1 Kemikaalinkäytön optimointi	3	2a	vhl, laite-valmistajat
D2.2 Kemikaalien korvaaminen vähäpäästöisemmällä vaihtoehdoilla	3	2-3	vhl, kemikaali-valmistajat
D2.3 Prosessimuutokset ja uusien tekniikoiden käyttöönotto	1	2a	vhl
<b>E. Sidosryhmäyhteistyö</b>			
E1: Kuntayhteistyön edistäminen			kunnat, vhl, Syke, kuntaliitto
E2: Verkostotoiminnan jatkuvuuden varmistaminen			VVY, Syke, vhl
E3: Vesihuoltolaitosten välisen yhteistyön edistäminen			VVY, Syke, vhl

\* Vaikutuksia päästöihin ei huomioitu päästölaskennassa

## Liitteet

### Liite 1. Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta

#### Aineisto ja menetelmä

Tässä työssä esitetty kasvihuonekaasupäästöjen laskenta pohjautuu Suomen ympäristökeskuksen aiempaan tutkimukseen vesihuollon elinkaarisista kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa sekä aiheesta kirjoitettuun tieteelliseen julkaisuun (Lehtoranta ym. 2023; Lehtoranta ym. 2024). Päästövähennystoimenpiteitä on tarkennettu tässä työssä vesihuollon vähähiilisyystiekarttaan soveltuviksi. Tässä liitteessä kuvataan ne keskeiset muutokset joita laskennassa on huomioitu edelliseen työhön verrattuna. Yksityiskohtainen kuvaus laskennasta ja käytetystä aineistosta on esitetty julkaisuissa Lehtoranta ym. (2023) ja Lehtoranta ym. (2024).

Päästövähennystoimenpiteiden vaikuttavuusarvioinnin tavoitteena oli pyrkiä kuvaamaan niitä mahdollisia vaikutuksia, joita päästöjen vähentäminen eri toimenpiteiden avulla voisi tuottaa. Vaikutusten arviointiin liittyy useita epävarmuustekijöitä ja arvioinnin tuloksia voidaankin pitää suuntaa antavina. On tärkeää ottaa huomioon, että tämän hetkinen tieto vesihuollon päästöistä perustuu valtaosin kirjallisuuteen ja mittausdataa esimerkiksi suorista päästöistä on hyvin rajallisesti saatavissa. Näin ollen vaikutusarviointeja on syytä tarkentaa tulevaisuudessa tarkemman päästötiedon karttuessa. Tulee ottaa myös huomioon, että vesihuollon päästöarvio on voimakkaasti riippuvainen tarkastelussa käytettävästä rajauksesta ja siihen sisällytettävistä toimista.

#### Perusura

Poiketen aiemmista tutkimuksista (Lehtoranta ym. 2023, Lehtoranta ym. 2024), tässä tiekartassa laskettiin erikseen perusura vuoteen 2035. Perusurassa oletetut muutokset suhteessa nykytilaan on esitetty taulukossa 3. Vesihuollon kasvihuonekaasupäästöjen kehittymisen perusurassa huomioitiin

energiasektorin vähäpäästöistyminen ja päästöjen laskennassa käytettiin RePower-CEST-hankkeessa tuotettuja valtakunnallisia elinkaarisia päästökertoimia sähkölle ja lämmölle vuodelle 2025 ja 2035 (hyödynjakomenetelmä) (Soinmakallio & Lounasheimo 2024).

Uudistetun yhdyskuntajätevesidirektiivin voimaantulo 2025 vaikuttaa perusurassa toisaalta päästöjä vähentävästi (energianeutraalisuustavoite ja välillisesti suorien päästöjen seurantavelvoite) ja toisaalta päästöjä lisäävästi (mikroepäpuhtauksien poistovelvoite) (ks. Liite 2). Muilta osin energiankulutuksen oletettiin perusurassa säilyvän ennallaan vuoteen 2035 saakka, sillä historia-perusteisesti Veeti-järjestelmän kirjaukset eivät osoittaneet merkittäviä muutoksia energiankulutuksessa. Kemikaalien tuotannon päästökertoimien oletettiin laskevan perusurassa 10% BAU (Business As Usual) -skenaarion mukaisesti vuoteen 2035 mennessä. Päästövähennysskenaariossa kemikaalien tuotannon päästöjen oletettiin pienenevän 30% FAST-skenaariion mukaisesti. (Vasara ym. 2020.) Talousveden tuotannossa aktiivihiilen käytön oletettiin lisääntyvän 10% juomavesidirektiivin tiukentuvien mikroepäpuhtauksien poistovelvoitteiden kiristymisen vuoksi. Uusi yhdyskuntajätevesidirektiivi edellyttää mikroepäpuhtauksien poistoa jätevedenpuhdistamoilla. Siirtymäajan mukaan, vuoteen 2035 mennessä, mikroepäpuhtauksien poistovelvoite koskee 20% yli 150 000 AVL laitoksista. Perusurassa on laskettu mikroepäpuhtauksien poiston vaikutukset Viikinmäen puhdistamolla. Mikroepäpuhtauksien poiston oletettiin tapahtuvan 50/50 suhteessa aktiivihiilisuodatuksella ja otsonoinnilla, koska tietoa valittavasta menetelmästä ei ollut saatavilla. Mikroepäpuhtauksien poisto lisäsi näin ollen sähkön kulutusta 11 MWh (Rajala ym. 2023). Aikajänne eri velvoitteille on kuvattu liitteessä 2. Liikenteestä (mm. kemikaalien ja lietteen kuljetukset) aiheutuvien päästöjen oletettiin vähenevän perusurassa ja skenaariorissa Ilmastopaneelin VER-IP skenaariorion mukaisesti (Seppälä ym. 2024).

Muita päästöihin mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä ovat muutokset väkiluvussa, vedenkäytössä ja jätevedenpuhdistamoille tulevan typpikuormassa. Näiden vaikutuksia ei huomioitu perusurassa. Myös lietteenkäsittelyn oletettiin säilyvän nykyisellään perusurassa, sillä annetulla aikajänteellä ei ole odotettavissa merkittäviä muutoksia lietteenkäsittelymenetelmien jakaumaan.

**Taulukko 3.** Perusurassa oletetut muutokset suhteessa nykytilaan. Positiiviset luvut kuvaavat päästöjen kasvua, negatiiviset vähennystä.

	Perusura (2035)	Lähde
Kemikaalien valmistuksen päästöt	- 10%	Vasara ym. 2020
Aktiivihillen käyttö talousveden tuotannossa *	+ 10%	
Sähkön valtakunnallinen päästökerroin	-40%	RePower-CEST
Kaukolämmön valtakunnallinen päästökerroin	-49%	RePower-CEST
Kuljetukset	-13%	Seppälä ym. 2024

\*EU:n juomavesidirektiivin (2020/2184) ja uudistetun kansallisen talousvesiasetuksen (1352/2015) myötä tiukentuneet haitta-aineiden poistovaatimukset vaikuttavat siihen, että paineet aktiivihillen käytön lisäämiselle talousveden tuotannossa kasvavat tulevaisuudessa

## Päästövähennyskenaario

Toimenpidekohtaiset päästövähennystavoitteet asetettiin yhteistyössä asiantuntijaryhmän kanssa taulukon 4 mukaisesti.

