

Selvitys liikenteen kasvi- huonekaasupäästöihin vaikuttavista ympäristö- vyöhykkeistä

Tommi Kantala, Taina Haapamäki ja Touko Väänänen



Kaupunkiympäristön aineistoja 2024:5

**Selvitys liikenteen
kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavista
ympäristövyöhykkeistä**

Tommi Kantala, Taina Haapamäki ja Touko Väänänen

Kannen kuva | Roni Rekomaa
Julkaisija | Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala
ISBN | 978-952-386-407-8
ISSN | 2489-4230

Sisällys

Esipuhe.....	6
Työssä käytettävät termit	7
1 Tausta.....	8
1.1 Ympäristövyöhykkeet ja niiden tehokkuus ilmastopäästöjä vähentävänä toimenpiteenä 8	
1.2 Helsingin ympäristövyöhyke	9
1.3 Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt Helsingissä.....	10
1.4 Hiilineutraali Helsinki -toimenpideohjelmassa tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöihin tehdyt tarkastelut.	12
2 Ympäristövyöhykkeiden lainsäädäntö ja rajoitukset	14
2.1 Kansallinen sääntely.....	14
2.1.1 Tieliikennelaki	14
2.1.2 Puhtaiden ajoneuvojen laki.....	15
2.1.3 Ympäristönsuojelulaki	16
2.1.4 Hallituksen esitys ruuhkamaksuista	16
2.2 EU-sääntely ja sen muutokset.....	17
3 Katsaus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttaviin ympäristövyöhykkeisiin..	19
3.1 Ympäristövyöhykkeiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin Pohjoismaissa.....	19
3.1.1 Raskaan liikenteen ympäristövyöhykkeet	19
3.1.2 Henkilöautoliikenteen ympäristövyöhykkeet.....	19
3.2 Ympäristövyöhykkeiden päästövähennykset ja kehityssuunnat Euroopassa.....	21
3.2.1 Vähäpäästöisten vyöhykkeiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin	21
3.2.2 Ympäristövyöhykkeiden kehityssuunnat Euroopassa.....	22
3.3 Suositukset ilmastopäästöihin vaikuttavien ympäristövyöhykkeiden käyttöönotolle.....	25
3.3.1 Nollapäästövyöhykkeet.....	25
3.3.2 Muut suositukset	26
4 Tarkasteltavat vaihtoehdot ja vaikutusarviointi.....	28
4.1 Tarkasteltavien vaihtoehtojen kuvaus ja mallinnuksen taustaoletukset	28
4.2 Tarkasteltavien vaihtoehtojen vaikutusarviointi.....	29
4.2.1 Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin.....	29
4.2.2 Vaikutukset ajoneuvosuoritteeseen ja liikenteen reitittymiseen.....	31
4.2.3 Muut vaikutukset ja kustannukset	33
5 Johtopäätökset ja suositukset.....	34
5.1 Tarkastelun rajoitteet ja jatkoselvitystarpeet.....	34
5.1.1 Vyöhykeratkaisun rajaamisen vaihtoehdot.....	34
5.1.2 Muut keinot kasvihuonekaasupäästöjen alentamiseksi	35
5.1.3 Mallintamisen haasteet.....	36
5.1.4 Vaikutukset joukkoliikenteeseen	36
5.1.5 Terveysvaikutukset	36
5.1.6 Sosiaaliset vaikutukset	36

5.1.7	Yritysvaikutukset	37
5.1.8	Toteuttamiskustannukset ja valvonta	37
5.1.9	Ajoneuvokannan uudistuminen.....	37
6	Lähdeluettelo	39

Esipuhe

Helsingin kaupunkistrategian 2021–2025 tavoitteena on hiilineutraali Helsinki vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen päästöt muodostavat merkittävän osan Helsingin kasvihuonekaasupäästöistä, eikä ennustettu ajoneuvoliikenteen päästöjen kehitys riitä saavuttamaan Helsingin liikenteelle asetettua hiilineutraaliustavoitteita.

Helsingissä on käytössä alueellisesti rajattu ympäristövyöhyke, jonka alueella kilpailutetulla joukko- liikenteelle ja jätteenkuljetukselle on asetettu päästökriteerit. Nykyinen ympäristövyöhyke vaikuttaa lähinnä lähipäästöihin ja vaikuttaa vain pieneen osaan Helsingin ajoneuvoliikenteestä. Vyöhykkeen laajentamista on selvitetty vuonna 2019 (Haapamäki ym. 2019). Tämä työ laajentaa aiemman ympäristövyöhykeselvityksen tietoperustaa kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttaviin ympäristövyöhykeratkaisuihin.

Työn tavoitteena oli löytää kasvihuonekaasupäästöihin merkittävästi vaikuttava päästörajoitusmalli Helsinkiin. Työssä tunnistettiin ympäristövyöhykeratkaisun päästövähennysten suuruusluokka ja arvioitiin vaikutuksia liikenteen suoritteeseen ja reitittymiseen. Lisäksi työssä kartoitettiin lainsäädännön rajoitteita ja mahdollisuuksia, jotka tulisi huomioida toteutettavuuden arvioinnissa.

Työssä arvioidut mallit edustavat suuruusluokka-arvioita päästövähennysten maksimipotentiaalista, eikä järjestämisen kustannuksia tai kaikkia vaikutuksia ole huomioitu. Tarkasteltuihin malleihin ja valittuun mallinnustapaan liittyy useita rajoitteita, joiden vuoksi vaikutusten arviointia tulee jatkoselvityksissä täsmentää.

Työn ohjausryhmään ovat kuuluneet:

Eeva Pitkänen, pj	Helsingin kaupunki
Suvi Haaparanta	Helsingin kaupunki
Anne-Mari Leppänen	Helsingin kaupunki
Susa Eräranta	Helsingin kaupunki
Annika Rantala	Helsingin kaupunki
Johanna Järvinen	HSL
Ella Törmälä	HSL
Sami Aherva	Stara.

FLOU Oy:ssä työstä ovat vastanneet Tommi Kantala, Taina Haapamäki ja Touko Väänänen.

Selvitys on laadittu syksyllä 2022.

Työssä käytettävät termit

Ajoneuvojen kasvihuonekaasupäästöt	Ajoneuvojen pakokaasupäästöt, jotka ensisijaisesti edistävät ilmastonmuutosta. Tässä työssä kasvihuonekaasupäästöillä viitataan ensisijaisesti liikenteestä aiheutuviin CO ₂ -päästöihin, joka on ihmisen tuottamista kasvihuonekaasupäästöistä merkittävin.
Ajoneuvojen aiheuttamat ilmansaasteet	Ajoneuvojen pakokaasupäästöt, jotka heikentävät ensisijaisesti ilmanlaatua, erityisesti pakokaasujen häkä- (CO), hiilivety- (HC), pienhiukkas- (PM _x) ja typpioksidipäästöt (NO _x).
Ympäristövyöhyke	Vyöhyke, jonka vaikutusalueella liikenteeseen kohdistuu rajoitustoimenpiteitä, joiden tavoitteena on ensisijaisesti vähentää liikenteen aiheuttamia ilmanlaatuhaittoja.
Vähäpäästöinen vyöhyke (englanniksi Low Emission Zone, LEZ)	Vyöhyketyyppi, jonka alueella ajoneuvojen tulee täyttää päästövaatimus, joka perustuu yleensä Euro-päästöluokitukseen.
Erittäin vähäpäästöinen vyöhyke (englanniksi Ultra Low Emission Zone, ULEZ)	Vähäpäästöisen vyöhykkeen tyyppi, jossa ajoneuvojen tulee olla (lähes) päästöttömiä ilmanlaadun parantamiseksi.
Nollapäästövyöhyke, (englanniksi Zero Emission Zone, ZEZ)	Vyöhyketyyppi, jolla tavoitellaan kasvihuonekaasupäästövähennyksiä sallimalla vain nollapäästöiset ajoneuvot. Useimmiten liikennöinti on sallittua vain sähkö- tai vetyautoilla. Myös plug-in-hybridit tai uusiutuvia polttoaineita (kuten biokaasu) käyttävät ajoneuvot voidaan määritellä joissain tapauksissa nollapäästöisiksi. Englanninkielinen termi ZEZ-F viittaa vain rahtiliikennettä (F = Freight) koskevaan nollapäästöiseen vyöhykkeeseen.
Euro-päästöluokat	Autojen haitallisten pakokaasupäästöjen enimmäisraja-arvojen mukaan laaditut bensiini- ja dieselautojen päästöluokat. Luokitus perustuu pakokaasujen ilmansaasteiden mittaamiseen, hiilidioksidipäästöjä ei huomioida. Luokat ja enimmäisraja-arvot vaihtelevat ajoneuvotyyppin ja käyttövoiman mukaan. Päästöluokka 1/I sallii korkeimmat päästöt, päästöluokka 6/VI on tällä hetkellä hyväksytyistä luokista vähäpäästöisin.
Ajoneuvojen pääsyn rajoittaminen taajamissa (englanniksi Urban Vehicle Access Regulation, UVAR)	Toimet, joilla rajoitetaan ajoneuvojen oikeutta käyttää tiettyjä infrastruktuureja taajamissa (Kulmala ym. 2022)
Kestävän kaupunkiliikenteen ohjelma (englanniksi Sustainable Urban Mobility Plan, SUMP)	Euroopan komission konseptiin perustuva kaupunkiliikenteen kaikki kulkumuodot kattava ohjelma, jonka tavoitteena on edistää tasapainoisesti kaikkien liikkumismuotojen toimivuutta kaupungissa. Osana SUMP-suunnittelua voidaan laatia myös kestävän kaupunkilogistiikan ohjelma (Sustainable Urban Logistics Plan, SULP).

1 Tausta

1.1 Ympäristövyöhykkeet ja niiden tehokkuus ilmastopäästöjä vähentävänä toimenpiteenä

Ympäristövyöhykkeet ovat kaupunkien keinoja vaikuttaa liikenteen aiheuttamiin päästöihin. Niillä tarkoitetaan teitä tai alueita, joilla pyritään hillitsemään liikenteen aiheuttamia päästöjä rajoittamalla ajoneuvojen liikennesuoritetta tai eniten päästöjä aiheuttavien ajoneuvojen pääsyä vyöhykkeelle. Vyöhykkeiden ensisijainen tavoite on tyypillisesti vähentää ihmisten terveyteen haitallisesti vaikuttavia ilmanlaatua heikentäviä liikenteen päästöjä. Kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavat tavoitteet ovat yleistyneet vasta viime vuosina eikä vaikuttavia toimenpiteitä ole vielä otettu laajamittaiseen käyttöön. Ympäristövyöhykkeiden toimenpidekirjo on laaja ja erilaiset toimenpiteet voivat olla samanaikaisesti käytössä.

Pohjoismaissa on käytössä eri tyyppisiä toimenpiteitä osana ympäristövyöhykkeitä:

- nollapäästövyöhykkeet
- ajoneuvon päästöluokitukseen (yleensä Euro-luokitus) perustuvat ympäristövyöhykkeet
- nolla- tai vähäpäästöisten ajoneuvojen pysäköinnin edullinen hinnoittelu tai vain niille sallitut pysäköintipaikat
- nolla- tai vähäpäästöisten ajoneuvojen salliminen bussikaistoille
- latausinfra laajentamisen tukeminen
- julkisten hankintojen nolla- tai vähäpäästöisten ajoneuvojen vaatimukset
- ilmanlaadun hätätilaohjelmat, väliaikaiset liikennerajoitukset tai dieselautojen käyttökiellot
- nolla- tai vähäpäästöisten ajoneuvojen tietullien/ruuhkamaksujen alentaminen
- taksiliikenteen nolla- tai vähäpäästöisten ajoneuvojen vaatimukset.

