



SITOWISE

Päästövaikutuslaskelma ja -arviointi kolmelle päästöttömän logistiikan toimenpiteelle

Raportti

5.6.2026

SISÄLTÖ

Työn taustat ja tavoitteet	s. 4
Vaikutusten arviointi	
Toimenpide 1	s. 5-7
Toimenpide 2	s. 8-15
Toimenpide 3	s. 16-19
Tulokset ja johtopäätökset	s. 20-22
Lähteet	s. 23-26

Taustat ja tavoitteet



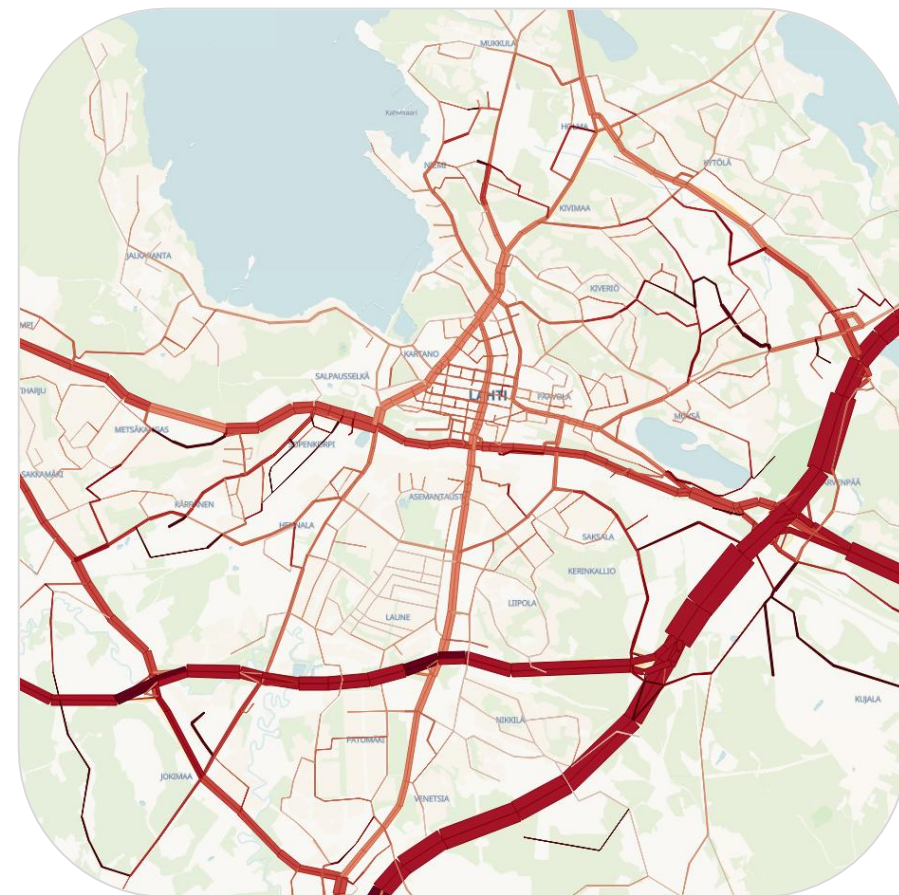
Työn taustat ja tavoitteet

Lahdessa on laadittu vuosina 2025-2026 kestävästä kaupunkilogistiikan ohjelmaa (SULP) osana ZERO-TRAIL – kohti päästötöntä kaupunkilogistiikkaa -hanketta. Ohjelman laatimisen yhteydessä tunnistettiin keskeisiä kaupunkilogistiikan kehittämiskokonaisuuksia, minkä pohjalta valittiin kolme toimenpidettä tarkempaa vaikutusten arviointia varten. Varsinaista päätöstä toimenpiteiden toteuttamisesta ei kuitenkaan tehdä SULP-työn yhteydessä.

Tässä työssä tarkastellut kolme toimenpidettä olivat:

- 1. Logistiikan nollapäästövyöhyke keskustassa**
- 2. Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen**
- 3. Minihubit ja kaupunkijakelukeskukset**

Työn tavoitteena oli tuottaa läpinäkyvä, vertailukelpoinen ja perusteltu arvio eri toimenpiteiden päästövähennyspotentiaalista Lahdessa. Päästövaikutukset on arvioitu ensisijaisesti kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta. Tulosten laskentaan liittyy joitain epävarmuuksia erityisesti lähtötietojen tarkkuuden, toimenpiteiden toteutusasteen sekä laskennassa tehtyjen oletusten näkökulmasta. Lisäksi toimenpiteet perustuvat osittain erilaisiin rajauksiin ja laskentamenetelmiin, mikä vaikuttaa tulosten keskinäiseen vertailtavuuteen. Huomioitava on myös, että käytetyt lähtötiedot edustavat pääasiassa nykytilan liikennettä ja logistiikan toimintaympäristöä, eikä niissä ole huomioitu mahdollisia tulevia kehitystrendejä. Tuloksia voi kuitenkin hyödyntää suuntaa-antavana arviona eri toimenpiteiden vaikutusten suuruusluokasta.



Vaikutusten arviointi

TOIMENPIDE 1

LOGISTIIKAN NOLLAPÄÄSTÖVYÖHYKE
KESKUSTASSA

TOIMENPIDE 1

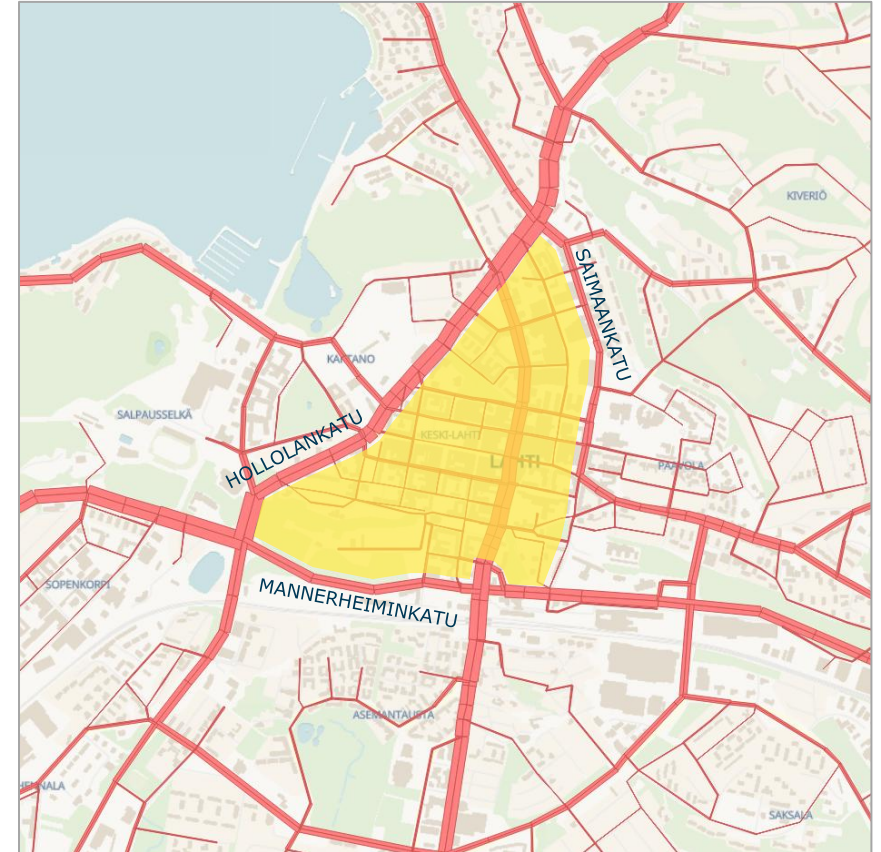
Logistiikan nollapäästövyöhyke keskustaan