**Taulukko 4.** Päästövähennystoimille allokoituiden valtakunnallisten vähennystavoitteet (%)

Päästövähennystoimi	Päästövähennystavoite (%)
B1: Jätevedenkäsittelyn suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen	- 30%
B2: Viemäriverkoston suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen	-10%
B3: Lietteenkäsittelyn suorien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen	-30%
C1: Energiankulutuksen vähentäminen	
Pienet laitokset (<1 000 m <sup>3</sup> /vrk)	-10%
Keskisuuret laitokset (1 000-10 000 m <sup>3</sup> /vrk)	-30%
Suuret laitokset (>10 000 m <sup>3</sup> /vrk)	-15%
C2: Vähäpäästöisen energian tuotannon lisääminen ja fossiilisista energianlähteistä luopuminen	

Sähkön tuotannon lisääminen	45%
Lämmön tuotannon lisääminen	30%
Fossiilisista energianlähteistä luopuminen	-100%
D1: Hiili-intensiivisten materiaalien korvaaminen	50%
D2: Kemikaalien käytön päästöjen vähentäminen	-30%

## Liite 2. Vesihuollon vähähiilisuuden ohjauskeinot

### Oikeudellinen ohjaus

Uudistettu **yhdyskuntajätevesidirektiivi** (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2024/3019) tuo muutoksia tiekartan kannalta tärkeisiin teemoihin, kuten energianeutraalisuus ja suorien päästöjen seurantavelvoite. Direktiivi astui voimaan 1.1.2025 ja sen kansalliseen täytäntöönpanoon on aikaa 31.7.2027 asti.

Energianeutraaliuteen liittyvistä toimista linjataan artiklassa 11, jonka mukaan energianeutraaliutta tulee tavoitella kansallisella tasolla seuraavasti: uusiutuvan energian määrä 10 000 AVL tai sitä suuremmilla laitoksilla tai laitosten ulkopuolella joko itse laitostoimijan tai ulkopuolisen toimijan toteuttamana tulee olla 20% (31.12.2030), 40% (31.12.2035), 70% (31.12.2040) ja 100% (31.12.2045) laitoksien vuosittain käyttämästä kokonaisenergiasta. Uusiutuvan energian tuotantona ei huomioida laitoksen ostamaa uusiutuvaa energiaa. Komissio voi antaa täytäntöönpanosäädöksen, jossa vahvistetaan menetelmät tavoitteiden saavuttamisen arvioimiseksi. Jos laitos ei energiatehokkuustoimista ja muista ponnisteluista huolimatta yletä tavoitteeseen, voidaan sallia harkinnanvaraisesti uusiutuvan energian hankinta laitoksen ulkopuolelta. Lisäksi direktiivi pyrkii ohjaamaan puhdistamoja kohti energiatehokkuutta asettamalla vaatimuksia säännöllisiin (4 vuoden välein) energiakatselmuksiin yli 100 000 AVL puhdistamoille vuoden 2028 ja yli 10 000 AVL puhdistamoille vuoden 2032 loppuun mennessä.

Artiklassa 21, kohdassa 1 mainitaan, että viranomaisten on tarkkailtava vähintään 10 000 AVL laitosten kasvihuonekaasupäästöjen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) määrää analysoimalla, laskemalla tai mallintamalla sekä käytetyn ja tuotetun energian määrää. Lisäksi Euroopan komissiolle siirretään valta antaa täytäntöönpanosäädöksiä menetelmistä, joilla mitataan, arvioidaan ja mallinnetaan puhdistamojen suoria ja epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä. Nämä täytäntöönpanosäädökset hyväksytään viimeistään 2.7.2027. Artiklan 22 mukaan sekä kasvihuonekaasupäästöjen että energiankulutuksen ja -tuotannon tietoaineistot tulee olla valmiina 31.12.2030 mennessä ja niitä tulee päivittää vuosittain tämän jälkeen.



Artiklassa 7 määritellään ravinteiden poiston vaatimukset. Typen osalta Suomi voi ottaa huomioon sisämaan järvissä ja joissa tapahtuvan luonnollisen pidätyksen vuoteen 2045 asti. Tämä tarkoittaa, että direktiivin kokonaistypenpoistovelvoite tulee sisämaan yli 10 000 AVL puhdistamoille vasta tuon määräajan jälkeen, poikkeuksena yli 150 000 AVL laitokset, joille määräaika on 2039.

Ravinteiden talteenottoa käydään läpi artiklassa 20 erityisesti lietteen osalta. Lietteiden käsittelyn hallinnoinnissa noudatetaan jätehierarkiaa, jonka järjestys on a) lietteen synnyn maksimaalinen ehkäisy, b) ravinteiden uudelleenkäytön, kierrätyksen ja talteenoton valmistelu, c) ympäristö- ja terveysvaikutusten minimointi. Artiklassa siirretään Euroopan komissiolle valta antaa täydentäviä delegoituja säädöksiä, joilla asetetaan vähimmäistavoite lietteestä ja jätevedestä peräisin olevan fosforin uudelleenkäytölle ja kierrätykselle ottaen huomioon talteenottoon käytettävissä oleva resurssit, teknologia ja taloudellinen kannattavuus. Täydentävät säädökset tulee antaa viimeistään 2.1.2028.

Mikroepäpuhtauksien poistosta määrätään artiklassa 8. Poisto on toteutettava yli 150 000 AVL puhdistamoilla vaiheittain, niin että se kattaa näille puhdistamoille johdettavasta jätevesimäärästä: 20% (31.12.2033), 60% (31.12.2039), 100% (31.12.2045). Lisäksi riskiarvion perusteella riskialueille, eli esimerkiksi vedenottovesistöihin ja uimavesiin purkavien 10 000 – 150 000 AVL taajamien jätevesistä poisto on toteutettava kattaen ko. riskinarvion perusteella tunnistetuista taajamista: 10% (31.12.2033), 30% (31.12.2036), 60% (31.12.2039) ja 100% (31.12.2045). Mikroepäpuhtauksien poiston toteuttaminen tulee lisäämään puhdistamoiden kasvihuonekaasupäästöjä sillä keskeiset poistomenetelmät – otsonointi ja aktiivihillisuodatus – kuluttavat sähköenergiaa ja kemikaaleja, minkä lisäksi aktiivihillen valmistus ja käyttö tuottaa kasvihuonekaasupäästöjä (Rajala ym. 2023).

