

Vesihuoltolaitoksen ilmastotyökalut

Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 83

Helsinki 2023



Tämä julkaisu on toteutettu Vesihuoltolaitosten kehittämisrahaston ja hankekumppaneina toimineiden vesihuoltolaitosten Alva-yhtiöt Oy, HSY, JS-Puhdistamo Oy, Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Porvoon vesi, Turun Vesihuolto Oy ja Vesikolmio Oy rahoituksella.



ALVA



Porvoon vesi Borgå vatten



Julkaisun on laatinut AFRY Finland Oy.



Julkaisun jakelu:

Vesilaitosyhdistys
Ratamestarinkatu 7 B
00520 Helsinki

puh. (09) 868 9010
sähköposti: vvy@vvy.fi
kotisivu www.vvy.fi

ISSN-L 2242-7279
ISSN 2242-7279

ISBN 978-952-6697-82-6

Helsinki 2023

KUVAILEHTI			
<i>Julkaisija</i>	Suomen Vesilaitosyhdistys ry		
<i>Tekijät</i>	AFRY Finland Oy Petri Nissinen, Paula Seppälä, Kaisa Kämäräinen, Anne-Mari Aurola, Johanna Herttuainen, Elina Anttonen, Mika Nevala		
<i>Julkaisun nimi</i>	Vesihuoltolaitoksen ilmastotyökalut		
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 83		
<i>Julkaisun teema</i>			
<i>Saatavuus</i>	Julkaisu on saatavissa Vesilaitosyhdistyksen verkkosivuilta.		
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Tämä julkaisu on laadittu edistämään vesihuoltolaitosten ilmastotyötä. Julkaisussa esitetään tapoja päästöjä vähentävien toimenpiteiden tunnistamiseen, suunnitteluun ja toteutukseen vesihuollossa.</p> <p>Julkaisu sisältää suositukset vesihuoltolaitoksen hiilijalanjäljen laskennasta, yksikköpäästöjen laskennasta asukaskohtaisesti sekä kuutiokohtaisesti talousvedelle ja jätevedelle kasvihuonekaasuprotokollaan (GHG-protocol) pohjautuen. Tyypillisiksi päästöiksi jätevedenkäsittelyssä tunnistettiin suorat typpioksiduuli- ja metaanipäästöt jätevesi- ja lieteprosesseista, ilmastuksen energiankulutus, pumppausten energiankulutus ja kemikaalien tuotanto. Viemäri- ja talousvesiverkoston tyypilliset päästölähteet koostuvat pääasiassa pumppauksen energiankulutuksesta, kun rajauksen ulkopuolelle jäi verkostorakentaminen ja viemärien suorat päästöt. Talousveden tuotannon päästöistä tyypillisiä ovat pumppauksen energiankulutus ja kemikaalien tuotanto.</p> <p>Toimenpidesuunnitelman luominen päästöjen vähentämiseksi hiilijalanjälkilaskennan avulla on suositeltavaa. Vesihuoltolaitos voi toteuttaa päästöjä vähentäviä toimenpiteitä myös ilman julkaisussa esitetyn kaltaista ohjeistusta. Oleellista olisi pyrkiä kohdentamaan resurssit toimenpiteisiin, joilla on mahdollisimman suuri vaikuttavuus. Päätökset hankinnoissa ja investoinneissa vaikuttavat osaltaan vesihuoltolaitoksen kokonaispäästöihin. Julkaisussa esitetään toimintaohjeita ja esimerkkipohjia myös päästöjen vähentämiseen erityyppisissä hankinnoissa sekä investointihankkeiden suunnittelun aikana. Päästöjä voi syntyä paitsi välittömästi hankinnan jälkeen (mm. materiaalin tuotanto ja kuljetukset), myös hankinnan kohteen elinkaaren aikana (mm. energian kulutus, hyödykkeiden kulutus, purku ja jätteiden käsittely).</p>		
<i>Avainsanat</i>	hiilijalanjälki, vesihuolto		
<i>Rahoittaja/toimeksiantaja</i>	Suomen Vesilaitosyhdistys ry		
	<i>ISBN</i> 978-952-6697-82-6	<i>ISSN</i> 2242-7279	
	<i>Sivuja</i> 103	<i>Kieli</i> suomi	<i>luottamuksellisuus</i> julkinen
<i>Julkaisun jakelu</i>	Vesilaitosyhdistys, www.vvy.fi		
	Tekijät vastaavat julkaisun sisällöstä eikä julkaisun sisältöä voida tulkita Vesilaitosyhdistyksen kannanotoksi.		

BESKRIVNINGSBLAG			
<i>Publicerat av</i>	Finlands Vattenverksförening r.f.		
<i>Författare</i>	AFRY Finland Oy: Petri Nissinen, Paula Seppälä, Kaisa Kämäräinen, Anne-Mari Aurola, Johanna Herttuainen, Elina Anttonen, Mika Nevala		
<i>Publikationens titel</i>	Klimatverktyg för vattentjänstverk		
<i>Publikationsseriens titel och nummer</i>	Vattenverksföreningens duplikatserie nr 83		
<i>Publikationens tema</i>			
<i>Tillgänglighet</i>	Publikationen finns på Vattenverksföreningens webbsida.		
<i>Sammanfattning</i>	<p>Denna publikation är utarbetad för att främja vattentjänstverkens klimatarbete. I publikationen presenteras metoder för att identifiera, planera och genomföra åtgärder som minskar utsläppen i vattentjänsten.</p> <p>Publikationen inkluderar rekommendationer om beräkningen av koldioxidavtryck för vattentjänstverk, beräkning av enhetsutsläpp per invånare samt per kubikmeter för hushållsvatten och avloppsvatten baserat på växthusgasprotokollet (GHG-protocol). Som typiska utsläpp från avloppsvattenbehandling identifierades direkta lustgas- och metanutsläpp från avloppsvatten- och slamprocesser, energiförbrukningen för luftning, energiförbrukningen för pumpning och produktionen av kemikalier. De typiska utsläppskällorna i avlopps- och hushållsvattennätet består i huvudsak av energiförbrukningen för pumpning när utsläpp från bygget av ledningsnäten och direkta utsläpp från avloppen inte togs med. Energiförbrukningen för pumpningen och produktionen av kemikalier är typiska utsläpp i hushållsvattenproduktionen.</p> <p>Det rekommenderas att med hjälp av beräkning av koldioxidavtrycket utarbeta en åtgärdsplan för att minska utsläppen. Vattentjänstverk kan också genomföra utsläppsminskande åtgärder utan anvisningar liknande det som presenteras i publikationen. Det är viktigt att försöka rikta resurserna på åtgärder som har en så stor effekt som möjligt. Beslut om anskaffningar och investeringar påverkar vattentjänstverkets totala utsläpp. I publikationen presenteras anvisningar och exempelmallar även för minskning av utsläppen vid olika slags upphandlingar och under planeringen av investeringsprojekt. Utsläpp kan förutom direkt efter anskaffningen (bl.a. tillverkningen av material och transporter) även uppstå under livscykeln för anskaffningsobjektet (bl.a. energiförbrukning, resursförbrukning, rivning och avfallshantering).</p>		
<i>Nyckelord</i>	koldioxidavtryck, vattentjänst		
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Finlands Vattenverksförening r.f.		
	<i>ISBN</i> 978-952-6697-82-6	<i>ISSN</i> 2242-7279	
	<i>Sidantal</i> 103	<i>Språk</i> finska	<i>Konfidentialitet</i> offentlig
<i>Distribution av publikationen</i>	Vattenverksföreningen, www.vvy.fi		
	Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Vattenverksföreningens ståndpunkt.		

Esipuhe

Tässä julkaisussa esitetään keinoja, jotka helpottavat ilmastotyötä vesihuoltolaitoksissa. Julkaisu sisältää suosituksen hiilijalanjäljen laskentavoista, ohjeistuksen päästövähennystoimenpiteiden suunnitteluun ja niiden valintaan, sekä ohjeita päästöjen vähentämiseksi hankinnoissa ja investoinneissa. Suositukset vastaavat selvityksen laatijoiden parhainta näkemystä perustuen saatavilla olevaan nykytietoon aiheesta.

Toivomme, että tämä julkaisu tukee vesihuoltolaitosten työtä matkalla kohti maailman toimivinta ja hiilineutraalia vesihuoltoa vuonna 2030 Vesilaitosyhdistyksen strategian mukaisesti.

Hankkeen rahoittajina toimivat Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto, Alva-yhtiöt Oy, Turun Vesihuolto Oy, JS-Puhdistamo Oy, Vesikolmio Oy, Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Porvoon vesi ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY).

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat Sallamari Piispanen (Alva-yhtiöt Oy), Suvi Lehtoranta (SYKE), Saijariina Toivikko (VVY), Petri Tuominen (JS-Puhdistamo Oy), Sari Rajajarvi (Porvoon vesi), Risto Bergbacka (Vesikolmio Oy), Vuokko Laukka (SYKE), Kristiina Bailey (HSY), Eeva-Leena Rostedt (Turun Vesihuolto Oy) ja Riitta Moisio (Lappeenrannan Lämpövoima Oy). Hankkeen toteuttajana toimi AFRY Finland Oy.

Hankkeessa toteutettiin työpaja, johon osallistui ohjausryhmän lisäksi mm. laitetoimittajien, putkivalmistajien, urakoitsijoiden ja tutkimuksen edustajia. Kiitämme hankkeen ohjausryhmään ja työpajaan osallistuneita hankkeeseen tuomastanne arvokkaasta asiantuntemuksesta.

Helsingissä helmikuussa 2023
AFRY Finland Oy

Sisällysluettelo

1	Tausta.....	1
2	Suosituksset hiilijalanjäljen laskentatavoista ja yksikköpäästöjen ilmoittamisesta....	4
2.1	Laskennan kohde ja laskentaohjeistukset	4
2.1.1	Organisaatio	5
2.1.2	Tuote	6
2.1.3	Rakennushanke	7
2.2	Suosituksset laskentaan	8
2.2.1	Laskentarajaus	8
2.2.2	Laskennan jaottelu vesihuollon osa-alueittain	16
2.2.3	Tuotteen laskenta	18
2.2.4	Asukaskohtaisten päästöjen laskenta	18
2.2.5	Raportointi	18
2.2.6	Päästöhyötyjen laskenta	20
2.3	Lähtötiedot	21
2.3.1	Tyypillisiä lähtötietoja ja tietolähteitä	21
2.3.2	Päästökertoimien valinta	24
3	Toimenpiteiden suunnittelu.....	27
3.1	Ohjeistus toimenpidesuunnitelman laatimiseen	27
3.2	Vaikuttavuus.....	28
3.2.1	Tyypillisiä merkittäviä päästölähteitä	29
3.2.2	Vaikuttavuuden mittarointi ja seuranta	30
3.3	Toteutettavuus	30
3.4	Esimerkkitoimenpiteitä	31
3.4.1	Suorat päästöt	33
3.4.2	Sähkö- ja lämpöenergia	38
3.4.3	Polttoaineet.....	44
3.4.4	Vesi.....	47
3.4.5	Kemikaalit	49
3.4.6	Materiaalit	53
4	Toimenpiteiden toteutus	58
4.1	Toimintaohjeet päästöjen vähentämiseksi hankinnoissa	58
4.1.1	Vähähiilisen hankinnan kulku	58
4.1.2	Markkinakartoitus ja -vuoropuhelut	61
4.1.3	Hankintamenettelyn valinta	61
4.1.4	Kriteerien määrittely	61
4.1.5	Tiedon saatavuus.....	62
4.1.6	Seuranta ja sanktiot	62
4.2	Hankintakokonaisuudet	63
4.2.1	Putki.....	63
4.2.2	Laite.....	65
4.2.3	Kemikaali	68
4.2.4	Palvelu	71
4.2.5	Urakka	73
4.3	Toimintaohjeet päästöjen vähentämiseksi investoinneissa	77
4.3.1	Vaihtoehtoisten toteutustapojen kartoitus ja vertailu.....	77
4.3.2	Hiilijalanjälkilaskennat vaihtoehtoisille toteutustavoille	78
	Lähteet.....	79
	Liitteet.....	84

LIITE 1 MALLIPOHJA VESIHUOLTO-ORGANISAATION
HIILIJALANJÄLKILASKENNAN SISÄLLÖSTÄ LASKENTOJEN HANKINTAA TAI
TOTEUTUSTA VARTEN

LIITE 2 ESIMERKKEJÄ VÄHÄHIILISTEN HANKINTOJEN
HANKINTADOKUMENTTIEN LAATIMISTA VARTEN

LIITE 3 TYÖOHJELMAMALLIT ESI- JA YLEISSUUNNITTELUVAIHEEN
SUUNNITTELU TYÖN HANKINTAAN HUOMIOIDEN HIILIJALANJÄLKITARKASTELUT

1 TAUSTA

Hiilijalanjälki ja ilmastovaikutusten vähentäminen on yksi aikamme suurimpia haasteita. Maailmanlaajuisesti vesihuollon päästöjen on arvioitu muodostavan noin 1,8 % kasvihuonekaasupäästöistä, ollen samaa suuruusluokkaa lentoliikenteen kanssa (GWI 2022; Rithcie et al. 2020). Pohjoismaissa vesihuoltosektorin päästöiksi on arvioitu 0,4–0,8 % kansallisista päästöistä (EnviDan 2022).

Suomalaisessa vesihuollossa kestävä kehitys ja ilmastoneutraalius on otettu keskeiseksi tavoitteeksi mm. VVY:n strategiassa, jonka tavoitteena on hiilineutraali vesihuolto Suomessa vuonna 2030 (VVY 2021a). EU:n uudessa yhdyskuntajätevesidirektiivin luonnoksessa on esitetty mm. tavoite energianeutraalista jäteveden käsittelystä vuoteen 2040 mennessä (EC 2022).

Hyvän vesihuollon kriteereissä (VVY 2021b) yhdeksi kolmesta hyvän vesihuollon osa-alueesta on määritetty ”Kestävä ja kehittyvä”. Osa-alue koostuu kriteereistä, joiden perusteella voidaan todeta, että veden- ja jätevedenkäsittely ei kuormita ympäristöä, eikä lisää ilmastonmuutosta kiihdyttäviä päästöjä. Kriteereissä on esitetty vaadittavia toimia hiilijalanjälkeen ja ilmastovaikutuksiin liittyen, esimerkiksi kriteerissä 10.4: *Vesihuoltolaitoksen elinkaarikustannukset ja hiilijalanjälki on laskettu ja tuloksia käytetään toiminnan ohjauksessa.*

Ilmastovaikutusten vähentämistä on toteutettu onnistuneesti useissa vesihuoltolaitoksissa. Toimenpiteet ovat kuitenkin vielä valtaosin yksittäisiä, ja niiden suunnitelmallisuuden taso vaihtelee. Pienillä vesihuoltolaitoksilla mahdollisuudet suunnitelmalliseen toiminnan hiilijalanjäljen pienentämiseen ovat rajalliset.

Hiilijalanjäljen ja päästöhyötyjen laskentatavat vaihtelevat ja vertailu on haastavaa. Vesihuoltolaitoksille tulee asiakkailta enenevässä määrin kyselyitä vesihuollon yksikköpäästöistä, kuten talousveden ja jäteveden hiilijalanjäljestä. Hiilijalanjälkeä huomioidaan vielä varsin harvoin suunnitteluhankkeissa ja hankinnoissa.

Tämän hankkeen tavoitteena on luoda työkalukokonaisuus (Kuva 1-1), joka toimisi vesihuoltolaitosten apuvälineenä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä.



Kuva 1-2 Hankkeen sisältö

Raportin ensimmäinen aihealue (Suositukset hiilijalanjäljen laskentatavoista ja yksikköpäästöjen ilmoittamisesta) käsittelee hiilijalanjäljen laskentaa. Osassa eritellään keskeiset kokonaisuudet, joille hiilijalanjälkilaskenta vesihuollossa voidaan tehdä, sekä suositukset laskennan toteutuksesta vesihuolto-organisaatiolle.

Raportin toisessa osassa (Toimenpiteiden suunnittelu) keskitytään konkreettisiin toimenpiteisiin, joilla voidaan vähentää päästöjä vesihuollon jatkuvassa toiminnassa. Kapaleessa arvioidaan mahdollisia päästövähennystoimenpiteitä niiden tehokkuuden ja toteutettavuuden näkökulmista.

Kolmannessa osassa (Toimenpiteiden toteutus) esitetään keinoja tuoda päästövähennystavoitteet osaksi hankintojen ja investointien toteutusta. Osassa käsitellään mahdollisia tapoja tuoda vähähiilisyyskriteerejä erilaisiin vesihuollon hankintoihin, sekä ohjeistetaan hiilijalanjälkitarkastelujen käyttöön investointihankkeiden suunnittelussa.

Yhdistämällä eri toimenpiteitä ja valitsemalla kullekin vesihuoltolaitokselle soveltuvat toimenpiteet, voidaan saavuttaa päästövähennyksiä pitkällä aikajänteellä. Hyvällä suunnittelulla päästöjen vähentäminen voidaan saada osaksi vesihuollon jatkuvaa toimintaa ja työyhteisön toimintatapoja.

Vuosina 2022–2023 toteutetaan Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) Vesihuki hanke: Vesihuollon hiilineutraalisuuden ja kiertotalouden edistäminen. Hankkeessa määritetään vesihuollossa hiilijalanjälki valtakunnallisella tasolla ja luodaan laskentatyökalu, jonka avulla vesihuoltolaitokset voivat tehdä suuntaa antavan arvion hiilijalanjäljestään ja tarkastella potentiaalisia päästövähennystoimia. Hankkeen yhteydessä perustetun Vesihuki-verkoston tarkoituksena on koota yhteen hyviä päästövähennyskäytäntöjä, sekä vesihuoltolaitosten että kuntatoimijoiden kesken (SYKE 2022b).

Tässä hankkeessa esitettyjen toimenpiteiden ja suositusten vaikutuksista on toivottavaa keskustella jatkossa mm. Vesihuki-verkoston kautta, jotta tavoite hiilineutraalista vesihuollosta Suomessa olisi yhteistyön kautta helpompi saavuttaa.

Työn päätoteuttajana toimi AFRY Finland Oy. Hanketta rahoitti Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto sekä hankkeeseen osallistuvat vesihuoltolaitokset:

- Alva-yhtiöt Oy
- JS-Puhdistamo Oy
- Lappeenrannan Lämpövoima Oy
- Porvoon Vesi
- Turun Vesihuolto Oy
- Vesikolmio Oy
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY)

2 SUOSITUKSET HIILIJALANJÄLJEN LASKENTATAVOISTA JA YKSIKÖPÄÄSTÖJEN ILMOITTAMISESTA

Hiilijalanjäkilaskenta tarkoittaa jonkin tarkasteltavan kokonaisuuden (esim. organisaatio, tuote, palvelu, rakennus) ilmastovaikutuksen arviointia. Laskennassa huomioidaan tarkasteltavan kokonaisuuden aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt, ja tulokset esitetään hiilidioksidiekvivalenteina (CO₂e) eli muunnettuna vastaamaan hiilidioksidin ilmastoa lämmittävää vaikutusta. Hiilijalanjäljen laskenta on perustyökalu, jolla arvioidaan toiminnan ilmastovaikutuksia nykytilanteessa ja seurataan sen kehittymistä.

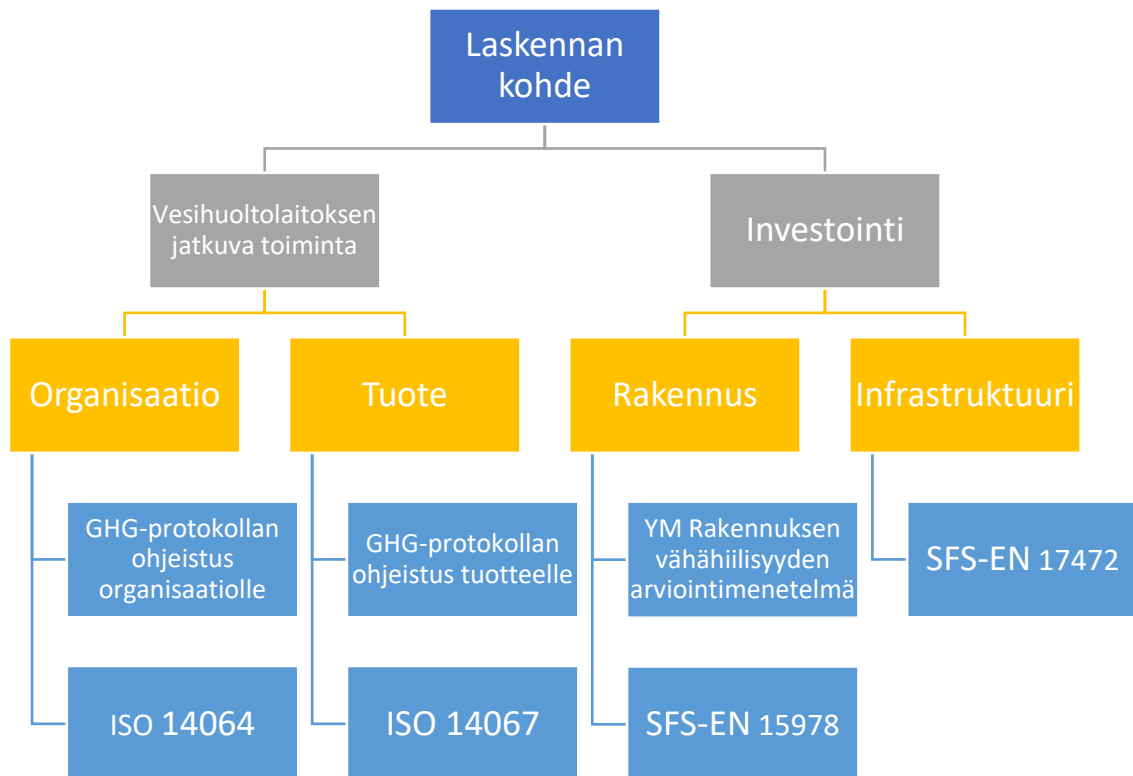
Hiilijalanjäljen laskennasta on olemassa useita laskentaohjeistuksia, ja erilaisille laskentakohteille on omat ohjeistuksensa. Lisäksi ohjeistusten sisällä voidaan mm. laskentarajausta soveltaa tietyissä rajoissa kohteen mukaan. Tällä hetkellä laskentara-jaukset ja mm. päästöhyötyjen laskentatavat vaihtelevat varsin paljon.

Hankkeessa luodaan suositukset hiilijalanjäljen laskennoista vesihuoltoalalla käytänteiden yhtenäistämiseksi. Suositukset perustuvat selvityksen laatijoiden näkemykseen. Laskentarajausten määrittelyssä käytetään lähtökohtaisena viitekehyksenä kasvihuonekaasuprotokollaa (GHG Protocol) huomioiden osa-alueet 1 (suorat päästöt, omat ajoneuvot ja oma energian tuotanto) ja 2 (ostoenergia) sekä osa-alueesta 3 keskeiset tekijät (esim. rakentaminen, ostetut tuotteet ja palvelut, kuljetukset sekä jätteiden käsittely). Lisäksi laaditaan mallipohja hiilijalanjäkilaskennan tyypillisestä sisällöstä sekä kootaan tietoa tyypillisistä lähtötiedoista.

SYKE:n Vesihuki -hankkeessa laaditaan vesihuoltolaitoksen hiilijalanjäljen laskentatyökalu. Tässä hankkeessa laadittavia suosituksia tarjotaan käytettäväksi SYKE:n Vesihuki-hankkeessa. SYKE vastaa laskentatyökalun kehittämisestä, eikä laskentatyökalun kehittämistä kuulu tähän työhön.

2.1 LASKENNAN KOHDE JA LASKENTA-OHJEISTUKSET

Vesihuoltolaitoksen toimintaan liittyviä kokonaisuuksia, joille hiilijalanjäkilaskenta voidaan laatia, ovat vesihuolto-organisaatio, tuote (talous- tai jätevesikuutio) tai investointihanke. Näille kaikille on olemassa useita mahdollisia laskentaohjeistuksia. Esimerkkejä niistä on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 2-1 Vesihuoltolaitokseen liittyviä kokonaisuuksia, joille hiilijalanjälkilaskenta voidaan tehdä, sekä esimerkkejä niille soveltuvista laskentaohjeistuksista.

2.1.1 Organisaatio

Organisaation laskenta tehdään yritykselle tai muulle taloudellisesti raportoivalle yksikölle, tässä tapauksessa vesihuoltolaitokselle. Organisaation laskenta koskee tiettyä laskentavuotta, ja siinä keskitytään ensisijaisesti toiminnan toistuviin päästöihin, mutta siihen voidaan sisällyttää myös laskentavuonna toteutettuja laite- ja rakennusinvestointeja. Laskenta on suositeltavaa päivittää vuosittain, jolloin päästöjen kehitys ja päästöjen vähentämistoimien tehokkuus tulee todennettua vuosittain. Organisaation laskennassa tuloksista voidaan esittää tunnuslukuja, kuten asukaskohtaiset päästöt (Kappale 2.2.4).

Organisaation laskennalle on olemassa laskentasuosituksia, joista GHG-protokollan organisaation laskentastandardi lienee laajimmin käytössä. GHG-protokollan organisaatiolaskennan ohjeistuksessa päästöt jaetaan kolmeen osa-alueeseen eli scopeen. Scopeen 1 kuuluvat toiminnan suorat päästöt, kuten ajoneuvojen polttoaineen kulutuksen päästöt sekä prosessista vapautuvat suorat päästöt, scopeen 2 ostoenergian välilliset päästöt, kuten sähkön ja lämmön tuotannon päästöt ja scopeen 3 muut välilliset päästöt, kuten hankintojen tuotannon ja kuljetuksen, polttoaineiden tuotannon sekä jätteiden käsittelyn ja kuljetuksen päästöt.

GHG-protokollan organisaatiolaskennan standardin mukaisesti organisaation laskennassa scope 1 ja 2 ovat pakollisia, ja scope 3 vapaaehtoinen. Mikäli scope 3 sisällytetään laskentaan, tulee siitä huomioida toiminnassa merkittävät osa-alueet. GHG-protokollan osa-alueet on esitetty jäljempänä kuvassa (Kuva 2-2).

Organisaation laskennalle on olemassa myös ISO-standardi ISO 14064, jonka eri osat muodostavat laskentaa, päästöjen vähentämistä ja verifiointia eli ulkopuolista arviointia koskevan ohjeistuksen. Standardi ISO 14064-1 ohjeistaa laskennan tekemisessä ja se on hyvin samankaltainen GHG-protokollan organisaatiostandardin kanssa. ISO-standardin mukaisessa ohjeistuksessa päästölähteet on jaettu kuuteen eri kategoriaan ja 21 eri osa-alueeseen. Ohjeistusten laajuuden suurin ero liittyy maankäytön päästöihin sekä hiilensidontaan ja biogeenisiin päästöihin, jotka on toistaiseksi tarkemmin käsitelty ISO-standardin mukaisessa ohjeessa.

Kummankin standardin mukainen päästölaskenta voidaan verifioida sisäisesti tai ulkoisesti. Organisaatiolaskennan verifiointi ei ole pakollista, mutta suositeltavaa, erityisesti mikäli organisaatio tekee laskentaa ensimmäistä kertaa. Näin voidaan paremmin varmistua laskennan rajauksen ja kattavuuden luotettavuudesta sekä laskennan oikeellisuudesta. Verifiointi voidaan tehdä laskentametodille (laskentatapa, rajausta ja käytetyt lähtötiedot) kertaalleen, jolloin verifiointia ei tarvitse toistaa vuosittain, kun laskentametodia käytetään uudelleen.

Jäljempänä esitetään suositus vesihuolto-organisaation laskentarajaukselle perustuen GHG-protokollan ohjeistukseen. Tätä laskentaohjeistusta puoltaa sen keveys, mikä mahdollistaa laskennan toteuttamisen varsin pienilläkin resursseilla. Laskenta ei välttämättä vaadi verifiointia. GHG-protokolla on nykyisin hyvin yleisesti käytössä, ja siinä käytetty scope-ajattelu on laajasti tunnettu ja käyttökelpoinen menetelmä. Myöskin vertailukohtat muista pohjoismaista, kuten ruotsalainen laskentapohja (Svenskt Vatten 2022) perustuu GHG-protokollaan ohjeistukseen.

2.1.2 Tuote

Tuotteen hiilijalanjäljen laskennassa lasketaan hiilijalanjälki tuotettua hyödykeyksikköä kohden. Vesihuoltotoiminnassa relevantteja yksiköitä ovat talousvesikuutio ja jätevesikuutio.