Suurin osa käytössä olevista vyöhykemuotoisista hillitsemiskeinoista perustuu ajoneuvojen Euro-päästöluokitukseen. Euroopassa oli vuonna 2022 ympäristövyöhykkeitä käytössä 320 kaupungissa. Ympäristövyöhykkeiden hyväksytyvyys on Euroopassa korkea ja ympäristö-vyöhykkeiden määrä on kasvanut 2019 ja 2022 välisenä aikana 40 %. Ennusteiden mukaan vuonna 2025 ympäristövyöhykkeet ovat käytössä jo yli 500 eurooppalaisessa kaupungissa. (Szöke 2022) Ilmansaasteiden vähentäminen on ollut yleiseurooppalainen tavoite jo pitkään lukuisissa kaupun-geissa ja vyöhykkeiden käyttöönotto on yleistynyt 2000-luvulla merkittävästi. Vuonna 2015 esiin nousseet tutkimukset ajoneuvovalmistajien vääristelemistä päästömääristä vauhdittivat ympäristövyöhykkeiden käyttöönottoa ja kestävän kaupunkiliikenteen suunnitelmien (SUMP) yleistymisen myötä vähäpäästöisten vyöhykkeiden (low emission zone, LEZ) määrä on kasvanut entisestään. (Müller & Le Petit 2019)

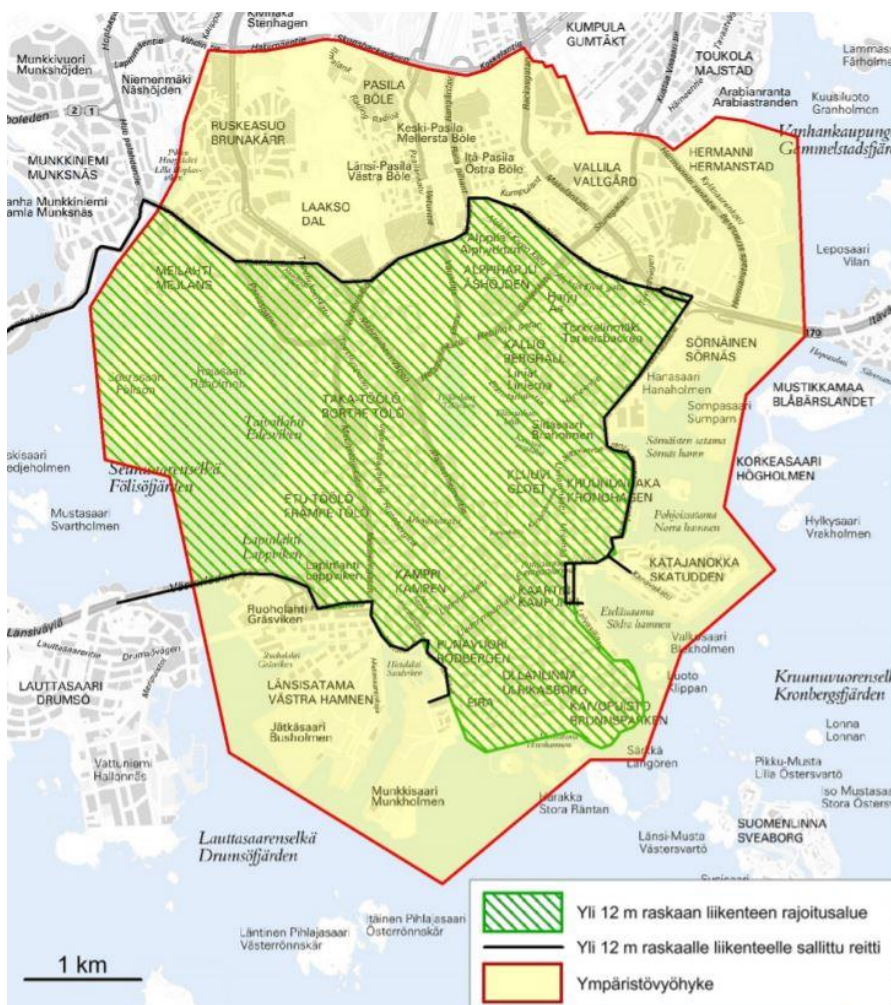
Ympäristövyöhykkeiden ensisijainen tavoite on tyypillisesti ollut vähentää typen oksidien (NO_x) ja pienhiukkasten (PM₁₀, PM_{2.5}) määrää kaupunkien ilmassa ja ne on havaittu parhaimmillaan tehokkain keinoiksi parantaa ilmanlaatua kaupungeissa. Ilmanlaadun parantamisella on myönteisiä terveysvaikutuksia. Euroopassa toteutettujen ympäristövyöhykkeiden vaikutuksesta monissa

kaupungeissa typen oksidien päästöt ovat laskeneet useita prosentteja, parhaimmillaan jopa 32 %, minkä lisäksi pienhiukkaspäästöt ovat laskeneet 0–23 %. Myös muiden päästöjen, kuten mustan hiilen pitoisuudet ovat laskeneet niin vyöhykkeiden sisällä kuin myös niiden ulko-puolella. Tutkimusten mukaan ympäristövyöhykkeet ovat myös vauhdittaneet ajoneuvokannan uusiutumista. (Müller & Le Petit 2019)

Viime vuosina ympäristövyöhykkeillä on alettu tavoittelemaan myös ilmastopäästöjen vähentämistä, sillä ajoneuvokannan uusiutuminen ja fossiilisia polttoaineita käyttävien ajoneuvojen myyntikiellot eivät yksinään ole riittäneet saavuttamaan Pariisin sopimuksessa määriteltyjä päästövähennystavoitteita. Vyöhykemäisten toimenpiteiden vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin on kuitenkin tutkittu vähemmän. Monissa eurooppalaisissa kaupungeissa ollaan siirtymässä kohti nollapäästövyöhykkeitä. Esimerkiksi Amsterdam, Brysseli, Lontoo, Madrid, Oxford, Pariisi (sekä kaupunki että metropolialue) ovat kiristämässä toimenpiteitään ja laajentamassa vyöhykkeitä. (Müller & Le Petit 2019)

1.2 Helsingin ympäristövyöhyke

Helsingissä on ollut käytössä ympäristövyöhyke vuodesta 2010 alkaen. Se kattaa maantieteellisesti kantakaupungin rajautuen Hakamäentien eteläpuoliseen osan (kuva 1). Vyöhykkeen alueella Helsingin seudun liikenteen (HSL) kilpailuttamalle Helsingin sisäiselle ja seudulliselle bussiliikenteelle sekä Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) kilpailuttamalle jätteenkuljetukselle on asetettu päästökriteerit.



Kuva 1. Helsingin ympäristövyöhyke ja yli 12 m pitkän raskaan liikenteen rajoitusalue. (Kaupunkimittausosasto 002/2012)

Ympäristövyöhykkeen käyttöönoton yhteydessä linja-autojen minimitaso oli Euro 3 ja jäteautojen Euro 5. Myöhemmin päästöluokkien minimivaatimuksia kiristettiin. Syksystä 2014 alkaen myös bussikaluston minimitaso on ollut Euro 5. (Helsingin kaupunki 2019) Ympäristövyöhykkeen sisällä on myös erillinen raskaan liikenteen rajoitusalue, jonka alueella yli 12 pitkien ajoneuvojen käyttö on ilman poikkeuslupaa kielletty. Bussiliikenne on kuitenkin tämän rajoituksen ulkopuolella. (Männikkö & Salmi 2013)

Helsingin ympäristövyöhykkeen laajentamisen mahdollisuuksia on tarkasteltu viimeksi vuonna 2019. Tuolloin tarkasteltavia vaihtoehtoja olivat Euro-päästöluokkapohjaiset ympäristövyöhykeratkaisut raskaalle liikenteelle, henkilöautoliikenteelle ja jakeluliikenteelle, nastarenkaiden käyttörajoitukset, työmaakoneiden päästörajoitukset, biopolttoaineiden käyttö rakentamisessa ja kuljetuksissa, nollapäästöisten ajoneuvojen vyöhyke sekä jakelu- ja huoltoliikenteen järjestäminen öisin. (Haapamäki ym. 2019)

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen näkökulmasta vaikutuksia arvioitiin olevan

- biopolttoaineiden käytöllä rakentamisessa ja kuljetuksissa,
- Euro-päästöluokalla henkilöautoliikenteelle (ajoneuvokannan uudistuminen yhdellä vuodella alentaa CO₂-päästöjä 3 %),
- nastarenkaiden käyttörajoituksella (0,7 % alhaisemmat CO₂-päästöt),
- työmaakoneiden päästörajoituksilla ja
- nollapäästövyöhykkeellä.

Työmaakoneiden osuus kaikista liikenteen päästöistä on rajallinen (Pihlatie ym. 2022) ja Ympäristöministeriö, Senaattikiinteistöt, HSY, Espoo, Helsinki, Turku ja Vantaa ovat tehneet Green Deal -sopimuksen työmaiden päästöjen vähentämisestä. Tavoitteena on lopettaa fossiilisten polttoaineiden käyttö vuoden 2025 loppuun mennessä ja vuoteen 2030 mennessä varmistaa, että vähintään 50 % työkoneista ja työmaiden kuljetuksista toimii sähköllä, biokaasulla tai vedyllä. (KEINO 2022) Lisäksi työkonealan Green Deal -sopimuksessa on sovittu vähäpäästöisten työkoneiden tarjonnan lisäämisestä. Myös autoalan ja valtion välillä on Green Deal -sopimus, jonka tavoitteena on alentaa autokannan keski-ikää 1,5 % vuodessa ja kasvattaa vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen osuutta ensirekisteröinnissä 25 prosenttiin vuoden 2025 loppuun mennessä. Green deal -sopimukset ovat määräaika- ja vapaaehtoisia ja niiden avulla haetaan ratkaisuja ilmastohaasteisiin, luonnonvarojen ylikulutukseen, kiertotalouden edistämiseen ja luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen. (Ympäristöministeriö 2022)

Helsingin kaupunki aloitti nastarenkaiden käyttörajoituksen pilotoinnin vuonna 2022. Kokeilussa Lönnotinkadulla nastarenkaiden käyttö on kielletty läpiajavilta ajoneuvoilta. Tavoitteena on tutkia nastarenkaiden käyttökiellon vaikutuksia lähipäästöihin.

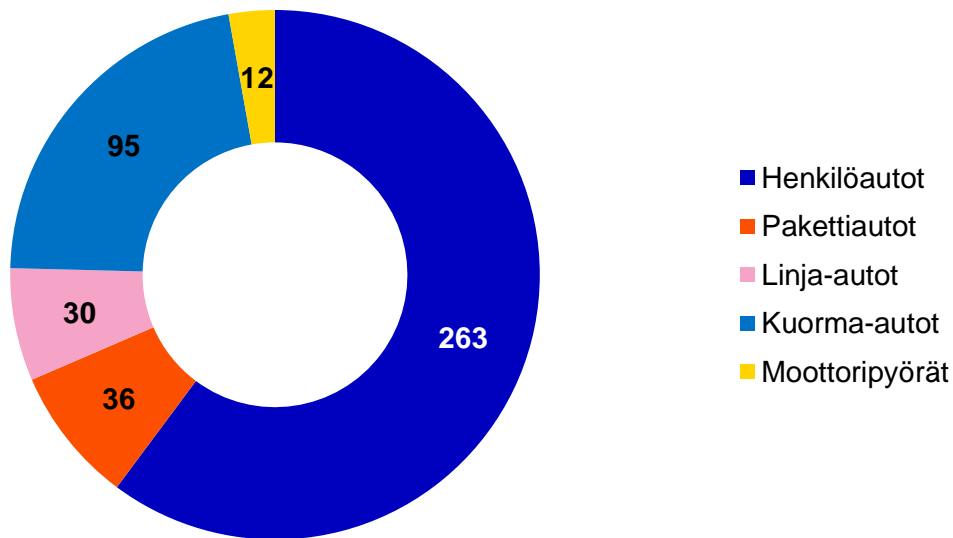
1.3 Tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt Helsingissä

Helsingissä liikenne on rakennusten lämmityksen jälkeen suurin kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja. Liikenteen päästöt muodostavat lähes neljänneksen Helsingin kaikista kasvihuonekaasupäästöistä ja ne aiheutuvat suurimmaksi osaksi tieliikenteen päästöistä. (HSY 2022) Päästöjen määrään vaikuttavat liikennesuoritteiden määrä, eli ajatut kilometrit, sekä käytettävät liikennevälineet ja niiden polttoaineenkulutus ja -laatu.