Taustat ja lähtöoletukset

Toimenpiteenä 1 arvioitiin logistiikan nollapäästövyöhykkeen toteuttamista Lahden keskustaan Hollolankadun, Saimaankadun ja Mannerheiminkadun rajaamalle alueelle. Oletuksena vaikutusten arvioinnissa oli, että rajatulla alueella logistiikkatoimintoja koskeva liikennöinti siirtyy nollapäästöiseksi, eli bensa- ja dieselkäyttöiset paketti- ja kuorma-autot kulkisivat alueella jatkossa sähköllä tai muulla käyttövoimalla, kuten uusiutuvalla dieselillä tai biokaasulla, josta ei synny CO₂-päästöjä. Lähtökohtana arvioitiin, että liikennöinti Hollolankadulla, Saimaankadulla ja Mannerheiminkadulla itsessään jatkuu normaalisti.

Aineistot

Ajoneuvoluokittaisten liikennesuoritteiden arvioinnissa hyödynnettiin Päijät-Hämeen liikennemallia (2024), jonka avulla laskettiin nykytilan liikennesuoritteet koko Lahden alueella sekä malliin rajatun nollapäästövyöhykkeen mukaisella alueella erikseen kevyelle ja raskaalle ajoneuvoliikenteelle. Ajoneuvoliikenteen CO₂-päästöjen arvioinnissa hyödynnettiin Sitowisen CO₂-raporttia, jota tarkennettiin pakettiautojen osalta Traficomien avoimien ajoneuvokantatilastojen (ajoneuvoluokat) ja VTT:n LIISA-laskentajärjestelmän (päästöt) tiedoilla. Pakettiautojen ja kuorma-autojen nykytilan käyttövoimajakaumatiedot haettiin niin ikään Traficomien ajoneuvokantatilastosta.



Kuva 1. Liikennemalliin rajattu toimenpiteen 1 mukainen logistiikan nollapäästövyöhyke.

TOIMENPIDE 1

Logistiikan nollapäästövyöhyke keskustaan

Vaikutusten arviointi

Nykytilassa Lahden alueen tie- ja katuverkon liikennesuorite on noin 996 miljoonaa ajoneuvokilometriä ja rajoitusalueen liikennesuorite noin 17 miljoonaa ajoneuvokilometriä vuodessa. Koko Lahdessa raskaan liikenteen (kuorma-autot ja yhdistelmäajoneuvot) osuus on noin 5,4 % ja rajoitusalueella noin 2,5 %. Lahdessa tieliikenne tuottaa hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä noin 146 kilotonnia vuodessa. Raskaan liikenteen osuus tieliikenteen kokonaispäästöistä on noin 40 %, missä kuitenkin korostuu erityisesti maantieliikenne ja kaupungin läpiajoliikenne.

Liikennesuoritteella skaalattuna rajoitusalueen tuottamat CO₂-päästöt ovat noin 2,5 kilotonnia vuodessa, josta noin 0,5 kilotonnia tulee raskaalta liikenteeltä. Pakettiautot tuottavat rajoitusalueella CO₂-päästöjä noin 0,8 kilotonnia vuodessa, kun huomioidaan pakettiautojen osuus nykytilan ajoneuvokannasta (n. 6 %) ja päästöistä (n. 9 %). Nykytilassa valtaosa Lahden seudun pakettiautoista (98,1 %) ja erityisesti kuorma-autoista (99,8 %) kulkee fossiilisilla polttoaineilla, jolloin vaikutus kohdistuu lähes koko logistiikan ajoneuvokantaan.

Kaupunkialueella pakettiautoista merkittävä osa liittyy logistiikan ohella erilaiseen palvelu- ja asiointiliikenteeseen, kun taas raskas liikenne koostuu suurelta osin logistiikkakuljetuksista. Arvioitaessa, että rajoitusalueella kulkevista pakettiautoista 50 % ja raskaasta liikenteestä 75 % edustaa logistiikkatoimintoja, saadaan kokonaispäästöväheneväksi 760 t CO₂-ekv vuodessa, mikäli alueella kulkevat logistiikkatoiminnot siirtyisivät kokonaan päästöttömiin käyttövoimiin. Määrä vastaa noin 0,5 % osuutta Lahden tieliikenteen kokonaispäästöistä ja 1,5 % osuutta Lahden katuverkon liikenteen kokonaispäästöistä.

Epävarmuudet

Laskenta perustuu vyöhykkeen sisäisen liikennesuoritteen arviointiin. Käytännössä rajoitusalue vaikuttaa kuitenkin koko logistiikkaketjuun, sillä vyöhykkeelle suuntautuvat kuljetukset edellyttävät päästötöntä kalustoa koko kuljetusketjulle (runkokuljetus varastolta → kaupunkialueen kuljetus → last mile -kuljetus keskustassa). Tästä syystä todellinen päästövähennyspotentialiaali voi nousta moninkertaiseksi (esim. 3-5x), mikäli oletetaan kaluston sähköistyvän koko matkalla ja rajoitusalueen kuljetuksen edustavan vain pientä osaa koko kuljetusketjusta. Toisaalta laskentamenetelmä ei myöskään huomioi mahdollisia päästövyöhykkeestä aiheutuvia kiertoreittitarpeita, kysyntä- ja kustannusmuutoksia tai muutoksia kalusto- ja kuljetusrakenteessa. Laskennassa on huomioitu lisäksi ainoastaan CO₂-raportista lähtötietona saadut pakoputkikaasupäästöt ja koko elinkaaren päästövaikutukset huomioimalla kokonaisvaikutus kasvaisi hieman suuremmaksi.

Tieliikenteen päästöt	2024
Henkilöliikenne (kt CO ₂ -ekv)	87,5
Raskas liikenne (kt CO ₂ -ekv)	58,4
Tieliikenne yhteensä (kt CO ₂ -ekv)	145,9
Väyläviraston hallinnoimat tiet (kt CO ₂ -ekv)	93,8
Väyläviraston teiden osuus tieliikenteen päästöistä (%)	64,3
Väyläviraston teiden osuus kokonaispäästöistä (ilman teollisuutta) (%)	33,4

Kuva 2. Tieliikenteen päästöt Lahdessa nykytilassa (Sitowise / CO₂-raportti 2024)

NOLLAPÄÄSTÖVYÖHYKKEEN LIIKENNE

	Pakettiautot	Kuorma-autot ja yhdistelmät
Liikennesuorite (milj. ajon.km /v.)	1,03	0,43
Päästöt (kt CO ₂ -ekv.)	0,83	0,47
Uusiutuvien osuus nykytilassa	1,9 %	0,2 %
Logistiikan osuus (arvio)	50 %	75 %
Päästövähennämä (kt CO ₂ -ekv.)	0,41	0,35

→ Päästövähennämä yhteensä
0,76 kt CO₂-ekv. / v.