Tuotteen hiilijalanjälkilaskennassa voidaan soveltaa joko World Resource Instituten ja World Business Council For Sustainable Developmentin kehittämää GHG-protokollan tuotteen laskentaohjeistusta (World Resource Institute & World Business Council For Sustainable Development 2011b) tai ISO-standardia 14067. Molemmat laskentaohjeistukset perustuvat elinkaariarvioinnin standardeihin ISO 14040 ja ISO 14044.

Tuotteen laskenta voidaan yksinkertaistaen tehdä johtamalla laskenta organisaatiolaskennan tuloksista siten, että laskennassa huomioidaan tuotantoon liittyvät päästöt. Tämä laskentatapa ei ole GHG-protokollan tuotteen laskentaohjeistuksen mukainen, mikä tulee tuoda esille raportoinnissa. Tuotantoon kuuluviksi ja siten tuotteen laskentaan sisältyviksi katsotaan tuotteen tuotantoon käytetyt raaka-aineet, kuten kemikaalit, raaka-aineiden ja jätteiden kuljetukset, sekä prosessiin, hallintoon ja suunnitteluun liittyvä energiankulutus sekä muut mahdolliset tuotantoon liittyvät ostetut tuotteet ja palvelut. Tuotteen laskennan ulkopuolelle rajataan muut kuin tuotantoon kuuluvat ostetut tuotteet ja palvelut, kuten työmatkustus ja työntekijöiden töihin matkustus.

Tuotelaskennassa päästöt raportoidaan organisaatiolaskennasta poiketen scope-jaottelun sijaan tuotantovaiheittain (esimerkiksi seuraavasti: tarvittavien raaka-aineiden

tuotanto, kuljetus, vedenpuhdistusprosessi laitoksella, toimitus käyttäjälle). Jotta laskenta ja raportointi on varmasti tuotteen laskentastandardin mukainen, tulee varmistua sovellettavan standardin tarkemmista vaatimuksista.

Tuotteen hiilijalanjälkituloksen varmistamiseksi laskennalle on suositeltavaa toteuttaa kriittinen arviointi. Erityisesti mikäli tuotteen hiilijalanjälkilaskentaa halutaan käyttää vertailuväitteisiin eli vertailla kilpailevien tuotteiden paremmuutta tai samanlaisuutta, tulee sille toteuttaa kriittinen arviointi.

2.1.3 Rakennushanke

Vesihuoltolaitosten toiminnassa rakentamisella on keskeinen rooli, ja se muodostaa myös merkittävän osan vesihuoltolaitoksen päästöistä.

Jäljempänä esitetty suositus vesihuolto-organisaation laskentarajauksesta ei sisällä rakentamisen päästöjä. Rakentamisen ja muiden kertaluonteisten investointien päästöt voidaan sisällyttää organisaation laskentaan, mikäli laskenta halutaan tehdä esitettyä peruslaskentarajausta laajempuna. Tällöin suositellaan käytettäväksi GHG-protokollan organisaatiostandardia esitetyllä tavalla ja huomiomaan rakentamisen päästöt soveltuvissa kategorioissa, kuten scopessa 1 (esim. omat työkoneet) ja scopen 3 kategorioissa 1, 2 ja 5 (esim. urakoitsijoiden työkoneet, rakennusmateriaalit, materiaalien kuljetukset ja jätteiden käsittely)

Yksittäisten rakennus- ja investointihankkeiden yhteydessä hankekohtaisten päästölaskentojen tekeminen on erityisen tarkoituksenmukaista riippumatta siitä, huomioidaanko rakentamista organisaation laskennassa. Yksittäisen hankkeen elinkaari päästöihin liittyen merkittävimmät päätökset tehdään alkuvaiheen suunnittelussa, joten erityisen hedeelmällistä on toteuttaa laskentoja hankkeiden alkuvaiheen suunnittelun aikana. Laskentoja voidaan tehdä esimerkiksi mahdollisille toteutusvaihtoehdoille osana niiden vertailua. Yksittäisen rakennushankkeen laskennassa on tärkeää huomioida elinkaarijatkeltu, eli laskennassa huomioidaan hankkeen elinkaari sisältäen rakennusmateriaalien tuotanto, rakentaminen, rakennuksen käyttö ja käytöstä poisto.

Rakennushankkeiden ilmastovaikutustenlaskentaan on olemassa erilaisia ohjeistuksia, riippuen siitä millaisesta rakentamisesta on kyse. Infrarakenteiden, kuten vesi- tai jätevesiverkoston, rakentamisen vaikutusten laskentaa varten on kehitetty SFS-EN-standardi 17472. Kyseinen standardi kattaa infrarakennushankkeen elinkaari päästöjen laskennan rakennusmateriaalien raaka-ainehankinnasta rakentamiseen ja lopulta infrarakenteiden purkamiseen. Standardin mukaisesti eri elinkaaren vaiheista syntyvät päästöt raportoidaan elinkaaren vaiheittain. Laskentaan tulee sisällyttää standardin mukaisesti koko elinkaaren aikaiset päästöt.

Rakennusten, kuten puhdistamolaitoksen tai toimistorakennuksen, päästöjä voidaan arvioida Ympäristöministeriön (YM) laatiman Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmän mukaisesti, josta on toistaiseksi julkaistu luonnos lausuntokierrosta varten (Ympäristöministeriö 2021) tai EN-standardin 15978 mukaisesti. Hallituksen esityksessä (HE 139/2022) uudessa rakentamislaiissa (ent. maankäyttö- ja rakennuslaki) esitetään velvoitteeksi raportoida rakennuksen elinkaaren aikainen hiilijalanjälki osana ilmastoselvitystä. Esityksen mukaisesti ilmastoselvitys vaaditaan kaikille lupaa edellyttäville uudis- ja korjausrakennushankkeille ja laskenta tulee suorittaa YM:n vähähiilisuuden arviointimenetelmän mukaisesti. On kuitenkin mahdollista, että vesihuoltolaitokset tullaan rinnastamaan laitoksiin (esim. teollisuuslaitokset, varikot ym. korjaamot), joita vaatimus rakennuksen elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen laskennasta ei koskisi. Uusi rakentamislaki on tulossa voimaan 1.1.2024.

Mikäli hanke sisältää sekä infrarakentamista että rakennuksia, tulee kuhunkin osaan soveltaa aihepiirin kattavaa standardia.

2.2 SUOSITUKSET LASKENTAAN

Seuraavassa esitetään suositukset vesihuolto-organisaation hiilijalanjälkilaskennasta pohjautuen GHG-protokollan ohjeistukseen.

2.2.1 Laskentarajaus

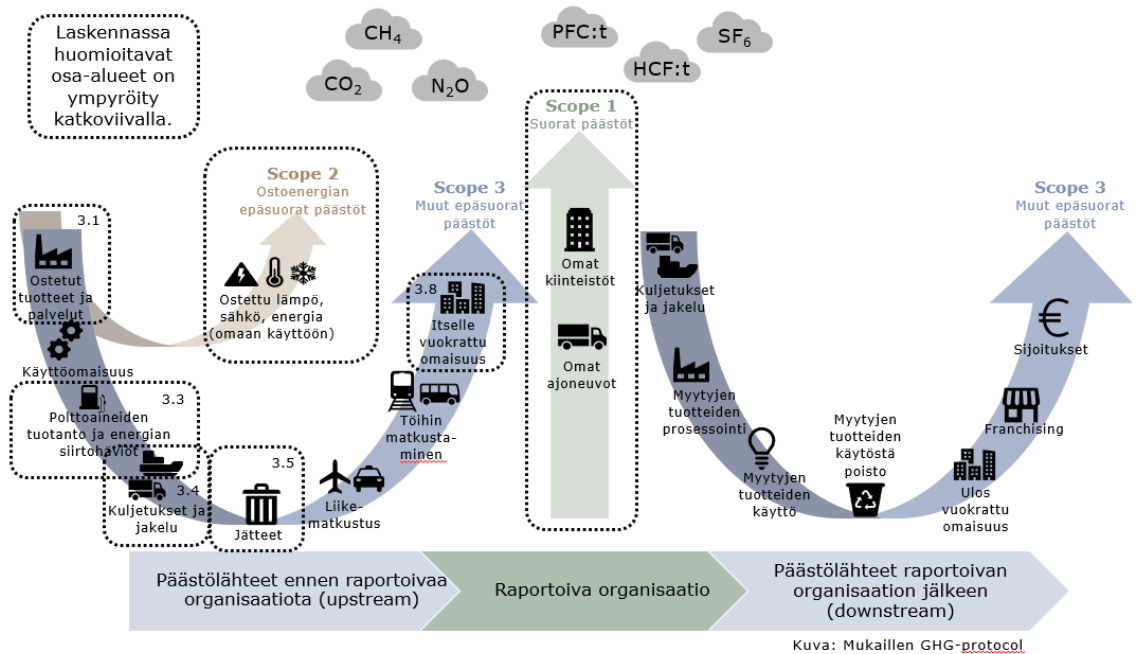
Suositteltu laskentarajaus sisältää GHG-protokollan organisaation laskentaohjeistuksen mukaisesti sisältäen Scope 1 (suorat päästöt) ja Scope 2 (epäsuorat päästöt) kokonaan sekä Scope 3 (välilliset päästöt) merkittäviksi katsottujen kategorioiden osalta. Scopen 3 osalta rajattiin laskennan ulkopuolelle kategorioita, jotka tyypillisesti eivät muodosta merkittäviä päästöjä toiminnassa.

Keskeisiä kasvihuonekaasuja vesihuollossa ovat fossiilinen hiilidioksidi, metaani ja typioksiiduuli. Niin sanotut F-kaasut eli perfluoratut yhdisteet (PFC), fluorihiiivedyt (HCF) ja rikkiheksafluoridi (SF₆) ovat vähemmän merkittäviä niiden huomattavasti pienemmän määrän ja siten pienemmän päästöpotentiaalin vuoksi. Kuitenkin esimerkiksi HCF-kaasuja käytetään kylmäaineina mm. ilmastointi- ja lämpöpumppujärjestelmissä, ja ne tulee huomioida, mikäli niiden käyttö on merkittävää. Yleisimpiä HCF-kylmäaineita ovat R134a, R407C, R404A, ja R410A. F-kaasut ovat yleisesti hyvin voimakkaita kasvihuonekaasuja.

Hiilijalanjäljen laskennassa huomioidaan vain fossiilisten kasvihuonepäästöjen osuus, eli biogeenisiä päästöjä ei huomioida. Biogeenisillä päästöillä tarkoitetaan CO₂-päästöjä, joissa hiili on biologista alkuperää. Biogeeniset päästöt ovat osa hiilen luonnollista kiertoa, minkä johdosta ne katsotaan hiilineutraaleiksi. Biogeeniset päästöt tulee laskea ja raportoida hiilijalanjäljen ohella erikseen.

Huomionarvoista on, että laskentarajauksen ulkopuolelle on jätetty rakentamisen ja kertaluonteisten investointien päästöjä. Nämä päästöt voidaan sisällyttää organisaation laskentaan, mikäli laskenta halutaan tehdä esitettyä peruslaskentarajausta laajempaan. Tällöin suositellaan käytettäväksi GHG-protokollan organisaatiostandardia esitetyllä tavalla ja huomiomaan rakentamisen päästöt soveltuviissa kategorioissa, kuten scopessa 1 (esim. omat työkoneet) ja scopen 3 kategorioissa 1, 2 ja 5 (esim. urakoitsijoiden työkoneet, rakennusmateriaalit, materiaalien kuljetukset ja jätteiden käsittely).

Suositteltu laskentarajaus on esitetty seuraavassa kuvassa ja tarkemmin rajausta on kuvattu kategorioittain seuraavassa taulukossa.



Kuva 2-2 Vesihuolto-organisaation laskennan suositeltu rajaus Kasvihuonekaasuprotokollan organisaation laskentarakojen mukaan (mukaillen World Resource Institute & World Business Council for Sustainable Development 2011a)

Taulukko 2.1 Vesihuolto-organisaation laskennan suositeltu raja-
 kasvihuonekaasuprotokollan (GHG-protocol) organisaation laskentara-
 jauksen mukaan

Kategoria	Sisältyykö laskentaan	Mitä kategoriassa huomioidaan	Mitä kategoriassa ei huomioida
Scope 1			
Suorat päästöt	Kyllä	Omien kiinteistöjen ja organisaation toiminnan suorat päästöt Esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> • oman energiatuotannon polttoaineiden kulutuksen suorat päästöt • jätevedenpuhdistuksen suorat päästöt (N₂O, CH₄) sisältäen päästöt vastaanottavassa vesitöissä sekä CO₂ fossiiliperäisen lisähiilen lähteen käytöstä (esim. metanoli) • lietteenkäsittelyn suorat päästöt (N₂O, CH₄) • kylmäaineiden vuodot (mikäli käytössä merkittäviä määriä fluorihilivetypohjaisia kylmäaineita) 	Viemäreiden suorat päästöt Esim. hyvin vähäiseksi todetut kylmäainevuodot voidaan jättää huomiotta. Biogeenisiä päästöjä esim. jätevesiprosesseista tai biokaasun poltosta ei huomioida laskennassa, mutta ne tulee laskea ja raportoida erikseen.
Omat ajoneuvot	Kyllä	Omien ajoneuvojen ja muiden laitteiden ja koneiden polttoaineen kulutuksen aiheuttamat suorat päästöt.	
Scope 2			
Ostoenergian epäsuorat päästöt	Kyllä	Ostettu energia, kuten sähkö, lämpö, jäähdytys ja höyry omaan käyttöön (tuotannon suorat päästöt)	
Scope 3 – päästölähteet ennen raportoivaa organisaatiota			
1. Ostetut tuotteet ja palvelut	Kyllä	Toiminnassa jatkuvasti ja merkittävässä määrin käytettävät hyödykkeet ja palvelut. Esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> • kemikaalit • suodatinmateriaalit • ostopalvelut, kuten imuautopalvelut 	Ostettuihin tuotteisiin ja palveluihin liittyvien kuljetuspalveluiden päästöt huomioidaan kategoriassa 4. Rakentamiseen ja muihin kerta- luonteisiin investointeihin liittyvät

			palvelut, kuten rakennusurakoiden päästöt, voidaan sisällyttää, mikäli laskenta halutaan tehdä tässä esitettyä peruslaskentaa laajempina.
2. Käyttöomaisuus	Ei		Rakentamisen ja muiden kerta-luonteisten investointien päästöt voidaan sisällyttää, mikäli laskenta halutaan tehdä tässä esitettyä peruslaskentaa laajempina.
3. Polttoaineiden tuotanto ja energian siirtohäviöt	Kyllä	Scopessa 1 ja 2 raportoitujen polttoaineiden ja os-toenergian tuotannon aiheuttamat epäsuorat päästöt, esimerkiksi <ul style="list-style-type: none"> • polttoaineiden tuotannon ja jalostuksen päästöt • ostetun sähkön ja lämmön elinkaaripäästöt (esim. tuuli ja vesivoiman tuotanto) • sähkö- ja lämpöenergian siirtohäviöt. 	
4. Kuljetukset ja jakelu	Kyllä	Kategorian 1 ostotuotteiden kuljetus valmistuspaikasta käyttöpaikkaan.	Rakentamiseen ja muihin kerta-luonteisiin investointeihin liittyvien kuljetusten päästöt voidaan sisällyttää, mikäli laskenta halutaan tehdä tässä esitettyä peruslaskentaa laajempina.
5. Jätteet	Kyllä	Jätteiden kuljetus: <ul style="list-style-type: none"> • Jätteiden kuljetuksen päästöt (tuotantopaikan ja käsittelypaikan välillä). Jätteiden käsittely: <ul style="list-style-type: none"> • Ilman hyödyntämistä käsiteltävien jätteiden käsittelyn päästöt 	Kierrätykseen menevien jätteiden käsittelyn tai energiaksi hyödynnettävien jätteiden käsittelyn päästöt jyvitetään hyödyntäjälle. Ei ole välttämätöntä sisällyttää vähäisessä määrin tuotettavia

		<ul style="list-style-type: none"> • Esikäsittelyn päästöt ennen kierrätystä/hyödyntämistä. <p>Laskennassa tulee huomioida vähintään toiminnassa jatkuvasti ja merkittävässä määrin tuotettavat jätteet, kuten lietteet, värpejätteet, hiekkapesurijätteet, käytetyt suodatinmateriaalit jne.</p> <p>Jätevedet: Toiminnassa muodostuvien jätevesien päästöt tulee sisällyttää laskentaan, mikäli käsittely tapahtuu muualla kuin vesihuoltolaitoksen omalla jätevedenpuhdistamolla, joka sisältyy samaan laskentaan.</p> <p>Jätevesiliete:</p> <p>1. Käsittely osana vh-laitoksen toimintaa Lietteen käsittelyn päästöt huomioidaan muissa osaluissa (Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat.1)</p> <p>2. Ulkoistettu lietteen käsittely:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikäli energian tuotantoa → päästöt allokoidaan tuotetulle energialle eli ulkoistetulle käsittelijälle (jätteen tuottajalle eli vesihuoltolaitokselle ei päästöjä) • Mikäli ei energian tuotantoa → käsittelyn päästöt allokoidaan jätteen tuottajalle eli vh-laitokselle. Jätteen tuottajalle allokoitavat päästöt rajataan lakisääteiseen minimikäsittelyyn, jolla materiaali voidaan johtaa hyödynnettäväksi. Esim. mädättämättömän lietteen kompostoinnin 	<p>jätteitä, kuten toimistojen sekajäte ym.</p> <p>Rakentamisen ja muiden kertaluonteisten investointien aiheuttamien jätteiden, kuten käytöstä poistettujen laitteiden, rakennus- ja purkujätteen sekä jätemaan käsittelyn päästöt voidaan sisällyttää, mikäli laskenta halutaan tehdä tässä esitettyä peruslaskentaa laajempaan.</p>
--	--	--	--

		<p>päästöt allokoidaan jätteen tuottajalle, mutta jatkokäsittelyn päästöt multatuotteeksi allokoidaan multatuotteelle.</p> <p>Esimerkkejä ulkoistetun lietteen käsittelyn allokoinnista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompostoinnin päästöt allokoidaan jätteen tuottajalle, mutta jatkokäsittelyn päästöt lopputuotteelle. • Mädätyksen ja mädätejäännöksen jatkokäsittelyn (hygienisointi, kompostointi) päästöt allokoidaan tuotettavalle energialle (palvelun ostavalle vesihuoltolaitokselle ei allokoida päästöjä) 	
6. Liikematkustus	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.
7. Töihin matkustaminen	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.
8. Itselle vuokrattu omaisuus	Kyllä	Vuokrakiinteistöissä käytettävän energian päästöt, mikäli sopimukset ovat vuokranantajan. Omien energiasopimusten alaiset päästöt huomioidaan scopessa 2.	
Scope 3 – päästölähteet raportoivan organisaation jälkeen			
9. Myytyjen tuotteiden kuljetukset ja jakelu	Ei	-	<p>Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.</p> <p>Mikäli toiminnassa tuotetaan merkittävästi pitkälle jalostettuja tuotteita, kuten struviitti, fosforihappo tai typpiliuokset, niiden kuljetuksen ja käytön päästöt voidaan huomioida kategorioissa 9 – 11.</p>

			Jätteiden kuljetukset ja käsittely huomioidaan kategoriassa 5.
10. Myytyjen tuotteiden prosessointi	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa. Mikäli toiminnassa tuotetaan merkittävästi pitkälle jalostettuja tuotteita, kuten struviitti, fosforihappo tai typpiliuokset, niiden kuljetuksen ja käytön päästöt voidaan huomioida kategorioissa 9 – 11. Jätteiden kuljetukset ja käsittely huomioidaan kategoriassa 5.
11. Myytyjen tuotteiden käyttö	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa. Mikäli toiminnassa tuotetaan merkittävästi pitkälle jalostettuja tuotteita, kuten struviitti, fosforihappo tai typpiliuokset, niiden kuljetuksen ja käytön päästöt voidaan huomioida kategorioissa 9 – 11. Jätteiden kuljetukset ja käsittely huomioidaan kategoriassa 5.
12. Myytyjen tuotteiden käytöstä poisto	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.

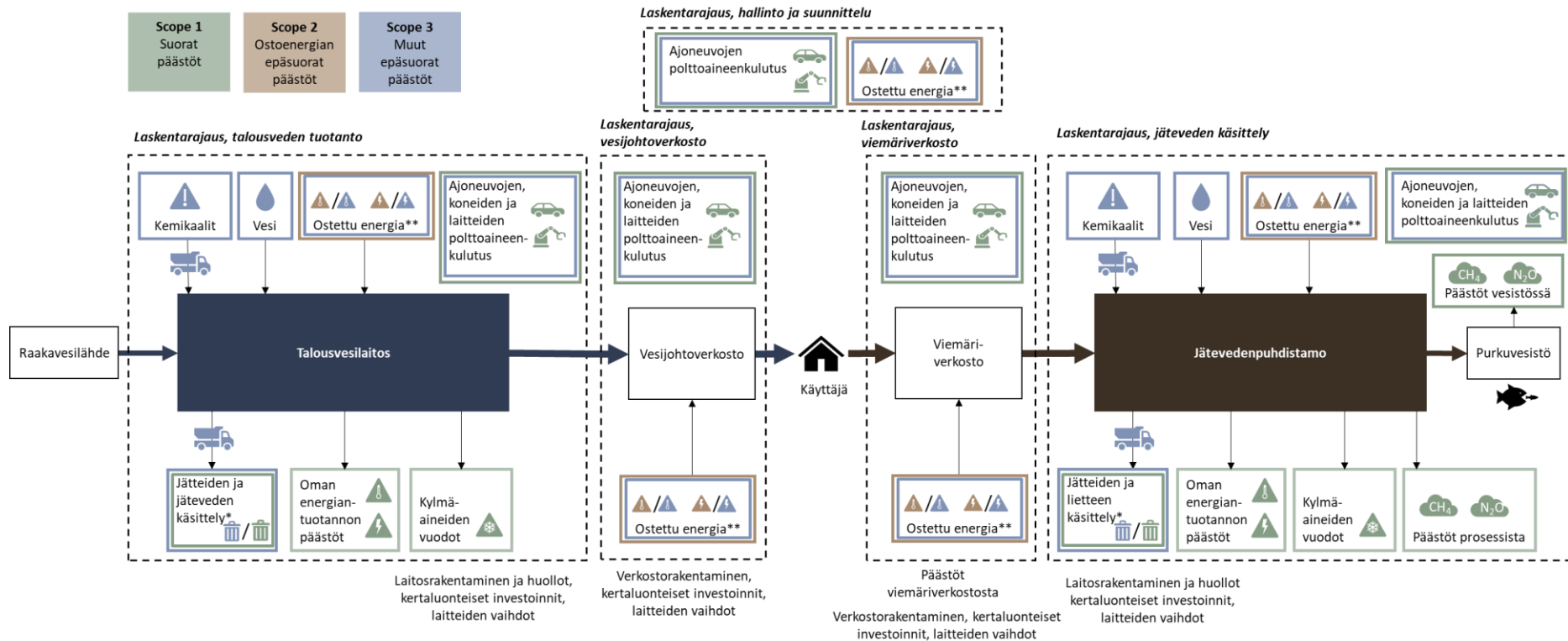
13. Ulos vuokrattu omaisuus	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.
14. Franchising	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.
15. Sijoitukset	Ei	-	Arvioidaan merkitykseltään pieneksi vesihuoltotoiminnassa.

2.2.2 Laskennan jaottelu vesihuollon osa-alueittain

Hiilijalanjalan laskenta suositellaan jaoteltavan vesihuoltolaitoksen osa-alueisiin seuraavasti:

- Raakaveden otto ja talousveden tuotanto
- Vedenjakelu
- Viemäröinti
- Jäteveden käsittely
- Hallinto ja suunnittelu

Vesihuoltolaitoksissa, joiden toimintaan ei kuulu joitain esitetyistä osa-alueista, jätetään ko. osa-alueet pois laskennasta. Hallintoon ja suunnitteluun kuuluvat sellaiset päästöt, jotka eivät ole kohdennettavissa millekään tuotannon osa-alueista, kuten toimistorakennusten energia ja hallinnon ajoneuvojen polttoaine.



*Niillä yrityksillä, jotka käsittelevät itse omat lietteet ja/tai jätteet, luokitellaan lietteen/jätteen käsittelyn päästöt osana muuta laskentaa scopeen 1, 2 ja 3. Jätteiden ja/tai lietteiden kuljetus on oletettu tapahtuvan muilla kuin omilla ajoneuvoilla (scope 3), mutta mikäli käytetään omia ajoneuvoja, ovat niiden päästöt scopeen 1.

**Ostetussa energiassa huomioidaan suorien energian tuotannon päästöjen (scope 2) lisäksi polttoaineiden tuotannon päästöt, energian tuotannon linkkauspäästöt ja energian siirtohäviöt, jotka luokitellaan scopeen 3.

*** Ajoneuvojen, koneiden ja laitteiden polttoainekulutus kuuluu scopeen 3, silloin kun huomioidaan ostopalveluina hankittujen kuljetusten ja työkoneiden päästöt

Kuva 2-3- Vesihuolto-organisaation hiilijalanjälkilaskennan suositeltu rajausta ja jako osa-alueisiin. Katkoviivojen ulkopuolella olevia toimenpiteitä ei suositella kuuluvan laskentaraajukseen.

2.2.3 Tuotteen laskenta

Edellä esitetty organisaation laskentarajaus mahdollistaa tuotteen hiilijalanjäljen laske-
misen yksinkertaistaen seuraavasti:

Talousveden tuotteen (talousvesikuutio) laskenta kohdentaen päästöt **laskutetulle** ta-
lousvesimäärälle, sisältäen seuraavat osa-alueet:

- Talousveden tuotanto
- Vedenjakelu
- Näihin liittyvä hallinto

Jäteveden tuotteen (jätevesikuutio) laskenta kohdentaen päästöt **käsitellylle** jätevesi-
määrälle, sisältäen seuraavat osa-alueet:

- Viemärointi
- Jäteveden käsittely
- Näihin liittyvä hallinto

Mikäli käytetään laajempaa laskentarajaus, johon sisältyy mm. liikematkustaminen tai
työntekijöiden töihin matkustaminen, tulee nämä osa-alueet jättää tuotteen hiilijalanjäl-
jen laskennan ulkopuolelle, sillä niiden ei katsota liittyvän tuotteen tuotantoon (World
Resource Institute & World Business Council for Sustainable Development 2011b, s.
6).

Jäteveden käsittelyssä päästöt riippuvat olennaisesti jäteveden tulokuormasta, eivätkä
niin voimakkaasti jäteveden virtaamasta. Vuotovedet laimentavat jätevesiä ja voivat siis
aiheuttaa matalampia kuutiokohtaisia päästöjä.

Haluttaessa voidaan laskea vertailulukuna myös talousveden päästöt **tuotettua** talous-
vesimäärää kohden tai jäteveden päästöt **laskutettua** jätevesimäärää kohden.

2.2.4 Asukaskohtaisten päästöjen laskenta

Haluttaessa organisaation hiilijalanjälkilaskennasta voidaan laskea myös asukasmää-
räkohtaiset päästöt talousvedelle ja jätevedelle. Laskentaperiaatteena käytetään vas-
taavaa kuin edellä esitetty tuotteen laskenta, mutta tässä tapauksessa päästöt kohden-
netaan talousvesi- tai jätevesiverkostoon liittyneiden asukkaiden määrää kohti. Jäteve-
den tapauksessa voidaan käyttää laskentaperusteena myös käsitellyn jäteveden kuor-
mituksen pohjalta laskettua asukasvastinelukua (AVL).

Talousveden päästöt, sisältäen talousveden tuotannon, vedenjakelun ja näihin liittyvän
hallinnon päästöt, jaetaan talousvesiverkoston liittyneiden asukkaiden määrällä. Vas-
taavasti jäteveden päästöt, sisältäen viemäroinnin, jäteveden käsittelyn ja näihin liitty-
vän hallinnon päästöt jaetaan viemäriverkoston liittyneiden asukkaiden määrällä.

2.2.5 Raportointi

Laskennan tulokset tulee raportoida läpinäkyvästi, jotta kaikki laskennasta kiinnostu-
neet sidosryhmät voivat ymmärtää laskennan kontekstin. Tulokset voidaan raportoida
joko erillisessä päästölaskennan raportissa tai suoraan esimerkiksi toimijan verkkosi-
vuilla.

Organisaation laskenta

Organisaation hiilijalanjälkilaskennan tulosten raportoinnissa on suositeltavaa noudattaa seuraavan kaltaista rakennetta.