Helsingissä liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat hieman laskeneet 2000-luvulla. Tieliikenteen päästöt vuonna 2021 olivat 437 kt CO₂-ekv. (HSY 2022) Päästöistä valtaosa aiheutuu henkilöauto-

liikenteestä (kuva 2). Helsingin kaupunki tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen päästöissä tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2030 mennessä 69 % verrattuna vuoden 2005 liikenteen päästöihin. (Helsingin kaupunki 2022). Ympäristövyöhykkeen jatkokehittäminen on yksi keinoista vähentää liikenteen päästöjä.

MAL 2023 -suunnitelmaan liittyvässä vaikutusten arvioinnissa moottoriajoneuvoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arvioidaan laskevan Helsingin seudulla vuoteen 2040 mennessä noin 50 % verrattuna vuoden 2005 päästöihin. Vähennemä muodostuu pääosin henkilöautojen yksikköpäästöjen pienenemisestä ajoneuvokannan sähköistymisen edistyessä, vaikka ajoneuvosuoritteiden ennustetaan kasvavan. Ennusteen mukaan kuorma-autojen ja yhdistelmien suorite on 2040 noin 7 %, mutta niiden arvioidaan muodostavan noin puolet liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Kuorma-autojen ja yhdistelmien sähköistyminen on huomattavasti henkilöautoja hitaampaa. Polttoaineiden jakeluvaihe kasvatteakin kuitenkin uusiutuvien polttoaineiden osuutta ja alentaa myös raskaan liikenteen päästöjä. Ajoneuvosuoritteet kasvavat Helsingissä pääosin Kehä I:llä ja sisääntuloväylillä, mutta myös kantakaupungin alueella.



Kuva 2. Tieliikenteen päästökajakauma (kilotonnia CO₂-ekv.) Helsingissä vuonna 2021. Muita liikenteen päästöjä syntyy meri- ja raideliikenteestä. (HSY 2022)

1.4 Hiilineutraali Helsinki -toimenpideohjelmassa tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöihin tehdyt tarkastelut.

Selvityksessä *Helsingin kasvihuonekaasujen BAU-kehitys vuosille 2030 ja 2040 (WSP 2022)* on arvioitu erilaisten toimenpiteiden ja skenaarioiden vaikutusta Helsingin kaupungin alueella syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin vuonna 2030. Perusskenaariossa (business as usual, BAU) ajoneuvo-liikenteen kustannusten odotetaan vähenevän liikenteen sähköistyessä. Liikenteeseen kohdistuvien toimenpiteiden ja skenaarioiden vaikutuksia on koottu taulukkoon 1. Tarkastelujen perusteella vaikuttavin yksittäinen skenaario on ruuhkamaksujen käyttöönotto (mahdollisesti yhdessä joukkoliikennelippujen subvention kanssa), joka vähentäisi kasvihuonekaasupäästöjä noin 25 kilotonnia vuodessa. Alle kolmen kilometrin automatkojen korvaaminen kävelyllä ja pyöräilyllä vähentäisi päästöjä neljä kilotonnia vuodessa, joka vastaa arviota pandemian myötä liikkumisessa tapahtunutta pitkäaikaisvaikutusta esimerkiksi etätöiden lisääntyessä. Kaikkien alle seitsemän kilometrin matkojen korvaaminen vähentäisi 25 kilotonnia kasvihuonekaasupäästöjä vuodessa. Pysäköintimaksujen korottamisen arvioidaan alentavan päästöjä kahdeksan kilotonnia vuodessa.

Taulukko 1. Aikaisemmin tarkasteltujen Hiilineutraali Helsinki -skenaarioiden tuloksia suhteessa BAU 2030 -perusskenaarioon.

Skenaario	Päästövähennys (kt CO ₂ /vuosi)
BAU 2030	0
Autoilun kilometrikustannuksen pitäminen vuoden 2018 tasolla	25
Ruuhkamaksut	25
Ruuhkamaksut ja joukkoliikennelippujen tuki	30
Pysäköintimaksujen korotus	8
Alle 3 km automatkat kävellen tai pyöräillen	4
Alle 7 km automatkat kävellen tai pyöräillen	25
Pandemian pitkäaikaisvaikutukset	4

Ensimmäisessä Hiilineutraali Helsinki 2035 – toimenpideohjelmassa (Helsingin kaupunki 2018) on arvioitu liikenteen päästövähennysskenaarioita. Tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia edellisten skenaariotarkastelujen kanssa, sillä arviointiin käytetyn liikennemallijärjestelmän kehitysversio (Helmet 3 vs. Helmet 4) ja oletukset perusskenaarioissa poikkeavat toisistaan. Päästövähennystoimenpiteiden suuruusluokka-arviot antavat kuitenkin viitteitä erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista.

Taulukko 2. Kooste Hiilineutraali Helsinki 2035 – toimenpideohjelmassa tehtyjen liikenteen päästövähennysskenaarioiden vaikutuksia. Tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia taulukon 1 kanssa.

Skenaario	Päästövähennys (kt CO ₂ /vuosi)	Tarkastelun tapa
Ajoneuvoliikenteen hinnoittelu	30	Toimenpiteen mallinnus
Pysäköintimaksujen korotus +50 %	10	Toimenpiteen mallinnus
Pysäköintimaksujen korotus +100 %	17	Toimenpiteen mallinnus
Joukkoliikenteen lippuhintojen alentaminen 25 %	11–12	Toimenpiteen mallinnus
Kestävien liikkumispalvelujen edistäminen	11–13	Skenaariotyyppinen mallinnus
Pyöräilyn edistämishjelman toteuttaminen	21–39	Skenaariotyyppinen mallinnus
Raskaan liikenteen teknologia	7–8	Ulkopuolinen arvio
Satamatoiminnan päästöjen vähentäminen	27	Ulkopuolinen arvio

2 Ympäristövyöhykkeiden lainsäädäntö ja rajoitukset

Seuraavissa luvuissa käsitellään kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavien ympäristövyöhykkeiden lainsäädännöllisiä mahdollisuuksia ja rajoituksia. Työn yhteydessä on selvitetty liikenne- ja viestintäministeriön, ympäristöministeriön sekä valtiovarainministeriön edustajilta, millaista kansallista ja Euroopan unionin tasoista sääntelyä liittyy erityisesti nollapäästövyöhykkeiden toteuttamiseen kaupunkiseudulla. Työhön koostetut näkemykset ovat raportin kirjoittajien tulkintoja sääntelystä pohjautuen lainsäädäntöön, raportteihin ja ministeriöiden edustajilta saatuihin lisätietoihin, eivätkä ne edusta virallisia linjauksia sääntelystä.

2.1 Kansallinen sääntely

2.1.1 Tieliikennelaki

Voimassa oleva tieliikennelaki (729/2018) mahdollistaa kaupunkien toteuttaman liikenteenohjauksen. Kaupunkiympäristössä ja kaupungin katuverkolla on mahdollista toteuttaa liikenteenohjausta liikennemerkein. Liikenteen ympäristövaikutusten hillintä on yksi perusteista toteuttaa liikenteenohjausta.

Helsingin kaupungin alueella on jo käytetty liikenteenohjauksen keinoja vähäpäästöisen liikenteen suosimiseen: Länsiväylän bussikaistojen käyttö on sallittua vähäpäästöisille ajoneuvoille. Lisäksi vähäpäästöisten ajoneuvojen alennetut pysäköintimaksut ovat esimerkki nykyisistä toimenpiteistä, joilla edistetään vähäpäästöisten ajoneuvojen osuuden kasvua.

Voimassa oleva tieliikennelaki mahdollistaa esimerkiksi moottorikäyttöisellä ajoneuvolla ajamisen kieltämisen kokonaan tai antaa mahdollisuuden säädellä kiellon laajuutta perustuen Euro-päästöluokkaan tai ajoneuvon hiilidioksidipäästöihin. Kielto- ja rajoitusmerkkien vaikutukset voidaan myös kohdentaa tiettyihin ajoneuvoluokkiin. Tieliikennelain uudistuksessa (2020) otettiin käyttöön uusi lisäkilpi *H12.13 vähäpäästöinen ajoneuvo*, jonka avulla liikennemerkkien rajoitus voidaan kohdistaa koskemaan tietyn kasvihuonekaasupäästörajan alittavia ajoneuvoja. Päästötiedot on ilmoitettu liikenneasioiden rekisterissä (tieliikennelain 2 §:n 24. kohta). Helsingin kaupungin katuverkolla liikenteenohjauslaitteiden asettamisesta vastaa kaupunki. Kaupungin alueella on myös alueita, kuten virastojen ja sairaaloiden pysäköintialueita ja tieverkon osia, joissa tienpitäjä on muu kuin kaupunki. Tällöin kaupungin tulee tehdä yhteistyötä tienpitäjän kanssa, mikäli kaupunki haluaa toteuttaa liikenteenohjauksen keinoja kaupungin alueella olevalla tieverkolla.

Raskaan kaluston kasvihuonekaasupäästöistä ei ole olemassa yhtä kattavia rekisterejä kuin henkilöautoista. Heinäkuusta 2019 alkaen ajoneuvovalmistajien on tullut ilmoittaa raskaiden ajoneuvoja kasvihuonekaasupäästöt osana tyyppihyväksyntää. Sääntely ei kuitenkaan kata kaikkia ajoneuvoja. Sääntelyn piiriin kuuluvia raskaan kaluston ajoneuvoluokkia on laajennettu ja ollaan edelleen laajentamassa, mutta kattavia tietoja ei vielä nykyisin ole käytettävissä. Esimerkiksi vuodesta 2024 eteenpäin päästöjen laskenta tulee kattamaan N2-luokan ajoneuvoista kuorma-autot, joiden kokonais-



Kuva 3. Lisäkilpi H12.13 vähäpäästöinen ajoneuvo. (Traficom 2022)

massa on 5000–7000 kg. Ensimmäisiä sääntelyyn kuuluneita N-luokan ajoneuvoja olivat yli 16 tonnin kuorma-autot, joita käytetään erityisesti Keski-Euroopassa puoliperävaunujen vetoautoina. Teema on EU-tasolla tärkeä, joten oletettavasti tiedot tulevat seuraavan vuosikymmenen aikana paranemaan. Raskaan kaluston rooli kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä on tunnistettu merkittäväksi kehityskohteeksi, sillä nykyiset EU:n päästövähennystoimet eivät vaikuta riittävästi raskaaseen kalustoon. Ympäristövyöhykkeen vaikutusten näkökulmasta valittu määritelmä vähäpäästöisyydelle ja päästöjen laskentamenetelmät vaikuttavat siihen, mihin ajoneuvoihin rajoitukset kohdistuvat.

Tieliikennelain perusteella asetettuja liikenteen kieltoja ja rajoituksia valvoo poliisi. Valvontaa voidaan toteuttaa myös teknisesti, mikäli poliisilla on siihen tekninen kyvykkyys. Esimerkiksi rekisterikilpien automaattinen tunnistusjärjestelmä on mahdollinen; nopeusvalvonnassa hyödynnetään automaattisia järjestelmiä myös kaupunkien katuverkolla. Poliisi ja kunnat voivat sopia automaattivalvonnasta kunnan alueella. Kunta asettaa valvontapisteet ja poliisi toteuttaa valvonnan. Liikenteenohjauksen ensisijainen tavoite on huolehtia liikenteen turvallisuudesta ja päästöjen vähentämisestä, jota tehostetaan toteuttamalla valvontaa. Valvonnan toteuttamisen laajuuteen liittyvät haasteet eivät ole este toimenpiteiden toteuttamiselle. Kunnallinen pysäköinninvalvonta voi osallistua valvontatyöhön siltä osin kuin liikenteenohjauslaitteilla rajoitukset osoitetaan koskemaan myös pysäköintiä.