**Energiatehokkuusdirektiivi** (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2023/1791) mainitsee vesihuollon osana julkisia palveluita: ”Täyttääkseen velvoitteensa jäsenvaltioiden olisi kohdistettava toimia julkisten elinten kaikkien julkisten palvelujen ja laitosten energian loppukulutukseen.” Tämä edellyttää julkisen sektorin alojen energian loppukulutuksen vähentämistä, ml. vesihuolto, jätevedenkäsittely, viemäröinti ja vedenpuhdistus. Jäsenvaltioiden tulee toimittaa julkisten elinten kulutusta koskeva suunnittelu ja vuotuinen raportointi kootussa muodossa aloittain. Direktiivissä mainitaan erikseen veden ja energian välinen yhteys ja että tehokkaalla vesihuollolla voidaan saavuttaa

merkittäviä energiasäästöjä: tämä koskee energiansäästöä sekä vuotovesien ja energia-alan vedenkulutuksen vähentämistä.

**Kestävyyseraportointidirektiivi** (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2022/2464), josta käytetään myös lyhennettä CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), velvoittaa myös kriteerit täyttäviä kuntaomisteisia osakeyhtiöitä raportointiin ml. kyseisen organisaatiomuodon vesihuoltolaitokset. Raportointi tähtää kestävyystavoitteiden toteuttamiseen, mikä osaltaan tukee omistajakuntien kestävyystavoitteiden saavuttamista. Yritysten tulee tunnistaa toimintansa kannalta olennaisimmat vaikutukset ympäristöön, ihmisiin, yhteiskuntaan ja talouteen. Raportoinnissa noudatetaan Euroopan kestävä kehityksen raportointistandardeja (ESRS). Direktiivi astui voimaan 5.1.2023 ja vuosi 2024 on ensimmäinen raportoitava vuosi.

Euroopan komission ehdotus **Viherväittämädirektiivistä** (Green Claims Directive) koskee tuotteiden ja palveluiden ympäristöväitteiden käytön edellytyksiä. Ehdotettu direktiivi asettaisi minimivaatimukset mm. ympäristöväitteiden todennettavuudelle. (European Parliament 2025.)

## Itsesääntely

**Kansallinen ilmasto- ja energiastrategia** (TEM 2022) linjaa ne toimet, joilla Suomi täyttää EU:n vuoden 2030 ilmastovelvoitteet ja saavuttaa ilmastolain mukaiset tavoitteet. Rinnakkain kansallisen ilmasto- ja energiastrategian kanssa on laadittu **keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma (KAISU)** (Ympäristöministeriö 2022). Suunnitelman lähtökohtana on Euroopan komission vuoden 2030 päästövähennysvelvoite sekä Sanna Marinin hallitusohjelman ilmastolinjaukset. KAISU koskee ns. taakanjakosektoria eli päästökaupan ulkopuolisia sektoreita maankäyttösektoria lukuun ottamatta. Taakanjakosektorille kuuluvat mm. liikenteen, maatalouden, rakennusten, jätehuollon ja F-kaasujen päästöt. Jätevesien puhdistuksen päästöt ovat osana jätehuoltoa. Muita vesihuollon päästöjä ei suunnitelmassa huomioida.

Maa- ja metsätalousministeriön julkaisema **Vesitalousstrategia 2030** (MMM 2022b) käsittelee vesihuoltoa osana muita toimialan vesitaloustehtäviä. Vesitalousstrategiassa yhtenä toimintalinjana mainitaan: "Vesihuoltoa kehitetään hiilineutraaliksi ja toimintavarmaksi muuttuvassa ilmastossa". **Kansallinen vesihuoltouudistus** (MMM 2021) on valmisteltu maa- ja metsätalousministeriön

toimesta yhteistyössä vesihuoltoalan toimijoiden kanssa. Ohjelman visiona on ”Vastuullinen vesihuolto 2030” ja ohjelmassa mainitaan, että vesihuoltoala on hiilineutraali kiertotalouden edelläkävijä. Vesihuoltouudistuksen ohjelma ei kuitenkaan käsittele hiilineutraaliutta tarkemmin. Toimeenpanosuunnitelmassa mainitaan toimenpiteen 7.3 ”Ravinteiden kierrätyksen ja energiatehokkuuden tehostaminen” kohdalla Raki-ohjelma (7.3.1), yhdyskuntajätevesidirektiivin kansallinen toimeenpano (7.3.2), Ravinneyrkki-asiantuntijatyöryhmä (7.3.3), Vesihuki-hanke (7.3.4) sekä energiatehokkuustoimenpiteiden edistäminen (7.3.5) (MMM 2022a).

**Vesilaitosyhdistyksen strategiassa** tavoitteena on: ”Ala on bio- ja kiertotalouden sekä kestävä kehityksen edelläkävijä” ja välitavoitteena vuosille 2021–2023 on alan päästöttömyystiekartta, jota tämä tiekarttatyö edistää. Toisena välitavoitteena on energia- ja resurssitehokkuuden mahdollisuuksien sisällyttäminen osaksi laitosten strategista kehittämistä. Tavoitteena vuodelle 2030 on asetettu hiilineutraali vesihuolto. (Vesilaitosyhdistys 2021)

ELY-keskus vastaa vesihuollon alueellisesta kehittämisestä ja on laatinut eri alueille **vesihuoltostrategiat**. Esimerkiksi Läntisen Suomen vesihuoltostrategiassa vuodelle 2050 on yhtenä painopisteenä mainittu energiaviisas ja resurssitehokas vesihuolto: ”Vesihuoltotoiminnot ovat energiatehokkaita ja hiilineutraaleja sekä hyödyntävät kiertotalouden mahdollisuuksia”. Toimenpideohjelmassa mainitaan mm. elinkaari- ja kiertotalousajattelun lisääminen menetelmien ja materiaalien kehittämisessä, jätevesien ravinteiden kierrätyksen edistäminen, turvallisten lopputuotteiden jalostaminen, sekä energiantuotanto liike-, lämpö-, bio- ja aurinkoenergiasta. (ELY-keskus 2024.)

Kuntien ilmastaselvityksen (Puurula ym. 2022) mukaan yhteensä 138 kuntaa on asettanut oman tai seudullisen ilmastotavoitteen ja näissä kunnissa asuu noin 80% Suomen väkimäärästä. **Kuntien ilmastotavoitteet** kattavat useimmiten sekä ilmastomuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen. Hillinnän tavoitteista yleisin on 80% päästövähennys vuoteen 2030 mennessä, eli ns. HINKU-tavoite. Kuntien ilmastotavoitteet vaikuttavat **omistajaohjaukseen** ja sitä kautta vesihuoltolaitosten vähähiilisuuden edistämiseen esimerkiksi kuntien yleisillä strategisilla päätöksillään, kuten päätös siirtyä uusiutuvan energian käyttöön, sekä vesihuoltolaitosta koskevilla päätöksillään, esimerkiksi investointipäätökset. Vesihuolto voi näkyä kunnan ilmastostrategiassa suoraan toimenpiteissä ja tavoitteissa.