- Kokonaispäästöt
 - Kokonaispäästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin: Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15.
- Päästöt vesihuollon osa-alueittain
 - Talousveden tuotannon päästöt
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin: Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15.
 - Haluttaessa: laitoskohtaiset päästöt
 - Vedenjakelun päästöt
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin: Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15.
 - Haluttaessa: aluekohtaiset päästöt
 - Viemäroinnin päästöt
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin: Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15.
 - Haluttaessa: aluekohtaiset päästöt
 - Jäteveden käsittely
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin: Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15.
 - Haluttaessa: laitoskohtaiset päästöt
 - Hallinto ja suunnittelu
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin: Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15.
- Tuotteiden päästöt
 - Talousvesikuution yksikköpäästöt
 - Jätevesikuution yksikköpäästöt
- Haluttaessa: asukaskohtaiset päästöt
 - Talousveden liittyjäkohtainen päästö
 - Jäteveden liittyjäkohtainen päästö (tai jäteveden päästöt asukasvastinelukua kohden)

Tulosten raportoinnissa on suositeltavaa huomioida tulosten esittäminen niin, että ne tukevat erityisesti sisäistä kehitystyötä.

Raportoinnissa on suositeltavaa esittää vähintään seuraavat tiedot

- Laskennan laajuus: Mitä toimintoja laskenta koskee
- Käytetty laskentaohjeistus ja rajaus
- Laskentavuosi, jota laskenta koskee
- Keskeiset laskentaoletukset mm. suorien päästöjen arvioinnissa
- Käytettyjen päästökertoimien lähteet
- Tulokset jaoteltuna edellä esitetyllä tavalla

Lisäksi voidaan haluttaessa raportoida

- Päästöhyötyjen laskenta
- Käytetyt päästökertoimet siltä osin kuin ne ovat julkisia

Tuotteen ja rakentamisen laskenta

Tuotteen ja rakentamisinvestoinnin laskennan tulokset kiinnostavat toimijan sisäisten sidosryhmien lisäksi usein myös ulkoisia sidosryhmiä, kuten henkilöasiakkaita tai muita yrityksiä. Näin ollen tulosten raportoinnissa kannattaa huomioida erityisesti läpinäkyvyys ja avoimuus myös laskentaa tuntemattomille ihmisille.

Laskennan tulokset tulee esittää kokonaistulosten lisäksi elinkaaren vaiheittain. Tulosten lisäksi tulee raportoida

- Laskennan rajaukset
- Laskennassa käytetyn datan laatu
 - Onko käytetty primääridataa eli omasta toiminnasta kerättyä dataa vai sekundääridataa eli esimerkiksi tilastoihin tai muihin lähteisiin perustuva dataa
- Laskennassa käytetyn datan keruuvuosi
- Keskeiset laskentaoletukset

2.2.6 Päästöhyötyjen laskenta

Vesilaitoksen toiminnasta saattaa syntyä materiaaleja tai energiaa, joita käyttämällä voidaan saavuttaa päästöhyötyjä oman toiminnan ulkopuolella. Esimerkkejä päästöhyödyistä mm. ovat ulos myyty energia ja lannoituskäyttöön johdetut ravinteet, kun niillä korvataan teollisesti tuotettuja lannoitteita. Kierrätyslannoitteille toteutetaan hiilijalanjäljen laskentasuositus ja laskuri Ilmastolannoite-hankkeessa (Ilmastolannoite 2022).

Päästöhyödyt tulee raportoida erillisenä osiona toiminnan päästöistä. Hyötyjä ei myöskään voi vähentää organisaation hiilijalanjäljestä.

Päästöhyötyjen laskenta perustuu skenaarioihin, ja taustaoletukset vaikuttavat vahvasti tuloksiin. Tämän vuoksi on tärkeää avoimesti kertoa laskennan taustaoletukset. Ulos myytävän energian päästöhyötyjen laskennassa käytettävät päästökertoimet valitaan siten, että ne mahdollisimman hyvin vastaavat sitä energiaa, jota tuotettu energia korvaa.

Mikäli päästöhyödyt syntyvät ulkoisen toimijan toiminnasta, kuten lietteenkäsittelystä ulkoisella toimijalla tai lämmön talteenotosta jätevedestä ulkoisen toimijan lämpöpumpulaitoksella, ei päästöhyötyjä tule raportoida osana vesilaitoksen toimintaa. Ajatuksena on, että laskennassa voidaan huomioida vain omassa toiminnassa tuotetut hyödyt. Mikäli toiminta on ulkoistettu, on nämä hyödyt kyseisen ulkoisen toimijan raportoinnin piirissä.

2.3 LÄHTÖTIEDOT

Hiilijalanjätkilaskennan ensimmäisessä vaiheessa tehdään ns. hiilijalanjälki-inventaario, jossa kootaan laskentavuonna toteutuneet päästö- ja kulutusluvut laitoksella.

Hiilijalanjätkilaskennan toisessa vaiheessa tehdään itse päästölaskenta, jossa käytetään useimpien päästöjen laskemiseen päästökertoimia, jotka kuvaavat tietyn toiminnon tai hyödykkeen aiheuttamaa yksikköpäästöä. Hiilijalanjälki lasketaan inventaariossa koottujen kulutus- ym. lukujen ja päästökertoimien tulojen summana. Esimerkiksi kemikaalin valmistuksen päästöt lasketaan seuraavasti:

kemikaalin kulutus (kg/a) * kemikaalin valmistuksen päästökerroin (kg CO₂e/kg) = kemikaalin valmistuksen päästöt (kg CO₂e /a)

Seuraavassa on kuvattu näissä laskennan vaiheissa tarvittavia lähtötietoja ja tyypillisiä tietolähteitä sekä päästökertoimien lähteitä.

2.3.1 Tyypillisiä lähtötietoja ja tietolähteitä

Tyypillisiä hiilijalanjälki-inventaariossa tarvittavia lähtötietoja ja tietolähteitä on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2.2 Tyypillisiä hiilijalanjäkilaskennassa (ns. hiilijalanjälki-inventaariorissa) tarvittavien lähtötietojen ja tietolähteiden

Laskentakohde	Laskennassa tarvittava lähtötieto	Tyypillinen tietolähde	Lähtötietojen saatavuus
Scope 1			
Suorat päästöt	<ul style="list-style-type: none"> Jätevedenpuhdistamoiden metaani- ja typpioksiduulimittausten tulokset (mikäli tehty) Jätevedenpuhdistamon tulo- ja lähtevä kuormitus (BOD ja typpi) Lisähiilen lähteen tyyppi (fossiilinen/biopohjainen) ja määrä Tuotetun biokaasun määrä ja käyttötapa Lietteen määrä ja käsittelytapa (käsittely vh-laitoksen toiminnassa scopessa 1; ulkoistettu lietteen käsittely scopessa 3 kat. 5 jätteen käsittely) Kylmäaineiden vaihdot ja vuodot 	<ul style="list-style-type: none"> Päästömittausten tulokset Jätevedenpuhdistamon vuosiraportti Laskut/kirjanpitojärjestelmä Huoltopäiväkirja 	<p>Mitattua päästötietoa heikosti, laskennallista päästöjen arviointia varten tietoja hyvin saatavilla</p> <ul style="list-style-type: none"> Kattavaa mitattua päästötietoa hyvin rajallisesti saatavilla Kuormitustietoja (BOD ja typpi) hyvin saatavilla; päästöt voidaan arvioida päästökertoimilla, mutta tähän liittyy epävarmuutta Biokaasusta ja lietteistä hyvin tietoa saatavilla, mutta lietteen käsittelyn suorista päästöistä heikosti mittaustietoa; päästöt voidaan arvioida päästökertoimilla, mutta tähän liittyy epävarmuutta
Omat ajoneuvot	<ul style="list-style-type: none"> Ajoneuvojen ja polttoainetta käyttävien laitteiden ajomäärät tai polttoaineen kulutukset 	<ul style="list-style-type: none"> Laskut, kirjanpitojärjestelmä 	Tietoa hyvin saatavilla
<ul style="list-style-type: none"> Scope 2 			
Ostoenergian epäsuorat päästöt	<ul style="list-style-type: none"> Kulutetun sähkön, lämmön, jäädytyksen ja höyryn määrä sekä toimittaja 	<ul style="list-style-type: none"> Laskut, kirjanpitojärjestelmä 	Tietoa hyvin saatavilla
<ul style="list-style-type: none"> Scope 3 – päästölähteet ennen raportoivaa organisaatiota 			
Ostetut tuotteet ja palvelut	<ul style="list-style-type: none"> Hankintojen määrä, tuotantopaikka tai toimitusetaisyys ja kuljetusmuoto 	<ul style="list-style-type: none"> Laskut, kirjanpitojärjestelmä, 	Tietoa melko hyvin saatavilla

		<ul style="list-style-type: none"> • Tuotteen/palvelun toimittaja 	<ul style="list-style-type: none"> • Ulkopuolisilta toimijoilta ostetuista palveluista vaihtelevasti tietoa saatavilla. • Esim. hankinnan sisällä tapahtuvia toimintoja ei aina raportoida tilaajalle (ajoneuvojen ajomäärät, käytetty polttoaine ym.)
Polttoaineiden tuotanto ja energian siirtohäviöt	<ul style="list-style-type: none"> • Ajoneuvojen ja polttoainetta käyttävien laitteiden ajomäärät tai polttoaineen kulutukset • Kulutetun sähkön, lämmön, jäähtymisen ja höyryn määrä sekä toimittaja 	<ul style="list-style-type: none"> • Laskut, kirjanpitojärjestelmä 	Tietoa hyvin saatavilla
Kuljetukset ja jakelu	<ul style="list-style-type: none"> • Kuljetusmäärät, matkat ja ajoneuvo 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuljetusten laskut • Kirjanpitojärjestelmä • Automaatiojärjestelmä 	Tietoa hyvin saatavilla
Jätteet	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteiden määrät, käsittelytapa ja -paikka (sis. ulkoistettu lietteiden käsittely) 	<ul style="list-style-type: none"> • Jätehuolto-yhtiö, laskut jätteiden käsittelystä 	Tietoa hyvin saatavilla
Itselle vuokrattu omaisuus	<ul style="list-style-type: none"> • Energiankulutus 	<ul style="list-style-type: none"> • Laskut, kirjanpitojärjestelmä 	Tietoa hyvin saatavilla

2.3.2 Päästökertoimien valinta

Laskennassa käytettäviä päästökertoimia on saatavilla useista eri lähteistä. Lähtökohdaisesti laskennassa tulee käyttää mahdollisimman tarkkaa päästökerrointa, esimerkiksi hyödykkeiden kohdalla kyseiselle tuotteelle laskettua päästökerrointa. Mikäli sellaista ei ole saatavilla, voidaan käyttää kansallisen tason tai kansainvälisen tason päästökertoimia.

Päästökertoimia on saatavissa sekä julkisista lähteistä, esimerkiksi julkisesti saatavilla olevista selvityksistä, julkisista päästökerrointietokannoista tai suoraan tuottajilta. Lisäksi on olemassa kaupallisia päästökerrointietokantoja, joihin voi ostaa lisenssin. Näitä ovat mm.

- Ecolnvent
- EF Database (sisältää myös ilmaisia osioita)
- Exiobase

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.3) on esitetty tyypillisiä lähteitä eri kategorioiden päästölaskentaa varten tarvittaville päästökertoimille.

Taulukko 2.3 Päästökertoimien tyypillisiä lähteitä

Laskentakohde	Päästökertoimen tyypillinen lähde	Viite
Scope 1		
Suorat päästöt	IPCC:n AR-raportit (Kasvihuonekaasujen (esim. N ₂ O, CH ₄) lämmityspotentiaaliker- toimet (GWP100, joka viittaa kasvihuonekaasun lämmityspo- tentiaaliin 100 vuoden aikana) IPCC:n ohjeistukset hiilijalanjälki-inventaarioista (Jäteveden käsittelyn ja vastaanottavan vesistön N ₂ O- ja CH ₄ -päästöjen vakiokertoimet) HSY:n typpioksiduuli- ja metaanipäästöjen mittaustulokset Lisähiilen lähteiden CO ₂ -päästöt	IPCC (2021) IPCC (2019) HSY (2022a); Mölsä (2020) VA-tekniik Södra (2021)
Omat ajoneuvot	DEFRA (Britannia) Polttoaineluokitus (Tilastokeskus) kaupalliset tietokannat	DEFRA (2022) Tilastokeskus (2022a)
Scope 2		
Ostoenergian epäsuorat päästöt	Energiayhtiö (kaukolämpö, kaukokylmä, vihreä sähkö) / Ener- giavirasto (sähkö, markkinaperusteinen)/Tilastokeskus (sähkö, sijaintiperusteinen)	Energiavirasto (2022) Tilastokeskus (2022b)
Scope 3 – päästölähteet ennen rapor- toivaa organisaatiota		
Ostetut tuotteet ja palvelut	Valmistaja / julkiset päästöselvitykset / kaupalliset tietokannat Rakentaminen: CO2data	SYKE (2022a)
Käyttöomaisuus	Valmistaja / julkiset päästöselvitykset / kaupalliset tietokannat Rakentaminen: CO2data	SYKE (2022a)
Polttoaineiden tuotanto ja energian siir- tohäviöt	DEFRA (Britannia)/ kaupalliset tietokannat	DEFRA (2022)
Kuljetukset ja jakelu	DEFRA (Britannia)/ Polttoaineluokitus (Tilastokeskus)	DEFRA (2022)

	kaupalliset tietokannat	Tilastokeskus (2022a)
Jätteet	Jätteen käsittelijä / DEFRA (Britannia)	DEFRA (2022)
Itselle vuokrattu omaisuus	Energiayhtiö (kaukolämpö, kaukokylmä, vihreä sähkö) Energiavirasto (sähkö, markkinaperusteinen) Tilastokeskus (sähkö, sijaintiperusteinen)	Energiavirasto (2022) Tilastokeskus (2022b)

3 TOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

Keskeistä ilmastotyössä on vesihuollon eri tasoilla toimivien henkilöiden sitoutuminen ilmastotyöhön. Ensi vaiheessa on tärkeää johdon sitoutuminen tavoitteisiin sekä omistajatahojen, kuten kunnanhallituksen tai teknisen lautakunnan, hyväksyntä ja sitoutuminen. Näiden jälkeen on mahdollista viedä tavoitteita vesihuoltolaitoksen toimintaan ja sitouttaa johtoryhmää ja työnjohtoa ja lopulta kaikkia vesihuoltolaitoksen työntekijöitä.

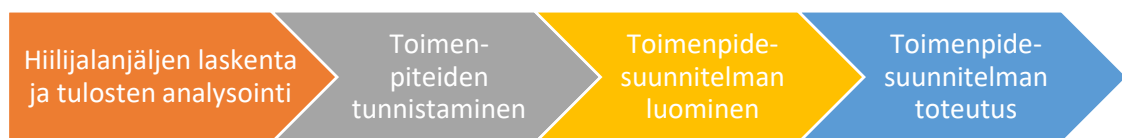
Ilmastotyön rooli vesihuoltolaitoksen toiminnassa tulisi määrittää vesihuoltolaitoksen strategiassa tai erillisessä ilmastostrategiassa. Ilmastostrategiassa määritetään mm. tulevaisuuden tavoitetilä ja aikataulu, nykytilanne ja tarvittavien lisäselvitysten tarve sekä tehtävien jako organisaatiossa. Käytännön toimenpiteiden suunnittelu vesihuoltolaitoksessa pohjautuu ilmastostrategiaan.

Toimenpiteiden suunnittelussa tunnistetaan, arvioidaan ja valitaan toteutettavat toimenpiteet sekä määritetään niiden aikataulu. Seuraavassa esitetään ohjeistus toimenpidesuunnitelman laatimiseen (kappale 3.1) sekä työkaluja konkreettisten toimenpiteiden tunnistamiseen ja arviointiin vaikuttavuuden (hiilijalanjälkivaikutus) ja toteutettavuuden (kustannukset, toimintavarmuus, riskit jne.) näkökulmista (kappaleet 3.2 - 3.4.)

Vesihuoltolaitos voi toteuttaa päästöjä vähentäviä toimenpiteitä myös ilman tässä esitetyn kaltaista strategiaa ja suunnitelmaa. Erityisesti pienillä laitoksilla resurssit taustatyön tekemiseen ovat usein ohuet. Erilaisten toimenpiteiden arviointia ja toteutusmahdollisuuksia omassa toiminnassa voidaan arvioida myös suoraan kappaleiden 3.2 - 3.4 pohjalta. Olennaista olisi pyrkiä kohdentamaan resurssit toimenpiteisiin, joilla on mahdollisimman suuri vaikuttavuus.

3.1 OHJEISTUS TOIMENPIDESUUNNITELMAN LAATIMISEEN

Toimenpidesuunnitelman laatiminen päästöjen vähentämiseksi voidaan esittää seuraavan kuvan (Kuva 3-1) tapaan nelivaiheisena prosessina.



Kuva 3-1 Päästövähennystoimenpidesuunnitelman laatiminen vesihuoltolaitokselle

Vaihe 1 – Hiilijalanjäljen laskenta ja tulosten analysointi

Toimenpidesuunnitelman laatimisessa keskeinen lähtökohta on organisaation hiilijalanjälkilaskenta. Toimenpiteitä voidaan suunnitella myös ilman hiilijalanjälkilaskentaa, mutta laskennassa saatavat tiedot mahdollistavat toimenpiteiden kohdistamisen merkittävimpiin päästölähteisiin, mikä parantaa toimenpiteiden vaikuttavuutta.

Vesihuoltolaitoksen organisaation hiilijalanjälkilaskennasta on esitetty suositellut laskentatavat tämän raportin kappaleessa 2.

Laskennan tulosten perusteella saadaan kuva toiminnan eri osa-alueiden päästöjen suuruusluokista ja voidaan tunnistaa merkittävimpiä päästölähteitä. Lähtötilanteen laskenta mahdollistaa päästöjen vähentämisen seurannan, ja sitä onkin suositeltavaa tehdä vuosittain päästöjen kehittymisen seuraamiseksi.

Vaihe 2 – Toimenpiteiden tunnistaminen

Toimenpidesuunnitelman laatimisen toisessa vaiheessa tunnistetaan mahdollisia toimenpiteitä laajasti. Toimenpiteiden vaikuttavuutta pyritään arvioimaan, ja tunnistamaan toimenpiteet, joilla päästöjä voitaisiin tehokkaimmin vähentää. Lisäksi arvioidaan myös toimenpiteiden toteutettavuuteen vaikuttavia tekijöitä (esim. kustannukset, toimintavarmuus, riskit). Toimenpiteiden tunnistamiseen on tärkeää ottaa henkilökuntaa mukaan, jotta toteutettavuutta voidaan parhaiten arvioida. Vaikuttaviksi ja toteutettavuudeltaan hyviksi todetuista toimenpiteistä kootaan listaus.

Vaihe 3 – Toimenpidesuunnitelman luominen

Kun potentiaalisia toimenpiteitä on tunnistettu ja arvioitu, määritellään niiden pohjalta vesihuoltolaitoksen päästövähennystoimenpiteiden suunnitelma, jossa määritetään toteutettavat toimenpiteet, toteutusjärjestys ja toteutuksen aikataulu. Toimenpidesuunnitelman tulisi olla linjassa vesihuoltolaitoksen strategian/ilmastostrategian kanssa. Ilmastosioiden huomiointi voi vaikuttaa myös muihin eri suunnitelmiin ja ohjeisiin, joiden päivittäminen voi olla tarpeen (esim. viestintäsuunnitelma, hankintaohjeet).

Toimenpidesuunnitelman laadinnassa on hyvä osallistaa vesihuoltolaitoksen eri osa-alueiden asiantuntijoita esim. työpajatyöskentelynä, jotta henkilökuntaa voidaan sitouttaa ilmastotyöhön.

On suositeltavaa arvioida toimenpidesuunnitelmaan määritettyjen toimenpiteiden vaikutus päästöihin, jotta voidaan arvioida niiden riittävyyttä ja aikataulua suhteessa vesihuoltolaitoksen päästötavoitteisiin.

Vaihe 4 – Toimenpidesuunnitelman toteutus

Toimenpidesuunnitelman laatimisen jälkeen seuraava askel on toimenpiteiden vieminen käytäntöön osana vesihuoltolaitoksen toimintaa. Päästövähennystoimenpiteet tuodaan tarvittavilta osin osaksi vesihuoltolaitoksen investointiohjelmaa ja ne otetaan huomioon tulevien vuosien budjetteja laadittaessa.

Tavoitteena tulisi olla ilmastotyön tuominen osaksi vesihuoltolaitoksen jatkuvaa toimintaa siten, että se huomioidaan toiminnan kaikilla osa-alueilla. Osana ilmastotyötä on tärkeää informoida ja kouluttaa henkilökuntaa osaamisen ja sitoutumisen lisäämiseksi.

Vesihuoltolaitoksen ilmastotavoitteiden toteutumista tulee seurata esim. vuosittaisilla hiilijalanjälkilaskennan päivityksillä, seuraamalla toimenpidesuunnitelman toteutusta sekä päivittämällä sitä säännöllisesti. Suositeltavaa on tuoda ilmasto yhdeksi vesihuoltolaitoksen vuosiraportoinnin osaksi. Vuosiraportissa voidaan esittää toteutetut toimenpiteet sekä seurattavien mittareiden kehitys, kuten energiankulutus- ja hiilijalanjälkiluvut.

3.2 VAIKUTTAVUUS

Tässä kappaleessa tarkastellaan mahdollisten toimenpiteiden vaikuttavuutta, eli niiden vaikutusta toiminnan päästöjen vähentämisessä. Asiaa lähestytään vesihuollon osa-alueiden päästöjen suuruusluokkien ja päästöhyötyjen mahdollisuuksien näkökulmista. Lisäksi käsitellään vaikuttavuuden mittarointia ja seurantaa.

3.2.1 Tyypillisiä merkittäviä päästölähteitä

Vesihuollon on arvioitu muodostavan noin 1,8 % maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöistä (GWI 2022). Vesihuollon päästöistä yleensä suurin osa muodostuu jäteveden käsittelyyn sekä talousveden tuotantoon ja jakeluun kulutetun energian tuotannon päästöistä sekä jätevesien viemärintiin ja käsittelyyn liittyvistä metaani- ja typpioksiduulipäästöistä (GWI 2022; IWA 2022). Lisäksi merkittäviä välillisiä päästöjä muodostuu verkosto- ja laitosrakentamisesta sekä kemikaalien tuotannosta ja jätteiden käsittelystä (GWI 2022). GWI:n (Global Water Intelligence, 2022) raportin mukaan maailmanlaajuisesti vesihuollon päästöt ovat 847 Mt(CO₂e), joista jäteveden ja lietteen käsittelyn osuus on 62 % ja talousveden tuotannon 38 %.

Suomalaisilla vesihuoltolaitoksilla tehtyjen tarkasteluiden perusteella jäteveden käsittelyn päästöt nousevat vesihuollon osa-alueista suurimmaksi johtuen merkittävistä suorista typpioksiduuli- ja metaanipäästöistä. Tarkastelun laajuudesta riippuen myös verkostojen osuus voi olla merkittävä, erityisesti rakentamisesta aiheutuvien päästöjen kautta. Viemärien suorista päästöjä (N₂O, CH₄) metaanipäästöjä on tutkittu vielä varsin vähän, mutta metaanipäästöjen viemäreistä on arvioitu olevan jopa merkittävämpiä kuin jätevesien käsittelyyn liittyvät suorat päästöt (Willis 2022). Kuitenkin lauhkeassa ilmastossa viemäriverkostojen metaanipäästöjen on arvioitu olevan lähes olemattomia, kun taas lämpimämmässä maissa päästöt ovat merkittävämpiä (Volanen 2022).

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 3.1) on esitetty suuruusluokka-arvio vesihuollon eri osa-alueiden päästöjen osuudesta sekä merkittäviä päästölähteitä kullakin vesihuollon osa-alueella. Esitettyjen prosentiosuuksien perustana on kappaleessa 2 esitetyn kaltaisen rajaus, sisältäen scope 3 päästöjä tietyiltä osin, mutta ei rakentamisen päästöjä. Mikäli rakentaminen otetaan huomioon, nostaa se verkostojen osuutta laskennassa. Myöskään viemärien suorista päästöjä (N₂O, CH₄) ei ole huomioitu. Viemärien suorien päästöjen huomiointi kasvattaisi viemäriverkoston osuutta.

Lähtökohtana taulukon osuuksissa on käytetty vesihuoltolaitosta, joka vastaa itse kaikista vesihuollon osa-alueista. On tärkeää huomata, että päästöt ja niiden osuudet vaihtelevat merkittävästi vesihuoltolaitoskohtaisesti mm. laitosten toimintojen laajuuden ja toiminta-alueen erityispiirteiden vuoksi.

Taulukko 3.1 Suuruusluokka-arvio vesihuollon osa-alueiden tyypillisistä osuuksista kokonaispäästöissä sekä osa-alueiden tyypillisiä merkittäviä päästölähteitä

	Suuruusluokka-arvio tyypillisestä osuudesta vesihuoltolaitoksen päästöissä %	Tyypillisesti merkittäviä päästölähteitä
Talousveden tuotanto	<ul style="list-style-type: none">• 10 – 30 %	<ul style="list-style-type: none">• Pumppausten energiankulutus• Kemikaalien tuotanto
Vesijohtoverkosto	<ul style="list-style-type: none">• < 5 %	<ul style="list-style-type: none">• Pumppausten energiankulutus
Viemäriverkosto	<ul style="list-style-type: none">• < 10 %	<ul style="list-style-type: none">• Pumppausten energiankulutus

Jäteveden käsittely	<ul style="list-style-type: none"> • 50 – 80 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Suorat typpioksiduuli- ja metaanipäästöt jätevesi- ja lie-teprosesseista • Ilmastuksen energiankulutus • Pumppausten energiankulutus • Kemikaalien tuotanto
----------------------------	---	--

3.2.2 Vaikuttavuuden mittarointi ja seuranta

Päästövähennystoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointiin tarvitaan mittarointia ja seuranta, jotta työn tuloksellisuudesta saadaan tietoa. Nykyisin vesilaitoksilla mitataan jo muun muassa energian-, kemikaalien ja polttoaineen kulutusta sekä ajoneuvojen käytökilometrejä, ja näitä mittareita voidaan hyödyntää useiden toimenpiteiden kohdalla. Sähkön kulutusta mitataan laitoksilla usein laitos- tai rakennuskohtaisesti. Mittausten tarkentaminen prosessivaihe- tai laitekohtaisiksi mahdollistaisi sähkönkulutuksen tarkemman seurannan ja optimoinnin. Vuosittainen hiilijalanjälkilaskenta on myös hyvä työkalu toiminnan kokonaisuuden seurantaan, mutta ei kerro yksittäisen toimenpiteen vaikutuksesta.

Joidenkin toimenpiteiden kohdalla on syytä ottaa käyttöön uusiakin mittareita niiden tehokkuuden seurantaan. Kappaleessa 3.4. on esitetty toimenpidekohtaisesti mahdollisia mittareita päästövähennystoimenpiteiden tuloksellisuuden seurantaan.

3.3 TOTEUTETTAVUUS

Moni eri tekijä voi vaikuttaa päästövähennystoimenpiteiden käytännön toteutettavuuteen vesihuoltolaitoksissa. Toteutettavat päästövähennystoimenpiteet tulisi valita niin, että ne eivät aiheuta haittaa vesihuoltopalveluiden laadukkaalle toteuttamiselle ja että ne ovat pitkällä aikavälillä kestäviä eri näkökulmat huomioiden.

Toimenpiteiden suunnittelussa tulisi ottaa huomioon ainakin seuraavia toteutettavuuteen liittyviä näkökulmia:

- Lainsäädäntö
- Lupaehdot
- Toiminnan laatu, toimintavarmuus
- Riskit
- Työturvallisuus
- Kustannukset
- Tietämys/osaaminen, koulutustarve
- Henkilöresurssit
- Henkilökunnan suhtautuminen
- Markkinatekijät (esim. tietyn ratkaisun/palvelun saatavuus)

Kriittisiä tekijöitä vesihuollossa ovat lainsäädännön ja lupamääräysten mukainen toiminta sekä toiminnan laatu ja toimintavarmuus; näiden tekijöiden osalta toimenpiteet eivät saa aiheuttaa haittaa tai riskejä.

Käytännössä toimenpiteiden toteutuksessa täytyy huomioida myös kustannukset, henkilöresurssit, osaaminen, henkilökunnan suhtautuminen muutoksiin ja markkinatekijät,

kuten laitteiden tai palveluiden saatavuus (esim. laitteiden pitkät toimitusajat, vähäinen tarjonta esim. mittauspalveluissa, sähköisten työkoneiden puute suhteessa kysyntään).