Vaikka tieliikennelaki sallii liikenteenohjauksen keinot kaupungin alueella, liittyy toteutukseen myös haasteita. Liikenteen ohjaaminen vaatii liikenteenohjauslaitteiden asettamista ja niiden sijoittamista ohjataan erikseen säännöin ja ohjein. Koska tieliikennelaki ei tunne alueellisia kielto- ja rajoitusmerkkejä (pois lukien pysäköinti- ja nopeusrajoitukset), käytännössä tieliikennelain mukaisia liikenteenohjauslaitteita tulee asettaa vähintään kaikille ympäristövyöhykkeelle johtaville teille ja kaduille, periaatteessa myös alueen sisälle jokaiselle katuosuudelle.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävän ympäristövyöhykkeen asettamiseen voi myös liittyä vaatimuksia niin muualta kansallisesta kuin Euroopan unionin lainsäädännöstä. Tieliikennelaki ei ota kantaa siihen, miten laajasti ajoneuvoliikennettä tulee sallia tai sitä voidaan rajoittaa. Useimmissa paikoissa esimerkiksi joukkoliikenne, kävely ja pyöräily mahdollistava liikkumisen, jolloin subjektiivinen oikeus liikkua toteutuu muilla kulkuvälineillä kuin esimerkiksi autolla. Myös elinkeinovapaus ja EU:n sisäinen tavaroiden vapaan liikkuvuus tulee huomioida tieliikennelain mukaisia rajoituskeinoja toteutettaessa. Menettelyn tulee olla tasapuolista, mutta varsinaista estettä liikenteen rajoittamiselle tieliikennelain suomien liikenteenohjauslaitteiden avulla ei ole. Elinkeinovapauden ja liikenteen rajoituskeinojen puntaroiminen vaatii vaikutusten arviointia ennen toimenpiteisiin ryhtymistä. Mitä laajempi rajoitusalue on, sitä suuremmat myös sen vaikutukset ovat.

2.1.2 Puhtaiden ajoneuvojen laki

Puhtaiden ajoneuvojen lain (740/2021) mukaan liikenteen päästövähennyksiä pyritään edistämään asettamalla minimivaatimukset nolla- ja vähäpäästöisten ajoneuvojen osuudella kuntien ja kaupunkien autojen ja kuljetuspalveluiden hankinnoissa. Laki täyttää Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2019/1161 vaatimukset ja se tuli voimaan 2.8.2021 ja se kattaa kaksi hankintajaksoa: 2.8.2021–31.12.2025 ja 1.1.2026–31.12.2030. Laki koskee kaikkia julkisia hankintayksiköitä, kun hankintojen arvo ylittää EU:n hankintadirektiivien mukaiset kynnsarvot.

Puhtaan ajoneuvon määritelmä vaihtelee hankintajakson mukaan. Ensimmäisellä hankintajaksoilla ajoneuvon CO₂-päästöt saavat M1-, M2- ja N1-luokkiin kuuluvilla henkilö- ja pakettiautoilla sekä kevyillä linja-autoilla olla korkeintaan WLTP-tavalla mitattuna 50 g/km ja RDE-mittauksen¹ mukaan korkeintaan 80 % sallitusta määrästä. Käyttövoimaksi sallitaan nollapäästöisten sähkö- ja vetyautojen lisäksi vähäpäästöiset polttomoottoriajoneuvot eli käytännössä lataushybridit (PHEV). Toisella

¹ RDE = Real Driving Emissions, eli liikenteessä ajamalla tehdyt käytännön olosuhteiden päästöt. RDE-testien raja-arvot koskevat aluksi vain NO_x- ja pienhiukkaspäästöjä. (Autoalan Tiedotuskeskus 2022a)

hankintajaksolla ainoastaan aidosti nollapäästöiset ajoneuvot (hiilidioksidipäästöt 0 g/ajon.km) ovat sallittuja.

N2-, N3-, ja M3-luokan kuorma- ja linja-autoista vähäpäästöisiksi lasketaan käyttövoimanaan uusiutuvaa dieseliä, maakaasua, biokaasua, vetyä ja sähköä käyttävät ajoneuvot. Linja-autojen hankinnoissa M2-luokan ajoneuvoihin sovelletaan linja-autojen M3-luokan mukaisia vaatimuksia. Uusi laki ei aseta vaatimuksia kaikkien hankittujen autojen tai kuljetuspalveluiden pakokaasu- ja hiilidioksidipäästöille, mutta Suomen kuntaliitto suosittelee ympäristövaatimusten, kuten Euro-päästöluokkavaatimusten asettamista hankinnoille, mikä edistää markkinoilla olevan kaluston uudistamista.

Puhtaiden ajoneuvojen vaatimuksia ei tarvitse täyttää jokaisessa hankinnassa, vaan hankintajaksoiden sisällä tulee varmistua vaatimusten täyttymisestä. Yleisvelvoitteet on esitetty taulukossa 3. Kunnille ja kaupungeille on kuitenkin asetettu tiukemmat vaatimukset hankinnoille. Kaupunkien hankkimista ajoneuvoista ja kuljetuspalveluista puhtaiden henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen osuus ensimmäisellä hankintajaksolla tulee olla 50 % ja kuorma-autojen 15 %.

Taulukko 3. Puhtaiden ajoneuvojen hankintajaksoiden yleisvelvoitteet.

Ajoneuvo	Ensimmäinen hankintajakso (2.8.2021 alkaen)	Toinen hankintajakso (1.1.2026 alkaen)
Henkilö- ja kevyet hyötyajoneuvot (M1, M2 ² , N1)	38,5 %	38,5 %
Kuorma-autot (N2 ja N3)	9 %	15 %
Linja-autot (M3, alaluokat I ja A) ³	41 %	59 %

2.1.3 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) säätelee ilmansaasteiden hallintaa ja ilmansuojelusuunnitelmia. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017) täydentää ympäristönsuojelulakia. Lain ja asetuksen termi *päästö* kattaa vain ilmansaasteet kuten häkä ja typen oksidit. Hiilidioksidipäästöt eivät kuulu ympäristönsuojelulain piiriin. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017) mainitsee ympäristövyöhykkeet yhtenä keinona, jota voidaan käyttää osana paikallisia tai alueellisia liikennesuunnittelun tai liikenteen ohjauksen keinoja toteuttaa ilmansuojelusuunnitelmaa, mutta tavoitteet kytkeytyvät ilmanlaatuun vaikuttavien päästöjen hallintaa. Nollapäästöinen vyöhyke vähentää hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muita päästöjä, joten se tukee ilmansuojelun tavoitteita, vaikka laki varsinaisesti kata hiilidioksidipäästöjä.

2.1.4 Hallituksen esitys ruuhkamaksuista

Useimmissa Euroopan maissa on käytössä tie- tai ruuhkamaksuja, joiden avulla säännellään liikenteen määrää kaupunkiseuduilla. Ruuhkamaksuja on käytössä esimerkiksi Tukholmassa, Oslolla, Lontoossa, Pariisissa ja Milanossa. Marinin hallitus valmisteli ruuhkamaksujen puitelakia ja siitä tehtiin hallituksen esitys vuonna 2022. Lakiesityksessä ruuhkamaksuja keräisi valtio, sillä niillä

² M2-luokan ajoneuvoihin sovelletaan M3-luokan vaatimuksia, kun hankinta koskee joukkoliikennepalveluiden suorittamista (CPV 60112000-6).

³ Prosenttiosuuksiin liittyy myös organisaatiokohtaisia sähköbussivaatimuksia. HSL:n sähköbussien tavoiteosuudet ovat 35 % (2.8.2021–31.12.2025) ja 60 % (1.1.2026–31.12.2030)

olisi kuntarajat ylittäviä vaikutuksia ja ne olisivat luonteeltaan veroja. Valtioneuvosto tiedotti kuitenkin marraskuussa 2022, että ruuhkamaksuja koskevaa puitelakia ei edistetä nykyisen hallituksen toimesta.

Ruuhkamaksut ovat tehokas keino säädellä liikenteen määrää kaupunkiseuduilla. Liikennesuorituksen vähentyessä myös päästöt vähenevät. Dynaamisesti määrittyville maksuilla voidaan optimoida tie- ja katuverkon välityskykyä ja vähentää liikenteen ruuhkautumista. Ruuhkamaksuja pidetään myös poissulkevia ympäristö- ja päästövyöhykkeitä sosiaalisilta vaikutuksiltaan lievempinä vaihtoehtoina, koska ne eivät kategorisesti sulje tiettyjä ajoneuvoja ja niiden käyttäjiä pois alueelta, vaikka ne nostavatkin liikkumiskustannuksia. Sekä ruuhkamaksujen että ympäristövyöhykkeiden käyttöönoton yhteydessä on tärkeää tukea kestäviä kulkumuotoja investoimalla joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn olosuhteiden kehittämiseen. (Roth ym. 2021)

2.2 EU-sääntely ja sen muutokset

Euroopan komission tavoitteena on vähentää uusien ajoneuvojen päästöjä 50 prosentilla vuoteen 2023 mennessä ja 100 prosentilla vuoteen 2035 mennessä (vuoden 2021 tasoon nähden). Vuosien 2020 ja 2021 aikana EU-alueella myytyjen uusien autojen hiilidioksidipäästöjen on tullut olla valmistajakohtaisesti alle 95 g/ajon.km. Valmistajat ovat kuitenkin saaneet helpotuksia autojen painon perusteella. Sen lisäksi valmistajille on annettu laskennallisia helpotuksia, mikäli he ovat valmistaneet ajoneuvoja, joiden päästöt ovat alle 50 CO₂-g/ajon.km. Tavoitteena on myös luoda kannustinjärjestelmä edullisten nolla- ja vähäpäästöisten autojen kehittämiseksi. (Euroopan parlamentti 2022, Euroopan unionin neuvosto 2022)

Tarkoituksena on myös uudistaa vuoden 2024 loppuun mennessä autojen polttoainekulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen ilmoittamista. Menetelmän avulla uusien henkilöauto- ja pakettiautojen elinkaaren aikaiset päästöt voidaan laskea systemaattisesti. (Euroopan parlamentti 2022, Euroopan unionin neuvosto 2022) Nykyisin myytävien plug-in-hybridiajoneuvojen polttoainekulutus ja päästöjen ilmoitetut arvot ovat huomattavasti matalammat kuin todellinen toteutuma. (Plötz ym. 2022)

Euroopan komissio esitteli lokakuussa 2022 ehdotuksen uudeksi Euro 7 -päästöluokaksi, joka olisi yhteinen sekä henkilöautoille, kevyille hyötyajoneuvoille että raskaalle kalustolle. Aikaisemmin Euro-luokat, kuten esim. henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen Euro 6 ja raskaan kaluston Euro VI, eivät olleet vaatimuksiltaan yhtenäisiä. Ehdotettu Euro 7 -päästöluokka koskee osittain myös vähäpäästöisiä ajoneuvoja ja se sisältää useita muutoksia aikaisempiin päästöluokkiin verrattuna. (Euroopan komissio 2022a, Euroopan komissio 2022b):

- Päästöjen mittaustapa muuttuu vastaamaan paremmin todellisuutta. Päästömittaukset tehtäisiin esimerkiksi jopa 45 asteen lämpötilassa ja lyhyitä työmatkoja simuloimalla.
- Ilmansaasteiden rajoja tiukennetaan entisestään. Esimerkiksi raskaan kaluston N₂O-päästöt kuuluisivat sääntelyyn ja ilmansaasteiden päästörajoitukset koskevat kaikkia ajoneuvoja käyttövoimasta riippumatta
- Myös jarruista ja renkaista lähtöisin olevat päästöt otetaan Euro 7 -luokituksessa huomioon ja ne koskevat kaikkia ajoneuvoja, myös sähköautoja.
- Henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen tulee täyttää vaatimukset 200 000 kilometrin ja 10 vuoden ajan, mikä kaksinkertaistaa Euro 6 -luokan vaatimuksen. Myös raskaan kaluston vaatimuksia tiukennetaan.
- Sähköautojen hankinnan esteitä vähennetään asettamalla vaatimukset akkujen kestolle, mikä vähentää myös akkukemikaalien kulutusta.