Vaikutusten arviointi

TOIMENPIDE 2

PÄÄSTÖTTÖMÄN

RAKENNUSTYÖMAALOGISTIIKAN

EDELLYTTÄMINEN KAUPUNGIN ALUEELLA

TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella

Taustat ja lähtöoletukset

Toimenpiteessä 2 arvioitiin rakennustyömaalogistiikan käyttövoimamuutosten vaikutusta rakennustyömaiden päästöihin. Päästövaikutukset arvioitiin kasvihuonekaasupäästöjen rinnalla myös hiukkaspäästöille. Käyttövoimamuutoksen osalta oletettiin, että dieselkäyttöisestä rakennustyömaalogistiikasta siirrytään HVO-dieseliin ja sähkön käyttöön. Arvioinnissa huomioitiin käyttövoiman muutosten vaikutukset sekä polttoaineiden valmistuksessa että käytön aikaisissa päästöissä.

Vaikutuksia tarkasteltiin makrotason niin sanotulla "lean"-mallinnuksella. Laskentamalli toteutettiin niin, että se perustuu Lahden kaupungin kaupunkitekniikan työohjelman, sekä rakennusvalvonnan mukaisiin rakennusvolyymeihin (m²). Tarkastelussa huomioitiin erikseen asuntorakentaminen (kerros- ja pientalot), toimitilarakentaminen (liike- ja julkiset rakennukset) sekä infrarakentaminen (kadunrakentaminen). Rakennustyömaalogistiikan päästöt jaoteltiin kahteen pääluokkaan: työmaalle suuntautuviin materiaalikuljetuksiin (A4) sekä työmaa-alueella tapahtuviin maansiirtoihin ja työkoneiden käyttöön (A5).

Asunto- ja toimitilarakentamisen rakennusvolyymeissä huomioidaan sekä uudet rakennukset että laajennus- ja muutoshankkeet. Asuntorakentamisen tarkastelu on luokiteltu tarkemmin Lahden Talojen rakentamiseen, sekä muuhun rakentamiseen. Asunto- ja toimitilarakentamisen osalta Lahden kaupungilta saatiin vuosien 2021–2024 rakennusvolyymit.

Infrarakentamisen rakennusvolyymeissä huomioidaan kadunrakentaminen siinä määrin, kun niiden rakennusvolyymitiedot on kirjattu kaupunkitekniikan työohjelmaan. Kaikista kadunrakennuskohteista ei kuitenkaan ole kirjattu pinta-alatietoa kaupunkitekniikan työohjelmaan, jolloin osa kadunrakentamisen pinta-alasta rajautuu laskennan ulkopuolelle. Kadunrakentamisen osalta Lahden kaupungilta saatiin vuosien 2023–2027 rakennusvolyymit.

Laskennassa on käytetty asunto-, toimitila sekä infrarakentamisen rakennusvolyymien osalta vuosien 2023–2024 keskiarvotietoja, jolloin kaikelle rakentamiselle saadaan sama ajallinen edustavuus. Laskennassa oletettiin, että kaikessa rakennustyömaalogistiikassa käytetyistä polttoainesta sähkön osuus olisi 50 % ja uusiutuvan dieselin osuus 50 %.

TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT

Aineistot

Kasvihuonekaasupäästöjen nykytilan arvioinnissa hyödynnettiin Suomen ympäristökeskuksen Talonrakentamisen päästötietokannan tietoja asunto- ja toimitilarakentamisen osalta sekä logistiikassa (A4) että työmaatoiminnoissa (A5) (Suomen ympäristökeskus, 2026b). Tietokanta sisältää geneerisiä kerrosneliömetrikohtaisia päästökertoimia eri rakennustypeille.

Infrarakentamisen logistiikan ja työmaatoimintojen nykytilan kasvihuonekaasupäästöjen arviointi oli haastavampaa, koska alalle ei ole saatavilla yhtä geneeristä päästökerrointa. Infrarakentamisen päästöt riippuvat merkittävästi kohteen tyypistä, maamassojen määrästä, työvaiheista sekä koneiden käyttöasteista. Infrarakentamisen logistiikan päästökerroin arvioitiin yhdistämällä tietoja keskimääräisestä maamassasta (t/m^2), massatavaran maantiekuljetuksen päästökertoimesta (Suomen ympäristökeskus, 2026a) sekä keskimääräisestä yhdensuuntaisesta kuljetusmatkasta (Väylävirasto, 2023). Infrarakentamisen työmaatoimintojen päästökerroin määritettiin asiantuntija-arviona useista lähteistä johdettujen keskiarvojen perusteella.

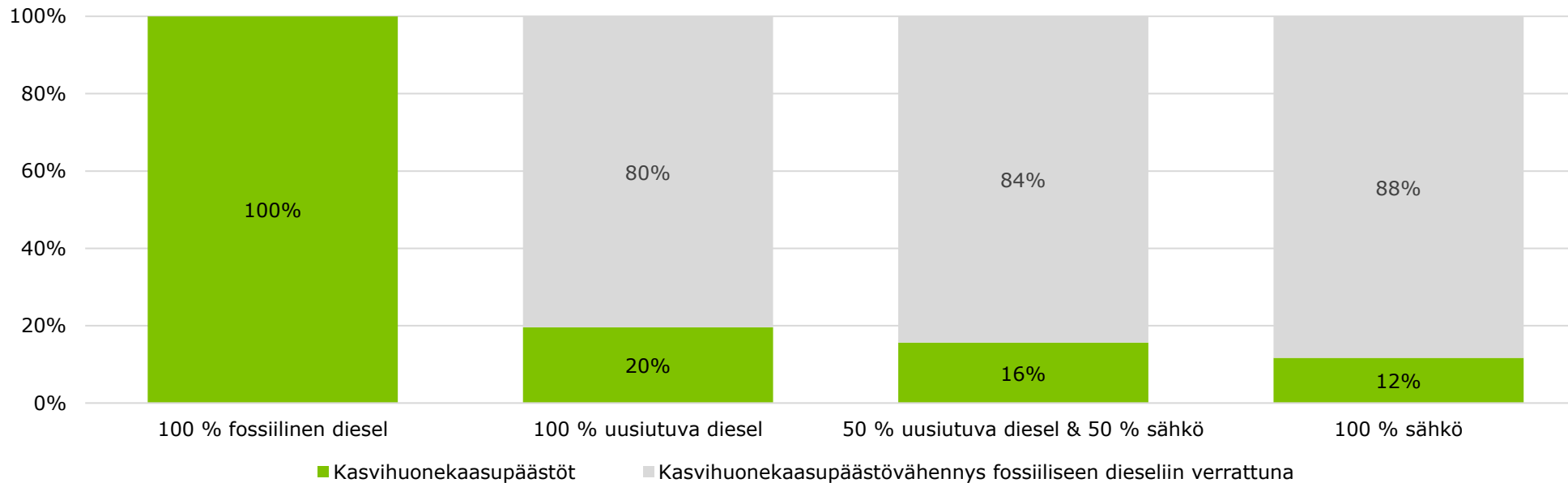
Käyttövoimamuutosten jälkeisiä kasvihuonekaasupäästöjä arvioitiin tarkastelemalla eri polttoaineiden koko elinkaaren aikaisia päästöjä. HVO-dieselin päästövähennyspotentiaali fossiiliseen dieseliin verrattuna perustui Defran päästötietokannan tietoihin (Defra, 2026). Sähkökäyttöisen kaluston päästövähennyspotentiaali fossiiliseen dieseliin verrattuna perustui Defran päästötietokannan tietoihin sekä Tilastokeskuksen Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus –tilaston tietoihin (Tilastokeskus, 2026).

TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT

Vaikutusten arviointi

Käyttövoimamuutoksilla voidaan alustavasti saavuttaa 80–88 % päästövähennys rakennustyömaalogistiikan kasvihuonekaasupäästöihin. Tulosten perusteella dieselkäyttöisen logistiikan korvaaminen HVO-dieselillä vähentäisi rakennustyömaalogistiikan kasvihuonekaasupäästöjä noin 80 %. Vastaavasti täysi siirtymä sähkökäyttöön vähentäisi kasvihuonekaasupäästöjä noin 88 %.

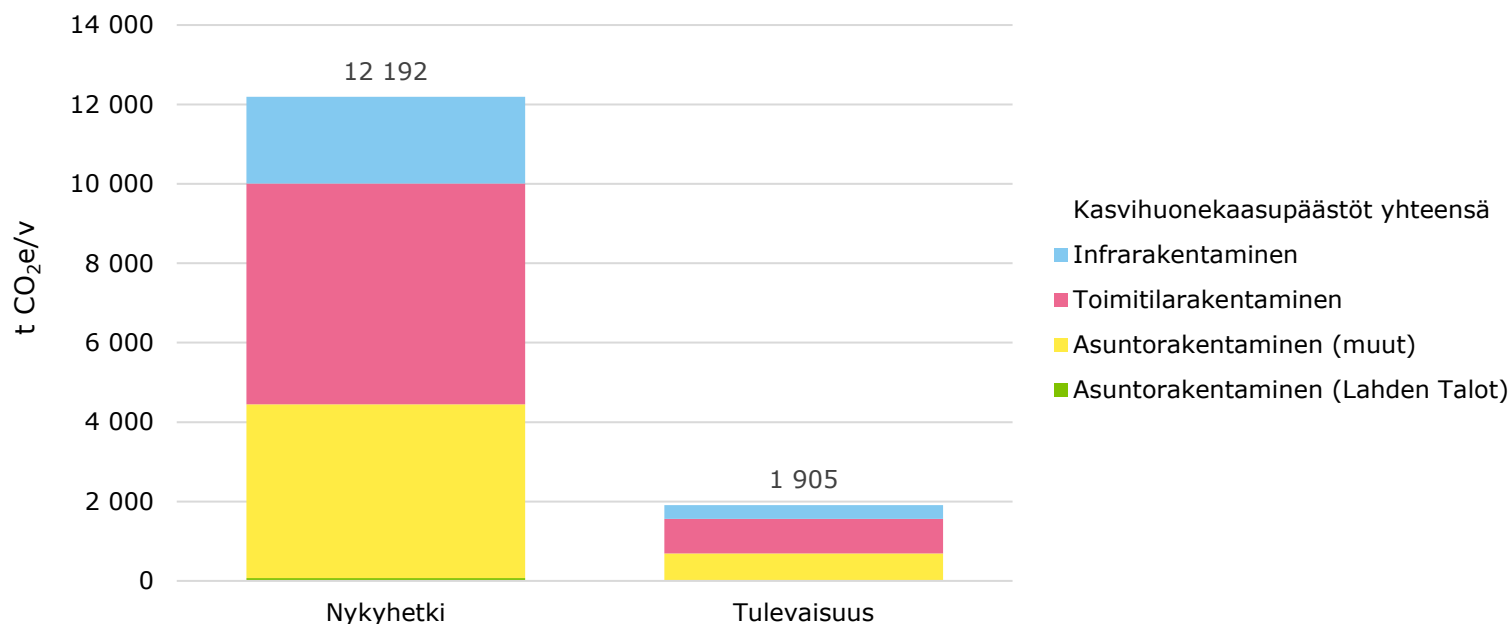


TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT

Vaikutusten arviointi

Viime vuosina Lahdessa toteutuneiden rakennusvolyymitietojen perusteella käyttövoimamuutoksilla voidaan saavuttaa 84 % päästövähennys rakennustyömaalogistiikan kasvihuonekaasupäästöihin, mikäli sähkön osuus käytetyistä polttoaineista on 50 % ja uusiutuvan dieselin osuus 50 %. Seuraavassa kuvassa on esitetty arvio yhden vuoden aikana aiheutuvista logistiikan (A4) sekä työmaatoimintojen (A5) kasvihuonekaasupäästöistä nykyhetkellä sekä tulevaisuudessa. Päästöttömällä rakennustyömaalogistiikalla saatava kasvihuonekaasupäästövähennys on laskelmien perusteella noin 10,3 kt CO₂-ekv vuodessa.



TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella HIUKKASPÄÄSTÖT

Aineistot

Hiukkaspäästöjen nykytilan arvioinnissa hyödynnettiin asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen työmaatoimintojen (A5) osalta EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebookin PM10-päästöjen vuositietoja, jotka suhteutettiin rakennustyömaan rakennusaikaan (EEA, 2023).

Asunto- ja toimitilarakentamisen logistiikalle (A4) ei ollut suoraan saatavilla PM10-päästötietoja. Näitä arvioitiin työmaatoimintojen (A5) PM10-päästötietojen sekä Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 -selvityksen polttoaineenkäytön suhteellisen jakautumisen tietojen perusteella (Gaia, 2024) . Infrarakentamisen logistiikan PM10-päästöt arvioitiin vastaavasti hyödyntäen työmaatoimintojen päästötietoja sekä Väylärakentamisen kaluston ympäristövaatimukset -selvityksen polttoainejakaumaa (Väylävirasto, 2021).

Tarkastelu kohdistui PM10-päästöihin, jotka koostuvat sekä pakokaasuperäisistä päästöistä (polttoaineiden palaminen) että ei-pakokaasuperäisistä päästöistä (esimerkiksi renkaiden kuluminen, jarrupöly ja tiekuluminen). Keskimäärin noin 23 % logistiikan PM10-päästöistä arvioidaan olevan pakokaasuperäisiä (EEA, 2025). Lähteiden perusteella merkittävä osa PM10-päästöistä syntyy ei-pakokaasuperäisistä lähteistä, minkä vuoksi pakokaasujen osuus jää vähemmistään.

Työmaavaiheessa ei-pakokaasuperäisten PM10-päästöjen osuus voi olla tätä suurempi, mutta tarkastelussa oletettiin pakokaasuperäisten PM10-päästöjen osuuden olevan sama kuin logistiikassa.

TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella HIUKKASPÄÄSTÖT

Vaikutusten arviointi

HVO-dieselin käyttö ei vähennä ei-pakokaasuperäisiä PM10-päästöjä verrattuna fossiiliseen dieseliin, mutta se voi vähentää pakokaasuperäisiä PM-10 päästöjä. Vähennyspotentiaali riippuu käytetystä moottoriteknologiasta. Uudemmissa moottoreissa hiukkassuodatus on jo lähtökohtaisesti tehokasta, jolloin HVO-dieselin käyttöön siirtymisen vaikutus pakokaasuperäisiin PM10-päästöihin jää vähäiseksi (0–10 %). Vanhemmissa moottoreissa vaikutus on suurempi, jolloin pakokaasuperäiset PM10-päästöt voivat vähentyä noin 15–20 %. Tarkastelussa oletettiin rakennustyömaalogistiikan kaluston olevan keskimääräistä ikäluokkaa, jolloin HVO-dieselin käytön arvioitiin vähentävän pakokaasuperäisiä PM10-päästöjä noin 10 %. Sama oletus sovellettiin sekä logistiikkaan että työmaatoimintoihin.

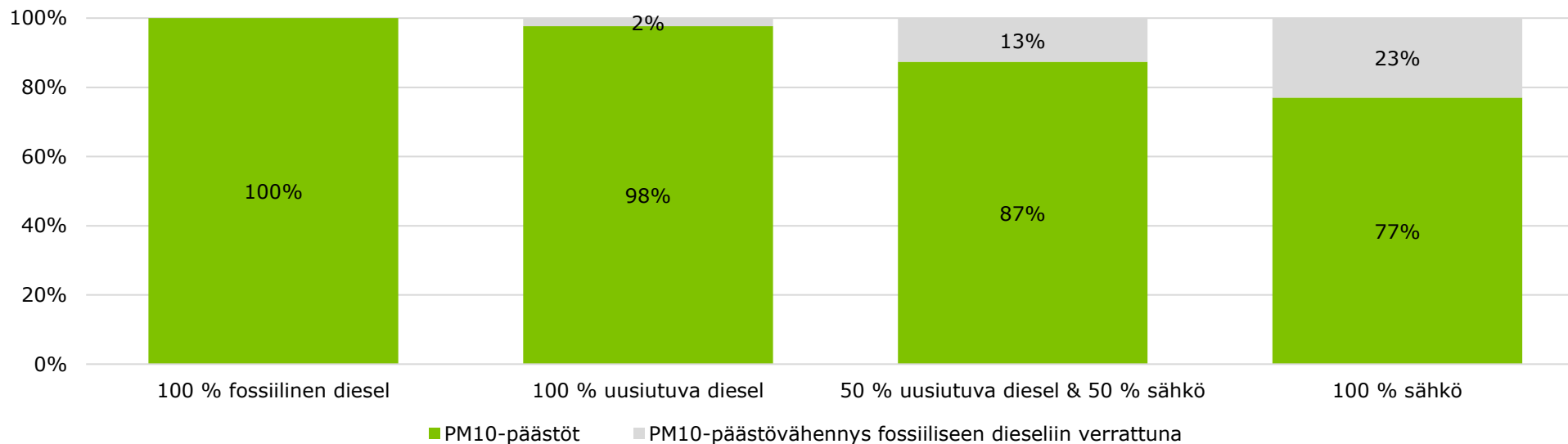
Sähkön käyttö poistaa pakokaasuperäiset PM10-päästöt kokonaan verrattuna fossiiliseen dieseliin. Sen vaikutus ei-pakokaasuperäisiin päästöihin on kuitenkin epävarmempi. Regeneratiivinen jarrutus voi vähentää jarrupölyn muodostumista, mutta toisaalta ajoneuvojen suurempi massa lisää renkaiden kulumista. Näiden vastakkaisten vaikutusten oletettiin kumoavan toisensa, eikä sähkön käytöllä siten arvioitu olevan nettovaikutusta ei-pakokaasuperäisiin PM10-päästöihin.

TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella HIUKKASPÄÄSTÖT

Vaikutusten arviointi

Käyttövoimamuutoksilla voidaan alustavasti saavuttaa 2–23 % päästövähennys rakennustyömaalogistiikan PM10-päästöihin, mikäli fossiilisen dieselin käyttö loppuu kokonaisuudessaan. Tulosten perusteella dieselkäyttöisen logistiikan korvaaminen HVO-dieselillä vähentäisi rakennustyömaalogistiikan PM10-päästöjä noin 2 %. Vastaavasti täysi siirtymä sähkökäyttöön vähentäisi PM10-päästöjä noin 23 %.