Toimenpiteillä voi olla myös positiivisia vaikutuksia em. tekijöihin. Esimerkiksi useat päästövähennystoimenpiteet aiheuttavat myös kustannussäästöjä.

3.4 ESIMERKKITOIMENPITEITÄ

Tässä kappaleessa esitellään esimerkkitoimenpiteitä, joita on koottu suomalaisen vesihuoltoalan asiantuntijoilta hankkeen ohjausryhmässä ja työpajassa. Toimenpiteiden vaikuttavuutta ja toteutettavuutta arvioidaan yleisellä tasolla ja pyritään tunnistamaan toimenpiteisiin liittyviä etuja ja haittoja sekä tuloksellisuuden seurannan tapoja.

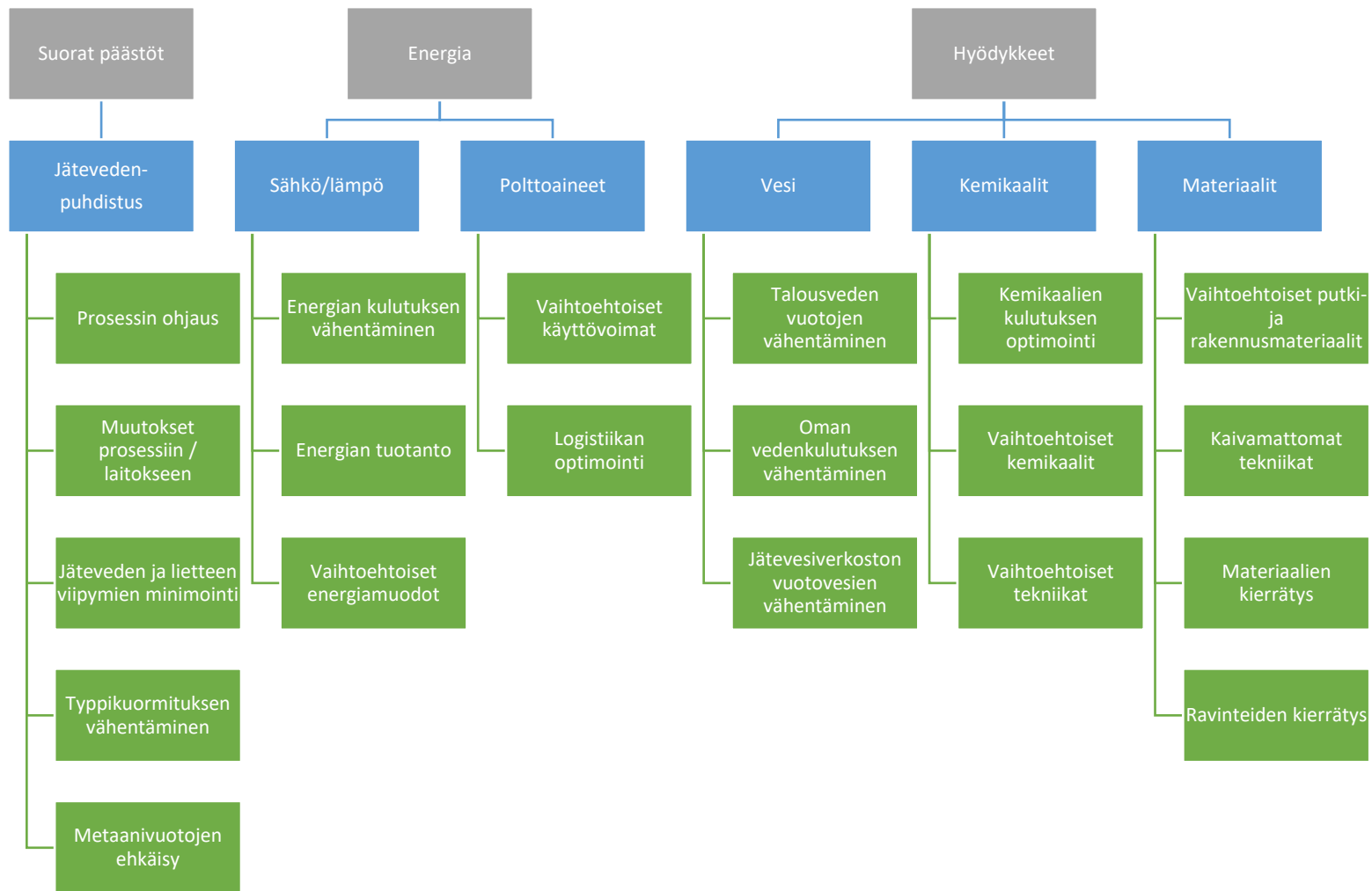
Seuraavassa kaaviossa (Kuva 3-2) on esitetty keskeisiä päästölähteitä vesihuollossa sekä esimerkkejä niihin vaikuttavista toimenpiteistä. Kuhunkin kategoriaan liittyviä toimenpiteitä on eritelty tarkemmin kappaleissa 3.4.1-3.4.6.

Toimenpiteiden vaikuttavuutta ja toteutettavuutta on arvioitu skaalalla 1-3:

- Vaikuttavuus:
 - 1 = rajallinen (suuntaa antavana suuruusluokkana < 1 % vesihuoltolaitoksen päästöistä)
 - 2 = keskinkertainen (1...5 % vesihuoltolaitoksen päästöistä)
 - 3 = suuri (> 5 % vesihuoltolaitoksen päästöistä)
- Toteutettavuus:
 - 1 = haastava
 - 2 = melko helppo
 - 3 = helppo

Arvio vaikuttavuudesta on suuntaa antava ja käytännössä toimenpiteiden vaikuttavuus vaihtelee tapauskohtaisesti. Arviossa on verrattu vaikuttavuutta ja toteutettavuutta suhteutettuna koko organisaation päästövähennystoimenpiteisiin.

Hiilijalanjälkilaskennassa toiminnalla aikaansaadut päästöhyödyt, jotka mahdollistavat päästöjen vähentämisen tarkasteluorganisaation ulkopuolella, voidaan esittää erikseen, mutta niitä ei tule vähentää hiilijalanjäljestä. Kuitenkin näillä toimenpiteillä voidaan vaikuttaa päästöjä vähentävästi merkittävästikin ja siten ne ovat olennaisia työkaluja ilmastotyössä.



Kuva 3-2 Vesihuollon keskeisiä päästölähteitä ja esimerkkejä päästöjä vähentävistä toimenpiteistä

3.4.1 Suorat päästöt

Suorilla päästöillä tarkoitetaan vesihuollon toiminnassa suoranaisesti muodostuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Merkittävimmät kasvihuonekaasut ovat fossiilinen hiilidioksidi, metaani ja typpioksiduuli. Vesihuollossa suoria päästöjä muodostuu pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käytössä, jätevesien viemäroinnissa ja käsittelyssä sekä lietteiden käsittelyssä.

Jäteveden käsittelyssä muodostuvat typpioksiduuli- ja metaanipäästöt muodostavat jopa yli 60 % kaikista jäteveden käsittelyn päästöistä (Maktabifard et al 2022; Mölsä 2020). Ne ovat merkittävä päästölähde koko vesihuoltolaitoksen tasolla ja tyypillisesti muodostavat useiden kymmenien prosenttien osuuden kokonaispäästöistä.

Jäteveden käsittelyssä suoria päästöjä muodostuu erityisesti typenpoistoprosessissa. Suoria päästöjä voidaan mitata päästömittauksilla kaasuista tai jätevedestä. Mittauksia voidaan tehdä mittauskampanjoina tai pysyvillä mittareilla jatkuvatoimisesti. Lyhytaikaisilla mittauskampanjoilla ei saada kattavaa kuvaa pitkän aikavälin päästöistä. Kasvihuonekaasujen päästömittauksia käytetään Suomessa vielä varsin vähän johtuen niiden kustannuksista ja käytön vaatimasta työvoimasta. Jäteveden käsittelyn suorien päästöjen tutkimusta tehdään aktiivisesti, ja ymmärrys päästöjen vähentämisen mahdollisuuksista lisääntyy jatkuvasti. Nykytiedon mukaan keskeisiä tekijöitä korkeiden päästöjen välttämiseksi ovat mm. asianmukaisesti huolletut instrumentit ja laitteet, oikeat happipitoisuudet, maltillinen prosessin typpikuormitus, riittävän korkea COD:N-suhde, riittävä lieteikä ja riittävä alkaliteetti.

Typpioksiduulin muodostumista todennäköisesti vähentäisi typpikuorman väheneminen puhdistamolle. Typpikuorma on trendinomaisesti kasvanut jo vuosikymmenien ajan mm. proteiinipitoisten elintarvikkeiden kulutuksen kasvun myötä. Kuormituksen vähentämiseen voidaan pyrkiä tiedottamalla sekä teollisuusjätevesisopimuksilla.

Rejektivesien typpikuorman vähentämisellä voitaisiin vähentää typpioksiduulipäästöjä jätevesiprosessissa. Kuitenkin on tunnistettu, että myös rejektivesien erilliskäsittely tuottaa merkittäviä typpioksiduulipäästöjä (Vasilaki et al. 2019). Päästöjen vähentämisen kannalta parhaita rejektivesien käsittelytekniikoita ovat nykykäsityksen mukaan kemialliset käsittelymenetelmät kuten pesuri-, strippaus- ja haihturitekniikat. Rejektivesistä on mahdollista ottaa talteen noin 10 – 25 % puhdistamon tulevasta typpikuormasta (SVU 2022). Voidaan arvioida, että typpioksiduulipäästöt puhdistamolta vähenisivät vastaavalla osuudella tai jopa enemmän, sillä korkea typpikuormitus voi aiheuttaa suhteellisesti suurempia päästöjä puhdistamalla. Typen talteenottotekniikoita on käsitelty tarkemmin mm. SYKE:n NORMA-hankkeessa (SYKE 2021), Gasum:n ja HAMK:n Järkki-hankkeessa (Järkki 2022) ja ruotsalaisessa kirjallisuuskatsauksessa (SVU 2022). Lisäksi uusia talteenottomenetelmiä kehitetään, kuten esimerkiksi Aalto-yliopiston NPHarvest-hankkeessa (Aalto-yliopisto, 2022). Typen talteenottoa tehdään myös Gasumin Turun Topinojan laitoksella, jossa rejektivedet käsitellään haihturi-strippaus-tekniikalla. Tuotteena on konsentroitua rejektiä ja ammoniakkivettä. Ammoniakkivettä voidaan hyödyntää teollisuudessa, esim. savukaasujen käsittelykemikaalina. Yhteensä mädätyksen syötteiden tyyppistä voidaan talteenottaa ammoniakkiveteen noin 40 % ja rejektikonsentraattiin noin 20 %. Käsiteltyyn rejektiveteen jää ainoastaan alle 2 % tyyppistä (Karjala 2021).

Viemäreissä muodostuu metaanipäästöjä erityisesti pitkällä paineviemäriosuuksilla, joissa olosuhteet voivat olla anaerobiset. Näiden päästöjen määrästä on vielä vähän

tietoa ja niitä harvoin huomioidaan laskennoissa, mutta niiden on arvioitu olevan merkitykseltään jopa suurempia kuin jätevesien käsittelyyn liittyvät suorat päästöt (Willis 2022).

Lietteen käsittelyssä muodostuu metaanipäästöjä tilanteissa, jossa lietettä säilytetään tai käsitellään siten, että materiaaliin muodostuu anaerobisia olosuhteita. Esimerkiksi lietteen sakeutus, varastointi ja vanhentaminen aiheuttavat metaanipäästöjä. Myös typpioksiduulipäästöjen muodostuminen lietteen käsittelyssä on mahdollista. Muun muassa kompostoinnin on todettu aiheuttavan merkittäviä metaani- ja typpioksiduulipäästöjä (mm. Mölsä 2020).

Lietteen mädätyksessä tuotetaan tarkoituksellisesti metaania, ja optimitilanteessa kaikki tuotettu metaani poltettaisiin hiilidioksidiksi. Käytännössä kuitenkin osa metaanista karkaa järjestelmästä vuotoina ja palamattomana metaanina savukaasuissa. Mädätyksen vuotoja voitaisiin vähentää tunnistamalla merkittävimmät vuotopaikat laitoskohtaisillamittauksilla sekä vuotojen korjauksilla. Suomessa oli v. 2018 yhteensä 16 jätevedenpuhdistamo, joilla lietettä käsiteltiin mädättämällä. Lisäksi useiden puhdistamoiden lietteitä käsitellään ulkoisten palveluntarjoajien mädättämöissä.

Suoriin päästöihin liittyviä vähennystoimenpiteitä on eritelty tarkemmin seuraavassa taulukossa (Taulukko 3.2)

Taulukko 3.2. Esimerkkejä suoriin päästöihin liittyvistä päästövähennystoimenpiteistä. Lisäksi arvio niiden vaikuttavuudesta (1= rajallinen, 2= keskinkertainen, 3= suuri) ja toteutettavuudesta (1= haastava, 2= melko helppo, 3= helppo), kun verrataan suhteessa koko organisaation päästöihin.

Toimenpiteen kuvaus	Edut	Haitat	Seuranta / mittarointi	Vaikutta- vuus	Toteutet- tavuus
Biologisen prosessin instrumentoinnin suunnitelmallinen huolto	<ul style="list-style-type: none"> • Antaa tarkennettua tietoa, jolla prosessin ajotapamuutoksia voidaan tehdä 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatii työaikaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Säännöllinen huolto-ohjelma • Nimetty vastuuhenkilö mittareiden huoltoon 	2	3
Ilmastuksen ja biologisen prosessin optimointi (DO, alkaliteetti, kuormitus, COD:N, liete-pitoisuus)	<ul style="list-style-type: none"> • Vähentää mm. kemikaalien käyttöä ja parantaa energiatehokkuutta 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatii jatkuvan analysoinnin ja prosessin optimoinnin tarkastelun • Vaatii henkilökunnan osaamista 	<ul style="list-style-type: none"> • Prosessin optimointiin tähtäävä tarkastelu tehty 	2	3
Nitriittianalyysit	<ul style="list-style-type: none"> • Helppo toteuttaa • Kustannustehokas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei suoraan vähennä päästöjä • Ei anna tarkkaa kuvaa typpioksiduulipäästöistä 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitriitti osana laitoksen käyttötarkkailua • Nitriittitulosten määrä 	1	3
Typpioksiduulin mitauskampanjat (lyhytaikainen esim. vuokralaitteella)	<ul style="list-style-type: none"> • Antaa mahdollisuuksia puuttua merkittäviin päästöihin • Ei vaadi suurta investointia 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittalaitteiden vuokrakustannukset • Kaasumittausten erityisjärjestelyt (mm. kaasukuvun toteutus ja asennus) vaativat työtä • Mittausten toteutus vaatii työvoimaa ja osaamista • Ei suoraan vähennä päästöjä 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittaustulosten /toteutettujen mittauskampanjoiden määrä • Mittaustuloksia käytetty prosessin optimoinnissa / päästövähennystoimenpiteiden toteutuksessa (kyllä/ei) 	2	3

		<ul style="list-style-type: none"> Operointimuutosten vaikutusta typpioksiduulipäästöihin on haastava arvioida, koska siihen vaikuttaa useat tekijät 			
Jatkuvatoimiset typpioksiduulin mittaukset	<ul style="list-style-type: none"> Antaa mahdollisuuksia puuttua merkittäviin päästöihin 	<ul style="list-style-type: none"> Mittalaitteiden korkea hankintakustannus Mittausten ylläpito ja kalibrointi vaatii työvoimaa ja osaamista Ei suoraan vähennä päästöjä Mittausten perusteella päästöjen vähentäminen haastavaa, koska siihen vaikuttaa useita tekijöitä 	<ul style="list-style-type: none"> Mittaustulosten määrä Jatkuvatoimisten mittausten käytössä-oloaika Mittaustuloksia käytetty prosessin optimoinnissa / päästövähennystoimenpiteiden toteutuksessa (kyllä/ei) 	2	2
Rejektivesien typpikuorman pienentäminen kemiallisilla typen talteenottotekniikoilla	<ul style="list-style-type: none"> Olemassa olevaa tekniikkaa Ennustettava ja suhteellisen merkittävä vaikutus päästöihin Mahdollistaa myös ravinteiden kierrätyksen laadukaina tuotteina 	<ul style="list-style-type: none"> Taloudellinen kannattavuus riippuu laitoksen kokuokasta ja typpituotteen markkinahinnasta Energian ja kemikaalien tarve Jos mädättämö ei ole toimijan oma, typpikuorman tulee vaikuttaa kilpailutuksen kautta 	<ul style="list-style-type: none"> Rejektivedestä poistetun typen määrä 	3	2
Mädätyksen metaanipäästöjen vähentäminen (mittaukset, vuotojen korjaukset)	<ul style="list-style-type: none"> Suhteellisen helppo toteuttaa Potentiaalisesti merkittävä päästövaikutus 	<ul style="list-style-type: none"> Haasteet mittaajien saatavuudessa Jos mädättämö ei ole toimijan oma, metaanipääs- 	<ul style="list-style-type: none"> Mittaus toteutettu Päästöjen määrän muutos mittauskerrojen välillä 	2	2

		töjen hallintaan tulee vaikuttaa kilpailutuksen kautta			
Lietteenkäsittelyn viipymien minimointi	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiaalisesti merkittävä päästövaikutus • Suhteellisen helppo toteuttaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Käytännössä rajoitteita: esim. logistiikan järkevä toteuttaminen vaatii lietteen varastointia 	<ul style="list-style-type: none"> • Lietteen toteutuneiden viipymäaikojen laskenta esim. lietesiloissa 	2	2

3.4.2 Sähkö- ja lämpöenergia

Vesihuoltolaitosten toiminta kuluttaa merkittävästi sähköä ja lämpöä, ja energian kulutus muodostaa merkittävän osan vesihuollon päästöistä. Energiaan liittyviä päästöjä voidaan vähentää mm. pienentämällä energiankulutusta, vaihtamalla vähäpäästöisempään energiaan tai lisäämällä uusiutuvan energian tuotantoa.

Energiatehokkuus

Vesihuoltolaitoksissa sähkön kulutus on merkittävä kuluerä, mutta myös päästölähde. Sähkön kulutuksesta valtaosa muodostuu erilaisista pumppauksista sekä jäteveden käsittelyn ilmastuksesta. Energiatehokkuutta voidaan parantaa prosessien ja laitteiden säätöjen optimoinnilla sekä mittauksen ja säätimien säännöllisellä huollolla. Suunnittelu- ja saneerausvaiheessa energiatehokkuus voidaan ottaa huomioon laitteiden oikealla mitoituksella, vanhojen laitteiden uusimisella energiatehokkaammilla ja sopivan kokoisilla laitteilla. Pumppauksessa voidaan käyttää älykkäitä ohjausjärjestelmiä. Vesihuoltolaitoksen energiatehokkuuden parantamista on käsitelty mm. Motivan Energiatehokas Vesihuoltolaitos -hankkeessa (Motiva 2018).

Lämmityksessä energiaa voidaan säästää esimerkiksi tarkasteluilla ja säädöillä – toimenpiteitä kulutuksen vähentämiseen ovat mm. energiakatselmukset, kulutusseuranta ja normitus, lämmitysverkoston säätö ja tilakohtaisesti sopivat lämpötilat, ilmastointijärjestelmien valinta ja säätö sekä kiinteistön käyttäjien opastus (Motiva 2022a).

Lämmitysmuodon vaihtamisella voidaan saavuttaa energiansäästöjä esimerkiksi siirtymällä suorasta sähkölämmityksestä lämpöpumppuihin. Energian päästöjä voidaan vähentää myös vaihtamalla sähkö- ja lämmitysenergian tuotantomuoto vähäpäästöisempään vaihtoehtoon. Esimerkkejä tästä ovat tavanomaisesta pörssisähköstä vihreään sähköön tai öljylämmityksestä maalämpöön siirtyminen.

Energian tuotanto

Energiaan liittyviä päästöjä voidaan myös vähentää tuottamalla uusiutuvaa energiaa. Vesihuollossa on monia mahdollisuuksia energian tuotantoon mm. biokaasun tuotannolla, lämmön talteenotolla ja turbiineilla.

Biokaasu

Jätevesilietettä mädättämällä saatu biokaasu mahdollistaa uusiutuvan energian tuotantoa merkittävässä määrin. Biokaasupotentiaali puhdistamoilla, jotka nykyisin mädättävät itse lietteen, on n. 145 GWh/a. Biokaasupotentiaali lietteessä, jota puhdistamo itse ei hyödynnä biokaasun tuotannossa, on n. 185 GWh/a. Suuri osa tästä hyödynnetään jo nykyisin keskitetyissä biokaasulaitoksissa. (Järkki 2022)

Pienillä laitoksilla kustannus- ja tuotantohyötyä voitaisiin saavuttaa rakentamalla keskitettyjä mädättäjäitä. Jos vesihuoltolaitoksella on jo mädättäjä, voidaan myös pohtia kuinka biokaasun tuotantoa voisi mahdollisesti kasvattaa. Kaasun määrää voidaan kasvattaa mm. varmistamalla riittävä viipymäaika, sekoittuminen ja sopivat olosuhteet (mm. lämpötila ja typpikuorma) sekä biolietteen esikäsittelyllä (esim. termisellä hydrolyysillä tai ultraäänikavitaatiolla, näiden tehosta ja toimivuudesta on toistaiseksi rajallisesti kokemusta).

Mädätykseen liittyen on tärkeää varmistaa, että metaanin karkaaminen ilmakehään on minimoitu, sillä suuri metaanin karkaaminen voi aiheuttaa suurempia päästöjä kuin uusiutuvan energian tuotannolla saavutetaan hyötyjä. Metaanipäästöjä on käsitelty suorien päästöjen yhteydessä (Kappale 3.4.1)

Lämmöntalteenotto

Lämmöntalteenotolla talousveden tuotannon raakavedestä tai jätevesistä on mahdollista tuottaa merkittävä määrä lämpöenergiaa. Lämmöntalteenottojärjestelmiin voidaan liittää myös kaukojäähdytystä.

HSY:n Pitkäkosken laitoksella on käytössä lämmöntalteenotto Päijänteen raakavedestä, ja sillä tuotetaan osa vedenpuhdistuslaitoksen lämpöenergian tarpeesta (HSY 2018). Järjestelmän lämpöteho on 520 kW (Motiva 2022b).

Turun Seudun Puhdistamo raportoi, että Kakolanmäen puhdistamoon liittyvällä jäteveden lämmöntalteenotolla voidaan saavuttaa päästöhyödyt, jotka ylittävät puhdistamon päästöt. Turun Seudun Energian lämpöpumppulaitoksella tuotettiin vuonna 2021 174 700 MWh kaukokylmää ja 24 600 MWh kaukolämpöä. (TSP 2022a)

Lämmöntalteenoton mahdollisuuksia ja toteutusta jätevedestä on selvitetty JV-Lämpöhankkeessa. (HSY 2022b). Hankkeen mukaan Kakolanmäen LTO-laitos tuottaa Turun kaupungin kaukolämmön kulutuksesta noin 14 %. Vastaavasti Turun seudun talousveden tuotannossa arvioidaan lämmitysenergian potentiaaliksi jopa 8 % Turun kaupungin kaukolämmön tuotannosta.

Lämmöntalteenotto jätevedestä laitoksissa, jossa on käytössä typenpoisto, on kannattavaa toteuttaa puhdistetusta jätevedestä, jotta käsiteltävän jäteveden lämpötila ei laske heikentäen nitrifikaatiota. Laitoksilla, joilla ei tavoitella ammoniumtypen tai kokonaistypen poistoa, voidaan lämpöä ottaa talteen myös tulevasta jätevedestä tai prosessin aikana. Esimerkiksi Vesikolmio Oy:n Kalajoen keskuspuhdistamolla lämpöä otetaan talteen selkeytys- ja ilmastusaltaista altaiden seinien betonirakenteisiin sijoitetuilla putkistoilla.

Turbiinit

Päijänne-tunnelin raakaveden virtausenergiaa hyödynnetään HSY:n Pitkäkosken laitoksella ja Pääkaupunkiseudun Vesi Oy:n Kalliomäen voimalassa. Kalliomäen voimalan sähköenergian tuotanto on noin 7 300 MWh vuosittain.

Turun Seudun Veden tekopohjavesilaitoksella tuotettu vesi kulkeutuu painovoimaisesti kalliosäiliöön, jonka virtausta säädetään turbiinin avulla. Turbiinin tuottama teho jatkuvassa käytössä on noin 180 kW. Laskennallisesti energiantuotantopotentiaali on noin 1 600 MWh/a. Turbiinin tuottama sähkön määrä riittää pääosin Turun jakelualueen (Turku, Raisio, Naantali) verkostopaineen tuottamiseen. Turbiinin on todettu olleen kustannustehokas, sillä sen takaisinmaksuaika oli alle 5 vuotta. (Puurunen 2021)

Turun Seudun Puhdistamon puhdistetun jäteveden purkuputkeen on toteutettu turbiini (TSP 2022b)

Aurinkovoima

Vesihuoltolaitoksilla on hallussaan alueita ja rakennuksia, jotka soveltuvat hyvin aurinkovoiman tuotantoon. Useilla laitoksilla on käytössä aurinkovoiman tuotantoa, jolla voidaan kattaa osa laitoksen omasta sähköenergian kulutuksesta.

Esimerkiksi Turun Seudun Vedellä on vuonna 2021 toteutettu aurinkopuisto, jonka 500 kWp ja arvioitu keskimääräinen vuosituotto 432 000 kWh. Aurinkopaneeleja on yhteensä 1 350 kpl ja ne on asennettu maa-asenteisesti. Aurinkopuiston maapinta-ala noin 0,8 ha. (Puurunen 2021)

HSY:llä eri kokoluokan aurinkosähköjärjestelmiä on toteutettuna pääkaupunkiseudun kohteissamme jo yli 1000 kWp:n verran. Suurimpia näistä ovat Pitkäkoskelle vuonna 2017 asennettu 430 kWp:n aurinkovoimalaitos ja Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle vuonna 2016 toteutettu 257 kWp:n laitos. (HSY 2018)

Sähkö- ja lämpöenergiaan liittyviä esimerkkitoimenpiteitä on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3.3).