- Euro 7 -luokitus hyödyntäisi myös digitaalisuutta päästövaatimusten täyttymisestä ja estämään päästömittausten manipuloinnin asettamalla vaatimuksia autoissa käytettäville sensoreille valvonnan toteuttamiseksi.

Euro 7 -päästöluokka ei yksinään tähtää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, mutta tukee liikenteen ympäristövaikutusten minimoinnin toteutumista yhdessä autovalmistajille suunnattujen päästörajojen kanssa. Euro 7 -päästöluokan vaikutusten arvioinnissa todetaan, että toteutustavasta tai -laajuudesta riippuen uusi päästöluokka voi pitää ennallaan kaupunkien halukkuuden luoda nollapäästövyöhykkeitä, koska lievimmät toteutusvaihtoehdot eivät alenna merkittävästi polttomoottoreiden päästöjä suhteessa Euro 6/VI -luokkaan. Mikäli Euro 7 -päästöluokka toteutuu tiukoilla vaatimuksilla, tarve kategorisille polttomoottorikelloille voi vähentyä. (Ntziachristos ym. 2022)

3 Katsaus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttaviin ympäristövyöhykkeisiin

3.1 Ympäristövyöhykkeiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin Pohjoismaissa

3.1.1 Raskaan liikenteen ympäristövyöhykkeet

Pohjoismaissa on käytössä useita raskaan liikenteen ympäristövyöhykkeitä. Niiden käyttöönoton taustalla ovat pääasiassa olleet tavoitteet vähentää liikennemääriä (esim. ruuhkamaksut) tai parantaa ilmanlaatua. Merkittäviä vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin niiden avulla ei ole tavoiteltu eikä saavutettu. Norjassa tehdyn tutkimuksen mukaan raskaan liikenteen vähäpäästöisen vyöhykkeen (LEZ) myötä liikenteen kasvihuonekaasupäästöt voisivat laskea noin 2 %. Toisaalta tutkimusten mukaan ajoneuvoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt voivat jopa kasvaa ympäristövyöhykkeiden vuoksi, koska ne kannustavat korvaamaan dieselajoneuvoja bensiini-ajoneuvoilla. Göteborgissa vähäpäästöisten ympäristövyöhykkeiden on todettu edistäneen kaluston uusimista paikallisten toimijoiden keskuudessa. (Roth ym. 2021)

Raskaan liikenteen nollapäästövyöhykkeiden vaikutuksia on tutkittu Pohjoismaissa vain vähän. Oslolla suunnitellaan raskaan liikenteen nollapäästövyöhykettä, sillä raskas liikenne aiheuttaa 23 % liikenteen päästöistä kaupungissa. Oslolla rekisteröidyistä uusista raskaan liikenteen ajoneuvoista 30 % on jo nyt sähköllä tai biokaasulla toimivia. Raskaan liikenteen nollapäästövyöhykkeen arvioidaan vähentävän kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 17 000 tonnia ja ilmastovaatimusten noin 2 000 tonnia vuodessa. Toimenpideohjelman kuuluvat tiemaksut, ilmastovaatimukset hankinnoissa, yhteistyö yritysten kanssa, latauspisteiden saatavuuden kehittäminen ja rahoitus sekä mahdollisesti nollapäästöisten raskaan liikenteen ajoneuvojen sallimisen bussikaistoilla. (KlimaOslo 2022)

Kööpenhaminassa pilotoidaan 2023 alkaen raskaan liikenteen nollapäästövyöhykettä, joka koski aluksi kevyitä hyötyajoneuvoja (pakettiautoja) ja raskasta liikennettä vuodesta 2025 alkaen. Nollapäästövyöhyke kattaa merkittävän alueen keskustasta ja ainoastaan sähkö- ja vetyajoneuvojen käyttö on sallittu. Nykyisen ympäristövyöhykkeen päästökriteeri on sidottu pakettiautojen rekisteröintipäivään ja kriteerit vaihtelevat ajoneuvotyypeittäin. (Urban Access Regulations in Europe 2022b)

3.1.2 Henkilöautoliikenteen ympäristövyöhykkeet

Kööpenhaminassa pilotoidaan vuoden 2023 aikana kolmea erityyppistä nollapäästövyöhykettä. Niistä yksi kattaa Kööpenhaminan historiallisen keskustan ja koskee myös henkilöautoja. Toinen, vielä julkaisematon, alue kattaa useita päiväkoteja ja koskee myös henkilöautoja. Kolmas nollapäästövyöhyke on edellä kuvattu jakeluliikenteen nollapäästövyöhyke. Tanskan lainsäädäntöön on esitetty muutosta, joka sallisi kuntien ja kaupunkien määrittelemät nollapäästövyöhykkeet, sillä se ei ole aikaisemmin ollut lainsäädännöllisesti mahdollista. Lakiehdotuksen mukaan nollapäästövyöhykkeiden asettaminen olisi mahdollista heinäkuusta 2024 alkaen. Nollapäästövyöhykkeellä

sallittaisiin lataushybridit (PHEV) joulukuuhun 2025 saakka. Kuntien tulisi ilmoittaa nollapäästövyöhykkeen käyttöönotosta tai laajentamisesta puoli vuotta etukäteen. Kööpenhamina on jo 2019 linjannut nollapäästövyöhykkeiden käyttöönotosta. (Wappelhorst & Cui 2022)

Henkilöautoliikenteeseen kohdistuva vähäpäästöisiä vyöhykkeitä (LEZ) on käytössä vain yksi, Tukholman Hornsgatan, jossa on vuodesta 2020 alkaen vaadittu vähintään Euro 5 mukaista ajoneuvoa ja heinäkuusta 2022 alkaen Euro 6 -luokituksen mukaista bensiini- tai dieselajoneuvoa. Muut Ruotsin LEZit koskevat vain ammattiliikennettä ja joukkoliikennettä. Tutkimustietoa ympäristövyöhykkeiden kasvihuonekaasupäästövähenneistä ei juurikaan ole.

Arvioiden mukaan Euro-päästöluokkapohjaiset vähäpäästöiset alueet voivat jopa lisätä liikenteen päästöjä, mikäli uusien autojen myynti vähentyy ja ajoneuvokannan uusiutuminen hidastuu tai dieselajoneuvoja korvataan bensiinijoneuvoilla. Ympäristövyöhykkeiden sisällä kaikkia henkilöautoja koskevat päästörajoitukset voisivat paikallisesti laskea esim. Göteborgissa CO₂-päästöjä 3–12 %, mutta seudullisessa mittakaavassa muutokset olisivat merkittävästi vähäisemmät, koska liikenne reitittyy uudelleen, eikä vain poistu. Norjalaisen tutkimuksen mukaan toteutustavasta riippuen LEZ voisi vähentää CO₂-päästöjä 3–4 %. (Roth ym. 2021)

Göteborgissa tutkittiin vuonna 2004 hypoteettista tilannetta, jossa 15–20 vuotta vanhojen henkilöautojen käyttö olisi kielletty typpipäästöjen vähentämiseksi. Rajaamalla vaikutusalueita minimoitiin vaikutusten kohdentuminen liikenneköyhille asuinalueille ja niiltä tehtyihin matkoihin. Vaikutukset olisivat kuitenkin merkittäviä niille, joiden täytyy käyttää autoa keskustaan matkustamiseen. Tuoreemmassa tutkimuksessa todetaan, että ympäristövyöhykkeiden vaikutuksia matkustamiseen ja auton omistamiseen on vaikea arvioida. Viestinnällä ja ennakoitavuudella voidaan vähentää negatiivisia vaikutuksia. (Roth ym. 2021)

Pohjoismaisten tutkimusten mukaan maksupohjaiset päästötoimenpiteet ovat sosiaalisilta vaikutuksiltaan suotuisampia, sillä ne eivät nollapäästövyöhykkeiden tavoin vaadi välitöntä ajoneuvon uusi-
mista, mikäli liikkuminen ympäristövyöhykkeellä on välttämätöntä. Tällöin esimerkiksi pienituloisilla on mahdollisuus henkilöauton käyttöön, vaikkakin kustannukset kasvavat. Se on kuitenkin ehdotonta kieltoa lievempi toimenpide. (Roth ym. 2021, Eliasson 2016) Tukholmassa ruuhkamaksujen käyttöönoton yhteydessä vähäpäästöiset ajoneuvot vapautettiin niistä, mikä lisäsi vähäpäästöisten ajoneuvojen myyntiä merkittävästi. Suurin osa vähäpäästöisistä ajoneuvoista käyttää polttoaineena E85/bensiiniä. Vähäpäästöisten ajoneuvojen yleistyessä vauhdilla ruuhkamaksujen liikenteelliset vaikutukset vähenivät nopeasti. Ruuhkamaksujen alentaminen raskaan liikenteen ajoneuvoille voi kuitenkin olla tehokas toimenpide, koska niiden käyttö ei reagoi yhtä herkästi ruuhkamaksuihin, mikä voi kiihdyttää siirtymistä vähäpäästöisiin ajoneuvoihin. (Roth ym. 2021)

Vuonna 2021 julkaistun selvityksen mukaan nollapäästöiset vyöhykkeet eivät ole lainsäädännöllisesti mahdollisia Tanskassa, Norjassa tai Islannissa. Ruotsissa lainsäädäntö on sallivampi, mutta nollapäästövyöhykkeitä ei ole vielä toteutettu missään kaupungissa. Norjassa on käytössä erilaisia tietulleja ja/tai ruuhkamaksuja, joiden suuruuteen vaikuttaa ajoneuvojen päästöluokka. Ruotsia lukuun ottamatta Pohjoismaiset pääkaupungit ja osa Norjan muista kaupungeista ovat alentaneet nollapäästöisten ajoneuvojen pysäköintimaksuja. Oslossa ja Kööpenhaminassa (osittain) vaaditaan takseilta nollapäästöisyyttä. (Roth ym. 2021) Oslossa on toteutettu myös muita henkilöajoneuvoliikenteeseen vaikuttavia toimenpiteitä, kuten vuosittain laajennettavia katujen sulkemisia kesäisin ja kadunvarsipysäköinnin rajoittamista, joiden avulla pyritään vähentämään määrätietoisesti ajoneuvosuoritetta keskusta-alueilla. Liikenne- ja kaupunkisuunnittelun toimenpiteiden, maksupohjaisten ratkaisujen ja nollapäästövyöhykkeiden lisäksi ympäristövyöhykkeen toimenpiteet kasvihuonekaasupäästöjen alentamiseksi voivat sisältää nollapäästöisten ajoneuvojen pysäköinnin hinnanalennukset, latausinfraan kattavuuden edistämisen sekä muut liikenteenohjauksen keinot, kuten bussikaistojen käytön sallimisen nollapäästöisille ajoneuvoille.