Yhdyskuntajätevesien puhdistamiseen liittyvä **green deal -sopimus** on vapaaehtoinen ja sillä tavoitellaan erityisesti ravinteiden ja haitallisten aineiden kuormituksen vähentämistä. Sopimus koostuu kymmenestä eri toimenpiteestä, joista laitoksen tulee valita vähintään neljä. Suoraan vähähiilisyteen tähtääviä toimenpiteitä ei ole, mutta välillisesti vähähiilisyyttä edistäviä toimenpiteitä ovat ainakin seuraavat:

- d. vesilaitos/jätevedenpuhdistamo kehittää omaa toimintaansa ravinteiden kierrättämisen tehostamiseksi,
- e. vesilaitos/jätevedenpuhdistamo vähentää päästöjään verkostojen hallintaan, saneeraukseen, vuotovesiin ja ylivuotoihin keskittyvillä hankkeilla
- j. vesilaitos/jätevedenpuhdistamo kehittää hulevesien hallinnan käytäntöjä yhteistyössä kaupunkien ja kuntien kanssa

Green deal sopimuksen ovat allekirjoittaneet ympäristöministeriö, Vesilaitosyhdistys ja Kuntaliitto, sekä viisi vesilaitosta. Green dealiin sitoutuminen nostaa laitoksen toimintaa näkyviin omistajille, asiakkaille ja sidosryhmille. (<https://www.sitoumus2050.fi/web/sitoumus2050/jatevesi#/>)

Vesilaitosyhdistys on julkaissut **hyvän vesihuollon kriteerit** (Renko ym. 2021), jotka toimivat vesihuollon eri toimijoiden mm. omistajaohjauksen ja vesilaitosten itsearvioinnin työkaluna sekä ohjaavat ja kannustavat kestävään ja laadukkaaseen toimintaan. Kriteerit toimivat myös työkaluna kansallisen vesihuoltouudistuksen tavoitteiden asettamisessa ja ohjauskeinojen suunnittelussa. Kriteerejä on edelleen kehitetty vuonna 2021 Vesihuoltopoolin toimesta huoltovarmuusindikaattoreiden luomisen yhteydessä, jolloin huoltovarmuus-kriteerit sisällytettiin hyvän vesihuollon kriteereihin. Lisäksi Vesilaitosyhdistyksen toimesta kriteerejä on muokattu vuonna 2022 yksiselitteisemmäksi, tasapuoliseksi ja sähköiseen työkaluun sopivaksi. (Vesilaitosyhdistys 2024)

Ilmastonmuutoksen hillintään liittyviä kriteereitä ovat mm. seuraavat:

- 10.1 Vesihuoltolaitoksen energiankulutusta mitataan ja seurataan
- 10.4 Vesihuoltolaitoksen hiilijalanjälki on laskettu ja tuloksia käytetään toiminnan ohjauksessa.

- 10.5 Vesihuoltolaitoksen energiankulutus on analysoitu, toimenpideohjelma energiatehokkuuden parantamiseksi laadittu ja sitä toteutetaan
- 10.7 Vesihuoltolaitoksen energiantuottopotentiaali on kartoitettu ja laitoksella on tavoitearvo energiaomavaraisuudelle
- 10.8 Puhdistetun jäteveden hukkalämpö hyödynnetään
- 10.9 Hiilineutraalisuus tullaan saavuttamaan nykyisellä suunnitelmalla 2035 mennessä

**Kaavoituksen ja kaupunkisuunnittelulla** on merkittävä vaikutus vesihuollon toteutukseen ja esimerkiksi viemäroinnin hyvällä suunnittelulla voitaisiin vähentää jätevedenkäsittelyn verkostopäästöjä. Aihe vaatii kuitenkin lisää tutkimusta.

## Taloudellinen ohjaus

**Investointituet** mahdollistavat vähähiilisyttä tukevien investointien tekemisen vesihuoltolaitoksilla. Esimerkiksi Business Finland tarjoaa energiatukea energiatehokkuuden ja energiansäästön edistämiseen (<https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki>), Ruokavirasto investointitukea pienimuotoisiin vesihuollon energia- ja resurssitehokkuutta parantaviin investointeihin (<https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maaseudun-palvelut-ja-elinkeinojen-kehittaminen/investoinnit/vesihuoltohankkeet/>) ja työ- ja elinkainoministeriö investointitukea puhtaan energian ratkaisuja edistävälle hankkeille (haku päättynyt) (<https://tem.fi/-/puhtaan-energian-ratkaisuja-edistaville-13-hankkeelle-yhteensa-72-6-miljoonaa-euroa-investointitukea>).

**Rahoitusohjelmat:** esimerkiksi ympäristöministeriön Ahti-ohjelma tukee resurssien talteenottoa ja hyödyntämistä, kuten jätevesien ravinteiden kierrätystä ja hyödyntämistä. Mukana ohjelmassa on investointeja sekä tutkimus-, kehitys- ja investointihankkeita, joissa hyödynnetään jäte- ja sivuvirtojen sekä biomassojen ravinteita ja orgaanista ainetta (<https://ym.fi/vesien-ja-meren-tilan-parantaminen>).

## Informaatio-ohjaus

Vesihuollon vähähiilisyttä voidaan edistää oppaiden, ohjeistusten ja työkalujen avulla. Alle on poimittu vesihuoltolaitoksille tai muille alan keskeisille toimijoille suunnattuja keskeisiä julkaisuja, jotka koskettavat vähähiilisyyden edistämisen teemaa:

- **Vesihuolto- ja ilmastonmuutos teemasivu** kokoaa yhteen ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen liittyvää tietoa ja materiaaleja [TULOSSA]
- **Vesihukilaskuri** on laskentatyökalu, jonka avulla vesihuoltolaitokset voivat laskea suuntaa antavasti laitoksensa elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt: <https://laskurit.hiilineutraalisuomi.fi/vesihuki/>
- Suorien kasvihuonekaasupäästöjen laskuri / opinnäytetyö [TULOSSA]
- **Vesihuoltolaitoksen ilmastotyökalut** -julkaisu sisältää ohjeita kasvihuonekaasupäästöjä vähentävien toimenpiteiden tunnistamiseen, suunnitteluun ja toteutukseen sekä suositukset vesihuoltolaitoksen hiilijalanjäljen laskennasta (Nissinen ym. 20223).
- **Energiatehokas vesihuoltolaitos** -tietoaineisto sisältää tietokortteja vesihuoltolaitosten ydintoimintojen energiatehokkuuden parantamisesta sekä lukuisia esimerkkejä vesilaitoksissa toteutetuista energiatehokkuustoimista (Motiva 2018).
- **Kiertotalous vesihuollossa** -julkaisu kokoaa yhteen kiertotalouden toimenpiteitä vesihuoltoalalla sekä mittarit niiden kehityksen seurantaan (Tihinen ym. 2023).
- **Vesihuoltolaitosten hankintojen vastuullisuustavoitteet** -opas sisältää vastuullisten hankintojen tavoitteiden lisäksi konkreettiset vastuullisuuskriteerit hankinnoille ja kilpailutuksille [TULOSSA].