Taulukko 3.3 Esimerkkejä sähkään ja lämpöenergiaan liittyvistä päästövähennystoimenpiteistä, arvio niiden vaikuttavuudesta (1= rajallinen, 2= keskinkertainen, 3= suuri) ja toteutettavuudesta. (1= haastava, 2= melko helppo, 3= helppo)

Toimenpiteen kuvaus	Edut	Haitat	Seuranta / mittarointi	Vai-kutta- vuus	To- teu- tetta- vuus
Ilmastuksen energiatehokkuuden parantaminen optimoinnilla/säädöillä	<ul style="list-style-type: none"> Ei välttämättä vaadi merkittäviä investointeja Ilmastus kuluttaa paljon energiaa → merkittävä potentiaali 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii osaamista ja työpanosta 	<ul style="list-style-type: none"> Ilmastuksen energiankulutus käsiteltyä kuormaa kohden 	2	3
Pumppausten energiatehokkuuden parantaminen optimoinnilla/säädöillä	<ul style="list-style-type: none"> Ei välttämättä vaadi merkittäviä investointeja Pumppauksia paljon → merkittävä potentiaali Useita mahdollisuuksia vaikuttaa 	<ul style="list-style-type: none"> Olemassa olevien laitteiden rajoitteet 	<ul style="list-style-type: none"> Pumppauksen energiankulutus virtaamaa kohden 	2	3
Energiatehokkuuden parantaminen laitteiden vaihdoilla (paremmin sopiva / energiatehokkaampi laite, esim. pumput ja kompressorit)	<ul style="list-style-type: none"> Hyöty ennustettavissa ja mitattavissa Markkinoilla tarjolla paljon energiatehokkaita laitteita ja järjestelmiä 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii investointeja Hyöty riippuu olemassa olevien laitteiden sopivuudesta ja energiatehokkuudesta Haasteena on laitteiden mitoitusten, että mahdollisimman usein toimitaan lähellä optimi- 	<ul style="list-style-type: none"> Laitteiden tai laitoksen energiankulutus 	2	2

		pistettä, mutta järjestelmä kykenee myös minimi- ja maksimitilanteisiin			
Sähköenergian lähteen vaihtaminen vähäpäästöiseen	<ul style="list-style-type: none"> • Helppo toteuttaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Yleensä nostaa kustannuksia • Päästöttömän sähkön tuotantomäärä rajoittaa tarjontaa • Vähentää motiivia pienentää kulutusta • Sopimusmallit, joissa kompensoitoelementti, eivät suoraan vähennä päästöjä vastaavasti 	<ul style="list-style-type: none"> • Ostettavan sähkön yksikköpäästö (kg CO2e/kWh) • Käytetyt sähkön päästöt vuositasolla (kg CO2e/a) 	2	3
Lämpöenergian lähteen vaihtaminen vähäpäästöiseen (kaukolämpö)	<ul style="list-style-type: none"> • Helppo toteuttaa, mikäli tarjolla vähäpäästöistä kaukolämpöä tarjolla 	<ul style="list-style-type: none"> • Yleensä nostaa kustannuksia • Tarjolla oleva kaukolämpö riippuu alueesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Ostettavan lämmön yksikköpäästö (kg CO2e/kWh) • Käytetyt lämmön päästöt vuositasolla (kg CO2e/a) 	2	2
Maalämpö	<ul style="list-style-type: none"> • Vähentää energiankulutusta vaihdettaessa suorasta sähkölämmityksestä • Vähentää päästöjä vaihdettaessa esim. öljylämmityksestä maalämpöön • Toimii hyvin myös talvella 	<ul style="list-style-type: none"> • Sähkönkulutus 	<ul style="list-style-type: none"> • Lämmityksen päästöt vuositasolla (kg CO2e/a) 		

Ilmalämpöpumppu tai vesi-ilmalämpöpumppu	<ul style="list-style-type: none"> Vähentää energiankulutusta vaihdettaessa suorasta sähkölämmityksestä Vähentää päästöjä vaihdettaessa esim. öljylämmityksestä maalämpöön 	<ul style="list-style-type: none"> Sähkönkulutus Energiatehokkuus heikompi kovilla pakkasilla 	<ul style="list-style-type: none"> Lämmityksen päästöt vuositasolla (kg CO₂e/a) 		
Energian tuotanto biokaasulla	<ul style="list-style-type: none"> Merkittävä potentiaali päästöhyötyihin Yleisesti käytettyä tekniikkaa Mahdollista toteuttaa keskitettynä (pienemmät laitokset) 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii suurta investointia Metaanin vuodot voivat lisätä päästöjä 	<ul style="list-style-type: none"> Tuotetun uusiutuvan energian määrä (MWh/a) 	3	2
Energian tuotanto lämpöpumpputeollisella talousveden tuotannossa tai jätevedestä	<ul style="list-style-type: none"> Erittäin merkittävä päästöhyöty potentiaali Kasvavissa määrin käytettyä tekniikkaa 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii suurta investointia Haasteet tekniikassa 	<ul style="list-style-type: none"> Tuotetun uusiutuvan energian määrä (MWh/a) 	3	2
Energian tuotanto turbiineilla	<ul style="list-style-type: none"> Merkittävä päästöhyöty potentiaali 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii suurta investointia Vaatii kohteen, jossa suuri virtaama ja potentiaalienergia 	<ul style="list-style-type: none"> Tuotetun uusiutuvan energian määrä (MWh/a) 	2	2

3.4.3 Polttoaineet

Vesihuollon toiminnassa polttoaineita käytetään pääasiassa organisaation omissa ajoneuvoissa ja laitteissa (esim. varavoimakoneet) sekä kuljetuksissa. Polttoaineisiin liittyviä päästövähennystoimenpiteitä on eritelty tarkemmin alla, Taulukko 3.4.

Omien ajoneuvojen polttoaineen muuttaminen esim. jäte- ja bioperäisiin polttoaineisiin, biokaasuun tai sähköisiin ajoneuvoihin siirtyminen vähentävät omista ajoneuvoista syntyviä päästöjä. Ajoneuvoja ja työkoneita voi myös vaihtaa vähäpäästöisempiin.

Ostetuissa kuljetuksissa voidaan hankkia vähäpäästöisiä kuljetuksia. Lisäksi logistiikan optimointi esimerkiksi kuljetettavia materiaalmääriä ja kuljetusmatkoja minimoimalla vähentää polttoainepäästöjä. Esimerkiksi jätevesilietteen kuivauksen optimointi sekä käsittely lähialueella vähentää kuljetustarvetta. Suuria materiaalmääriä tilatessa toimituspaikka lähialueelta vähentää kuljetustarvetta. Hankintoihin liittyviin päästöihin vaikuttamista on käsitelty tarkemmin kappaleessa 4.2.

Taulukko 3.4 Esimerkkejä polttoaineisiin liittyvistä päästövähennystoimenpiteistä, arvio niiden vaikuttavuudesta (1= rajallinen, 2= keskinkertainen, 3= suuri) ja toteutettavuudesta. (1= haastava, 2= melko helppo, 3= helppo)

Toimenpiteen kuvaus	Edut	Haitat	Seuranta / mittarointi	Vaikutta- vuus	To- teu- tetta- vuus
Jäte- ja biopohjaiset polttoaineet	<ul style="list-style-type: none"> Sopii myös raskaisiin ajoneuvoihin Markkinoilla valmiita polttoaineita, joihin siirtyminen helppoa 	<ul style="list-style-type: none"> Dieselajoneuvoille rajallisesti vaihtoehtoja Kustannukset Rajallinen saatavuus Voi vaikuttaa ajoneuvojen takuisiin 	<ul style="list-style-type: none"> Polttoaineiden yksikköpäästöt (Kg CO₂e/km) Käytettyjen polttoaineiden osuudet (%) 	1	3
Biokaasu	<ul style="list-style-type: none"> Oman biokaasun tuotannon hyödyntäminen 	<ul style="list-style-type: none"> Harva kaasunjakeluverkko erityisesti Pohjois-Suomessa EU-lainsäädäntö ei tue kaasuautomarkkinoiden kehitystä henkilö- ja pakettiautoilla Maakaasumarkkinoiden epävarmuudet 	<ul style="list-style-type: none"> Polttoaineiden yksikköpäästöt (Kg CO₂e/km) Käytettyjen polttoaineiden osuudet (%) 	1	2
Sähköautoihin siirtymisen (omat ajoneuvot)	<ul style="list-style-type: none"> Verraten yksinkertainen toimenpide 	<ul style="list-style-type: none"> Sopii lähinnä henkilöautoihin Saatavuusongelmat Hinta Latausinfra alueellinen puutteellisuus 	<ul style="list-style-type: none"> Polttoaineiden yksikköpäästöt (Kg CO₂e/km) Käytettyjen polttoaineiden osuudet (%) 	1	2
Vähäpäästöiset kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> Ei vaadi investointia 	<ul style="list-style-type: none"> Kilpailutuksen monimutkaistuminen Hinta Kaluston saatavuus 	<ul style="list-style-type: none"> Käytetyt polttoaineet ja niiden kulutus 	2	2

			<ul style="list-style-type: none"> Käytetty polttoaine ja kuljetusten määrä (t * km) 		
<p>Kuljetettavan materiaalin määrän ja kuljetusmatkojen minimointi (esim. lietteen kuivauksen optimointi, materiaalien tilaaminen lähialueelta)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Kustannushyödyt 	<ul style="list-style-type: none"> Rajallinen vaikuttavuus Hankintojen rajaaminen lähialueelle vähentää valinnan mahdollisuuksia 	<ul style="list-style-type: none"> Kuljetusten määrä (t * km) 	1	2

3.4.4 Vesi

Tarpeeton vedenkäyttö ja vuotovedet talousvesi- ja viemäriverkostoissa aiheuttavat ylimääräisiä päästöjä vesihuoltolaitoksissa. Vesi- ja jätevesijohtojen vuodonhallinnalla voidaan saavuttaa merkittäviä taloudellisia säästöjä samalla, kun päästöjä saadaan pienemmiksi.

Yksi keino vähentää päästöjä on vahvistaa vesijohtoverkoston vuotovesien hallintaa. Mikäli vuotovesiä on vähemmän, tarvitsee talousvettä valmistaa ja pumpata vähemmän. Energiasäästöjen lisäksi saavutetaan säästöjä kemikaloinnissa. Vuotovesien vähentäminen vaatii pitkäjänteistä työtä vuotojen tunnistamiseksi ja saneerausten priorisoinniseksi. Tunnistettuja työkaluja vuotojen tunnistamiseksi ovat vuodontarkkailu verkostossa, laitekaivojen lisääminen sekä verkoston vuotokartoitukset ja mallinnuksen hyödyntäminen. Tonttijohtojen vuotojen vähentämiseksi on mahdollista käyttää porkkanamallia, jossa vesihuoltolaitos maksaa osan tonttijohtojen saneerauskustannuksista alueen runkolinjan saneerauksen yhteydessä.

Jätevesiverkostoihin päätyvä hulevesi lisää tarpeettomasti jäteveden pumppauksia ja käsittelytarvetta. Lisäksi viemäriverkon vuotovedet aiheuttavat vesien kylmenemistä, mikä paitsi aiheuttaa haasteita jäteveden käsittelyprosesseissa, myös voi vaikuttaa korkeampien typpioksiduulipäästöjen muodostumiseen (Hilander, 2022).

Verkostojen saneeraukset aiheuttavat merkittäviä kustannuksia ja vesihuoltolaitosten resurssit rajoittavat vuosittain toteutettavaa saneeraus määrää. Lisäksi verkostojen saneeraukset itsessään aiheuttavat päästöjä (rakennusmateriaaleihin liittyvät toimenpiteet, ks. kappale 3.4.6). Tärkeää onkin saneerausten priorisointi eniten vuotoja aiheuttaville verkosto-osuuksille. Vuotovesien vähentäminen merkittävästi nykyistä nopeammin on arvioitu haastavaksi toimenpiteeksi.

Vedenkäsittelyprosesseissa itsessään käytetään usein runsaasti käsiteltyä vettä mm. suodatinten ja altaiden pesuihin. Prosessien sisäinen vedenkäyttö voi aiheuttaa kymmenien prosenttien lisän tuotettavan veden määrään. Käsittelyprosessien vedenkäyttöä on usein mahdollista vähentää vedenkäsittelyprosesseissa. Prosessien sisällä voidaan käyttää myös vähemmän käsiteltyä vettä esim. täysin käsitellyn talousveden sijaan.

Suodatusten vedenkulutusta voidaan vähentää muuttamalla suodatinten pesusekvenssejä ja pesujen tiheyttä. Tavoitteena on hakea optimaaliset pesuvälit sekä käytettävät veden ja paineilman määrät, jotta pesuja ei tehdä turhan suurilla vesimäärillä tai liian usein.

Etenkin vanhoilla laitoksilla käytetään usein täysin puhdistettua talousvettä prosessin alkupään pesuihin, vaikka niihin voisi käyttää myös heikompileatuista vettä, esim. hiekkasuodatettua vettä. Toteutus edellyttää riskinarviointia, suunnittelua ja investointeja, kun vedenottoaikkaa laitoksella muutetaan. Siksi tällaiset asiat on hyvä huomioida esim. laitosten saneeraussuunnittelun yhteydessä.

Seuraavaan taulukkoon (Taulukko 3.5) on kirjattu mahdollisia toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi veden käytön osalta.

Taulukko 3.5 Esimerkkejä toimenpiteistä päästöjen vähentämiseksi veden käytön osalta, arvio niiden vaikuttavuudesta (1= rajallinen, 2= keskinkertainen, 3= suuri) ja toteutettavuudesta. (1= haastava, 2= melko helppo, 3= helppo)

Toimenpiteen kuvaus	Edut	Haitat	Seuranta / mittarointi	Vaikutavuus	Toteutettavuus
Vesijohtoverkoston vuotovesien vähentäminen	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollisuus merkittäviin päästövähennyksiin 	<ul style="list-style-type: none"> Vuotojen paikallistaminen haastavaa Vuotojen korjaus (verkostosaaneeraukset) aiheuttaa myös päästöjä Korkeat kustannukset 	<ul style="list-style-type: none"> Vuotovesi-% 	2	1
Jätevesiverkoston vuotovesien vähentäminen	<ul style="list-style-type: none"> Parantaa myös puhdistusprosessin toimintaa Voi vähentää myös typpioksiduulipäästöjä jätevesiprosessissa lämpimämpien vesien kautta 	<ul style="list-style-type: none"> Paljon vuotavien verkosto-osuuksien paikallistaminen haastavaa Vuotojen korjaus (verkostosaaneeraukset) aiheuttaa myös päästöjä Korkeat kustannukset 	<ul style="list-style-type: none"> Vuotovesi-% 	2	1
Prosessien sisäisen vedenkulutuksen ja verkoston huuhteluvesien vähentäminen	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollisuus kustannussäästöihin Ei välttämättä vaadi merkittäviä investointeja 	<ul style="list-style-type: none"> Edellyttää osaamista ja henkilöresursseja Riskinä toiminnan tason heikkeneminen → varmistettava riittävät vesimäärät käyttötarkoitukseen nähden 	<ul style="list-style-type: none"> Prosessiveden kulutus Laskennallinen huuhteluveden kulutus 	2	2

3.4.5 Kemikaalit

Talousveden tuotannossa ja jäteveden käsittelyssä käytetään merkittävästi kemikaaleja, joiden tuotanto aiheuttaa kemikaalista riippuen jopa varsin merkittäviä välillisiä päästöjä. Talousveden käsittelyssä erityisesti aktiivihiili aiheuttaa merkittäviä päästöjä, kun taas jätevesien käsittelyssä alkalointikemikaalit nousevat usein merkittäväksi päästölähteeksi.

Kemikaaleja kannattaa käyttää vain sen verran kuin on tarpeen hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Kemikaalien annostuksen säätö on usein toteutettu varsin yksinkertaisesti, ja paremmilla ohjaustavoilla voitaisiin kemikaalien tarpeetonta kulutusta vähentää. Esimerkiksi vakioannostusmäärän sijaan kemikaalien annostus voidaan toteuttaa virtaamaohjattuna tai yhdistettynä muihin mittaussuureihin, esimerkiksi alkaloinnin tapauksessa pH-mittaukseen ja alkaliteetin analyysituloksiin tai saostuskemikaalin annostelussa fosforin pitoisuuksiin. Kemikaalin toiminnan tehokkuuteen vaikuttaa annostusmäärän lisäksi muita tekijöitä, esimerkiksi kemiallisessa saostuksessa mm. sekoiolosuhteet, viipymä ja pH, joten on oleellista varmistaa sopivat olosuhteet kemikaalin tehokkaalle reagoinnille.

Päästöjä on mahdollista vähentää myös vaihtamalla käytössä oleva kemikaali vaihtoehtoiseen kemikaaliin. Laitosten on suositeltavaa selvittää, mitä vaihtoehtoja on olemassa nykyisen kemikaalin korvaamiseen sekä pyytää kemikaalitoimittajilta tietoa eri kemikaalien ilmastovaikutuksista.

Talousveden tuotannossa alkalointikemikaalina on suositeltavaa käyttää mahdollisuuksien mukaan kalkkikiveä, sillä sen hiilijalanjälki on merkittävästi alhaisempi kuin muilla alkalointikemikaaleilla. Lisäksi kalkkikivisuodatus on hyvin toimintavarma ja työturvallinen menetelmä. Kalkkikiveen vaihtaminen edellyttää kuitenkin isoja investointeja ja prosessimuutoksia, sillä sen käyttö edellyttää suodattimia, joiden läpi vesi virtaa, toisin kuin muiden alkalointikemikaalien käyttö. Jätevesien käsittelyssä alkalointikemikaalille on myös ilmastoystävällisiä vaihtoehtoja kuten kalkkikivijauhe tai kiertotalouskalsiitti.

Aktiivihiilen valmistuksen hiilijalanjälki on suuri johtuen erityisesti aktiivoinnin vaatimasta korkeasta lämpötilasta, joka on tyypillisesti n. 800-1000 °C sekä reaktiossa vapautuvasta hiilimonoksidista ja hiilidioksidista. Aktiivihiiltä voidaan valmistaa eri raaka-aineista, mm. kivihiilestä ja biopohjaisista lähteistä kuten kookospähkinän kuorista. Aktiivihiilen osalta on todettu, että aktiivihiilen valmistuksen hiilijalanjälki on suuri riippumatta hiilen raaka-aineesta. Aktiivihiilen adsorptiokapasiteetti heikkenee hiilihuokosten tukkeutuessa, mistä johtuen aktiivihiiltä joudutaan säännöllisesti vaihtamaan uuteen tai regeneroimaan. Aktiivihiilien regenerointiprosessissa käytetään myös korkeita lämpötiloja, ja siitä aiheutuu myöskin merkittäviä päästöjä. (Koppanen 2018; Vilén et al. 2022; Pulkinen 2010)

Kemikaalien kulutuksen ja päästöjen vähentämiseksi voidaan myös toteuttaa vaihtoehtoisia tekniikoihin pohjautuvia ratkaisuja. Esimerkiksi talousveden tuotannossa raudan ja mangaanin poistamisessa pohjavedestä voidaan hyödyntää biologista suodatusta tai maaperähapetusta kemikaalien annostuksen vähentämiseksi. Kalvosuodatustekniikoilla voidaan vähentää kemikaalikulutusta verrattuna perinteisiin tekniikoihin, esim. kemiallisen saostuskemikaalin osalta. Kalvosuodatus on kuitenkin energiantensiivinen prosessi, ja käyttökustannuksista iso osa muodostuu energiankulutuksesta. HSY:n Pitkälän vedenpuhdistuslaitoksella on pilotoitu ultrasuodatusta pintavedenkäsittelyssä korvaamaan hiekkasuodatusprosessia, ja kokeissa Aquardenin keraamisen suodatus-

kalvon energiankulutus oli n. 0,072 kWh/m³, mikä tarkoittaisi n. 500 m³/h tuottavalla laitoksella 36 kWh kulutusta tunnissa (Laurell 2020). Ruotsissa on vertailtu kemiallisen saostuksen ja kalvosuodatustekniikoiden hiilijalanjälkeä pintavedenkäsittelyproses- sissa. Ultrasuodatusprosessin hiilijalanjälki arvioitiin tasolle 127 g CO₂-eq/m³, nanosuodatuksen tasolle 83 g CO₂-eq/m³ ja perinteisen prosessin tasolle 161 g CO₂- eq/m³ (Lidén et al 2016).

Jäteveden käsittelyssä on mahdollista hyödyntää fosforin saostuksen ohella biologista fosforin poistoa kesäaikana niillä laitoksilla, jotka on suunniteltu biologiseen fosforin poistoon. Näin voidaan vähentää saostuskemikaalin kulutusta. Lisähiilen lähteen, kuten metanolin, kulutusta voidaan vähentää tietyissä rajoissa esiselkeytyksen ohituksella. Kääntöpuolena esiselkeytyksen ohitus lisää kuormaa biologiseen prosessiin ja siten prosessin energiankulutusta. (Huoltovarmuuskeskus 2019)

Kemikaalien päästöihin liittyy myös kuljetuksen aiheuttamat päästöt, joskin ne ovat yleensä kemikaalin tuotantoon verrattuna selvästi pienempi päästölähde. Esimerkiksi aktiivihiiilen kuljettamisen hiilijalanjälki verrattuna valmistuksen hiilijalanjälkeen on mini- maalinen, n. 2–4 % kokonaishiilijalanjäljestä. (Vilen et. al 2022) Laitokset voivat vaikut- taa kuljetusten päästöihin ylläpitämällä riittävän suuria säiliökokoja, jotta täyden kuor- man toimittaminen on mahdollista. Laitokset voivat myös vaatia vähähiilisiä kuljetuksia.

Taulukko 3.6 Esimerkkejä toimenpiteistä päästöjen vähentämiseksi kemikaalien käytön osalta, arvio niiden vaikuttavuudesta (1= rajallinen, 2= keskinkertainen, 3= suuri) ja toteutettavuudesta. (1= haastava, 2= melko helppo, 3= helppo)

Toimenpiteen kuvaus	Edut	Haitat	Seuranta / mit-tarointi	Vaikuttavuus	Toteutettavuus
Raudan ja mangaanin poisto maaperähapetuk-sella tai biologisella suo-datuksella	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalien käytön vähentäminen • Käyttökustannusten pienentyminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologisen prosessin käynnistyminen usein hi-dasta (maaperähapetuk-sessa nopeampaa kuin laitoskäsittelyssä) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin kulutus 	2	2
Alkalointikemikaalin vaihto kalkkikiveen juo-maveden valmistuk-sessa	<ul style="list-style-type: none"> • Prosessin toimintavar-muus ja riskien mini-mointi 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihto voi vaatia proses-simuutoksia ja testausta • Edellyttää osaamista ja resursseja 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin hiilijalanjälki 	2	2
Kalvotekniikoiden käyttö talousveden valmistuk-sessa	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin käytön vä-hentäminen • Muiden prosessivaihei-den (esim. aktiivihii-li-suodatuksen) pie-nempi kuormittuminen tai prosessivaiheiden korvaaminen koko-naan 	<ul style="list-style-type: none"> • Uuden tekniikan käyt-töönotto edellyttää pro-cessimuutoksia, tes-tausta, osaamista ja re-sursseja • Energiankulutus tekni-i-kasta riippuen voi kas-vaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin kulutus • Energian kulutus 	2	1
Alkalointikemikaalin vaihtaminen kiertota-louskalsiittiin tai kalkkiki-vijauheeseen jäteveden-käsittelyssä	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus koh-teesta riippuen merkit-tävään päästöväh-en-nykseen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihto voi vaatia proses-simuutoksia ja testausta • Edellyttää osaamista ja resursseja • Kiertotaloustuotteiden rajallinen saatavuus • Kemikaalien suurempi liukenemattoman ainek- 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin hiilijalanjälki 	3	2

		sen osuus, riski kiintoaineen kertymiselle ja tukkeutumisille			
Biologinen fosforinpoisto	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalien kulutuksen vähentäminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Prosessihäiriöiden riski kasvaa • Kokonaistypenpoistotulos voi heikentyä • Fosforinpoiston tulos voi heikentyä (ST) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin kulutus 		
Kemikaalien annostuksen optimointi	<ul style="list-style-type: none"> • Ei välttämättä vaadi investointeja • Mahdollisuus kustannussäästöihin 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatii osaamista ja resursseja • Riskinä liian tiukalle säädetyn kemikaloinnin seurauksena käsittelytuloksen heikkeneminen • Talousveden tuotannossa annostuksen vähentämismahdollisuudet rajallisia 	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalin kulutus • Prosessiparametrien seuraaminen 		
				1	2
				2	2

3.4.6 Materiaalit

Ravinteet

Vesihuollossa käsitellään merkittäviä materiaalivirtoja, joihin liittyy ravinteiden kierrätyksen mahdollisuuksia. Suomalaisten yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden lietteissä (kuivattu mädättämätön liete ja kuivattu mädätetty liete yhteensä) on tyyppiä arviolta 5 500 tN/a ja fosforia 3 300 tP/a (Järkki 2022). Typen osalta talteenottopotentiaalia on olemassa, sillä osa tyypestä johdetaan takaisin puhdistamoille rejektiveden mukana. Fosforista valtaosa johdetaan lieteperäisten lannoitevalmisteiden mukana viherrakentamiseen ja maisemointiin. Jäteveden, jätevesilietteiden ja mädätetyn lietteen kuivauksen rejektiveden ravinteiden talteenoton ja kierrätyksen kautta voidaan saavuttaa myös hyötyjä niin ilmastoon, muiden ympäristövaikutusten kuin huoltovarmuudenkin osalta. Kierrätyslannoitteille toteutetaan hiilijalanjalan laskentasuositus ja laskuri Ilmastolannoite-hankkeessa (Ilmastolannoite 2022).

Typpikuorman vähentämisen vaikutusta typpioksiduulipäästöihin on tarkasteltu suorien päästöjen yhteydessä (Kappale 3.4.1). Nykyisellään lieteperäisten lannoitevalmisteiden hyödyntämisellä saadaan käyttöön vain n. 15 % alkuperäisen jäteveden sisältämästä tyypestä (SVU 2022). Uusilla tekniikoilla ja niiden yhdistelmillä kierrätettävän typen määrä voitaisiin jopa kolminkertaistaa (SYKE 2022). Typen talteenottoon on erilaisia tekniikoita, joista tällä hetkellä struviittisaostus, ammoniakkin strippaus ja kalvotekniikat ovat laajimmin käytettyjä (SVU 2022, SYKE 2022). Tekniikoita on jo jonkin verran saatavilla, mutta monelta osin tekniikat ovat vielä kehitysasteella. Suomessa tekniikoita on toistaiseksi käytössä vielä varsin rajallisesti.

Fosforin talteenoton ja kierrätyksen vaikutus päästöihin on pienempi kuin typen, sillä siihen ei liity vastaavaa kasvihuonekaasuvaikutusta. Fosfori on kuitenkin rajallinen luonnonvara, jonka tuottamiseen liittyy haitallisia ympäristövaikutuksia. Suomessa nykyisin suurin osa lietteestä hyödynnetään viherrakentamisessa ja maisemoinnissa. Uusilla tekniikoilla fosforin kierrätystä laadukkaampina lannoitetuotteina voitaisiin tehostaa. Fosforin kierrätystä mahdollistavia kehitysvaiheissa olevia tekniikoita ovat mm. struviittisaostus, RAVITA ja NPHarvest. Ravinteiden talteenoton tekniikoiden käyttöön ottoon liittyy kuitenkin niin teknisiä kuin taloudellisia haasteita.

Rakennusmateriaalit

Vesihuollossa materiaaleja kuluu erityisesti rakentamisessa. Rakennussektori tuottaa globaalisti noin 35 % kasvihuonekaasupäästöistä ja 30 % jätteestä (YM 2020). Vesihuoltoon liittyy merkittävästi infra- ja laitosrakentamista, ja rakentamiseen käytettävillä materiaaleilla on suuri vaikutus toiminnan kokonaispäästöihin.

Verkoston rakentamisen päästöjä on selvitetty mm. diplomityössä (Haapakoski 2022). Verkoston rakentamisessa päästöjä syntyy eniten putkien valmistuksesta, työkonien käytöstä sekä maamassojen valmistuksesta ja kuljetuksista. Pienillä putkilla työkonit ovat usein suurin päästöjen lähde, kun taas suurilla putkilla materiaalin valmistuksen päästöt ovat suurin tekijä (Haapakoski, 2022).

Verkoston rakentamisen materiaalien päästöjä voidaan vähentää putki- ja kaivomateriaalien valinnalla tai käyttämällä maanrakennuksessa kierrätettyjä tai vähäpäästöisiä materiaaleja. Venttiileillä ja kaivoilla on kokonaispäästöissä merkittävä vaikutus erityisesti taajama-alueilla. Putkimateriaalin valinnassa tulisi huomioida materiaalin elinkaari, eli tuotannon päästöjen lisäksi vertailussa tulee ottaa huomioon materiaalin odotettavissa

oleva käyttöikä sekä jätteenä käsittelyn päästöt. Haapakosken (2022) mukaan vähäpäästöiset materiaalit ovat riippuvaisia myös putkikoosta. Arvioissa on huomioitu putkimateriaalin lisäksi tietty määrä venttiileitä ja kaivoja. Yleisesti ottaen teräs- ja valurautaputkien päästöt ovat korkeammat kuin muovi- ja betoniputkien tai lasikuitusukan.

Kaivamattomilla menetelmillä on sopivissa verkostosaneerauskohteissa mahdollista vähentää konetyön ja maamassojen valmistuksen ja kuljetuksen päästöjä. Haapakosken (2022) mukaan konetyö ja maamassoihin liittyvät päästöt ovat aina alhaisemmat sukka- ja pitkäsujutuksessa kuin aukikaivuussa. Arvioinnissa pitää kuitenkin huomioida myös käytettävän putkimateriaalin päästöt, sillä kaikkia putkimateriaaleja ei voida käyttää kaivamattomilla menetelmillä ja materiaalin korkeammat päästöt voivat ylittää työtavassa saavutetut hyödyt.

Kaivamattomia menetelmiä tarkasteltaessa on syytä huomioida menetelmällä saavutetun tuloksen odotettu käyttöikä. Tyypillisesti sukkasujutuksella saneerauksen käyttöikä on lyhyempi kuin uuden putken. Sukkasujutuksessa työhön ja maamassoihin liittyvät päästöt ovat pienimmät ja materiaalin päästöt myös suhteellisen pienet, mutta ratkaisun lyhyemmän käyttöiän vuoksi Haapakoski (2022) arvioi sukkasujutuksen elinkaari-päästöt pitkäsujutuksen ja aukikaivuun välille sekä pienten että suurten putkien kohdalla.