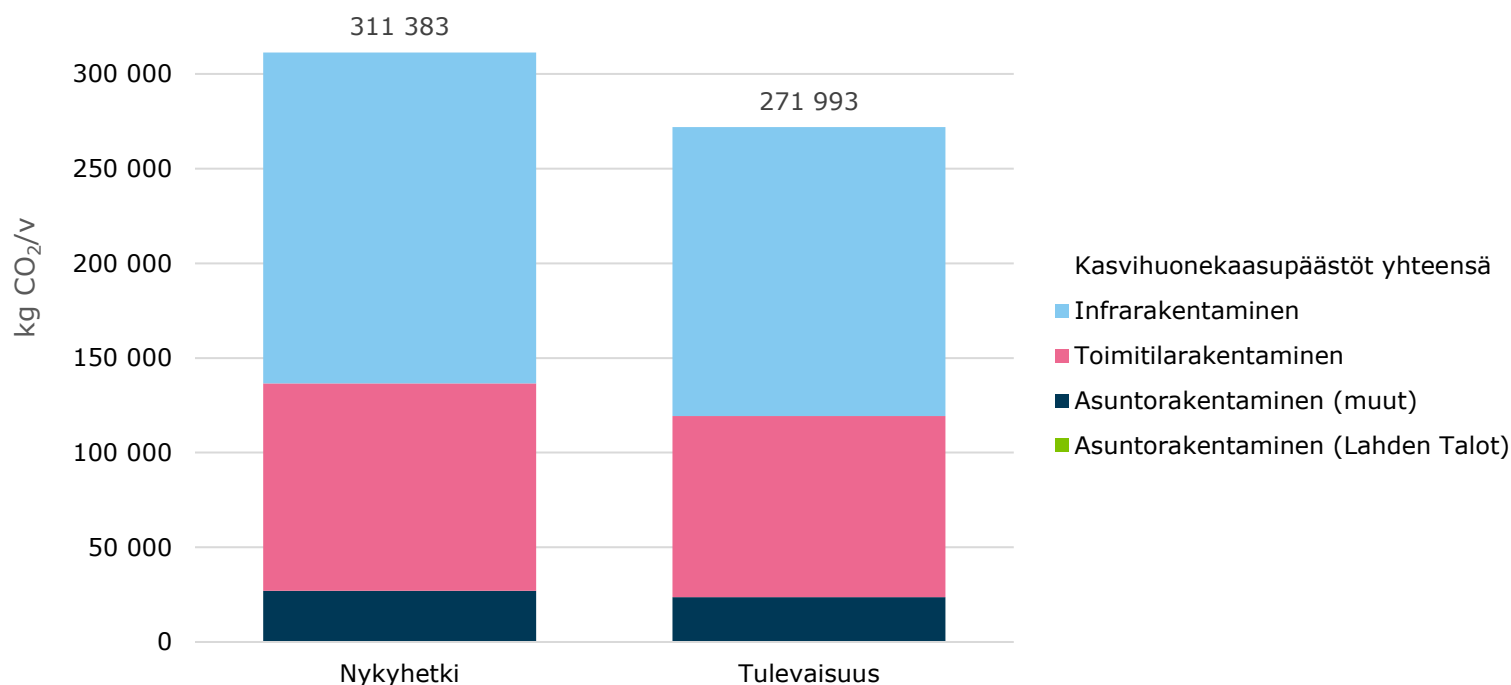


TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella HIUKKASPÄÄSTÖT

Vaikutusten arviointi

Viime vuosina Lahdessa toteutuneiden rakennusvolyymitietojen perusteella käyttövoimamuutoksilla voidaan saavuttaa 13 % päästövähennys rakennustyömaalogistiikan PM10-päästöihin, mikäli sähkön osuus käytetyistä polttoaineista on 50 % ja uusiutuvan dieselin osuus 50 %. Seuraavassa kuvassa on esitetty arvio yhden vuoden aikana aiheutuvista logistiikan (A4) sekä työmaatoimintojen (A5) PM10-päästöistä nykyhetkellä sekä tulevaisuudessa. Päästöttömällä rakennustyömaalogistiikalla saatava hiukkaspäästövähennemä on laskelmien perusteella noin 39 t CO₂-ekv vuodessa.



TOIMENPIDE 2

Päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edellyttäminen kaupungin alueella

Epävarmuudet

Arviointi perustuu geneerisiin rakennusvolyyymikohtaisiin päästökertoimiin, eikä se huomioi mahdollisen vähähiilisen rakentamisen vaikutuksia. Asunto- ja toimitilarakentamiselle oli saatavissa kansallisia keskiarvoisia päästökertoimia, sillä talorakentaminen voidaan katsoa olevan suhteellisen stabiilia. Infrarakentamisen päästökertoimet vaihtelevat kuitenkin merkittävästi hankkeen tyypistä riippuen, eikä sille ole saatavissa yhtä luotettavaa geneeristä päästökerrointa. Erityisesti infrarakentamisen työmaatoimintojen päästökertoimeen liittyy huomattavaa epävarmuutta, ja sen todellinen vaihteluväli voi olla suuri.

PM10-päästöjen osalta geneerisiä päästökertoimia oli saatavissa vain työmaatoiminnoille. Logistiikan PM10-päästöt jouduttiin arvioimaan työmaatoimintojen PM10-päästötietojen sekä polttoaineen käytön suhteellisen jakautumisen perusteella. Tämä on konservatiivinen oletus, sillä logistiikan ei-pakokaasuperäiset päästöt eivät ole suoraan verrannollisia käytettyyn polttoainemäärään samalla tavalla kuin työmaatoiminnoissa. Laskennassa kuitenkin oletettiin, että logistiikan ja työmaatoimintojen ei-pakokaasuperäisten PM10-päästöjen osuus PM10-kokonaispäästöistä on sama.

Lisäksi PM10-päästöjen arvioinnissa oletettiin rakennustyömaalogistiikan kaluston olevan keskimääräistä ikäluokkaa. Mikäli kalusto on todellisuudessa vanhempaa, HVO-dieseliin siirtymisellä voidaan saavuttaa tässä esitettyä suuremmat PM10-päästövähennykset.

Vaikutusten arviointi

TOIMENPIDE 3

MINIHUBIT JA KAUPUNKIJAKELUKESKUKSET

TOIMENPIDE 3

Minihubit ja kaupunkijakelukeskukset

Taustat ja lähtöoletukset

Toimenpiteessä 3 arvioitiin minihubien ja kaupunkijakelukeskusten vaikutusta kaupunkialueen jakelun kasvihuonekaasupäästöihin.

Päästövähennyspotentiaalia arvioitiin kansainväliseen ISO 14083 -standardin sekä Smart Freight Centren Global Logistics Emissions Council (GLEC) -viitekehysten mukaisilla, tieteellisillä skenaariomalleilla.

Arvioinnissa huomioitiin ajoneuvosuoritteiden väheneminen, jakelukaluston käyttövoimamuutokset sekä hubien operatiivinen energiankulutus. Ajosuoritteiden arvioitiin vähenevän Lahdessa 45 %, perustuen Kööpenhaminassa toteutettuun agenttipohjaiseen simulaatioon (Heeswijk et al., 2017). Jakelukaluston käyttövoimajakauman oletettiin tulevaisuudessa olevan seuraava: uusiutuva diesel (pakettiauto) 20 %, sähkö (pakettiauto) 60 %, sähkö (polkupyörä) 20 %. Arvioinnissa huomioitiin käyttövoiman muutosten vaikutukset sekä polttoaineiden valmistuksessa että käytön aikaisissa päästöissä. Hubien päästöintensiteetti arvioitiin niiden läpimenevän volyymin perusteella.