3.2 Ympäristövyöhykkeiden päästövähennykset ja kehityssuunnat Euroopassa

3.2.1 Vähäpäästöisten vyöhykkeiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

Pohjoismaiden lisäksi muualla Euroopassa ympäristövyöhykkeiden ensisijaisia tavoitteita ovat olleet terveydelle haitallisten ilmansaasteiden vähentäminen ja liikennemäärien hillitseminen kaupunkiseuduilla (esimerkiksi yhdessä ruuhkamaksujen tai tietullien kanssa). Joissakin tapauksissa kasvihuonekaasupäästöt ovat voineet jopa kasvaa, kun dieselkalustoa on korvattu bensiniajoneuvoilla. Vaikutusten tutkiminen on pääasiassa keskittynyt ilmanlaatuun ja sitä heikentäviin päästöihin, ruuhkautumiseen ja liikenteen uudelleenreitittymiseen. Seuraavassa on koostettu kirjallisuudesta löytyneitä tutkimuksiin perustuvia arvioita kasvihuonekaasupäästövähennyksistä.

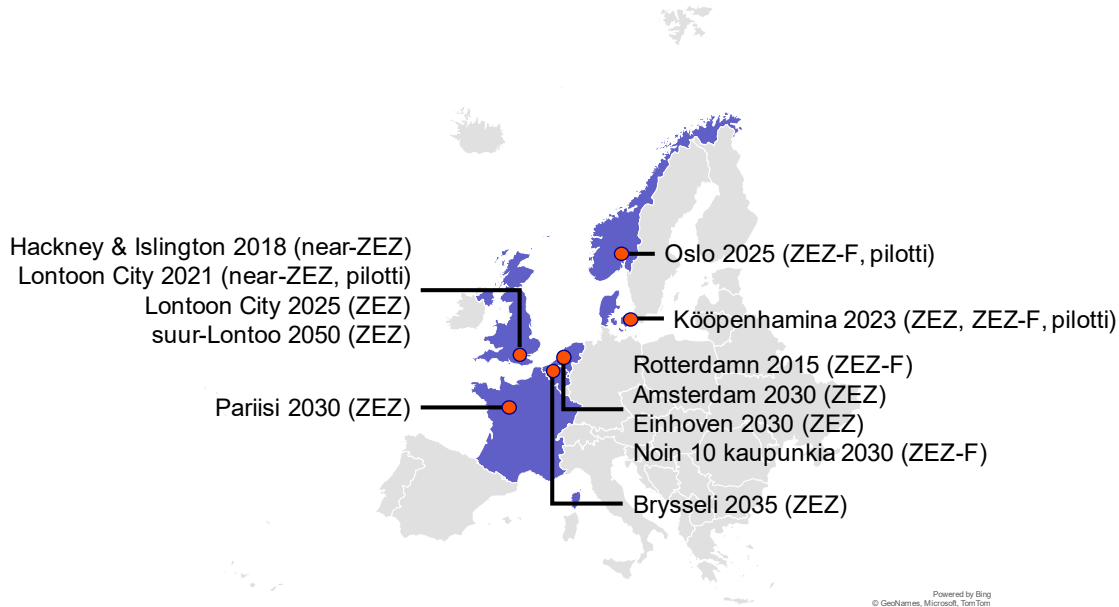
Milanon ympäristövyöhyke Area-C, joka on Euro-päästöluokkiin pohjautuva ruuhkamaksuvyöhyke, laskee liikenteen suoritetta merkittävästi vuosien 2012 ja 2018 välillä. Ympäristövyöhykkeellä liikennöinti on kielletty Euro 4 -luokkaa heikommilla ajoneuvoilla ja raskaan liikenteen pääsy alueelle on rajoitettu tiettyjen kellonaikojen ulkopuolelle. Liikennemäärät ja kasvihuonekaasupäästöt laskivat lähes 40 %. (Ku ym. 2020)

Lontoossa on käytössä vähäpäästöinen vyöhyke (LEZ) ja erittäin vähäpäästöinen vyöhyke (ULEZ), joiden vaikutuksia ilmansaasteisiin ja kasvihuonekaasupäästöihin on tutkittu. Ajoneuvokanta on uusiutunut melko nopeasti ympäristövyöhykkeiden ja niitä edeltäneen päästömaksun myötä: vuonna 2017 vain 39 % alueella liikkuvista ajoneuvoista oli vaatimusten mukaisia, vuonna 2019 jo 77 %. Vuonna 2021 Transport for Londonin (TfL) bussiliikenteestä 100 % oli vaatimusten mukaisia ja kaikkiaan raskaan liikenteen ajoneuvoista 95,5 % täytti alueen Euro 4 -vaatimukset (LEZ, joka kattaa kehäteiden sisäpuolisen alueen). Ilman vähäpäästöistä vyöhykettä vain 80 % ajoneuvoista täyttäisi Euro 4 -päästöluokan. Syyskuusta 2021 eteenpäin kaikki Lontooseen hankittava bussit ovat nollapäästöisiä sähkö- tai vetybusseja. Koska päästövyöhyke koskee kaikkea Lontoon alueelle saapuvaa raskasta liikennettä, sillä on vaikutuksia päästöihin myös kansallisella tasolla. Kadunvarsien typpioksidipäästöt laskivat ULEZin myötä 29 % eikä aluetta ympäröivällä tie- ja katuverkolla havaittu kasvua typpioksidin määrissä. ULEZ vaikutti myös ajoneuvosuoritteeseen, joka laskee Lontoon keskustan alueella touko-syyskuussa 2019 noin 3–9 % verrattuna vuoteen 2018. Myös kasvihuonekaasupäästöt vähenivät 4 % (noin 10 kilotonnia) kuudessa kuukaudessa rajoitusalueella. Vuoden 2016 tasoihin nähden vähenemistä odotettiin syntyvän noin 13%. (Mayor of London 2021)

Rotterdamissa on tutkittu ydinkeskustan kattavan logistiikkaa koskevan nollapäästövyöhykkeen vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin. Ydinkeskustan reunamille oletetaan muodostuvan jakeluhubeja, johon nollapäästöalueen toimitukset tuodaan eteenpäin jaettavaksi nollapäästöisillä ajoneuvoilla. Rotterdamin alueella satamaliikenne aiheuttaa merkittävän osan liikenteen päästöistä eikä kaupunkilogistiikan rajoitus vaikuta kaukokuljetusten reitteihin. Tutkimuksen mukaan nollapäästövyöhykkeellä liikenteen päästöt vähenisivät 91 % ja koko Rotterdamin alueella vaikutus olisi 8 %. Osa liikenteestä reitittyy nollapäästöisen vyöhykkeen ulkopuolella uudelleen ja ajoneuvosuorite nollapäästövyöhykkeen ulkopuolella kasvaisi 0,25 %. Kehitys olisi tavoitteisiin nähden myönteistä ja auttaisi kaupunkia saavuttamaan nollapäästöavoitteet, vaikka seudullisessa mitta-kaavassa päästövähennykset ovatkin marginaalisia. Vaikutukset ovat myös hyvin riippuvaisia lähtöoletuksista. (de Bok ym. 2021)

3.2.2 Ympäristövyöhykkeiden kehityssuunnat Euroopassa

Monissa eurooppalaisissa kaupungeissa suunnitellaan ympäristövyöhykkeiden hyödyntämistä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä lähivuosina. Useiden vyöhykkeiden vaatimuksia on kiristetty ja monilla kaupunkiseuduilla varaudutaan nollapäästöisten ympäristövyöhykkeiden käyttöön. Kuvaan 4 on koostettu eri lähteistä löydettyjä nollapäästövyöhyketoteutuksia.

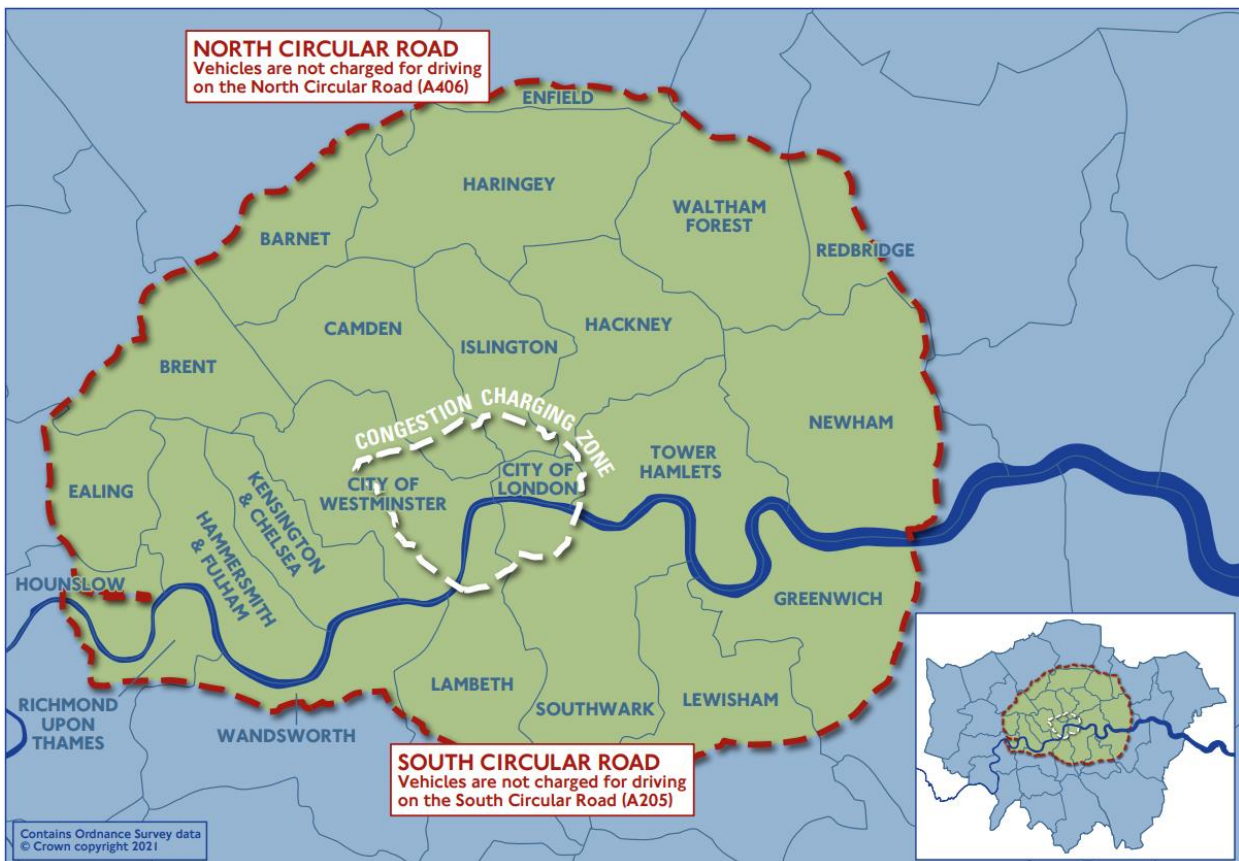


Kuva 4. Yhteenveto viime aikoina toteutetuista nollapäästövyöhykkeistä sekä suunnitelluista tulevista nollapäästövyöhykeratkaisuista Euroopassa. ZEZ tarkoittaa nollapäästövyöhykettä, ZEZ-F vain rahtiliikennettä koskevaa nollapäästövyöhykettä ja near-ZEZ nollapäästövyöhykettä, jonka alueella esim. plug-in-hybridiajoneuvot tai vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävät ajoneuvot ovat sallittuja. Muokattu lähteestä Wappelhorst & Cui (2022) ja täydennetty kirjallisuuskatsauksen tiedoilla.