Sujutuksen ohella työkoneiden päästöjä voidaan sopivissa kohteissa vähentää erilaisilla poraus- ja tunnelointitekniikoilla. Esimerkiksi Turun Seudun Puhdistamon purkuputkihankkeessa arvioitiin, että aukikaivuun päästöt olisivat olleet yli 50 % mikrotunneloinnilla tehdyn toteutuksen päästöjä suuremmat (AFRY 2021a)

Infrarakentamisessa tärkeää on suunnitelmallisuus ja yhteistyö eri toimijoiden välillä, jotta voidaan yhdistää samalle alueelle kohdistuvaa rakentamista kerralla toteutettavaksi ja näin minimoida konetyön ja materiaalien käytön tarvetta. Esimerkiksi verkostosaneerausten yhdistäminen muihin katualueella tehtäviin töihin, kuten kaukolämpöverkon ja sähköverkoston töihin vähentää konetyötä ja kuljetuksia, ja voi samalla vähentää kustannuksia sekä saneerauksista aiheutuvia haittoja liikenteelle ja asukkailla.

Laitosrakentamisessa päästöjen vähentämisen mahdollisuuksia ovat mm. rakennustarpeen minimointi ja materiaalivalinnat. Keinoja vähentää rakentamisen määrää ovat mm. allasrakentamisen vähentäminen vaihtoehtoisilla prosesseilla, olemassa olevien altaiden hyödyntäminen, sopiva mitoitus, investointien oikea-aikaisuus, ja tarvittaessa toteutuksen vaiheistaminen siten, että tulevaisuudessa tarvittava lisäkapasiteetti toteutetaan vasta kun sitä tarvitaan.

Keinoja vähentää materiaalien päästöjä ovat mm. kierrätettyjen materiaalien käyttö, läheltä saatavat materiaalit, vihreän betonin käyttö ja puurakentaminen sopivissa kohteissa. Maamassojen hankinnan ja kuljetusten päästöjä voidaan vähentää kierrätettyjen ja läheltä saatavien materiaalien käyttämisellä. Esimerkiksi louhintojen yhteydessä muodostuvan kiviaineksen käyttö lähialueella rakentamisessa vähentää kuljetusten päästöjä. Rakentamisessa kiertotalous ja mm. purkumateriaalien hyödyntäminen on yksi tapa vähentää päästöjä. Esimerkiksi betonimurskeen käyttö täytöissä on hyvä tapa hyödyntää purkubetonia, mutta vielä parempi olisi käyttää sitä uuden betonin raaka-aineena tai jopa uudelleen betonielementtinä. Muun muassa Ympäristöministeriö on julkaissut rakentamisen kiertotalouteen liittyen ohjeita. (Ympäristöministeriö 2022)

Betoni on usein merkittävä päästökiteijä rakentamisessa. Suurin osa betonin hiilidioksidipäästöistä tulee sementin poltosta, ja näitä päästöjä pyritään pienentämään korvaamalla osa betonin sementistä esimerkiksi masuunikuonalla. Masuunikuonaa voidaan käyttää erilaisina osuuksina sideaineesta, mikä vaikuttaa päästöhyötyyn, mutta myös

betonin ominaisuuksiin ja sopiviin käyttökohteisiin. Vihreä betoni kuivuu hitaammin kuin tavanomainen betoni ja sen alkulujuus on heikompi, mutta lujuus nousee samalle tasolle tavanomaisen kanssa. Talviaikana vihreän betonin käyttö vaatii lämmitystä kuivumisen vuoksi. Esimerkiksi HSY:n paikalla rakennetun paineenkorotusaseman rakentamisen kokonaispäästöjä voitiin vähentää arviolta 13 % vihreää betonia käyttämällä (AFRY 2021b).

Taulukko 3.7 Esimerkkejä toimenpiteistä päästöjen vähentämiseksi materiaalien osalta, arvio niiden vaikuttavuudesta (1= rajallinen, 2= keskinertainen, 3= suuri) ja toteutettavuudesta. (1= haastava, 2= melko helppo, 3= helppo)

Toimenpiteen kuvaus	Edut	Haitat	Seuranta/mittarointi	Vaikuttavuus	Toteutettavuus
Putkimateriaalien valinta	<ul style="list-style-type: none"> Suhteellisen suuri potentiaali Uusia vähäpäästöisempiä putkimateriaaleja on markkinoilla enenevässä määrin 	<ul style="list-style-type: none"> Putkimateriaalin vaihtaminen haastavaa (ominaisuuksien vastaavuus, varaosat, tottumus) Urakoitsijat erikoistuneet tiettyyn materiaaliin → riskinä urakoitsijoiden kiinnostuksen väheneminen Mahdollisesti korkeammat kustannukset mm. uusissa vähäpäästöisissä materiaaleissa Elinkaarivaikutukset tulee huomioida (mm. eri materiaalien käyttöikä) 	<ul style="list-style-type: none"> Putkimateriaalin tuotannon hiilijalanjälki (kg CO₂e / m putkea) Putkimateriaalin elinkaarihiilijalanjälki (kg CO₂e / m putkea) 	3	2
Kaivamattomat menetelmät	<ul style="list-style-type: none"> Kaivamattomat menetelmät sopivassa kohteessa tehokkaita ja edullisia Sekä konetyön että materiaalien päästöt yleensä aukikaivuuta pienemmät 	<ul style="list-style-type: none"> Eivät sovi kaikkiin kohteisiin Huomioitava elinkaari: kaivamattoman menetelmän toteutuksen käyttöikä verrattuna aukikaivuun 	<ul style="list-style-type: none"> Päästöt saneerattua putkimetriä kohden 	2	3

Infrarakentamisen yhteistyön kehittäminen	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus kustannussäästöihin • Vähentää liikenteelle ja asukkaille aiheutuvaa haittaa rakentamisesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Toimijoiden välinen yhteistyö ja suunnitelmallisuus ei ole käytännössä helppoa toteuttaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Katualueella toteutettavien töiden toteutustiheys 	2	1
Läheltä saatavat maarakennusmateriaalit	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus kustannussäästöihin 	<ul style="list-style-type: none"> • Saatavuus ja ajoitus 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuljetusmatka 	2	2
Kierrätettyjen tai vähäpäästöisten maa- ja rakennusmateriaalien käyttö	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus kustannussäästöihin 	<ul style="list-style-type: none"> • Saatavuus lähialueilla • Laadun vastaaminen käyttökohteen vaatimuksiin 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiaalien yksikköpäästöt 	2	2
Rakennustarpeen optimointi ja oikea-aikaisuus	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus kustannussäästöihin 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikuttavia tekijöitä paljon • Rajallinen liikkumavara • Tietty varmuusvara kapasiteeteissa on välttämätöntä toimintavarmuuden vuoksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Hankkeen hiilijalanjälki 	2	2
Rakennusmateriaalit: vihreän betonin käyttö	<ul style="list-style-type: none"> • Varsin helposti toteuttavissa 	<ul style="list-style-type: none"> • Talvella käyttö vaatii lämmityksiä • Kustannusvaikutus • Saatavuus osassa Suomea 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonin hiilijalanjälki 	2	3

4 TOIMENPITEIDEN TOTEUTUS

4.1 TOIMINTAOHJEET PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI HANKINNOISSA

Suomessa julkisen sektorin hankkimat hyödykkeet aiheuttavat lähes viidenneksen maamme kulutusperusteisesti lasketuista kasvihuonekaasupäästöistä. Julkisten hankintojen päästöistä suurimmat osa-alueet ovat rakennusten energia (27 %), rakentaminen (25 %) sekä matkustaminen ja kuljetukset (11 %). (Kalimo et al. 2021).

Myös vesihuollossa hankintojen kautta aiheutuvat päästöt ovat merkittävä osa toiminnan kokonaispäästöjä, joten hankintakeinot olennainen osa vesihuoltolaitoksen tapoja päästöjen vähentämiseen. Erityisesti energialla ja rakentamisella on keskeinen rooli vesihuollon hankintojen päästöissä.

Päätökset, joita hankintojen yhteydessä tehdään, vaikuttavat päästöihin koko hankinnan elinkaaren aikana. Päästöjä voi syntyä paitsi välittömästi hankinnan jälkeen (mm. materiaalin tuotanto ja kuljetukset), myös hankinnan kohteen elinkaaren aikana (mm. energian kulutus, hyödykkeiden kulutus, purku ja jätteiden käsittely). Hankinnan vähäpäästöisyydessä on olennaista keskittyä päästöihin koko hankinnan elinkaaren aikana.

Vähäpäästöisten hankintojen toteuttamista on selvitetty ja pilotoitu erilaisissa hankkeissa ja siitä on tuotettu julkaisuja kuten SYKE:n julkaisu Vähähiiliset julkiset hankinnat - Keinoja ja mahdollisuuksia päästövähennyksiin (Siiskonen et al. 2022) sekä Vähähiilisten hankintojen pelikirja (KEINO 2021a). Vähäpäästöisyyteen urakoiden hankinnassa tähtää mm. Päästöttömät työmaat green deal -sopimus (Motiva 2022c; HSY 2022c; KEINO 2021b). Energiatehokkaan pumpun hankinnasta on tuotettu opas Energiatehokkuus hankinnoissa -hankkeessa (Motiva 2011).

Vesihuollossa vähäpäästöisyyteen tähtääviä hankintoja on toteutettu erityyppisille hankintakokonaisuuksille, kuten valurautakansistojen hankinnalle ja vesitornin purku-urakalle (HSY 2022c) sekä lietteenkäsittelyn hankinnalle (TSP 2017).

Vähähiilisten hankintojen käytäntöjä kehitetään aktiivisesti, ja osaaminen lisääntyy niin hankintayksiköissä kuin tarjoajilla. Erilaisten palveluiden ja tuotteiden tarjoajat ovat enenevässä määrin tietoisia ilmastovaatimuksista hankinnoissa, ja valmius vastata uusiin kriteereihin on lisääntymässä. Koulutuksen ja käytänteiden muuttamisen kautta vähähiilisyttä voidaan tuoda entistä enemmän osaksi vesihuoltolaitosten hankintoja.

4.1.1 Vähähiilisen hankinnan kulku

Esimerkkikaavio vähähiilisen hankinnan kulusta on esitetty seuraavassa kuvassa.

Vähähiilisen hankinnan kulku voidaan jakaa kolmeen pääosaan:

1. hankintakohteen valinta
2. hankintaprosessin määrittely
3. hankinnan toteutus ja seuranta

Ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan hankinnat, joissa hankinnan keinoilla voidaan saavuttaa organisaation tasolla merkittäviä päästöhyötyjä. Vähähiilisten hankintojen toteuttaminen vaatii toistaiseksi tavanomaista hankintaa enemmän resursseja, joten on syytä valita vähähiilisten hankintojen toteutukseen ensi vaiheessa sellaisia hankintoja, joilla saavutetaan merkittävimpiä päästövähennyksiä.

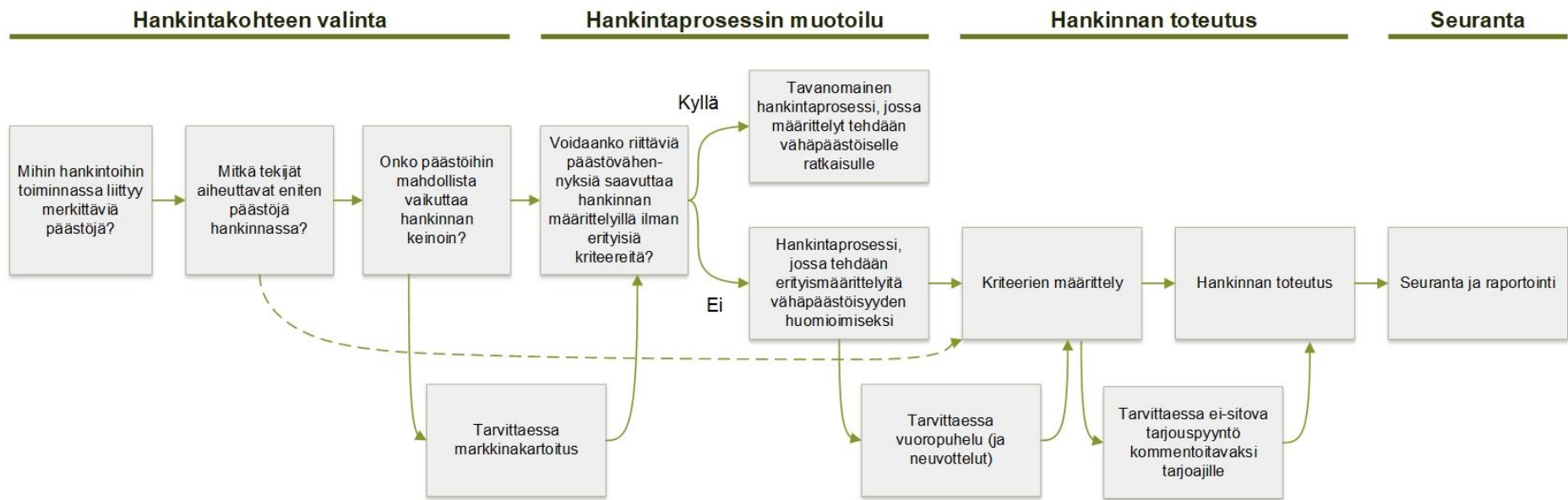
Toisessa vaiheessa tunnistetaan, voidaanko vähäpäästöisyyskriteerit saavuttaa tavanomaisilla hankinnan määrittelyillä, vai tarvitaanko erityismäärittelyitä.

Tavanomaisilla hankinnan määrittelyillä tarkoitetaan, että hankinnan kohde määritellään tunnetun vähäpäästöisen ratkaisun mukaisesti, mutta hankinnassa ei sovelleta erityisiä vähäpäästöisyyskriteerejä. Esimerkiksi laitehankinnassa voidaan hankittavaksi määritellä energiatehokkaaksi tiedetty tekniikka tai verkostorakentamishankkeessa voidaan määritellä hankinnan kohteeksi vähäpäästöisempi putkimateriaali tai toteutus kaimattomalla tekniikalla. Yksi esimerkki tämäntyyppisestä hankinnasta on sähköenergia, joka voidaan hankkia vähäpäästöisenä varsin yksinkertaisilla määrittelyillä.

Kolmannessa vaiheessa, mikäli riittävien päästövähennyksiä ei voida saavuttaa pelkillä hankinnan kohteen määrittelyillä, jossa hankintaan tuodaan erityisiä vähäpäästöisyyskriteereitä. Tässä vaiheessa määritellään hankinnan vähähiilisyyskriteerit ja niiden vaikutus tarjousvertailussa. Näitä erityiskriteereitä voivat olla esim. energiatehokkuus, materiaalien alkuperä ja kierrätettävyyden, kuljetusten päästöt tai hiilijalanjälki.

Hankinnan eri vaiheissa on mahdollista ja erityisesti uuden tyyppisissä hankinnoissa usein tarpeellista tehdä markkinakartoitusta ja/tai käydä markkinavuoropuhelua hankintayksikön ja tarjoajien välillä ennen tarjouspyynnön julkaisua. Markkinakartoitusten ja -vuoropuhelujen kautta saadaan vaihdettua tietoa hankintayksiköiden ja tarjoajien välillä hyvän tarjouspyynnön mahdollistamiseksi.

Yleisesti ottaen on syytä pitää hankintaprosessi yksinkertaisena. On suositeltavaa käyttää hankintakriteereitä, joista on saatavilla vertailukelpoista tietoa ja joihin vastaaminen ei tee hankintaprosessista raskasta tarjoajille ja/tai hankintayksikölle.



Kuva 4-1 Esimerkki vähäpäästöisen hankintaprosessin kulusta

4.1.2 Markkinakartoitus ja -vuoropuhelut

Uuden tyyppisissä hankinnoissa, joihin sisällytetään esimerkiksi uudentyyppisiä kriteerejä, on suositeltavaa toteuttaa markkinakartoitus ja markkinavuoropuhelut, joilla selvitetään mahdollisten tarjoajien valmiutta vastata suunniteltuihin hankinnan tavoitteisiin, annetaan tarjoajille tietoa tulevasta kilpailutuksesta ja kootaan tietoa soveltuvien kriteerien määrittelemiseksi.

Markkinakartoitus aloitetaan riittävän aikaisin hankinnan suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa. Sen avulla tiedotetaan markkinoita aktiivisesti tulevasta kilpailutuksesta ja vaatimuksista. Hankintaprosessiin ja osallistamiseen on varattava riittävästi aikaa.

Markkinavuoropuhelulla pyritään selvittämään tarjoajien halukkuutta osallistua tarjouskilpailuun. Vuoropuhelu ei sido hankintayksikköä eikä tilaajaa, mutta antaa molemmille osapuolille tietoa kehitysmahdollisuuksista ja -tarpeista. Markkinavuoropuheluun voidaan kutsua valitut toimijat, tai siihen voidaan julkaista ennakoilmoitus HILMA-portaalissa, mikäli halutaan saada laajemmin kiinnostuneita ja potentiaalisia tarjoajia mukaan (KEINO 2021b).

Hankintaprosessin aikana voidaan käydä myös virallisia neuvotteluita, joista laaditaan sitova muistio. Neuvottelumenettelyä käytettäessä neuvottelut käydään vasta hankinnan toteutuksen yhteydessä.

4.1.3 Hankintamenettelyn valinta

Vähähiilisiä hankintoja voidaan toteuttaa erilaisilla hankintamenettelyillä. Vähähiilisiä hankintoja on toteutettu mm. avoimella menettelyllä ja neuvottelumenettelyllä. Neuvottelumenettelyn on todettu olevan hyvä hankintamuoto suuremmissa ja monimutkaisemmissa sekä uudentyyppisissä hankinnoissa. Neuvottelumenettelyn on koettu vähentävän uudenlaisia elementtejä sisältävän hankinnan riskejä.

4.1.4 Kriteerien määrittely

Hankinnoissa, joihin sisällytetään erityiskriteereitä, voidaan käyttää joko kelpoisuus- tai laatukriteereitä. Kelpoisuuskriteereillä rajataan tarjoajia, jotka hyväksytään tarjousvertailuun. Laatukriteerien pohjalta tehdään vertailua itse tarjousvertailuvaiheessa.

Ennen kriteerien määrittelyä uudentyyppisissä hankinnoissa on hyvä tiedustella tarjoajilta ennakkoon, millaisia kriteereitä tarjoajat voivat täyttää. Mikäli osa tarjoajista ei pysty täyttämään kriteereitä ja on riski kilpailun vähyydestä, on parempi käyttää laatukriteereitä, jotta osaa tarjoajista ei suoraan suljeta kilpailun ulkopuolelle.

On suositeltavaa käyttää hankintakriteereitä, joista on saatavilla vertailukelpoista tietoa ja joihin vastaaminen ei tee hankintaprosessista liian raskasta tarjoajille ja/tai hankintayksikölle. Esimerkiksi erillisen hiililaskennan toteutus hankinnan yhteydessä voi tehdä hankinnasta melko raskaan, eikä se siksi ole aina tarkoituksenmukaista.

- Kelpoisuuskriteerit
 - Hankittavan kohteen ominaisuus: esim. laitteen energiatehokkuus, materiaalin tuotannon hiilijalanjälki, neitseellisen materiaalin osuus, kuljetusten hiilijalanjälki tai käyttövoima, työkoneiden tai ajoneuvojen käyttövoima jne.

- Voidaan myös vaatia toimittamaan tiettyjä dokumentteja, kuten tietyt tiedot/laskennat, jotta tarjous hyväksytään tarjousvertailuun. Näin voidaan melko kevyellä menettelyllä ohjata toimijoita toteuttamaan esimerkiksi hiilijalanjälkilaskentoja, mutta niitä ei kuitenkaan tuoda osaksi tarjousvertailua.
- **Laatukriteerit**
 - Kriteerien valinta
 - esim. laitteen energiatehokkuus, materiaalin tuotannon hiilijalanjälki, neitseellisen materiaalin osuus, kuljetusten hiilijalanjälki tai käyttövoima, työkoneiden tai ajoneuvojen käyttövoima jne.
 - Kriteerien vaikutuksen määrittely tarjousvertailussa
 - osa laatupisteytystä: kriteerin perusteella annetaan laatupisteitä, jotka vaikuttavat tarjousvertailuun
 - Kriteeriarvojen tarkka määrittely ja muotoilu tarjouspyyntöön
 - kriteerin arvojen määrittely
 - pisteytyksen painoarvojen määrittely

Jäljempänä kappaleessa 4.2 on esitetty mahdollisia vähähiilisyyskriteereitä erilaisille hankinnoille vesihuoltolaitoksissa. Liitteessä 2 on esitetty mallipohjia kriteerien määrittelystä tarjouspyyntöön.

4.1.5 Tiedon saatavuus

Kriteerien valintaan liittyy keskeisenä tekijänä vertailukelpoisen tiedon saatavuus. Tällä hetkellä esimerkiksi tuotteiden tuotannon hiilijalanjäljestä on vaihtelevasti tietoa.

Tietuille tuotteille, kuten kemikaaleille ja putkimateriaaleille, on jonkin verran olemassa ympäristöselosteita (EPD, Environmental Product Declaration), joihin sisältyy mm. standardoitu hiilijalanjälkilaskenta. Mikäli markkinoilla olevista vaihtoehtoisista tuotteista on kattavasti saatavilla ympäristöselosteita, mahdollistaa se varsin helposti tuotteiden hiilijalanjälkivertailun.

Mikäli tarjoajilla ei ole valmiina vertailukelpoisia hiilijalanjälkilaskentoja tuotteestaan, voidaan tarjouspyynnön yhteydessä teettää erikseen hiilijalanjälkilaskenta yhtenäisellä tavalla kaikille tarjoajille. Tällöin tulisi olla käytettävissä valmis laskuri, jolla tarjoajat voivat kohtuullisella vaivalla tehdä laskennan. Tietuille tuotteille ja palveluille on olemassa valmiita laskureita, mutta laskennan teettäminen voi vaatia myös uuden laskentapohjan tuottamista.

Yksinkertaisempien kriteerien kohdalla tietolähteeksi voi riittää tarjoajan ilmoitus. Näin on esimerkiksi ajoneuvojen tai työkoneiden käyttövoiman tai päästöluokan ollessa kriteerinä.

Kappaleen 4.2 taulukoissa on esitetty mahdollisia tietolähteitä erilaisille kriteereille.

4.1.6 Seuranta ja sanktiot

Hankinnan toteutumisen jälkeen tulee kriteerien toteutumista seurata toimituksen yhteydessä tai sopimuskauden aikana. Tarjousvertailussa käytettyjen tietojen toteutumisesta on hyvä varmentaa sopimukseen kirjatuin sanktioin tai porkkanoin. Sanktioiden tai porkkanoiden määrittelystä seuraa tarve seurata määritettyjä asioita.

Esimerkiksi pitkäkestoisen kuljetussopimuksen kohdalla tulee vuosittain seurata, onko tarjoaja toteuttanut kuljetukset sovittunlaisella kalustolla ja käyttövoimalla tai saavuttanut esitetyn päästötason.

Esimerkkejä mahdollisista sanktioiden ja porkkanoiden määrittelyistä on esitetty kappaleen 4.2 taulukoissa.

4.2 HANKINTAKOKONAISUUDET

Hankkeessa tunnistettiin vesihuoltolaitoksille tyypillisiä hankintakokonaisuuksia, joissa hiilijalanjäljen huomioiminen on syytä toteuttaa eri tavoin. Tunnistettuja hankinnan kohteita ovat:

- verkoston ja laitosten putket
- Laitteet
- Kemikaalit
- Palvelut
- Urakat

Tässä kappaleessa esitetään tapoja hiilijalanjäljen huomioimiseen kunkin hankintakokonaisuuden yhteydessä. Kunkin hankintakokonaisuuden yhteydessä esitetään taulukkomuodossa keskeisiä päästölähteitä, mahdollisia kriteerejä, tietolähteitä sekä esimerkkejä mahdollisista sanktioista kriteereihin liittyen.

4.2.1 Putki

Verkostorakentamisessa yksi keskeisistä päästölähteistä on vesi- ja viemärijohtojen materiaalit sekä niiden kuljetukset. Putkimateriaaleista on jonkin verran saatavissa ympäristöselosteita, mutta vielä tällä hetkellä niitä ei ole riittävästi kattavan tarjouskilpailun toteuttamiseksi niiden pohjalta.

Kuljetusten arviointiin voidaan käyttää kuljetusmatkoja, tietoja käytettävästä kalustosta / käyttövoimasta tai teettää tarjouspyynnön yhteydessä laskenta valmiilla laskurilla.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.1) on esitetty putkihankintaan liittyviä näkökulmia.

Taulukko 4.1 Putkihankinta

Päästölähde	Materiaalin tuotanto ja elinkaari	Kuljetus
Mahdolliset kriteerit	<ul style="list-style-type: none"> Materiaalin tuotannon hiilijalanjälki (kg CO₂e/m putkea) Neitseellisen materiaalin osuus (%) Käyttöiän pituus (a) / Takuuajan pituus (a) Käytöstä poisto: kierrätettävyys (%) / jätteenä käsittelyn hiilijalanjälki (kg CO₂e/m putkea) 	<ul style="list-style-type: none"> Kuljetusmatka (km) Käyttövoima Ajoneuvojen päästötaso (EURO-luokitus) Kuljetuksen hiilijalanjälki (matka ja kuljetustapa)
Tietolähteet	<ul style="list-style-type: none"> EPD-kortti, verifioitu hiilijalanjälkilaskenta tai laskenta valmiilla työkalulla Valmistajan ilmoitus neitseellisen materiaalin osuudesta Asiantuntija-arvio käyttöiästä / Valmistajan takuu käyttöiälle Valmistajan ilmoitus kierrätettävyydestä ja kierrätysmenetelmästä / valmistajan ilmoitus materiaalikoostumuksesta ja asiantuntija-arvio jätteenä käsittelyn päästöistä 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus (matka, käyttövoima, ajoneuvojen päästötaso) Hiilijalanjäljen laskenta valmiilla työkalulla
Seuranta ja raportointi	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että toimitettava tuote vastaa tarjousvaiheessa valmistajan ilmoittamaa (raportointivelvoite) 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että kuljetukset toteutetaan kuvatulla tavalla (raportointivelvoite) Kalustoluettelo Käyttövoimaseuranta
Sopimusasiat	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli toimitettavasta tuotteesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja poikkeava tuote aiheuttaa tarjottua tuotetta suuremmat päästöt 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kuljetusmatka pidentyy > xx % Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt Sanktio, mikäli kuljetusreitti/-tapa eroaa siten, että päästöt kasvavat laskennallisesti > xx %

4.2.2 Laite

Laitehankinnoissa keskeisiä päästökijöitä ovat laitteen energiatehokkuus, valmistuksen hiilijalanjälki, käytöstä poiston päästöt sekä joissain tapauksissa kuljetukset.

Energiatehokkuuden vertailemiseksi on tärkeää määritellä laskentatapa, jolla kokonaisuuden (esimerkiksi pumppaamon, ilmastusjärjestelmän) kokonaisenergiatehokkuus voidaan vertailukelpoisella tavalla laskea. Esimerkiksi energiatehokkaan pumpun hankintaan on ohjeita Motivan tuottamissa materiaaleissa (Motiva 2018, Motiva 2011)

Laitteista on toistaiseksi hyvin vähän saatavilla ympäristöselosteita, joten tuotannon hiilijalanjäljen vertailua varten on useimmiten koottava tiedot erillisen hiililaskennan pohjalta, tai tekemällä asiantuntija-arvio laitteen päämateriaalien määrän perusteella.

Kuljetusten vertailuun voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin muidenkin hankintojen kohdalla.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.2) on esitetty laitehankintaan liittyviä näkökulmia.