- **Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa** -opas käy läpi usiomateriaalien käytön mahdollisuuksia, riskejä ja ohjeita eri materiaalien ja rakenteiden näkökulmista, mm. vesijohtoverkoston seinämän läpäisyriski (UUMA4-ohjlema 2023).
- **Kestävät käytännöt biokaasutuotannossa** -raporttiin on koottu toimenpiteitä, joilla hallitaan ja minimoidaan biokaasun tuotantoketjun aikaisia päästöjä (Luostarinen ym. 2023).

## Liite 3. Taustatietoa

### Eri toimialojen tiekarttoja

Vuonna 2020 valmistui työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) ohjeistuksen mukaan 13:lle eri toimialalle vähähiilisyystiekarttoja (TEM 2020), joista kahdeksan on edelleen päivitetty vuonna 2024 (TEM 2024). TEM suosittelee, että tiekartat ovat mahdollisimman kunnianhimoisia, mutta realistisia, jotta toimialojen yritykset voivat aidosti sitoutua niihin. Lisäksi epävarmuustekijät ja toteutumisen reunaehdot tulee huomioida.

Tiekartat sisältävät keskenään erilaisia tavoitteita, rajauksia ja laskennan lähtökohtia. Hiilineutraalisuus on asetettu tavoitteeksi muutamalla sektorilla, mutta useimmilla sektoreilla tiekartta on nimetty vähähiilisyystiekartaksi. Useimmissa tiekartoissa ei ole asetettu varsinaista päästövähennystavoitetta, vaan mahdollinen päästöjen vähenemä on esitetty skenaariolaskelman kautta. Osassa tiekartoista päästöjen kumoaminen on esitetty päästöjen vähentämisen keinona, mutta usealla sektorilla päästöjen kumoamista ei mainita lainkaan ja yksi tiekartoista erikseen rajaa päästöjen kumoamisen kokonaan toimien ulkopuolelle. Joissain tiekartoissa on myös hiilijalanjäljen rinnalla esitetty arvio hiilikädenjäljestä ja sen muutoksesta. Hiilikädenjälkeä ei lasketa mukaan hiilijalanjälkeen eikä niitä tule verrata rinnakkain.

Vesihuolto on läheisesti kytköksissä useisiin eri toimialoihin, erityisesti rakennus-, kemian- ja energiateollisuuteen. Rakennusteollisuuden tiekartassa

(Laine ym. 2024) vesijohdot ja viemärointi ovat osa tarkasteltua yhdyskuntatekniikkaa, mutta niiden osuutta ei ole eritelty. Päästövähennystoimenpiteinä rakennusteollisuuden tiekartassa on esitetty esim. uudet teknologiat materiaalituotannossa (mm. vetypelkistetty teräs, CCS-teknologia sementin valmistuksessa) ja energiatehokkuus. Kemianteollisuuden tiekarttaan (Vasara ym. 2020) sisältyvät vesihuollossa käytettävät ja Suomessa tuotettavat kemikaalit sekä mineraalit. Toimenpiteinä on esitetty mm. materiaalitehokkuus, energiatehokkuus ja -lähteet, uusi prosessiteknologia, fossiilisten raaka-aineiden vaihto synteettisiin kemikaaleihin, biomassaan ja kierrätysraaka-aineisiin. Energiateollisuuden päästöillä on merkittävä välillinen vaikutus vesihuollon päästöihin, sillä vesihuolto on merkittävä sähkönkuluttaja. Vesihuollon hiilijälkeen vaikuttavia toimia on energiateollisuuden tiekartassa (Energiateollisuus 2024) mainittu, mm. biokaasun tuotannon ja käytön edistäminen sekä hukkalämmön hyötykäyttö. Oman tiekartan on toteuttanut myös Bioenergia ry (2024), jossa biokaasu ja biohiili ovat keskeisessä asemassa.

## Vesihuollon vähähiilisyys muissa maissa

Vuonna 2022 Pohjoismaiset vesilaitosyhdistykset (Suomen vesilaitosyhdistys, Tanskan DANVA, Norjan Norsk Vann ja Ruotsin Svenkst Vatten) ovat julkaisseet yhteisdokumentin (EnviDan 2022) suuntaviivoista kohti hiilineutraalia vesihuoltosektoria. Dokumentti listaa eri pohjoismaissa vesihuoltosektorien tämänhetkiset asetetut ilmastotavoitteet ja kasvihuonekaasu inventaariomallit ja ehdottaa yleisiä periaatteita vesihuollon kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion tekoon. Dokumentti on merkitty keskeneräiseksi. Vaikka yleisiä periaatteita listataan ja maiden vesihuoltosektorien väliseen yhteistyöhön kannustetaan, tavoitteeksi ei aseteta yhteisen mallin luomista.

Svenskt Vattenilla on raportin julkaisuajankohtana ollut tavoite ilmastovaikutusten puolesta operoinnin osalta (verkoston metaanipäästöjä ei huomioitu) nettonolla vesihuoltosektori vuonna 2030. Päästöjen kumoamisen toimenpiteet mainitaan hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisen osana.

Tanskan ympäristönsuojeluviraston perustamassa mallissa vesihuoltosektorille on asetettu tavoite hiilineutraaliudesta (ja energianeutraaliudesta) vuoteen 2030 mennessä. Tarkemmin tavoitteena on laskea N<sub>2</sub>O-päästöjä 50%



asettamalla suurimmille (yli 30 000 AVL) jätevedenpuhdistamoille N<sub>2</sub>O-päästöjen raja-arvo, joka tulisi saavuttaa vuoteen 2025 mennessä. Tavoitteen saavuttamista pyritään edistämään mahdollisesti tulevaisuudessa N<sub>2</sub>O-päästöjen verotuksella. Myös metaanipäästöille suunnitellaan regulaatiota. Merkittävä vaikutus hiilineutraalisuuden tavoittelussa on juomavesilaitosten istuttaman metsän hiilensidonnalla, jonka on tarkoitus painaa juomaveden tuotannon osuus hiilnegatiiviseksi ja kumoten näin mm. jätevedenpuhdistuksen aiheuttamia päästöjä (Miljøstyrelsen 2021). Mallissa laitosten on itse kirjattava tavoitteensa ja strategiansa ilmastovaikutusten pienentämiseen 5 vuoden intervalleissa. Mukana rajauksessa ovat lähinnä suorat kasvihuonekaasupäästöt ja energiankulutus. Tarkoituksena on hyödyntää kansallista suoriutuvuuden vertailulukujärjestelmää kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin ja seurantaan.

Norjan Norsk Vann on strategiassaan kirjannut vesihuoltosektorin tekevän osansa valtion yhteisen päästövähennystavoitteen eteen (50%-55% päästövähennys vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä). Norjan vesihuoltosektorilla vesilaitokset raportoivat päästöjään yhteisellä työkalulla huomioiden ainoana maista myös GHG-protokollan scopen 3 päästöt eli muut arvoketjun päästöt omien prosessien ja ostoenergian päästöjen lisäksi.