Aineistot kasvihuonekaasupäästöjen arviointiin

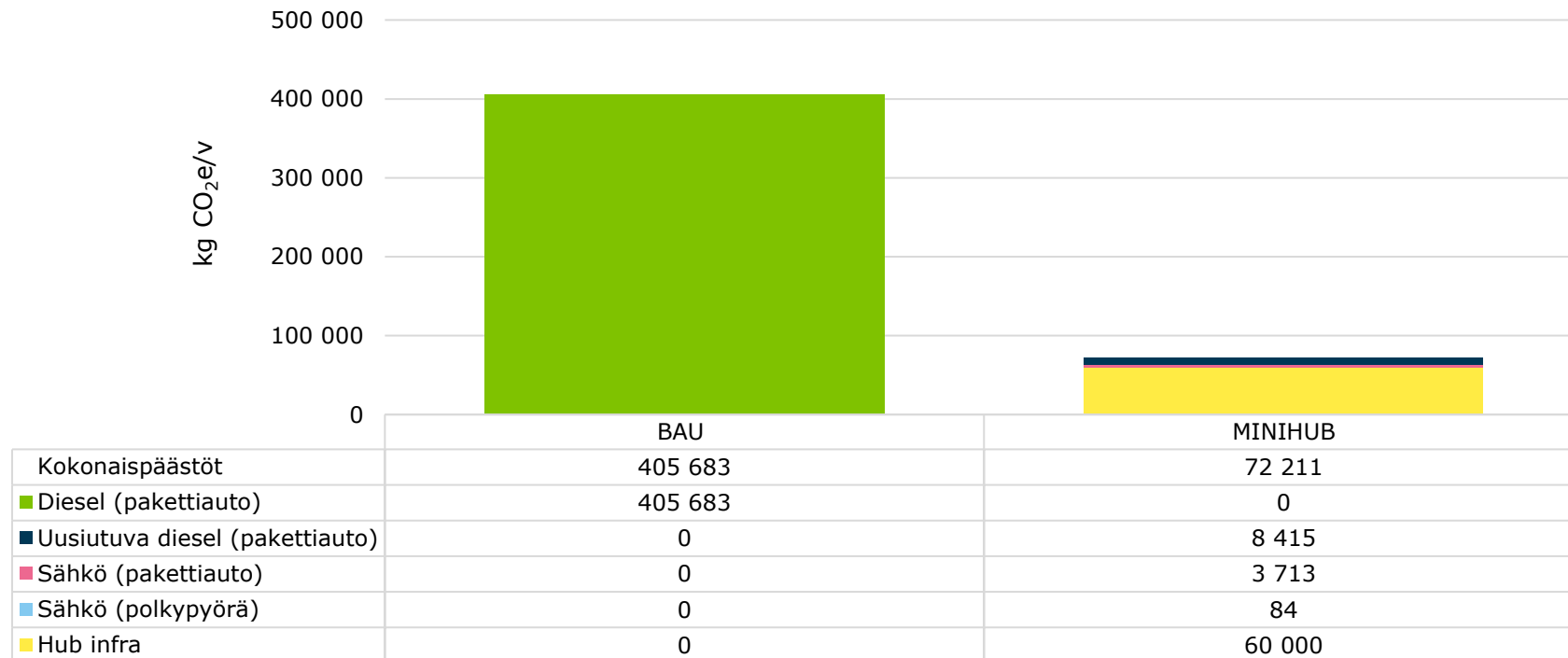
Vaikutusten arviointi perustuu siihen, kuinka paljon minihubin käyttöönotto vähentää dieselin kulutusta. Polttoaineenkulutuksen vähenemistä arvioitiin dieselkäyttöisten pakettiautojen osalta VTT:n Lipaston tietokannan tietoihin perustuen. Sähkökäyttöisten pakettiautojen ja polkupyörien energiankulutusta arvioitiin julkisen selvityksen tietoihin perustuen (Gialos et al., 2023). Polttoaineiden päästöjä arvioitiin koko elinkaaren näkökulmasta. Dieselin ja HVO-dieselin päästöt arvioitiin Defran päästötietokannan tietoihin perustuen (Defra, 2026). Sähkökäyttöisen kaluston päästöt arvioitiin Tilastokeskuksen Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus -tilaston tietoihin perustuen (Tilastokeskus, 2026). Hubien päästöt arvioitiin uusimman Global Logistics Emissions Council Frameworkin -selvityksen tietoihin perustuen (Global Logistics Emissions Council Framework, 2025).

TOIMENPIDE 3

Minihubit ja kaupunkijakelukeskukset

Vaikutusten arviointi

Minihubien käyttöönotolla voidaan saavuttaa 82 % päästövähennys jakelun päästöihin. Vuosittaisen päästövähennyksen arvioidaan olevan noin 0,33 kt CO₂e. Nämä arviot perustuvat tässä laskennassa käytettyihin oletuksiin.



TOIMENPIDE 3

Minihubit ja kaupunkijakelukeskukset

Epävarmuudet

Arviointi perustuu useisiin oletuksiin, jotka vaikuttavat tulosten epävarmuuteen. Keskeisin epävarmuustekijä liittyy ajosuoritteen vähenemään, joka perustuu Kööpenhaminassa toteutettuun agenttipohjaiseen simulaatioon. Lahden kaupunkirakenne, logistiikkaverkot ja toimitusprofiilit voivat poiketa tästä, mikä vaikuttaa toteutuvaan kasvihuonekaasupäästövähennykseen.

Toinen keskeinen epävarmuus liittyy oletettuun käyttövoimajakaumaan. Tulevaisuuden kaluston kehitys, sähköistymisen nopeus sekä uusiutuvien polttoaineiden saatavuus voivat poiketa oletuksista, mikä vaikuttaa suoraan arvioituihin kasvihuonekaasupäästövähennyksiin.

Energiankulutusta ja päästökertoimia koskevat tiedot perustuvat pääosin geneerisiin tietokantoihin ja kirjallisuuslähteisiin. Todelliset kulutus- ja päästötasot voivat vaihdella ajoneuvosta, käyttöolosuhteista ja ajotavoista riippuen. Erityisesti sähkökäyttöisen kaluston osalta tulokset riippuvat sähköntuotannon päästökertoimista, jotka voivat muuttua energiajärjestelmän kehittyessä.

Hubien operatiivisten päästöjen arviointi perustuu läpimenevään volyymiin ja yleisiin päästöintensiteetteihin. Todelliset päästöt riippuvat kuitenkin yksittäisten hubien energiatehokkuudesta, käytetystä energiasta sekä operointimallista. Kokonaisuutena arvioinnin tulokset kuvaavat suuruusluokkaa ja suuntaa-antavaa kasvihuonekaasujen päästövähennyspotentiaalia. Toteutuvat vaikutukset voivat poiketa esitetystä erityisesti paikallisten olosuhteiden, logistiikkaratkaisujen ja teknologisen kehityksen seurauksena.

Tulokset ja johtopäätökset



Yhteenveto ja johtopäätökset (1/2)

- Osana Lahden kestävän kaupunkilogistiikan ohjelmaa (SULP) arvioitiin kolmen kaupunkilogistiikan toimenpiteen päästövähennyspotentialiaalia: logistiikan nollapäästövyöhyke (toimenpide 1), päästöttömän rakennustyömaalogistiikan edistäminen (toimenpide 2) sekä minihubit ja kaupunkijakelukeskukset (toimenpide 3). Arviointi perustui liikennesuoritteisiin, ajoneuvokannan rakenteeseen sekä skenaariopohjaiseen tarkasteluun, jossa nykytilaa verrattiin toimenpiteiden mukaiseen tilanteeseen.
- Toimenpiteet 1 (nollapäästövyöhyke) ja 3 (minihubit ja jakelukeskukset) kohdistuvat jatkuvaan kaupunkilogistiikkaan ja päivittäiseen jakeluliikenteeseen kaupungin alueella. Toimenpide 2 (rakennustyömaalogistiikka) liittyy ajallisesti vaihtelevaan työmaatoimintaan, ja riippuu siten käynnissä olevien työmaiden määrästä ja sijainnista. Vaikutukset eivät siten ole täysin vertailukelpoisia keskenään.
- Huomioitava on, että käytettävissä olevat lähde- ja tutkimusaineistot eivät ole täysin vertailukelpoisia ja sisältävät paikoin toisistaan poikkeavia rajoituksia. Tulokset ovat suuntaa-antavia. Toimenpiteiden keskinäisessä vertailussa on huomioitava erityisesti seuraavat asiat:
 - **Rajaukset**
 - Toimenpiteen 1 päästövähennyslaskelma perustuu CO₂-raportin mukaisiin pakoputkikaasupäästötietoihin. Toimenpiteessä 2 on huomioitu lisäksi työkoneiden päästöt, joita ei ole huomioitu CO₂-raportin päästöissä. Toimenpiteen 3 taustalla olevassa menetelmässä on huomioitu laajemmin koko elinkaarin päästövaikutus (ml. polttoaineiden valmistus). Kaikki lähtötiedot perustuvat nykytilan logistiikan toimintaympäristöön eikä niissä ole huomioitu mahdollisia tulevaisuuden trendejä tai kehityssuuntia (esim. liikennesuoritteen kehitys).
 - **Päästötyypit**
 - Kaikkien toimenpiteiden osalta vaikutukset on arvioitu ensisijassa kasvihuonekaasupäästöjen (CO₂) näkökulmasta. Toimenpiteen 2 osalta vaikutuksia on kuitenkin arvioitu myös hiukkaspäästöjen osalta.
 - **Laskentatavat**
 - Toimenpiteessä 1 vaikutuksia on arvioitu liikennesuorite- ja yksikköpäästö pohjaisesti. Toimenpide 2 perustuu rakennusvolyyymien ja eri päästötietokantojen perusteella arvioituihin kokonaisvaikutuksiin. Toimenpiteessä 3 on hyödynnetty kansainvälisen tutkimustiedon pohjalta laskettuja suorite-, käyttövoima- ja energiankulutusvaikutuksia.