Taulukko 4.2 Laitehankinta

Päästö-lähde	Energiankulutus	Laitteen valmistus ja elinkaari	Kuljetus
Mahdolliset kriteerit	<ul style="list-style-type: none"> Energiankulutusluku tai – laskelma Elinkaari- tai käyttökustannuslaskelma 	<ul style="list-style-type: none"> Päämateriaalien tuotannon hiilijalanjälki (kg CO₂e/laite tai kg CO₂e/toimituskokonaisuus) Varaosien/huoltoon tarvittavien materiaalien hiilijalanjälki laitteen sovitulla tarkastelujaksolla (kg CO₂e/laite tai kg CO₂e/toimituskokonaisuus) Neitseellisten materiaalien osuus (%) Oletettu käyttöikä / Takuuajan pituus (a) Käytöstä poisto (kierrätettävyys / jätteenä käsittelyn hiilijalanjälki) 	<ul style="list-style-type: none"> Kuljetusmatka Käyttövoima Ajoneuvojen päästötaso Kuljetuksen hiilijalanjälki (matka ja kuljetustapa)
Tietolähteet	<ul style="list-style-type: none"> Toimittajan ilmoittama tai erillinen standardisoitu laskenta 	<ul style="list-style-type: none"> EPD-kortti, verifioitu hiilijalanjälkilaskenta tai laskenta valmiilla työkalulla Valmistajan ilmoitus neitseellisen materiaalin osuudesta Asiantuntija-arvio käyttöiästä / Valmistajan takuu käyttöiälle Valmistajan ilmoitus kierrätettävyydestä ja kierrätysmenetelmästä / valmistajan ilmoitus materiaali-koostumuksesta ja asiantuntija-arvio jätteenä käsittelyn päästöistä 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus (matka ja käyttövoima) Hiilijalanjäljen laskenta valmiilla työkalulla
Seuranta ja raportointi	<ul style="list-style-type: none"> Energiankulutuksen seuranta (takuarvo) 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että toimitettava tuote vastaa laskennassa kuvattua (raportointivelvoite) 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että kuljetukset toteutetaan kuvatulla tavalla (raportointivelvoite) Kalustoluettelo Käyttövoimaseuranta

Sopimusasiat	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio ilmoitetun energiankulutusluvun ylittämisestä > xx % 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli toimitettavasta tuotteesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja poikkeava tuote aiheuttaa tarjottua tuotetta suuremmat päästöt Sanktio, mikäli varaosa- tai huoltotarve ylittää arvioidun > xx % sovitulla tarkastelujaksolla 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kuljetusreitti pidentyy > xx % Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt Sanktio, mikäli kuljetusreitti/-tapa eroaa siten, että päästöt kasvavat laskennallisesti > xx %
--------------	---	---	---

4.2.3 Kemikaali

Kemikaalien kulutuksen hiilijalanjälki muodostuu pääasiassa kemikaalien tuotannosta ja kuljetuksista. Tiettyjen kemikaalien, kuten aktiivihilen ja muiden suodatusmateriaalien kohdalla merkitystä voi olla myös hyödyntämisestä tai käsittelystä jätteenä käytön jälkeen.

Kemikaaleista on toistaiseksi saatavissa vähän ympäristöselosteita, eikä tällä hetkellä niitä ei ole riittävästi kattavan tarjouskilpailun toteuttamiseksi. Valmistajat ovat kuitenkin jonkin verran laskeneet omien tuotteidensa tuotannon hiilijalanjälkiä. Tarjousvertailua varten laskentojen vertailukelpoisuus tulisi varmistaa esim. vaatimalla verifioituja laskentoja.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.3) on esitetty kemikaalihankintaan liittyviä näkökulmia.

Taulukko 4.3 Kemikaalihankinta

Päästö-lähde	Materiaalin tuotanto	Kuljetus	Käsittely jätteenä
Mahdolliset kriteerit	<ul style="list-style-type: none"> Kemikaalin tuotannon hiilijalanjälki (aktiivista ainetta kohden) Neitseellisen materiaalin osuus Kiertotalousmateriaalin osuus 	<ul style="list-style-type: none"> Kuljetusmatka ja -määrä Käyttövoima Ajoneuvojen päästötaso Kuljetuksen hiilijalanjälki (määrä, matka ja kuljetustapa) 	<ul style="list-style-type: none"> Käytöstä poisto (kierrätettävyys / jätteenä käsittelyn hiilijalanjälki)
Tietolähteet	<ul style="list-style-type: none"> EPD-kortti, verifioitu hiilijalanjälkilaskenta tai laskenta valmiilla työkalulla Valmistajan ilmoitus neitseellisen materiaalin osuus Valmistajan ilmoitus kiertotalousmateriaalin osuudesta 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus (määrä, matka ja käyttövoima) Hiilijalanjäljen laskenta valmiilla työkalulla 	<ul style="list-style-type: none"> Valmistajan ilmoitus kierrätettävyydestä ja kierrätysmenetelmästä / valmistajan ilmoitus materiaalikoostuksesta ja asiantuntija-arvio jätteenä käsittelyn päästöistä
Seuranta ja raportointi	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että toimitettava kemikaali vastaa tarjottua (raportointivelvoite) 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että kuljetukset toteutetaan kuvatulla tavalla (raportointivelvoite) Kalustoluettelo Käyttövoimaseuranta 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että toimitettava tuote vastaa laskennassa kuvattua (raportointivelvoite)
Sopimusasiat	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli toimitettavasta tuotteesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja poikkeava tuote aiheuttaa tarjottua tuotetta suuremmat päästöt Sanktio, mikäli toimitettavan tuotteen neitseellisen materiaalin osuus ylittää tarjotun > xx % 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kuljetusreitti pidentyy > xx % Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt Sanktio, mikäli kuljetusreitti/-tapa eroaa siten, että päästöt kasvavat laskennallisesti > xx % 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli muodostuvasta jätteestä > xx % poikkeaa tarjotusta johtuen tuotteen ominaisuuksista ja aiheuttaen tarjottua tuotetta suuremmat päästöt

	<ul style="list-style-type: none">• Sanktio, mikäli toimitettavan tuotteen kiertotalousmateriaalin osuus alittaa tarjotun > xx %		
--	---	--	--

4.2.4 Palvelu

Vesihuoltolaitos hankkii monenlaisia palveluita, mutta päästöjen kannalta olennaisiksi palveluiksi on tunnistettu kuljetus- ja maanrakennuspalvelut sekä ulkoistettu lietteenkäsittely.

Kuljetus- ja maanrakennuspalveluissa valtaosa päästöistä muodostuu ajoneuvojen ja koneiden käyttövoimasta. Näin ollen laitteiden käyttövoimaan ja päästötasoon liittyvät kriteerit ovat tärkeimpiä päästöjen vähentämisen kannalta.

Haasteena vähäpäästöisempien palveluiden hankinnassa on tällä hetkellä vähäpäästöisen kaluston heikko saatavuus erityisesti pääkaupunkiseudun ulkopuolella. Lähivuosina tilanne todennäköisesti parantuu, mutta kysynnän vaikutus tähän kehitykseen on ilmeinen. On siis syytä aktiivisesti pyrkiä hankkimaan vähäpäästöisiä kuljetus- ja maanrakennuspalveluita tarjonnan rajallisuudesta huolimatta.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.4) on esitetty kuljetus- ja maanrakennuspalveluiden hankintaan liittyviä näkökulmia.

Taulukko 4.4 Kuljetus- ja maanrakennuspalvelut

Päästölähde	Työkoneiden ja ajoneuvojen käyttövoima / päästötasot
Mahdolliset kriteerit	<ul style="list-style-type: none">KäyttövoimaAjoneuvojen päästötaso
Tietolähteet	<ul style="list-style-type: none">Tarjoajan ilmoitus, kalustoluettelo
Seuranta ja raportointi	<ul style="list-style-type: none">Käytössä olevan kaluston seurantaKäyttövoimaseuranta
Sopimusasiat	<ul style="list-style-type: none">Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt

Lietteenkäsittely on yksi merkittävistä potentiaalisista päästöjen lähteistä vesihuollossa, mutta se mahdollistaa myös merkittävän uusiutuvan energian tuotannon ja ravinteiden kierrätyksen.

Vähäpäästöisen lietteenkäsittelyn hankinnassa olennaisia tekijöitä ovat energiantuotannon tehokkuus, kuljetukset ja ravinteiden kierrätyksen mahdollistaminen sekä typen poistaminen rejektivedestä vähän typpioksiduulia tuottavilla tekniikoilla.

Kaikista näistä tekijöistä on lähtökohtaisesti mahdollista saada tietoa tarjoajan toiminnasta erityisesti olemassa olevan käsittelylaitoksen tapauksessa. Myös suunnitteilla olevalle laitokselle tulisi pystyä esittämään varsin tarkat arviot näistä tekijöistä.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.5) on esitetty lietteenkäsittelyn hankintaan liittyviä näkökulmia.

Taulukko 4.5 Lietteenkäsittelyn hankinta

Lietteen käsittelyn hankinta	Energiatase	Materiaalien kuljetukset (liete käsittelijälle, lopputuote hyödynnettäväksi)	Ravinteiden kierrätys
Mahdolliset kriteerit	<ul style="list-style-type: none"> Uusiutuvan energian tyyppi (esim. biokaasu/-metaani, sähkö, lämpö) ja energiatase (MWh/a, netto) 	<ul style="list-style-type: none"> Kuljetusmatka Käyttövoima Ajoneuvojen päästötaso Kuljetuksen hiilijalanjälki (matka ja kuljetustapa) 	<ul style="list-style-type: none"> Ravinteiden (N, P) hyötykäyttöön johdettava osuus Typen talteenotto päästöttömästi / puhdistamon typpikuorman vähentäminen
Tietolähteet	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus käsittelytavasta Energiataseen arvio tarjoajalta tai asiantuntija-arviona 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus (matka, kuljetusmäärä ja käyttövoima) Hiilijalanjäljen laskenta valmiilla työkalulla 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan kuvaus ja laskelma ravinneta-seesta Tarjoajan kuvaus typen talteenotosta ja puhdistamolle johdettavan typen määrästä (t/a)
Seuranta ja raportointi	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan toimittamat energiantuotanto- ja kulutusraportit 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että kuljetukset toteutetaan kuvatulla tavalla (raportointivelvoite) Kalustoluettelo Käyttövoimaseuranta 	<ul style="list-style-type: none"> Lopputuotteen käyttökohteiden raportointi ja laadun analyysit Tarjoajan raportointi typpitaseesta, jätevesien näytteenotto ja virtausmittaus
Sopimusasiat	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli energiataseen lopputulos alittaa tarjotun > xx % 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kuljetusreitti pidentyy > xx % Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt Sanktio, mikäli kuljetusreitti/-tapa eroaa siten, että päästöt kasvavat laskennallisesti > xx % 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kierrätettävien ravinteiden osuus alittaa tarjotun > xx% Sanktio, mikäli puhdistamolle johdettavan typen osuus ylittää tarjotun > xx%

4.2.5 Urakka

Rakennusurakat ovat keskeinen hankintaryhmä vesihuollossa, ja ne muodostavat suuren osan vesihuollon päästöistä. Urakoiden päästöjen vähentämiseen onkin pyritty jo vaikuttamaan mm. Päästöttömien työmaiden green dealin kautta (Motiva 2022c).

Keskeisiä päästötekijöitä rakentamisessa ovat ajoneuvojen ja koneiden polttoaineet, rakennusmateriaalit ja niiden kuljetukset, työmaan energia ja jätehuolto. Tiettyihin tekijöihin, kuten rakennusmateriaaleihin liittyvät päätökset tehdään enimmäkseen jo suunnitteluvaiheessa ennen hankintaa. Suunnitteluvaiheessa vähäpäästöisyyden huomiointia käsitellään kappaleessa 4.3.

Kaikista mainituista tekijöistä on mahdollista saada varsin hyvin tietoa, mutta niiden koaminen vaatii lisää työtä tarjoajalta. Tällä hetkellä urakoitsijoiden valmius vastata erityisvaatimuksia sisältäviin tarjouspyyntöihin vaihtelee. Yleisesti ottaen suuremmilla toimijoilla valmius on selkeästi pieniä parempi.

Ajoneuvojen ja koneiden päästöjen osalta haasteena on tällä hetkellä vähäpäästöisen kaluston heikko saatavuus erityisesti pääkaupunkiseudun ulkopuolella.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.6) on esitetty rakennusurakan liittyviä näkökulmia.

Taulukko 4.6 Rakennusurakka

Rakennusurakka	Työkoneiden ja ajoneuvojen käyttövoima / päästötasot	Materiaalien kuljetukset	Työmaan energia	Kiertotalousmateriaalien käyttö	Jätehuolto
Mahdolliset kriteerit	<ul style="list-style-type: none"> Käyttövoima Ajoneuvojen päästötaso 	<ul style="list-style-type: none"> Kuljetusmatka Käyttövoima Ajoneuvojen päästötaso Kuljetuksen hiilijalanjälki (matka ja kuljetustapa) 	<ul style="list-style-type: none"> Työmaan kuluttaman sähkön päästöt (energiälähteet %-osuuksineen, yksikköpäästöt kg CO₂e/MWh) Työmaan kuluttaman lämmön päästöt (energiälähteet %-osuuksineen, yksikköpäästöt kg CO₂e/MWh) Päästöttömän energian tuotanto työmaalla (% sähkön tai lämmön kuluksista) Energian tuotanto työmaalla fossiilisista polttoaineista (polttoaineen tyyppi, määrä) 	<ul style="list-style-type: none"> Kiertotalousmateriaalien osuus käytettävistä maa- tai rakennusmateriaaleista Hyötykäyttöön johdettavien materiaalien osuus työmaalta pois vietävistä materiaaleista (purkumateriaalit ja/tai kaivuumasat) 	<ul style="list-style-type: none"> Jätteiden kierrätyksen osuus tuotettavista jätteistä (%)
Tietolähteet	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus (matka ja käyttövoima) Hiilijalanjäljen laskeinta valmiilla työkalulla 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus käytetävästä energiasta (%-osuudet) ja tarjoajan toimittamat energiyhtiöiden tiedot energian tuotannon yksikköpäästöistä 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus käytettävistä kiertotalousmateriaaleista jakeista ja niiden määrästä tai 	<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus kierrätettävistä jakeista ja arvio niiden määrästä sekä

			<ul style="list-style-type: none"> Tarjoajan ilmoitus työmaalla tuotetun päästötömän energian vaikutuksesta energiankulutukseen Tarjoajan ilmoitus energiantuotantoon käytettävien polttoaineiden määrästä 	<ul style="list-style-type: none"> %-osuuksista (t tai m³, %) Tarjoajan ilmoitus hyötykäyttöön johdettavista materiaaleista ja niiden määrästä tai %-osuuksista (t tai m³, %) 	osuudesta kaikista jätteistä
Seuranta ja raportointi	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että käytettävä kalusto vastaa tarjottua (raportointivaikeus) Kalustoluettelo Käyttövoimaseuranta 	<ul style="list-style-type: none"> Varmistetaan, että kuljetukset toteutetaan kuvatulla tavalla Kalustoluettelo Käyttövoimaseuranta 	<ul style="list-style-type: none"> Energiankulutusraportit, joista ilmenee käytetyn sähkö- ja lämpöenergian %-osuudet ja polttoaineiden kulutus (polttoaineen tyyppi, L) Vuosittainen seuranta käytettävän energian tuotannon yksikköpäästöistä energiayhtiöiden tietojen pohjalta Alkuperätakuuraportit päästöttömästä energiasta Seuranta työmaalla 	<ul style="list-style-type: none"> Urakoitsijan raportointi työmaalle tuoduista kiertotalousmateriaaleista (t tai m³, %) Urakoitsijan raportointi pois kuljetettujen materiaalien käyttökohteista ja määrästä (t tai m³, %) Seuranta työmaalla 	<ul style="list-style-type: none"> Jättekuljetusten raportit Seuranta työmaalla
Sopimusasiat	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kuljetusreitti pidentyy > xx % Sanktio, mikäli ajoneuvoista tai polttoaineesta > xx % poikkeaa 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli käytetystä energiasta > xx % poikkeaa tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kiertotalousmateriaalien osuus alittaa tarjotun > xx % Sanktio, mikäli hyötykäyttöön joh- 	<ul style="list-style-type: none"> Sanktio, mikäli kierrätettävän jätteen osuus alittaa tarjotun > xx %

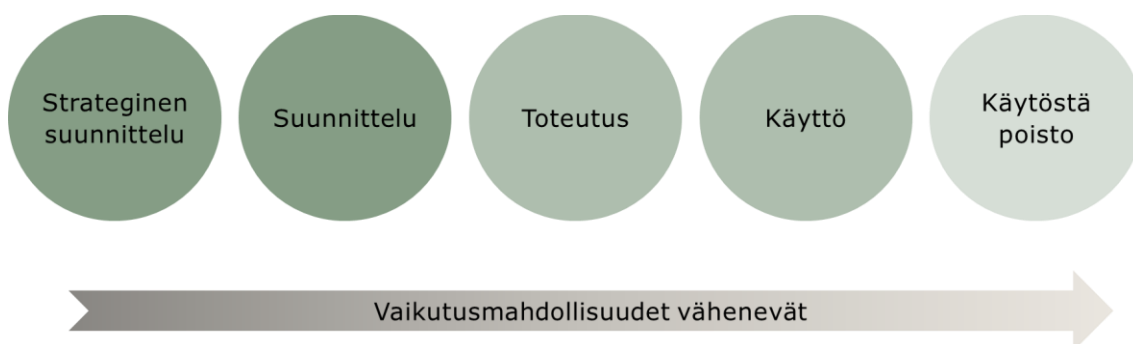
		<p>tarjotusta ja aiheuttaa tarjottua suuremmat päästöt</p> <ul style="list-style-type: none">• Sanktio, mikäli kuljetusreitti/-tapa eroaa siten, että päästöt kasvavat laskennallisesti > xx %		<p>dettavien materiaalien määrä alittaa tarjotun > xx %</p>	
--	--	---	--	--	--

4.3 TOIMINTAOHJEET PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI INVESTOINNEISSA

Rakentaminen aiheuttaa suuren osan vesihuollon kasvihuonekaasupäästöistä. Huomioidulla ja arvioimalla päästövaikutuksia jo rakentamisen suunnitteluvaiheessa, voidaan päästöihin vaikuttaa kaikkien tehokkaimmin. Erityisesti ns. strategisen suunnittelun vaiheessa tehtävä arviointi, millä toteutustavalla investointia lähdetään tekemään, on keskeistä hankkeen elinkaaren päästöjen kannalta.

Toteutustavan valinnassa voidaan arvioida esimerkiksi, milloin uuden rakentaminen on perusteltua verrattuna kohteen saneeraamiseen, siirtolinjaa verrattuna laitoshankkeeseen tai usean pienen laitoksen korvaamista yhdellä keskitetyllä laitoksella.

Toteutustavan valinnalla on ratkaiseva merkitys investoinnin seuraavien vaiheiden hiilijalanjälkeen. Vaikutusmahdollisuudet päästöihin vähenevät investointihankkeen edetessä (Kuva 4-2).



Kuva 4-2 Investointihankkeen kulku ja vaikutusmahdollisuudet investoinnin elinkaaren päästöihin.

4.3.1 Vaihtoehtoisten toteutustapojen kartoitus ja vertailu

Usein investointihankkeille on tunnistettavissa useampia kuin yksi mahdollinen toteutusvaihtoehto. Toteutusvaihdot voivat erota toisistaan esimerkiksi uudisrakentamisen määrään, sijainnin, kapasiteetin (keskitetty/hajautettu järjestelmä), toteutuksen aikataulun ja vaiheistamisen, prosessivalintojen tai materiaali- ja menetelmävalintojen osalta.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4.7) on esitetty esimerkkejä toteutusvaihtoehtojen eroista ja asioita, jotka on hyvä huomioida vaihtoehtoverailussa.

Taulukko 4.7 Esimerkkejä toteutusvaihtoehtojen eroista ja huomioitavia asioita vaihtoehtoverailussa

Tarkastelukohde	Investointi-hankkeen vaihe	Huomioita
Uudisrakentamisen ja saneeraamisen osuudet	Strateginen suunnittelu / suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Mikä on saneerauksen avulla saavutettava käyttöikä verrattuna uudisrakentamiseen? • Olemassa olevien rakenteiden kunto ja käyttökelpoisuus
Sijaintivalinnat	Strateginen suunnittelu / suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Hajautettu laitosverkosto vai keskitetty laitos • Keskitetyn käsittelyn hyödyt (ja haitat) vs. tarvittavat siirtolinjat
Oikea mitoituskapasiteetti ja toteutuksen vaiheistaminen	Strateginen suunnittelu / suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Ylimoittamisen välttäminen, huolellinen mitoitusarvojen määrittely • Toteutuksen vaiheistaminen varauksilla siten, että tulevaisuudessa tarvittava kapasiteetti toteutetaan vasta kun sitä tarvitaan
Prosessivalinnat	Suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Erilaisilla prosessivaihtoehtoilla voidaan vaikuttaa mm. rakentamisen määrään ja laajuuteen, kemikaalien kulutukseen ja energian kulutukseen ja tuotantoon
Materiaalivalinnat	Suunnittelu / toteutus	<ul style="list-style-type: none"> • Putki- ja kaivomateriaalien valinnat - kohdekohtainen harkinta huomioiden elinkaari ja mm. rakentamisen muut päästöt • Vihreä betoni • Puurakentaminen • Kiertotalousmateriaalien käyttö
Menetelmävalinnat	Suunnittelu / toteutus	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihtoehtoiset menetelmät ja tekniikat, esim. kaivamattomat menetelmät vs. auki-kaivuu

4.3.2 Hiilijalanjälkilaskennat vaihtoehtoisille toteutustavoille

Kun potentiaaliset vaihtoehdot investoinnin toteutukseen on määritelty, niiden vertailussa on suositeltavaa toteuttaa vaihtoehtojen elinkaaren hiilijalanjälkilaskennat. Rakentamisessa syntyy päästöjä sekä rakennusmateriaalien valmistusvaiheessa, rakentamisen aikana, rakennuksen käytön aikana ja purkuvaiheessa. Elinkaaren hiilijalanjäljen laskennassa kaikki nämä vaiheet tulevat huomioitua.

Laskenta on verrattavissa elinkaarikustannusten laskentaan, ja sitä voidaan käyttää yhtenä työkaluna päätöksenteon tukena. Liitteessä (LIITE 3) esitetään työhjelmäpohja investointihankkeen hiilijalanjälkilaskennan hankintaa varten. Se voidaan toteuttaa esim. osana esi- tai yleissuunnittelua. Hallituksen esityksessä (HE 139/2022) uudeksi rakentamislaki (ent. maankäyttö- ja rakennuslaki) esitetään hiilijalanjäljen laskentaa pakolliseksi osaksi rakentamis- ja korjaushanketta, jos hanke vaatii rakennusluvan ja energiatodistuksen.

Investointien vaihtoehtoverailuissa suositeltuja laskentaohjeistuksia on kuvattu tarkemmin kappaleessa 2.1.3 ja liitteessä (LIITE 3).

LÄHTEET

Aalto-yliopisto (2022) NPHarvest. Viitattu 30.01.2022. Saatavilla: <https://www.aalto.fi/fi/npharvest>

AFRY (2021a) Tunneliporausmenetelmä vähensi rakentamisesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä yli 50 %. Uutinen 4.9.2021. Viitattu 3.12.2021. Saatavilla: <https://afry.com/fi-fi/artikkeli/tunneliporausmenetelma-vahensi-rakentamisesta-aiheutuvia-kasvihuonekaasupaastoja-yli-50>

AFRY (2021b) Puhutaan vedestä: Vesihuollon rakentamisen hiilijalanjälki – kuinka vähentää ilmastokuormaa käytännössä? Webinaari 18.8.2021. Viitattu 3.12.2022. Saatavilla: <https://afry.com/fi-fi/tapahtumat/puhutaan-vedesta-vesihuollon-rakentamisen-hiilijalanjalki-kuinka-vahentaa-ilmastokuormaa>

Defra (2022). UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>

EC (2022) Proposal for a revised Urban Wastewater Treatment Directive. 26.10.2022. Viitattu 10.12.2022. Saatavilla: https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-revised-urban-wastewater-treatment-directive_en

Energiavirasto (2022) Jäännösjakauma 2021. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/-/vuoden-2021-jaannosjakauma-on-julkaistu>

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

GWI (2022) Mapping water's carbon footprint. Global Water Intelligence 14.11.2022. Viitattu 23.11.2022.

Haapakoski, J. (2022) Vesihuollon verkostosaneerausten hiilijalanjäljen pienentäminen. Diplomityö. Tampereen yliopisto, Ympäristö- ja energiatekniikka, Toukokuu 2022.

Hilander, Helena (2022) Nitrous oxide emission dynamics and emission factors of two Finnish wastewater treatment plants. Diplomityö. Aalto Yliopisto ; Vesi- ja ympäristötekniikan maisteriohjelma

HSY (2018) Vastuullisuus 2018. Saatavilla: <https://julkaisu.hsy.fi/vastuullisuus-2018.pdf>

HSY (2022a) Jätevedenkäsittely pääkaupunkiseudulla -raportit 2018 – 2021. Viitattu 19.12.2022 Saatavilla

HSY (2022b) Lämmöntalteenoton energiatase kaupungissa ja vaikutus jätevesien käsittelyyn (JV-LÄMPÖ). Viitattu 12.12.2022. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/jateve-silampo/tulokset/>

HSY (2022c) Kohti resurssiviisasta ja ilmastoneutraalia vesihuoltoa hankintojen avulla Vesihuoltopäivät 2022. Kristiina Bailey, HSY

Huoltovarmuuskeskus (2019) Kemiallisen saostuksen huoltovarmuuden parantaminen Suomen vesihuollossa. Saatavilla: https://www.vvy.fi/site/assets/files/3226/kemiallisen_saostuksen_huoltovarmuuden_parantaminen.pdf

Ilmastolannoite (2022) Internet-sisältö. Viitattu 19.12.2021. Saatavilla <https://ilmastolannoite.fi/>

IPCC (2019) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 6, Wastewater treatment and discharge. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

Järkki (2022) Järkki – Jätevesien ravinteet keskittäen kiertoon. Työpaja 3, 16.3.2022. Viitattu 20.12.2022. Saatavilla: <https://www.hamk.fi/projektit/jarkki/#materiaalit>

Kalimo, H., Alhola, K., Virolainen, V-M, Miettinen, M., Pesu, J., Lehtinen, S., Nissinen, A., Heinonen, T., Suikkanen, J., Soukka, R., Kivistö, T., Kasurinen, H., Jansson, M., Mateo, E. & Ünekbas, S. (2021) Hiili- ja ympäristöjalanjälki hankinnoissa – lainsäädäntö ja mittaaminen (HILMI). Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:2.

Koppanen Markus (2018) Aktiivihiilisuodatus talousveden tuotannossa. Diplomityö, Tampereen Teknillinen Yliopisto.

KEINO (2021a) Vähähiilisten hankintojen pelikirja. KEINO - Kestävien ja innovatiivisten hankintojen verkostomainen osaamiskeskus, 7.12.2021. Viitattu 18.11.2022. Saatavilla: <https://www.hankintakeino.fi/fi/vahahiilisten-hankintojen-pelikirja>

KEINO (2021b) Päästöttömät työmaat green deal – työmaakonsepti. Versio 1.0 KEINO - Kestävien ja innovatiivisten hankintojen verkostomainen osaamiskeskus, 6.4.2021.

Kuntaliitto (2021) Viitattu 09.12.2021. <https://www.kuntaliitto.fi/yleiskirjeet/2021/laki-ajoneuvo-ja-liikennepalveluhankintojen-ymparisto-ja>

Laurell, Panu (2020) Kalvosuodatuspilot upotettavilla ultrasuodatuskalvoilla, loppuraportti. Saatavilla: https://vvy.etapahtuma.fi/eTaika_Tiedostot/5/Hanke/1588/LOPPURAPORTTI_Loppuraportti_VEKA_Kehitt%C3%A4misrahasto.pdf

Lidén, A., Persson, K. (2016), Water, 8, 150, Feasibility Study of Advanced NOM-Reduction by Hollow Fiber Ultrafiltration and Nanofiltration at a Swedish Surface Water Treatment Plant. Saatavilla: [Water | Free Full-Text | Feasibility Study of Advanced NOM-Reduction by Hollow Fiber Ultrafiltration and Nanofiltration at a Swedish Surface Water Treatment Plant \(mdpi.com\)](https://www.mdpi.com/2076-3417/8/1/150)

Motiva (2011) Energiätehokkaat pumput. Opas energiätehokkaiden pumppujen hankintaan ja pumppausjärjestelmien energiätehokkuuden parantamiseen. Motiva 2011.

Motiva (2018) Energiatehokas vesihuoltolaitos, Motiva 2016 - 2018. Viitattu 13.12.2022. Saatavilla: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/vesihuoltolaitos

Motiva (2022a) Kiinteistön energiankäyttö. Viitattu 13.12.2022. Saatavilla: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto

Motiva (2022b) GreenEnergyCases. Oilon Oy, Lämpöpumppu vedenpuhdistuslaitoksessa, HSY. Viitattu 13.12.2022. Saatavilla: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/palvelut/greenenergycases/oilon_oy_lampopumppu_vedenpuhdistuslaitoksessa_hsy.20.html

Motiva (2022c) Sitoumus 2050. Päästöttömät työmaat – kestävien hankintojen green deal -sopimus. Internet-sisältö. Viitattu 18.11.2022. Saatavilla: <https://sitoumus2050.fi/paastotontyomaa#/>

Mölsä, Kiia (2020) "Life cycle assessment of a wastewater treatment and a sludge handling process - Current state and future scenarios". Diplomityö, Aalto-yliopisto 20.1.2020.

Pulkkinen, Matti (2010) Opinnäytetyö. Aktiivihiihden aktivointi, regenerointi ja käyttö. Keski-Pojanmaan ammattikorkeakoulu

Puurunen, Osmo (2021) Turun Seudun Vesi Oy:n tekopohjavesijärjestelmä. Energiatehokkuus ja kestävä kehitys. Vesihuoltopäivät 14.10.2021.