Vesihuoltosektorille tähän mennessä ainoan vähähiilisyystiekartan on julkaissut Yhdistyneiden Kuningaskuntien Water UK, joka asettaa vesihuoltosektorilleen tavoitteen olla päästöjen osalta nettonollassa vuonna 2030. Rajaus sisältää GHG-protokollan mukaisen scopen 3 osittain, mutta sen laajempi huomiointi mainitaan myöhempänä kehityskohteena. Tiekartta esittää päästöjen kumoamisen (valtion sisällä) tavoitteen saavuttamisen keinona niille päästöille, joita ei saada poistettua. Water UK:n tiekartassa tai muiden pohjoismaiden malleissa ei tarkastella hiilikädenjälkeä.

## Lähteet

- AFRY Finland Oy. 2020. Pitkän tähtäimen suunnitelma vesiliiketoiminnan järjestämisestä ja toiminnan vaatimista investoinneista. Tampereen vesi. Raportti 23.10.2023. Saatavilla: [https://tavase.fi/wp-content/uploads/2022/09/Vedenhankintaselvitys\\_23.10.2020.pdf](https://tavase.fi/wp-content/uploads/2022/09/Vedenhankintaselvitys_23.10.2020.pdf) [Viitattu 27.11.2024.]
- AFRY Finland Oy. 2021. Puhdistamolietteen termisten käsittelymenetelmien hiilijalanjälki. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Helsinki. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 61. [https://www.vvy.fi/site/assets/files/6494/vvy\\_lietteen\\_termisten\\_kasittelymenetelmien\\_hiilijalanjalki\\_2021-02-23.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/6494/vvy_lietteen_termisten_kasittelymenetelmien_hiilijalanjalki_2021-02-23.pdf)
- Arola, K., 2020. Enhanced micropollutant removal and nutrient recovery in municipal wastewater treatment, Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT, LUT University Press. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-509-5>
- Awaitey, A. 2020. Carbon footprint of Finnish Wastewater Treatment Plants. Aalto-yliopisto, Espoo. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202101311753>
- Bioenergia ry 2024. Bioenergia-alan tiekarttaraportti. Saatavilla: [https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/06/Bioenergia-alan\\_tiekarttaraportti-2024.pdf](https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/06/Bioenergia-alan_tiekarttaraportti-2024.pdf) [Viitattu 10.9.2024.]
- EBA. 2022. Biogenic CO2 from the biogas industry. A mature business opportunity to enhance sustainable carbon cycles and untap the circularity and climate benefits of biogas production. European Biogas Association. Belgium. [https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2022/10/Biogenic-CO2-from-the-biogas-industry\\_Sept2022-1.pdf](https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2022/10/Biogenic-CO2-from-the-biogas-industry_Sept2022-1.pdf)
- EEA, 2023. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2021 and inventory report 2023. Submission to the UNFCCC Secretariat. EEA/PUBL/2023/044. <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-2>
- ELY-keskus 2024. Läntisen Suomen vesihuoltostrategia 2050. Päätöksiä kestävän vesihuollon puolesta. Saatavilla: <https://www.ely-keskus.fi/web/lantisen-suomen-vesihuoltostrategia-2050> [Viitattu 16.4.2024.]
- Energiateollisuus 2024. Sisukas suorittaja vai energiamurroksen mestari? Visio menestyvän Suomen energiatulevaisuudesta. Saatavilla:

<https://energia.fi/wp-content/uploads/2024/05/energiavisio2040.pdf> [Viitattu 10.9.2024.]

- EnviDan. 2022. The Road Towards a Nordic Climate Neutral Water Sector. A Cooperation Of The Nordic Water Associations: DANVA – Danish Water and Wastewater Association, FIWA – Finnish Water Utilities Association, Norwegian Water, Swedish Water and Wastewater Association. EnviDan, September 2022. <https://www.danva.dk/media/8868/14-09-2022-the-road-towards-a-nordic-climate-neutral-water-sector.pdf>
- Ervasti, S., Winqvist, E. & Rasi, S. 2018. Typen talteenotto lantaperäisestä nesteestä – tekninen toteutettavuus ja prosessin kannattavuusarviointi. Luonnonvarakeskus, Helsinki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 4/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-532-5>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktivi (EU) 2022/2464. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktivi (EU) 2023/1791. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/3019. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L\\_202403019](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202403019)
- European Parliament 2025. Legislative Train Schedule. Substantiating green claim. Saatavilla: <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-substantiating-green-claims> [Viitattu: 4.2.2025.]
- Haapakoski, J. 2022. Vesihuollon verkostosaneerausten hiilijalanjäljen pienentäminen. Tampereen yliopisto, Tampere. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202205185075>
- Hilander, H. 2022. Nitrous oxide emission dynamics and emission factors of two Finnish wastewater treatment plans. Aalto-yliopisto, Helsinki. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202210165895>
- Ilmastolaki 423/2022. Annettu Naantalissa ja Helsingissä 10.6.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2022/20220423>
- ISO 14068-1 2023. Climate change management – Transition to net zero – Part 1: Carbon neutrality.
- Jyväskylän elinkeinopalvelut 2023. JS-Puhdistamon kiertotalousinvestointi oli kannattava monella tapaa. Saatavilla: <https://elinkeinopalvelut.jyvaskyla.fi/ajankohtaista/blogi-j%C3%A4tevedenpuhdistamon-kiertotalousinvestointi-oli-kannattava-monella-tapaa> [Viitattu: 31.1.2025.]

- Kinnarinen, T. 2022. Lietekierto-hankkeen loppuraportti. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta. LUT Scientific and Expertise Publications, Research reports 119/2022. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-861-4>
- Kinnunen, O. 2021. Study of microbial population involved in nitrogen removal and nitrous oxide emission at wastewater treatment plants. Aalto-yliopisto, Espoo. Diplomityö <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202201301529>
- Kinnunen, V., Kymäläinen, M., Tiainen, S., Koskela, O., Honkasaari, M., Järvi, S., Kunttu, I., Somersalo, V., Vartiainen, P., Alhonoja, K., Karjala, R., Alarotu, M. & Mykkänen, E. 2023. Jäteveden ravinteet keskittäen kiertoön (Järkki). Gasum Oy ja Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK). VN/24341/2020 – Loppuraportti rahoittajalle.
- Koppanen, M. 2018. Aktiivihiihliisuodatus talousveden tuotannossa. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. Diplomityö. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201808142141>
- Koukkunen, M. 2022. Comparative life cycle assessment of activated carbon production from various raw materials. Journal of Environmental Management 324: 116356. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116356>
- Kujanpää, L., Koponen, K., Linjala, O., Mäkikouri, S. & Arasto, A. 2023. Teknologisten hiilinielujen mahdollisuudet ja niiden edistäminen Suomessa. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 5/2023. <https://ilmastopaneeli.fi/hallinta/wp-content/uploads/2024/02/ilmastopaneelin-raportti-5-2023-teknologisten-hiilinielujen-mahdollisuudet-ja-niiden-edistaminen-suomessa.pdf>
- Kuntaliitto, 2012. Hulevesiopas. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>
- Kuokkanen, A., Viholainen, J. & Blomberg, K. 2024. Ilmastotyön strateginen ohjaus HSY:ssä – KHK-päästövähennyskeinojen potentiaali ja kustannukset. Vesihuoltopäivät 2024.
- Kurki, V. 2016. Negotiating Groundwater Governance: Lessons from Contentious Aquifer Recharge Projects. Tampereen teknillinen yliopisto. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3762-2>
- Kuulas, A., Renko, T. & Kuivamäki, R. 2020. Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Helsinki. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 63. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/5239/vesi-huollon\\_investointitarpeet\\_vvy\\_10092020\\_final.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/5239/vesi-huollon_investointitarpeet_vvy_10092020_final.pdf) [Viitattu 4.2.2025.]