Yhteenveto ja johtopäätökset (2/2)

- Nollapäästövyöhyke (tp1) kohdistuu suoraan logistiikan käyttövoimaan rajatulla alueella, mutta vaikuttaa koko kuljetusketjuun. Minihubit (tp3) tukevat tätä vähentämällä ajosuoritetta ja mahdollistamalla tehokkaamman jakelun. Rakennustyömaalogistiikan toimenpiteet (tp2) voivat paikallisesti tuottaa merkittäviä päästövähennyksiä, mutta niiden vaikutus kaupungin tasolla riippuu rakentamisen määrästä ja ajoituksesta.
- Nollapäästövyöhyke (tp1) vähentää laskennallisesti CO₂-päästöjä noin 0,7-0,8 kt CO₂e vuodessa Lahden ydinkeskustan rajoitusalueella. Vaikutus kasvaa moninkertaiseksi, kun oletetaan, että kuljetusmäärät ja kohteet säilyvät ennallaan ja vaikutus kohdistuu koko kuljetusketjun alueelle. Minihubeilla (tp3) voidaan saavuttaa laskennallisesti vuotuinen noin 0,3-0,4 CO₂e päästövähennelmä kaikki elinkaaripäästöt huomioiden.
- Päästötön rakennustyömaalogistiikka (tp2) vähentää kasvihuonekaasupäästöjä laskelmien perusteella arviolta 84 % ja PM10-päästöjä 13 %, mikäli rakennustyömaalogistiikassa käytetyistä polttoainesta 50 % on sähköä ja 50 % uusiutuvaa dieseliä. Viime vuosien rakennusvolyymien perusteella arvo vastaa noin 10 kt CO₂e päästövähennemää vuodessa.
- Laskelmien tulokset ovat suuntaa-antavia ja tarkempien tulosten saaminen vaatisi monimutkaisempia laskentamenetelmiä ja tarkempia lähtötietoja. Alustavien laskelmien mukaan päästöttömän rakennustyömaalogistiikan (tp2) päästövähennyspotentiaalia voidaan pitää tarkastelluista toimenpiteistä suurimpana, mutta toisaalta riippuvaisena rakennusvolyyymeista. Nollapäästövyöhykkeen (tp1) päästövähennyspotentiaali on laskennallisesti minihubeja tehokkaampi toimenpide siitä huolimatta, että sen vaikutusten laskennassa on huomioitu vain CO₂-raportista lähtötietona saadut pakoputkikaasupäästöt.
- Tehokkaimpia vaikutuksia saadaan yhdistämällä eri toimenpiteitä. Esimerkiksi nollapäästövyöhykkeen ja minihubien yhdistelmä vähentää samanaikaisesti logistiikan päästöintensiteettiä ja ajosuoritetta, jolloin kokonaisvaikutus voi parhaimmillaan ylittää eri toimenpiteiden yhteenlasketun vaikutuksen.

Toimenpide	Päästövähennys	Huomiot
(1) Nollapäästövyöhyke	~0,7–0,8 kt CO ₂ e/v (vyöhyke) ~2–4 kt CO ₂ e/v (koko ketju)	Laaja vaikutus, kohdistuu logistiikkaan kokonaisuutena
(2) Työmaalogistiikka	~10,3 kt CO ₂ e/v (elinkaarivaikutus)	Riippuvainen rakentamisen volyyymista
(3) Minihubit	~0,3-0,4 kt CO ₂ e/v (elinkaarivaikutus)	Vaikutus jakelun tehostumisen kautta

Lähteet



Lähteet

TOIMENPIDE 1

- Ramboll 2024, Päijät-Hämeen liikennemalli
- Sitowise 2026, CO2-raportti, Lahti. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/tiedostot/co2-raportti/>
- Traficom 2026, avoin ajoneuvotietokanta, Lahti. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/avoin-data#accordion-63420>
- VTT 2021, LIISA-laskentajärjestelmä
- Sitowise 2023, Espoon kaupungin ilmastotiekartan toimenpidetarjooma, laskentamuistio
- Helsingin kaupunki 2019, Selvitys Helsingin ympäristövyöhykkeen laajentamisen mahdollisuuksista. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/aineistot/aineistoja-12-19.pdf>

Lähteet

TOIMENPIDE 2

- Defra, 2026. Greenhouse gas reporting: conversion factors: Saatavissa: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2025>
- EEA, 2023. Air pollutant emission inventory guidebook. Construction and demolition. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/2-industrial-processes-and-product-use/2-a-mineral-products/2-a-5-b-construction/@download/file>
- EES, 2025. Emissions of air pollutants from transport in Europe. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/emissions-of-air-pollutants-from>
- Gaia, 2024. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 – tiekartan päivitys. Saatavissa: https://rt.fi/wp-content/uploads/2024/06/Loppuraportti-RT-vahahiilisyyys-7.6.2024_FINAL.pdf
- Suomen ympäristökeskus, 2026a. Infrarakentamisen päästötietokanta. Saatavissa: <https://co2data.fi/infra/>
- Suomen ympäristökeskus, 2026b. Talonrakentamisen päästötietokanta. Saatavissa: <https://co2data.fi/rakentaminen/>
- Tilastokeskus, 2026. Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus, 2000–2024. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehk/statfin_ehk_pxt_14qt.px/
- Väylävirasto, 2021. Väylärakentamisen kaluston ympäristövaatimukset. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183015/vj_2021-63_978-952-317-911-0.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Väylävirasto, 2023. Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Saatavissa: https://aineistot.vayla.fi/api/file/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-43_vahahiilisyyden_arviointimenetelma_web.pdf

Lähteet

TOIMENPIDE 3

- Defra, 2026. Greenhouse gas reporting: conversion factors: Saatavissa: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2025>
- Gialos et al., 2023. Dataset for the electric capacitated traveling salesman problem. Saatavissa: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10430151/pdf/main.pdf>
- Global Logistics Emissions Council Framework, 2025. Logistics Emissions Accounting and Reporting. Version 3.2. Saatavissa: https://smart-freight-centre-media.s3.amazonaws.com/documents/GLEC_FRAMEWORK_v3.2_21_10_25_1.pdf
- Heeswijk et al., 2017. An urban consolidation center in the city of Copenhagen: a simulation study. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/331260665_An_urban_consolidation_center_in_the_city_of_Copenhagen_a_simulation_study
- Tilastokeskus, 2026. Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus, 2000–2024. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehk/statfin_ehk_pxt_14qt.px/



SITOWISE

The Smart City Company