Ritchie, H, Roser, M & Rosado, P. (2020) "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Internet-julkaisu. Viitattu 12.12.2022. Saatavilla: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Siiskonen, S., Alhola, K ja Nissinen, A. (2022) Vähähiiliset julkiset hankinnat - Keinoja ja mahdollisuuksia päästövähennyksiin. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 29. Suomen ympäristökeskus, Kulutuksen ja tuotannon keskus 2022.

Svenskt Vatten (2022) Klimatberäkningsverktyg för VA-anläggningar, Andvändarmanual. Version 1, 1.9.2022. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: [https://www.svensktvatten.se/contentassets-sets/98510de7e7254986b511159344fcbe36/klimatberakningsmodell_va-anlaggning_manual_sept22_2.pdf](https://www.svensktvatten.se/contentassets/sets/98510de7e7254986b511159344fcbe36/klimatberakningsmodell_va-anlaggning_manual_sept22_2.pdf)

SVU (2022) Återvinning av näringsämnen från avlopp. p. En litteraturstudie. Report nr 2022-6, Svenskt Vatten Utveckling. Viitattu 12.12.2022. Saatavilla: <https://www.svensktvatten.se/contentassets/0f651fd2e3ad4e259712b6164f6c9fb1/svurapp226e.pdf>

SYKE (2022a) Rakentamisen päästötietokanta CO₂data. Internet-sisältö. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://co2data.fi/infra>

SYKE (2022b) Vesihuollon hiilineutraalisuuden ja kiertotalouden edistäminen (Vesihuki). Viitattu 8.12.2022. Saatavilla: https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Vesihuollon_hiilineutraalisuuden_ja_kiertotalouden_edistaminen_Vesihuki

Tilastokeskus (2022a) Polttoaineluokitus 2022. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus (2022b) Sähkön ja lämmön tuotanto. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://stat.fi/tilasto/salatuo>

TSP (2017) Puhdistamolietteen käsittelyn hankinnan laatukriteerien kehittäminen. Turun Seudun Puhdistamo. Viitattu 20.12.2022. Saatavilla: <https://www.ely-keskus.fi/jate-vesien-ravinteet-kiertoon>

TSP (2022a) Kakolanmäen puhdistamon tarkkailututkimus, vuosiraportti 2021. Turun Seudun Puhdistamo. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2022/03/Kakola8-vy2021.pdf>

TSP (2022b) Turun Seudun Puhdistamo, purkuputki. Viitattu 20.12.2022. Saatavilla: <https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/poistoputki>

VA-Teknik Södra (2021) Beräkningsverktyg för klimatpåverkan, uppdaterad 2021-05-18. Viitattu 12.12.2022. Saatavilla: <https://va-tekniksodra.se/klimatpaverkan-berakningsverktyg/>

Vasilaki, Vasileia, TM Massara, Peyo Stanchev, Francesco Fatone, and E Katsou (2019) "A decade of nitrous oxide (N₂O) monitoring in full-scale wastewater treatment processes: a critical review". Water research 161, pp. 392–412.

Vesilaitosyhdistys (2021a) Vesilaitosyhdistyksen strategia: Visio 2030 ja tiekartta 2021-2030. Uutinen 23.9.2022. Viitattu 23.11.2022. Saatavilla: <https://www.vvy.fi/ajankohtaista/uutiset/vesilaitosyhdistyksen-strategia-visio-2030-ja-tiekartta-2021-2030/>

Vesilaitosyhdistys (2021b) Hyvän vesihuollon kriteerit. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 65. ISSN-L 2242-7279, ISSN 2242-7279, ISBN 978-952-6697-62-8, Helsinki 2021.

Vilén, Anna, Laurell Panu, Vahala Riku (2022) Comparative life cycle assesment of activated carbon production from various raw materials; Journal of Environmental Management, 324, 2022.

Volanen, Emmi (2022) Viemäriverkostojen ja jätevedenpuhdistamoiden metaanipäästöt. Kandidaatintyö, Aalto-yliopisto.

Willis, J. (2022) Sewer -CH₄ Significance and Opportunities to Quantify and Reduce/Recover it. Presentation at IWA Webinar series on Monitoring, Modelling and Mitigating Methane in Wastewater – Masterclass 3, 23.6.2022. Viitattu 23.11.2022. Saatavilla: <https://iwa-network.org/learn/process-emissions-masterclass-3/>

World Resource Institute and World Business Council for Sustainable Development (2011a) Greenhouse Gas Protocol. Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>

World Resource Institute and World Business Council for Sustainable Development (2011b). Greenhouse gas protocol. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://ghgprotocol.org/product-standard>

Ympäristöministeriö (2021) Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2021, luonnos lausuntokierrosta varten. Viitattu 12.11.2022. Saatavilla: <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=15860>

Ympäristöministeriö (2022) Rakentamisen kiertotalous. Internet-sisältö. Viitattu 3.12.2021. Saatavilla: <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

LIITTEET

LIITE 1 MALLIPOHJA VESIHUOLTO-ORGANISAATION
HIILIJALANJÄLKILASKENNAN SISÄLLÖSTÄ LASKENTOJEN HANKINTAA TAI
TOTEUTUSTA VARTEN

LIITE 2 ESIMERKKEJÄ VÄHÄHIILISTEN HANKINTOJEN
HANKINTADOKUMENTTIEN LAATIMISTA VARTEN

LIITE 3 TYÖOHJELMAMALLIT ESI- JA YLEISSUUNNITTELUVAIHEEN
SUUNNITTELUYÖN HANKINTAAN HUOMIOIDEN HIILIJALANJÄLKITARKASTELUT

LIITE 1 MALLIPOHJA VESIHUOLTO-ORGANISAATION HIILIJALANJÄLKILASKENNAN SISÄLLÖSTÄ LASKENTOJEN HANKINTAA TAI TOTEUTUSTA VARTEN

1 Laskennan rajaus

Hiilijalanjätkilaskennassa lasketaan [organisaation nimi] hiilijalanjälki vuonna 20xx käyttäen kasvihuonekaasuprotokollan (GHG-protokolla) organisaation laskentarajausta.

Laskentaan sisältyy taulukon A mukaiset vesihuollon osa-alueet. Laskennan lähtötiedot ja tulokset jaotellaan näiden kategorioiden mukaan.

Laskentaan sisältyy Taulukossa B esitetyt GHG-protokollan osa-alueet (Taulukko 2.1), seuraavin muutoksin/tarkennuksin:

- Rakentaminen ja muut kertaluonteiset investoinnit sisältyvät/eivät sisälly laskentaan. Rakentamisen kertaluonteisten investointien päästöt voidaan huomioida scoopen 3 kategorioissa 1, 2, 4 ja 5.
- Viemärien suorat päästöt sisältyvät/eivät sisälly laskentaan
- ...

Taulukko A. Laskentaan sisältyvät vesihuoltolaitoksen toiminnot

Kategoria	Sisältyykö laskentaan
Talousveden tuotanto	(Kyllä/Ei)
Laskentaan sisältyvät laitokset: <ul style="list-style-type: none"> • Laitos A • Laitos B • ... 	
Talousvesiverkosto	(Kyllä/Ei)
Laskentaan sisältyvät verkostoalueet: <ul style="list-style-type: none"> • Alue A • Alue B • ... 	
Viemäriverkosto	(Kyllä/Ei)
Laskentaan sisältyvät verkostoalueet: <ul style="list-style-type: none"> • Alue A • Alue B • ... 	
Jäteveden käsittely	(Kyllä/Ei)
Laskentaan sisältyvät laitokset: <ul style="list-style-type: none"> • Laitos A • Laitos B • ... 	

Hallinto ja suunnittelu	(Kyllä/Ei)
Laskentaan sisältyvät kiinteistöt ja muut toiminnot <ul style="list-style-type: none"> • Kiinteistö A • Kiinteistö B • 	

Taulukko B. Laskennan rajausta kasvihuonekaasuprotokollan mukaisesti. Tarkennukset kunkin kategorian sisältöön seuraavasti (Taulukko 2.1)

Kategoria	Sisältyykö laskentaan
Scope 1	
Suorat päästöt	Kyllä (sisällytettävä aina)
Omat ajoneuvot	Kyllä (sisällytettävä aina)
Scope 2	
Ostoenergian epäsuorat päästöt	Kyllä (sisällytettävä aina)
Scope 3 – päästölähteet ennen raportoivaa organisaatiota	
1. Ostetut tuotteet ja palvelut	Kyllä
2. Käyttöomaisuus	Ei
3. Polttoaineiden tuotanto ja energian siirtohäviöt	Kyllä
4. Kuljetukset ja jakelu	Kyllä
5. Jätteet	Kyllä
6. Liikematkustus	Ei
7. Töihin matkustaminen	Ei
8. Itselle vuokrattu omaisuus	Kyllä
Scope 3 – päästölähteet raportoivan organisaation jälkeen	
9. Myytyjen tuotteiden kuljetukset ja jakelu	Ei
10. Myytyjen tuotteiden prosessointi	Ei
11. Myytyjen tuotteiden käyttö	Ei
12. Myytyjen tuotteiden käytöstä poisto	Ei
13. Ulos vuokrattu omaisuus	Ei

14. Franchising	Ei
15. Sijoitukset	Ei

2 Lähtötiedot

Vesihuoltolaitos kokoaa laskennassa tarvittavat lähtötiedot niiltä osin kuin ne ovat saatavilla vesihuoltolaitoksen järjestelmistä. Niitä ovat mm.

- Omien ajoneuvojen ajomäärät tai polttoaineiden kulutus
- Oman energiantuotannon polttoaineiden kulutus
- Jäteveden käsittelyn kuormitustiedot
- Ostoenergian määrät ja käytetyt energiatuotteet jaoteltuna laskennan osa-alueiden vaatimalla tarkkuustasolla (esim. laitoskohtaisesti)
- Kemikaalien käyttömäärä, tuotantopaikka ja kuljetusmuoto
- Jätteiden määrä, käsittelytapa ja -paikka

Hiilijalanjälki lasketaan käyttäen julkisia päästökertoimia ja EcoInvent -tietokantaa. Laskennan tulokset raportoidaan taulukkomuodossa ja graafisesti kuvaajin sekä tunnisteetaan merkittävimmät päästölähteet.

3 Raportointi

Laskennasta esitetään raportti **muodossa**. Laskennan raportoinnissa tulee esittää vähintään seuraavat tiedot

- Laskennan laajuus: Mitä toimintoja laskenta koskee
- Käytetty laskentaohjeistus ja rajaus
- Laskentavuosi
- Keskeiset laskentaoletukset mm. suorien päästöjen arvioinnissa
- Käytettyjen päästökertoimien lähteet ja käytetyt päästökertoimet siltä osin kuin ne ovat julkisia
- Tulokset jaoteltuna alla esitetyllä tavalla

Hiilijalanjäljen laskennan lisäksi lasketaan ja raportoidaan

- **Biogeenisten päästöjen laskenta**
- Päästöhyötyjen laskenta

Tulokset jaotellaan lähtötietojen mahdollistamalla tarkkuudella vesihuollon osa-alueisiin **(ja laitos/aluekohtaisesti)** ja kasvihuonekaasuprotokollan mukaisiin kategorioihin. Lisäksi lasketaan esitetyt yksikköpäästöluvut.

- Kokonaispäästöt
 - Kokonaispäästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin (Scope 1, Scope 2, Scope 3 kat. 1 – 15)
- Päästöt vesihuollon osa-alueittain
 - Talousveden tuotannon päästöt
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin
 - **Haluttaessa: laitoskohtaiset päästöt**
 - Vedenjakelun päästöt
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin
 - **Haluttaessa: aluekohtaiset päästöt**
 - Viemäröinnin päästöt
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin

- Haluttaessa: aluekohtaiset päästöt
- Jäteveden käsittely
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin
 - Haluttaessa: laitoskohtaiset päästöt
- Hallinto ja suunnittelu
 - päästöt jaoteltuna GHG-protokollan mukaisiin kategorioihin
- Tuotteiden päästöt
 - Talousvesikuution yksikköpäästöt (laskutettua vettä kohden)
 - Jätevesikuution yksikköpäästöt (käsiteltyä jätevettä kohden)
- Asukaskohtaiset päästöt
 - Talousveden liittijäkohtainen päästö
 - Jäteveden liittijäkohtainen päästö

LIITE 2 ESIMERKKEJÄ VÄHÄHIILISTEN HANKINTOJEN HANKINTADOKUMENTTIEN LAATIMISTA VARTEN

Esimerkkejä mahdollisista vertailuperusteista erityyppisille hankinnoille on esitetty kapaleessa 4.2. Näistä valituille esitetään seuraavassa esimerkinomaisesti mahdollisia muotoiluja tarjouspyynnön osaksi.

Tässä esitetyt malleja ei tule pitää ainoana tai parhaana tapana muotoilla vähähiilisyystavoitteita tarjouspyyntöihin, vaan ne ovat esimerkkejä, joiden pohjalta vesihuoltolaitokset voivat edelleen kehittää erityyppisissä tarjouspyynnöissä soveltuvia muotoiluja. Kokemuksia vähähiilisistä hankinnoista on toistaiseksi melko vähän, ja kokemusten karttuessa saadaan lisää tietoa hyvistä käytännöistä vähähiilisten hankintojen kehittämiseksi.

Esimerkki 1 Kemikaalin hankinta

Tarjousten valintaperuste on kokonaistaloudellinen edullisuus.

Kokonaistaloudellisesti edullisin on tarjous, jolla on tilaajan vaatimusten täyttävistä tarjouksista paras hinta-laatusuhde. Hinnan osuus vertailussa on xx % ja laadun osuus on xx %.

Laadullisina tekijöinä arvioidaan ja pisteytetään seuraavat ympäristötekijät:

- Kemikaalin tuotannon ja kuljetuksen hiilijalanjälki vuotuiselle energian kulutukselle xx %

Tuotannon hiilijalanjäljen laskenta

Hiilijalanjäljen vertailua varten tulee esittää hiilijalanjälkilaskenta tai elinkaarimallinnus (LCA), jossa kemikaalin tuotannon hiilijalanjälki on laskettu ja verifioitu [GHG-protokollan tuotteen laskentastandardin/ISO-standardien (14040, 14044 ja 14067) kehdestä portille (cradle to gate) -rajauksen mukaisesti] mukaisesti, sekä laskenta kemikaalin kulutuksesta pohjautuen kemikaalin aktiivisen aineen määrään.

TAI

Hiilijalanjälki lasketaan käyttäen tarjouspyynnön liitteenä olevaa laskuria

Kuljetusten hiilijalanjäljen laskenta

Kuljetusten hiilijalanjälki lasketaan _____ laskurilla, ohjeet tarjouspyynnön liitteenä. Mikäli kuljetus on hiilineutraali, laskentaa ei tarvitse suorittaa, vaan riittää ilmoitus kuljetuksen hiilineutraaliudesta.

TAI

Kuljetusten hiilijalanjälki lasketaan käyttäen tarjouspyynnön liitteenä olevaa laskuria. Mikäli kuljetus on hiilineutraali, laskentaa ei tarvitse suorittaa, vaan riittää ilmoitus kuljetuksen hiilineutraaliudesta.

Hiilijalanjäljestä annetaan pisteitä seuraavasti:

Pienin hiilijalanjälki saa täydet pisteet. Hiilineutraali kuljetus saa aina täydet pisteet.

Muut saavat pisteitä kaavalla: (pienin hiilijalanjälki / vertailtava jalanjälki) * xx pistettä.

Mikäli hiilijalanjälki ylittää xxxx kg CO₂e/a, annetaan 0 pistettä.

Esimerkki 2

Energiatehokkaan laitteen hankinta

Valinta- ja vertailuperusteet

Tarjousten valintaperuste on kokonaistaloudellinen edullisuus.

Kokonaistaloudellisesti edullisin on tarjous, jolla on tilaajan vaatimusten täyttävistä tarjouksista paras hinta-laatusuhde. Hinnan osuus vertailussa on xx % ja laadun osuus on xx %.

Laadullisina tekijöinä arvioidaan ja pisteytetään seuraavat ympäristötekijät:

- Energian kulutus xx %

Energian kulutus lasketaan seuraavasti:

xxxx

Energian kulutuksesta annetaan pisteitä seuraavasti:

Pienin energiankulutus saa xx pistettä. Muut saavat pisteitä kaavalla: (pienin energiankulutus / vertailtava energiankulutus) * xx pistettä. Mikäli energiankulutus ylittää xxxx MWh/a, annetaan 0 pistettä.

Esimerkki 3

Ajoneuvojen / työkokeiden käyttövoimana sähkö (KEINO 2021b)

Valinta- ja vertailuperusteet

Urakoitsijaksi valitaan kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen antanut tarjoaja.

Kokonaistaloudellisesti edullisin on tarjous, jolla on rakennuttajan vaatimusten täyttävistä tarjouksista paras hinta-laatusuhde. Hinnan osuus vertailussa on xx % ja laadun osuus on xx %.

Kokonaistaloudellisen edullisuuden laatupisteitä saa sähköisistä ajoneuvoista/työmaakoneista. Urakoitsija voi ilmoittaa pisteytykseen mukaan korkeintaan xx kpl sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita.

Laatupisteytys muodostuu seuraavasti:

- xx kpl sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita 100p
- xx kpl sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita 80p
- xx kpl sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita 60p
- xx kpl sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita 40p
- xx kpl sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita 20p
- Ei sähköisiä ajoneuvoja/työmaakoneita 0p

Esimerkki 4

Lietteen käsittelyn hankinta

Valinta- ja vertailuperusteet

Tarjousten valintaperuste on kokonaistaloudellinen edullisuus.

Kokonaistaloudellisesti edullisin on tarjous, jolla on tilaajan vaatimusten täyttävistä tarjouksista paras hinta-laatusuhde. Hinnan osuus vertailussa on xx % ja laadun osuus on xx %.

Laadullisina tekijöinä arvioidaan ja pisteytetään seuraavat ympäristötekijät:

- Energiatase xx %
 - Vertailuarvo yli xxxxx MWh/vuosi positiivinen, xx pistettä
- CO₂ – päästöt xx %
 - Vertailuarvo alle xxx t, CO₂e/vuosi negatiivinen, xx pistettä

Lopuksi lasketaan yhteen hinnan vertailupisteet sekä laadun vertailupisteet. Korkeimmat yhteenlasketut pisteet saanut tarjoaja voittaa tarjouskilpailun.

Sanktiot

Esimerkki 1

Sopimussakko ajoneuvojen päästöluokituksesta poikkeamisesta

Palvelussa käytettävän polttomoottorisen ajoneuvokaluston päästöluokitus on oltava vähintään EURO VI.

Tilaaaja sallii 10 %:n kuukausittaisen tilapäiskäytön EURO V-päästöluokan kalustolla. Tilapäiskäytöksi katsotaan ajoneuvon huollon aikainen käyttö.

Mikäli toimittaja ei käytä sopimuksen mukaista vähimmäisvaatimukset täyttävää kalustoa, tilaajalla on oikeus periä sopimussakko, joka on tuhat (1000) €/havaittu tapaus. Sopimussakot yhteensä enintään xx % sopimuksen arvosta

Esimerkki 2

Sopimussakko energiataseesta poikkeamisesta

Lietteenkäsittelypalvelun energiatase lasketaan xxxx mukaan vuosittain.

Lietteenkäsittelypalvelun energiatase lasketaan 12 kuukauden ajalta (1.1. – 31.12.) ("Tarkastelujakso")

- Lietteenkäsittelypalvelun energiataseen Tavoitearvo on X [määräytyy Tarjouksen mukaan].
- Sanktioinnin arvioinnissa maksimiarvo on kuitenkin xxxxx MWh/vuosi positiivinen tai Tarjoajan ilmoittama heikompi Tavoitearvo X.
- Lietteenkäsittelypalvelun energiatase lasketaan toteutuneen Lietteen kuiva-aineen määrään ja kuiva-ainepitoisuuden mukaan.

Mikäli Lietteenkäsittelypalvelun energiataseen Tavoitearvoa ei saavuteta sopimuskaudella, tulee Palveluntuottajan ryhtyä viipymättä korjaaviin toimenpiteisiin ja raportoida niistä Tilaajaa. Lisäksi Palveluntuottaja suorittaa Tilaajalle Hyvitystä seuraavasti:

Lietteenkäsittelypalvelun energiataseen Tavoitearvoa ei saavuteta

Hyvitys

- Ensimmäinen Tarkastelujakso x euroa
- Toinen Tarkastelujakso x euroa
- Kolmas Tarkastelujakso x euroa
- Neljäs ja sitä seuraavat Tarkastelujaksot x euroa
- Hyvitykset yhteensä enintään xx % sopimuksen arvosta Tarkastelujaksolla

Yllä kuvattujen hyvitysten edellytyksenä ei ole se, että CO₂ – päästöjen Tavoitearvoa ei saavuteta peräkkäisinä Tarkastelujaksoina.

Esimerkki 3

Sopimussakko poikkeamisesta hiilijalanjäljen tavoitearvosta palvelun (esim. kuljetus/lietteenkäsittely) sopimuskauden aikana

Palvelun CO₂e - päästöt lasketaan _____ mukaan vuosittain 12 kuukauden ajalta (1.1. – 31.12.) ("Tarkastelujakso")

Lietteenkäsittelypalvelun Palvelun CO₂e - päästöjen Tavoitearvo on X [määräytyy Tarjouksen mukaan].

Sanktioinnin arvioinnissa maksimiarvo on kuitenkin xxxx tai Tarjoajan ilmoittama heikompi Tavoitearvo X.

Mikäli Palvelun CO₂e – päästöjen Tavoitearvoa ei saavuteta sopimuskaudella, tulee Palveluntuottajan ryhtyä viipymättä korjaaviin toimenpiteisiin ja raportoida niistä Tilaa-jalle. Lisäksi Palveluntuottaja suorittaa Tilaa-jalle Hyvitystä seuraavasti:

Palvelun CO₂e -päästöjen Tavoitearvoa ei saavuteta

Hyvitys

- Ensimmäinen Tarkastelujakso x euroa
- Toinen Tarkastelujakso x euroa
- Kolmas Tarkastelujakso x euroa
- Neljäs ja sitä seuraavat Tarkastelujaksot x euroa
- Hyvitykset yhteensä enintään xx % sopimuksen arvosta Tarkastelujaksolla

Yllä kuvattujen hyvitysten edellytyksenä ei ole se, että CO₂ – päästöjen Tavoitearvoa ei saavuteta peräkkäisinä Tarkastelujaksoina.

Esimerkki 4

Sopimuksen purkaminen perustuen toistuvaan poikkeamaan hiilijalanjäljen tavoitearvosta.

Tilaa-jalla on oikeus purkaa Sopimus silloin kun Palvelun CO₂ – päästöjen Tavoitearvoa ei ole saavutettu vähintään kolmena Tarkastelujaksona.

Yllä kuvattujen sopimuksen purkamisen edellytyksenä ei ole se, että CO₂ – päästöjen Tavoitearvoa ei saavuteta peräkkäisinä Tarkastelujaksoina.

LIITE 3 TYÖOHJELMAMALLIT ESI- JA YLEISSUUNNITTELUVAIHEEN SUUNNITTELUKÄYTÖN HANKINTAAN HUOMIOIDEN HIILIJALANJÄLKITARKASTELUT

1 Tausta

Vesihuoltolaitoksen ilmastovaikutusten ja hiilijalanjäljen minimoimiseksi esi-/ yleissuunnittelukohteen ja suunniteltavien toteutusvaihtoehtojen hiilijalanjälki lasketaan seuraavassa kuvatussi. Laskennan tavoitteena on käyttää toteutusvaihtoehdon ilmastovaikutuksia valintakriteerinä muiden vertailukriteerien ohessa.

Tässä vaiheessa hanke- ja prosessivaihtoehdoille laaditaan toteutuksen/rakentamisen ja käytön aikainen hiilijalanjäljen laskenta hankkeen elinkaarelle. Infrahankkeiden tapauksessa tarkasteltavan elinkaaren pituutena käytetään suunnitellun kokonaisuuden arvioitua käyttöikä (EN-17472). Rakennusten tapauksessa käytetään 50 vuoden tarkastelujaksoa (YM:n rakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä).

2 Työohjelma

2.1 Lähtötiedot

Kohteen esi-/yleissuunnittelussa kootaan ja lasketaan seuraavat lähtötiedot toteutuksen ja käytön aikaisen hiilijalanjäljen laskemiseksi:

- toteutusvaihtoehtojen kapasiteetti ja mitoitus
- toteutusvaihtoehtojen rakentamisen materiaalien menekkilaskennat tärkeimpien rakennusmateriaalien osalta sisältäen mm. maarakennusmateriaalit, teräs- ja betoni-rakenteet ja putkistot
- toteutusvaihtoehtojen päälaitteiden keskeiset materiaalit ja niiden määrä
- toteutusvaihtoehdon käytön aikainen energiankulutus (prosessi ja rakennukset)
- käytön aikaisten käyttöhyödykkeiden määrä ja tyyppi (mm. kemikaalit)
- tarkastelujaksolla tarvittavat laitteiden ja kuluvien osien vaihdot, ja laajat korjaukset
- käytön aikana syntyvien jätteiden määrä ja laatu
- purun aikana syntyvien jätteiden määrä ja laatu

2.2 Toteutusvaihtoehtojen hiilijalanjäljen laskenta

Tarkasteltaville toteutusvaihtoehdoille (___kpl) lasketaan valitun rakennushanketta vastaavan hiilijalanjälki ohjeistuksen (Infrastruktuurihankkeille EN-17472; Rakennuksille YM:n vähähiilisyyden arviointimenetelmä) mukaisesti koko elinkaaren ajalta (rakentamisesta, käytöstä ja käytöstä poistosta).

Laskentaan sisällytetään seuraavan taulukon (Taulukko A/ Taulukko B) mukaiset osat.

Taulukko A Infrastruktuurihankkeen laskennan rajaus EN-17472 standardin mukaisesti. Rajauksen lisäksi laskennassa tulee noudattaa standardin tarkempia ohjeistuksia.

A1-A3		A4-A5		B1-B7				C1-C4	
TUOTEVAIHE		RAKENTAMINEN		RAKENNUKSEN KÄYTTÖVAIHE				PURKUVAIHE	
A1	Raaka-aineen hankinta	A4	Kuljetus työmaalle	B1	Tuotteen käyttö rakennuksessa	B5	Laajamittaiset korjaukset	C1	Purkaminen
A2	Kuljetus valmistukseen	A5	Työmaatoiminnot	B2	Kunnossapito	B6	Energian käyttö	C2	Kuljetukset
A3	Tuotteen valmistus			B3	Korjaus	B7	Veden käyttö	C3	Purkujätteen käsittely
				B4	Osien vaihto	B8	Hyödykkeiden käyttö	C4	Purkujätteen loppusijoitus

Taulukko B Rakennushankkeen laskentarajaus YM:n rakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaisesti. Rajauksen lisäksi laskennassa tulee noudattaa YM:n rakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmän tarkempia ohjeistuksia

A1-A3		A4-A5		B			C		D	
TUOTEVAIHE		RAKENTAMINEN		KÄYTTÖVAIHE			PURKUVAIHE		LISÄTIEDOT	
A1	Raaka-aineen hankinta	A4	Kuljetus työmaalle	B1	Tuotteen käyttö rakennuksessa	B5	Laajamittaiset korjaukset	C1	Purkaminen	Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat
A2	Kuljetus valmistukseen	A5	Työmaatoiminnot	B2	Kunnossapito	B6	Energian käyttö	C2	Kuljetus jatkokäsittelyyn	
A3	Tuotteen valmistus			B3	Korjaus	B7	Veden käyttö	C3	Purkujätteen käsittely	
				B4	Osien vaihto			C4	Purkujätteen loppusijoitus	

2.3 Tulosten esittäminen

Hiilijalanjäljen laskennan tulokset esitetään toteutusvaihtoehdoille rakentamisen aikaisena sekä käytön ja purun elinkaaren aikaisina päästöinä kg CO₂e/toteutus, kg CO₂e/a sekä toiminnallista yksikköä _____ kohden laskettuna (esim. vesimäärää kohti laskettuna kg CO₂e/m³).

Lisäksi laskennan tulokset eritellään seuraaviin osa-alueisiin:

- Tuotevaihe ja rakentaminen A
 - rakennukset
 - koneisto ja putkisto
 - maanrakennustyöt
- Käyttövaihe B
 - prosessin/laitteiden käytön aikainen hiilijalanjälki
 - rakennusten (talotekniikka) käytön aikainen hiilijalanjälki
- Purkuvaihe C
 - rakennukset
 - koneisto ja putkisto
 - maanrakennustyöt