- Laine, A., Pohjalainen, S., Mäntylä, I., Eloranta, A., Lehtomäki, J., Raivio, T. 2024. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 – tiekartan päivitys. Gaia Consulting Oy. [https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/06/Loppuraportti-RT-vahahiilisyys-7.6.2024\\_FINAL.pdf](https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/06/Loppuraportti-RT-vahahiilisyys-7.6.2024_FINAL.pdf)
- Lapinlampi, T. 2021. Vesihuoltolaitokset 1970–2014. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21|2021. <http://hdl.handle.net/10138/329025>
- Lehtoranta, S., Laukka, V., Mölsä, K., Linjama, J., Pesu, J. & Laitinen, J. 2023. Vesihuollon kasviuonekaasupäästöt Suomessa ja päästövähennystoimien vaikuttavuuden arviointi. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 31 | 2023. <http://hdl.handle.net/10138/566640>
- Lehtoranta, S., Malila, R., Fjäder, P., Laukka, V., Mustajoki, J. & Äystö, L. 2021. Jätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18|2021. <http://hdl.handle.net/10138/328632>
- Lehtoranta, S., Tampio, E., Rasi, S., Laakso, J., Vikki, K. & Luostarinen, S. 2024. The implications of management practices on life cycle greenhouse gas emissions in biogas production. Journal of Environmental Management 366: 121884. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121884>
- Lehtoranta, S., Laukka, V. & Silvennoinen, K. 2025. Climate change impacts of municipal water sector and mitigation pathways: A national scale analysis and perspectives to carbon neutrality. Journal of Environmental Management, 373: 123732. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123732>
- Lepistö, J., Rouhiainen, A. & Pulkkinen, J. 2024. Esiselvitys tekoälyn hyödyntämisestä vesihuollossa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 96. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Helsinki. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/9518/esiselvitys\\_tekoalyn\\_hyodyntamisesta-vesihuollossa.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/9518/esiselvitys_tekoalyn_hyodyntamisesta-vesihuollossa.pdf) [Viitattu: 31.1.2025.]
- 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 2023:3 [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164889/VNTEAS\\_2023\\_32.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164889/VNTEAS_2023_32.pdf?sequence=7&isAllowed=y)

- Malk, V. & Junninen, J. (toim.). 2023. Lietteen roolin vahvistaminen kiertotaloudessa – innovatiivinen hyötykäyttö vedenkäsittelyssä, akkumateriaaleissa ja 3D-tulostuksessa. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-566-6>
- Miljøstyrelsen, 2021. 'Paris model' reporting for the water sector in Denmark. <https://mst.dk/media/sfjbhwl0/reporting-for-a-climate-and-energy-neutral-water-sector-in-denmark.pdf>
- MMM 2021. Kansallisen vesihuoltouudistuksen ohjelma. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:7. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-191-2>
- MMM 2022a. Toimeenpanosuunnitelma 10/2022. Saatavilla: [https://mmm.fi/documents/1410837/6164691/10\\_2022\\_Toimeenpanosuunnitelma.xlsx/638d0c0a-1e6f-9463-51dc-a123f3cf24e8?t=1666351979328](https://mmm.fi/documents/1410837/6164691/10_2022_Toimeenpanosuunnitelma.xlsx/638d0c0a-1e6f-9463-51dc-a123f3cf24e8?t=1666351979328) [Viitattu 16.4.2024.]
- MMM 2022b. Vesitalousstrategia 2030. Puhdasta vettä, turvallisuutta ja hyvinvointia. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:1. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-391-6>
- Motiva 2018. Energiatehokas vesihuoltolaitos, Motiva 2016-2018. [Viitattu 27.9.2024]. Saatavilla: [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/vesihuoltolaitos](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/vesihuoltolaitos)
- Mölsä, K. 2019. Life cycle assessment of a wastewater treatment and a sludge handling process – current state and future scenarios. Aalto yliopisto, Espoo. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202001261830>
- Nevalainen, I. 2023. Hulevesiratkaisuiden hiilipäästöt. Turun ammattikorkeakoulu, Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, Turku. Opinnäytetyö AMK. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/797315/Nevalainen\\_Ilona.pdf;jsessionid=505D68A096A5BA29CB563E8F8D3E04AD?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/797315/Nevalainen_Ilona.pdf;jsessionid=505D68A096A5BA29CB563E8F8D3E04AD?sequence=2)
- Nissinen, P., Seppälä, P., Kämäräinen, K., Aurola, A-M., Herttuainen, J., Anttonen, E. & Nevala, M. 2023. Vesihuoltolaitoksen ilmastotyökalut. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Helsinki. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 83. [https://www.vvy.fi/site/assets/files/7592/vesihuoltolaitoksen\\_ilmastotyokalut\\_x-1.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/7592/vesihuoltolaitoksen_ilmastotyokalut_x-1.pdf)
- NPHarvest 2023. NPHarvest. Saatavilla: <https://www.aalto.fi/fi/npharvest> [Viitattu 5.2.2025.]
- Palonperä, J. 2022. Ilmastopäästöjen vähentäminen vesihuoltoverkostojen rakentamisessa. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Jyväskylä. Opinnäytetyö YAMK. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022092720513>