Pariisin ympäristövyöhykkeen vaatimuksia on kiristetty kesäkuussa 2021. Autoilta vaaditaan päästöluokkaa 3, mikä tarkoittaa raskaan kaluston dieselajoneuvoilla Euro VI -luokkaa sekä kaasuja bensiini ajoneuvoilta Euro III -luokkaa. Dieselkäyttöisiltä henkilöautoilta ja kevyiltä hyötyajoneuvoilta vaaditaan Euro 4 -luokkaa, bensiini- ja kaasukäyttöisiltä autoilta ja moottoripyöriltä Euro 2 -luokkaa. 2023 alkaen raskaan kaluston tulee täyttää Euro VI -luokka (diesel) tai Euro V -luokka (benssiini tai kaasu). Dieselä käyttävien henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen päästöluokan tulee olla Euro 5 (diesel) tai Euro 4 (benssiini tai kaasu). Moottoripyöriltä vaaditaan Euro 3 -luokkaa. Pariisissa ollaan ottamassa käyttöön laajaa nollapäästövyöhykettä 2030 alkaen, joka koskee laajasti Pariisin seutua. Sekä bensiini- että dieselautojen käyttö kielletään ja alueella sallitaan vain sähkö- ja vetäutot. Sekä nykyinen ympäristövyöhyke että nollapäästövyöhyke ovat voimassa klo 08–20. (Urban Access Regulations in Europe 2022b)

Brysselissä vähäpäästöistä vyöhykettä tullaan kiristämään vuonna 2030 kieltämällä dieselajoneuvojen käyttö sen alueella. Vuonna 2035 alueen kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään kieltämällä bensiiniajoneuvojen käyttö. Kaikkein saastuttavimmat ajoneuvot ovat olleet 2018 alkaen kiellettyjä ja ympäristövyöhykkeen rajoituksia on kiristetty jatkuvasti. Laskelmien mukaan toimenpiteillä saavutetaan 75 % vähenemä liikenteen suorissa kasvihuonekaasu-päästöissä vuoteen 2030 mennessä, vaikka vuonna 2020 päästöjen määrä kasvoi dieselautojen kieltojen myötä, kun bensiiniautojen määrä kasvoi. Brysselissä nollapäästöisen vyöhykkeen ei odoteta vaikuttavan kulkumuoto-osuuksiin ja sosiaalisten vaikutusten odotetaan olevan rajallisia. Vaikutusten on arvioitu kohdistuvan lähinnä mikro- ja pienyrityksiin. (Bruxelles Environment 2022)

Lontoossa on jo käytössä erittäin vähäpäästöinen vyöhyke (ULEZ), jota ollaan laajentamassa elokuussa 2023 kattamaan kaikki Lontoon kaupunginosiin (englanniksi borough). Lontoon keskustan on tarkoitus muuttua nollapäästövyöhykkeeksi vuoteen 2025 mennessä ja aluetta laajennetaan suunnitelmien mukaan 2040 mennessä. Koko suur-Lontoon aluetta tavoitellaan nollapäästövyöhykkeeksi 2050 mennessä. Jo nyt kaksi kaupunkipiiriä (Islington ja Hackney) ovat muodostaneet nollapäästövyöhykkeet, jotka tosin kattavat vain muutamia katuja. (Transport Decarbonisation Alliance, C40 & POLIS 2020, Mayor of London 2018) Lontoon vyöhykkeiden laajuus on esitetty kuvassa 5. Ruuhkamaksualue (congestion charging zone) kattaa ydinkeskustan.



Kuva 5. Lontoon ULEZ-alueen laajennuksen jälkeen ja ydinkeskustan ruuhkamaksualue, joka vastanee laajuudeltaan tulevaa nollapäästövyöhykettä. (Kuvan lähde: Transport for London 2022)

Amsterdammassa vähäpäästöinen vyöhyke koskee nykyisellään nykyisin dieselajoneuvoja. Bussien on vuoden 2022 alusta alkaen ollut oltava Euro VI -luokan vaatimuksen täyttävä. Henkilö-, matkailu ja pakettiautoja koskee Euro 4 -vaatimus. Vuodesta 2025 alkaen mopojen, raskaan liikenteen ajoneuvojen, taksien, joukkoliikenteen ajoneuvojen, bussien sekä laivojen ja lauttojen tulee olla nollapäästöisiä, mikäli niitä käytetään A10 kehätien sisäpuolella. Vuodesta 2030 eteenpäin diesel- ja bensiinautot ovat kiellettyjä kaikilla taajama-alueilla Amsterdammassa. (Urban Access Regulations in Europe 2022d) Rajoitukset on esitetty kuvassa 6.

Brysselissä mikro- ja pienyrityksiä tuetaan vähäpäästöisten kevyiden hyötyajoneuvojen hankintaa rahallisesti korvauksin korvaamaan vanhempaa kalustoa. Lisäksi tavarapyörien hankintaa tuetaan rahallisesti. Myös yksityishenkilöt, jotka luopuvat autoistaan, ovat oikeutettuja hakemaan taloudellista tukea *liikkumisbudjetista*. (Bruxelles Environment 2022)

City of Amsterdam

Amsterdam emission-free Traffic zones



Kuva 6. Amsterdamin nollapäästöisten vyöhykkeiden käyttöönoton vaiheistus. (Amsterdamin kaupunki 2019)

Raskaan liikenteen nollapäästövyöhykkeitä ollaan ottamassa käyttöön useissa Euroopan kaupungeissa. Rotterdamissa on tarkoitus ottaa vuonna 2024 käyttöön raskaan liikenteen nollapäästövyöhyke. Yli 600 eri tahoa on sitoutunut jo aiemmin paikalliseen Green Deal -sopimukseen ilmanlaadun parantamiseksi ja toimintaa ollaan laajentamassa nollapäästövyöhykkeeksi. Alankomaissa ollaan vuoteen 2025 mennessä ottamassa käyttöön yhtenäiset raskaan liikenteen nollapäästövyöhykkeet vuoteen 30–40 suurimmassa kaupungissa. Sen mukaan kaikkien uusien jakeluajoneuvojen tulee olla nollapäästöisiä ja nykyiset fossiilisia polttoaineita käyttävät ajoneuvot tulee poistaa käytöstä siirtymäajan mukaisesti. Pakettiautojen kohdalla takaraja on 2027 ja kuorma-autoilla 2029, mutta vanhempien ajoneuvojen Euro 5 -luokan ajoneuvojen kohdalla takarajat ovat jo aikaisemmin. Valtio tukee verohelpoituksilla ja suorilla tuilla 2021–2025 nollapäästöisten

ajoneuvojen hankintaa. Vaikka lähes 40 kaupunkia selvittää logistiikan nollapäästövyöhykkeiden käyttöönottoa, vain muutama on sitoutunut niiden toteuttamiseen lähitulevaisuudessa. Noin 10 kaupungin odotetaan ottavan ne käyttöön lähitulevaisuudessa. (Transport Decarbonisation Alliance, C40 & POLIS 2020)

3.3 Suositukset ilmastopäästöihin vaikuttavien ympäristövyöhykkeiden käyttöönotolle

3.3.1 Nollapäästövyöhykkeet

Ympäristövyöhykkeet ovat keskittyneet vähentämään ajoneuvosuoritetta sekä edistämään ajoneuvokaluston uusiutumista, minkä avulla kaupunkien ilmanlaatua on saatu parannettua. Seuraava kehitysaskel ympäristövyöhykkeiden käytössä on kasvihuonekaasupäästöjen pienentäminen. Nollapäästövyöhykkeet ovat tehokkain ympäristövyöhykkeen tyyppi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Niiden käyttöönottoon liittyy merkittäviä liikenteellisiä, taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia, joten ne soveltuvat vain seuduilla, joilla on kunnianhimoiset päästövähennystavoitteet (Roth ym. 2021)

Nollapäästövyöhykkeiden ei tarvitse välttämättä olla maantieteellisesti laajoja, vaan ne voivat olla autottomien katujen tai alueiden laajennuksia. Toisaalta laajan maantieteellisen nollapäästövyöhykkeen avulla on mahdollista toteuttaa huomattavasti suurempia päästövähennystuloksia. Vaikka vyöhyke olisikin rajattu, se luo kannustimen eri toimijoille, varsinkin jos toimenpide kohdistetaan tiettyyn ajoneuvotyyppiin, kuten ammattiliikenteeseen kaupunkien keskustoissa. Kevyiden hyötyajoneuvojen nollapäästövyöhykettä testattiin Norjassa, mutta se törmäsi lainsäädännöllisiin esteisiin. (Roth ym. 2021)

Nollapäästövyöhykkeiden käyttöönotosta tulee ilmoittaa vuosia etukäteen, jotta kaikilla toimijoilla on riittävästi aikaa reagoida muutoksiin ilman kohtuuttomia vaikutuksia. Ennakoitavuus alentaa toteuttamisesta aiheutuvia kustannuksia ja lisää toimenpiteiden hyväksyttävyyttä. Nollapäästövyöhykkeiden käyttöönotto tulee yhteensovittaa markkinoiden tarjonnan kanssa. Latausinfrastruktuurin ja markkinoilla olevien ajoneuvojen tulee olla saatavilla, jotta toteuttaminen on realistinen vaihtoehto. Mikäli päästövyöhyke koskee vain kaupallista toimintaa, sidosryhmiä ovat esimerkiksi taksirytykset ja -yrittäjät, vuokra-autoja välittävät toimijat ja jakelulogistiikan yritykset. Kaukokuljetuksiin käytettävän kaluston, erityisesti sellaisen, jota käytetään rajat ylittävään liikenteen, rajoittaminen voi olla haastavaa.

Toimenpiteen rajaaminen yksittäiseen ajoneuvoryhmään, kuten kevyisiin hyötyajoneuvoihin ja/tai raskaaseen kalustoon voi helpottaa käyttöönottoa ja alentaa toteuttamiskustannuksia. Pienenkin alueen vaikutukset heijastuvat etäämmälle. Esimerkiksi Göteborgin ruuhkamaksut vähensivät autoliikenteen suoritetta koko alueella, ei ainoastaan toimenpidealueella. Laajojen alueiden muutokset vaativat tiedottamista huomattavasti aikaisemmin kuin pienemmille alueille kohdistuvat toimenpiteet. (Roth ym. 2021)

Etukäteen tapahtuva vaikutusten arviointi on tärkeässä roolissa käyttöönottoa suunniteltaessa. Ensisijaisesti tulee tunnistaa nollapäästövyöhykkeen rinnalle muita toimenpiteitä, joilla pienennetään negatiivisia vaikutuksia tai tuetaan positiivisia vaikutuksia. Vaikka nollapäästöisten ympäristövyöhykkeiden kiertäminen muita reittejä pitkin lisääkin päästöjä, arvioidaan nettovaikutusten olevan positiivisia kasvihuonekaasupäästöjen näkökulmasta. (Roth ym. 2021)

Eurooppalaisten kaupunki- ja seututoimijoiden kestävä liikenteen yhteistyöjärjestö POLISin, Transport Decarbonisation Alliance ja C40-kaupunkien (2020) laatimassa raskaan liikenteen nollapäästövyöhykkeiden (ZEZ-F) oppaassa annetaan useita suosituksia käyttöönottoa varten:

1. sidosryhmäyhteistyö koko logistiikasektorin kanssa

2. kaupungin tavoitteiden selkeyttäminen ja sääntelymahdollisuuksien kartoittaminen
3. kunnianhimoisten, mutta realististen tavoitteiden asettaminen ja aikajänteen suunnittelu
4. toteutusstrategian laatiminen
5. toimenpiteiden pilotointi
6. toimenpiteiden laajamittainen toteuttaminen, seuranta, hienosäätö ja toteutumisen varmistaminen.

Raportin mukaan onnistumisen avaimia ovat eri toimijoiden toimenpiteiden ja sääntelykeinojen yhteensovittaminen, kannustimien laatiminen, latausinfrastruktuurin kehittäminen ja riittävän tietoperustan kerääminen logistiikkajärjestelmästä. Raportin mukaan logistiikan päästövähennystoimenpiteet olisi syytä aloittaa mahdollisimman aikaisin. Vaikka logistiikka muodostaakin vain pienen osan ajoneuvojen määrästä kaupunkiseuduilla, niiden ajoneuvosuorite ja päästöt ovat osuuttaan suuremmat. Nollapäästövyöhykkeiden aktiivinen käyttöönotto myös luo ajoneuvovalmistajille kannustimen lisätä nollapäästöisten raskaiden ajoneuvojen tarjontaa. (Transport Decarbonisation Alliance, C40 & POLIS 2020)

Raskaan liikenteen ja logistiikan nollapäästövyöhykkeiden käyttöönotto vaatii hyvää valmistelua. Tieto logistiikkaketjuista ja reiteistä on yksityisten yritysten hallussa ja latausinfraa kehittävät toiset tahot. Myös Euroopan komissio on esitellyt vuonna 2011 *valkoisessa kirjassa* tavoitetta, jonka mukaan kaupunkien logistiikan tulisi olla nollapäästöistä vuoteen 2030 mennessä (Euroopan komissio 2011).