- Puhakka, I., Halinen, A. & Taube, P. 2024. Jätevesi fosforilannoitteen raaka-aineena. *Vesitalous* 6/2024, s. 74-76.
- Puurula, J., Hildén, M., Sorvali, J. & Jalonen, P. 2022. Kuntien ja maakuntien ilmastotyön tilanne 2021. Kunnianhimoisia tavoitteita ja ilmastotyön valtavirtaistumista. Saatavilla: <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2022/2172-kuntien-ja-maakuntien-ilmastotyön-tilanne-2021> [Viitattu: 4.2.2025.]
- Pyökkönen, S. 2023. Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon uusi alkalointiasema – kiertotaloutta ja huoltovarmuutta. *Vesitalous* 4/2023, s. 33-34.
- Rajala, K., Haimi, H. & Lindholm, J. 2023. Haitta-aineiden poiston toteuttavuus ja vaikutukset suomalaisilla jätevedenpuhdistamolla. Raportti. FCG Finnish Consulting Group. [https://www.vvy.fi/site/assets/files/8647/loppu-raportti\\_raportti\\_haitta-aine-hanke\\_final.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/8647/loppu-raportti_raportti_haitta-aine-hanke_final.pdf)
- Ramboll Finland Oy. 2023. Yhdyskuntien jätevesien ravinteiden talteenoton menetelmäselvitys raportti. Ympäris-töministeriö. Saatavilla: [https://ym.fi/documents/1410903/73050749/Yhdyskuntien+j%C3%A4tevesien+ravinteiden+talteenoton+menetelm%C3%A4selvitys\\_raportti+28.4.2023.pdf/07a08a7f-713b-3160-2534-fa65c8d65f6c/Yhdyskuntien+j%C3%A4tevesien+ravinteiden+talteenoton+mene-telm%C3%A4selvitys\\_ra-portti+28.4.2023.pdf?t=1683646440065](https://ym.fi/documents/1410903/73050749/Yhdyskuntien+j%C3%A4tevesien+ravinteiden+talteenoton+menetelm%C3%A4selvitys_raportti+28.4.2023.pdf/07a08a7f-713b-3160-2534-fa65c8d65f6c/Yhdyskuntien+j%C3%A4tevesien+ravinteiden+talteenoton+mene-telm%C3%A4selvitys_ra-portti+28.4.2023.pdf?t=1683646440065) [Viitattu 5.6.2023.]
- Renko, T., Sahlstedt, J., Aurola, A., Vilpanen, M. & Härkki, H. 2021. Hyvän vesihuollon kriteerit. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 65. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/5496/hyvan\\_vesihuollon\\_kriteerit.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/5496/hyvan_vesihuollon_kriteerit.pdf)
- Rossi, L., Reuna, S., Fred, T. & Heinonen, M. 2018. RAVITA technology – new innovation for combined phosphorus and nitrogen recovery. *Water Science and Technology* 78(12): 2511–2517. <https://doi.org/10.2166/wst.2019.011>
- Seppälä, J., Liimatainen, H., Viri, R., Suomalainen, E., Ollikainen, M., Weaver, S., Markkanen, J., Ahlvik, L., Karttunen, M., Hänninen, O. & Halonen, J. 2024. Tieliikenteen päästövähennystoimet ja niiden vaikutukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2024. [ilmastopaneelin-raportti-1-2024-tieliikenteen-paastovahennystoimet-ja-niiden-vaikutukset.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/raportit/1-2024-tieliikenteen-paastovahennystoimet-ja-niiden-vaikutukset.pdf)
- Sieranen, M. 2023. Nitrous oxide emissions at three Finnish wastewater treatment plants – Mechanisms behind nitrous oxide emissions and potential of process modelling in emission quantification. Aalto-yliopisto, Helsinki. Diplomityö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202305213332>

- Sitoumus 2050. N/A. Päästöttömät työmaat – kestävien hankintojen green deal -sopimus. Saatavilla: <https://sitoumus2050.fi/paastotontyomaa#/> [Viitattu 23.1.2025.]
- Soimakallio, S. & Lounasheimo, J. 2024. Sähkön, lämmön ja kaukjäähdytyksen ominaispäästöt. Päästökertoimien määrittäminen vuosille 2020–2120. Rakentamisen päästötietokanta. Suomen ympäristökeskus. <https://co2data.fi/rakentaminen/>
- Srilatha, K., Bhagawan, D., Shiva Kumar, S. & Himabindu, V. 2017. Sustainable fuel production by thermocatalytic decomposition of methane – A review. South African Journal of Chemical Engineering 24: 156-167. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2017.10.002>.
- Tampereen kaupunki 2024. Hiilineutraali Tampere 2030 – Tiekartta. Tampereen kaupunginhallitus 4.11.2024. Saatavilla: [https://www.tampere.fi/sites/default/files/2024-11/Hiilineutraali\\_Tampere\\_2030\\_tiekartta\\_paivitys\\_2024\\_0.pdf](https://www.tampere.fi/sites/default/files/2024-11/Hiilineutraali_Tampere_2030_tiekartta_paivitys_2024_0.pdf) [Viitattu 4.2.2025.]
- TEM 2020. Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2020:52. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-525-6>
- TEM 2022. Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:53. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-811-0>
- TEM 2024. Vähähiilisyystiekarttojen päivittäminen 2024. Saatavilla: [Vähähiilisyystiekarttojen päivittäminen 2024 - Työ- ja elinkeinoministeriö \(tem.fi\)](#) [viitattu 31.7.2024.]
- Tihinen, H., Ahonen, M., Huntus, E., Pirilä, M., Kuivamäki, R., Vilpanen, M., Ristimäki, J., Ijäs, M. & Herttuainen, J. 2023. Kiertotalous vesihuollossa. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Helsinki. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 84. Saatavilla: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/7633/kiertotalous\\_vesihuollossa\\_17022023.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/7633/kiertotalous_vesihuollossa_17022023.pdf) [Viitattu 31.7.2024.]
- Tilastokeskus 2025. Katsaus 15.1.2025. [Vuoden 2023 kasvihuonekaasupäästöt laskivat 10 % edellisvuodesta | Tilastokeskus](#)
- Tukiainen, T. 2009. Vesihuoltolaitosten kasvihuonekaasupäästöt Suomessa. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. Diplomityö.
- UUMA4-ohjelma 2023. Tekniset verkostot uusiomaarakentamisessa -opas. Saatavilla: <https://uusiomaarakentaminen.fi/aineisto/tekniset-verkostot-uusiomaarakenteissa-opas-2/> [viitattu 10.9.2024.]
- Vasara, Nyman, Lehtinen, Aktüre, Laukkanen 2020. Roadmap to reach carbon neutral chemistry in Finland 2045. Final report. Saatavilla:



<https://www.kemianteollisuus.fi/wp-content/uploads/2023/06/Kemianteollisuus-roadmap.pdf> [Viitattu 10.9.2024.]

Vesihuoltolaki 119/2001. <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2001/20010119>

Vesilaitosyhdistys 2021. Vesilaitosyhdistyksen strategia. Saatavilla: <https://www.vvy.fi/ajankohtaista/uutiset/vesilaitosyhdistyksen-strategia-visio-2030-ja-tiekartta-2021-2030/> [viitattu 9.4.2024.]

Water UK 2020. Net zero 2030 routemap. Saatavilla: <https://www.water.org.uk/sites/default/files/2023-08/Water-UK-Net-Zero-2030-Route-map.pdf> [Viitattu 12.9.2024.]

YLVA 2021. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä YLVA.

Ympäristöministeriö 2022. Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa 2035. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:12. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-262-4>