3.3.2 Muut suositukset

Kuntien ja kaupunkien omien hankintojen nollapäästöisyys on Roth ym. (2019) mukaan suositeltava toimenpide ja niitä tulisi toteuttaa jatkossakin. Esimerkiksi Kööpenhaminan tavoite on, että kaupungin henkilöauto- ja bussikalusto olisi nollapäästöistä vuoteen 2025 mennessä. Sähköisten bussien markkina on jo riittävän laaja, jotta vaatimusten asettaminen on mahdollista. Hankittujen liikkumis- ja kuljetuspalveluiden nollapäästöisyyden vaatimusten toteutumista tulee seurata tarkasti. Hankintojen toteutumista voidaan edistää varaamalla hankinnoille erillinen budjetti, jotta eri toimijoiden ei tarvitse käyttää ydintoimintoihin varattuja varoja liiallisesti uuden kaluston hankintaan.

Nollapäästöisten vyöhykkeiden toteuttamisesta tulee myös tukea muilla keinoilla. Joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn kehittäminen tukevat murroksesta aiheutuvaa kulkumuotosiirtymää. Näiden kulkumuotojen osuutta kaupunkisuunnittelussa tulisi korostaa henkilöautokuljetapaa enemmän. Myös autojen yhteiskäyttöpalveluiden toimintamahdollisuudet tulee varmistaa, jotta kaupunkilaisten käytössä on riittävästi yhteiskäyttöajoneuvoja. Myös sosiaaliset vaikutukset tulee huomioida tukitoimissa.

Nollapäästövyöhykkeiden toteuttamisessa tulisi hyödyntää eri toimijoiden yhteistyötä. Paikallisten toteutustapojen sijaan tulisi laatia kansallisia toteutusohjeita, jotta toiminta on mahdollisimman yhdenmukaista eri sijainneissa. (Roth ym. 2021) Nollapäästövyöhykkeiden laajentaminen edistää niiden vaikuttavuutta, mutta myös negatiivisia vaikutuksia, jolloin esimerkiksi väestön yhdenvertaisuutta tukevat toimenpiteet muuttuvat yhä tärkeämmiksi.

Nollapäästövyöhykkeiden valvontaa voidaan toteuttaa eri tavoin. Ruotsissa on ehdotettu, että poliisin lisäksi pysäköinninvalvojat osallistuisivat vyöhykkeiden noudattamisen valvontaan. (Roth ym 2021) Muissa pohjoismaissa tie- ja ruuhkamaksujen keräämistä ja valvontaa on toteutettu myös rekisterikilpien automaattisilla kamerapohjaisilla tunnistusjärjestelmillä. Käytännössä laajan

nollapäästövyöhykkeen valvonta on luontevinta toteuttaa kamerapohjaisella rekisterikilpien tunnistusjärjestelmällä, joka seuraa valitun alueen sisäänajovyöhykiä.

Nollapäästövyöhykkeet eivät ole ainut tapa liikenteen ohjauksen keinoin vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöihin. Nopeusrajoituksilla ja muilla ajoneuvoliikennettä hillitsevillä toimenpiteillä voidaan vaikuttaa ajoneuvoliikenteen aiheuttamiin päästöihin kategorisesti kieltämättä tiettyjä käyttövoimia. Esimerkiksi autoliikenteen nopeuden rajoittaminen olemaan 30 km/h tiiviillä alueilla kannustaa siirtymään kävelyyn, pyöräilyyn ja joukkoliikenteeseen, sillä niiden suhteellinen kilpailukyky autoon verrattuna paranee. Nopeusrajoituksiin voidaan myös yhdistää muita liikenteen rajoituksia, kuten asettamalla aikaikkunat jakeluliikenteelle. Kuten nollapäästövyöhykkeiden kohdalla, myös muiden toimenpiteiden kohdalla tulee tarkastella kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi vaikutuksia muun muassa saavutettavuuteen.

4 Tarkasteltavat vaihtoehdot ja vaikutusarviointi

4.1 Tarkasteltavien vaihtoehtojen kuvaus ja mallinnuksen taustaoletukset

Tarkasteltavaksi kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavaksi aluerajaukseksi valittiin tässä työssä nykyisen ympäristövyöhykkeen mukainen nollapäästövyöhyke. Aluerajaus on esitetty kuvassa 7. Tarkasteluvuodeksi valittiin 2030.

Vyöhykeratkaisuista nollapäästövyöhykkeitä pidetään tehokkaimpana tapana kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Nykyisen ympäristövyöhykkeen laajuinen nollapäästövyöhyke kattaa melko laajan maantieteellisen alueen ja kohtalaisen osan Helsingin liikennesuoritteesta. Nykyisen ympäristövyöhykkeen alueella on kattava joukko-liikenteen verkosto, mikä mahdollistaa erityisesti henkilöautomatkojen korvaamisen kestäväillä kulkumuodoilla.

Nollapäästövyöhykkeen vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin arvioitiin Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustejärjestelmällä (Helmet) arvioitun vuoden 2030 liikenteen avulla.

Nollapäästövyöhykkeellä ajaminen on mallitarkastelussa sallittu vain nollapäästöisille ajoneuvoille. Vaikutusten arvioimiseksi ajoneuvoliikenteestä tunnistettiin matkat, jotka lähtivät tai saapuivat nollapäästövyöhykkeen alueelle. Nämä matkat oletettiin tehtävän nollapäästöisillä ajoneuvoilla. Matkat, jotka kulkivat nollapäästövyöhykkeen läpi, reititettiin uudelleen siten, etteivät ne kulje vyöhykkeen läpi. Näiden ajoneuvojen päästöjen oletettiin noudattavan ajoneuvojen päästökemityksen yleistä trendiä. Reittimuutosten seurauksena tieverkon ruuhkautuminen muuttuu, mikä vaikutusten arvioinnissa otettiin huomioon. Täten vaikutusten arvioinnissa nollapäästövyöhykkeelle matkansa tehneiden oletetaan hankkivan nollapäästöisen ajoneuvon, mikäli heillä ei ennusteessa vielä sellaista ole. Vaikutusten arvioinnissa ei huomioitu vyöhykkeen mahdollisesti aiheuttamia muutoksia kulkutavan valinnassa tai matkojen suuntautumisessa.

Vaikutusten kohdentamisessa tutkittiin kolmea vaihtoehtoa nollapäästövyöhykkeestä. Vaihtoehdossa yksi (Ve1) nollapäästövaatimus koskee kaikkia ajoneuvoja, jotka liikennöivät alueella. Vaihtoehdossa kaksi (Ve2) tarkasteltiin tilannetta, jossa nollapäästövyöhykkeen sisäpuolella asuvilla asukkailla säilyisi mahdollisuus käyttää myös ei-nollapäästöisiä ajoneuvoja. Vaihtoehdossa kolme (Ve3) rajoitus koskee vain paketti- ja kuorma-autoja.



Kuva 6. Tarkasteltavaksi kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavaksi aluerajaukseksi valittu nykyisen ympäristövyöhykkeen mukainen nollapäästövyöhyke.

Ajoneuvojen, jotka eivät liikennöi ympäristövyöhykkeen sisällä; bussien ja yhdistelmäajoneuvojen päästöjen oletettiin noudattavan BAU-skenaarioiden mukaisia yksikköpäästöjä. HSL:n tilaamalle bussiliikenteelle on olemassa omat sähköistä kalustoa koskevat vaatimukset ja pitkämatkaisen bussiliikenteen ja logistiikan (esimerkiksi satamiin saapuvat yhdistelmäajoneuvot) nollapäästöisen kaluston saatavuuteen liittyy muita ajoneuvoja suurempia epävarmuustekijöitä.

Tarkasteltava nollapäästövyöhyke vastaa useissa muissa Euroopan kaupungeissa suunnitteilla olevia nollapäästövyöhykkeitä laajuudeltaan. Suuruusluokkatarkasteluja ajatellen ja liikennemallin tarkkuustaso huomioiden nykyisen ympäristövyöhykkeen mukainen alue muodostaa realistisena pidettävän aluerajauksen, vaikka aluetta todellisuudessa hienosäädettäisiin, esimerkiksi rajaamalla se koskemaan vain katuverkkoa.

Käytännössä mallitarkastelujen skenaariot vastaavat tilannetta, jossa liikkumisen määränpäättävät eivät muutu ja kaikki aiemmin ympäristövyöhykkeelle saapuneet matkat korvataan nollapäästöisillä ajoneuvoilla. Koska ajoneuvokanta uusiutuu, mallitarkastelussa myös muiden kuin ympäristövyöhykkeellä tehtyjen matkojen päästöt vähenevät. Tarkasteluissa on rajauduttu vain Helsingin alueella syntyviin tieliikenteen päästöihin, vaikka vaikutukset heijastuvat koko seudun tieliikenteeseen. Mallitarkastelujen vertailuvaihtoehto on BAU 2030 -skenaario, jossa ajoneuvoliikenteen kustannukset laskevat vuoden 2018 tasoon verrattuna. Tarkastelut on tuotettu Helmet 4.1 -mallilla. Asukkaita koskeva vapautus on mallinnettu tarkastelemalla matkoja, jotka alkavat aamunhuipputunnilla ympäristövyöhykkeeltä, laajentamalla matkojen määrä aamuhuipun matkojen määräksi ja kertomalla matkat kahdella (meno- ja paluumatka). Arvio on karkea, mutta tarjoaa suuruusluokka-arvion asukkaiden osuudesta. Matkojen uudelleen reitittämisen vertailukelpoisuuden vuoksi myös BAU 2030 -skenaarion mukaiset matkat reititettiin samoilla reititysparametreilla kuin Ve1 ja Ve2. Tämän vuoksi vertailuvaihtoehtona käytettävä BAU 2030 -skenaarion ajoneuvosuorite on noin 1,2 % prosenttia korkeampi kuin esimerkiksi taulukossa 1 esitetyissä mallitarkasteluissa. Valittu mallinnus-skenaario on vain yksi mahdollinen vaihtoehto tarkastella nollapäästövyöhykkeen aiheuttamaa muutosta liikkumiskäyttäytymisessä.

4.2 Tarkasteltavien vaihtoehtojen vaikutusarviointi

4.2.1 Vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

Valitun mallinnustavan takia vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin muodostavat ylärajan päästövähennyksille. Matkojen suuntautumisen muutosta ei ole tarkasteltu, vaan matkat ympäristövyöhykkeelle korvautuvat nollapäästöisillä ajoneuvoilla tehdyillä matkoilla. Toisaalta ympäristövyöhykkeen läpi kulkevat matkat kiertävät vyöhykkeen. Esitettyihin absoluuttisiin ja suhteellisiin päästövähennyksiin tulee suhtautua suuruusluokka-arvioina ja ne kuvaavat teoreettista maksimiskenaariota. Päästövähennyspotentiaali on esitetty kaikkien vaihtoehtojen osalta kuvassa 7.

Todellisuudessa vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin ovat todennäköisesti tässä työssä mallinnettuja pienemmät. Valittu alue tulisi todennäköisesti rajata tarkastelualueita pienemmäksi koskemaan vain katuverkkoa ja rajaamalla ulos yhteydet erityiskohteisiin, kuten satamiin. Myös erityyppisten ajoneuvojen päästölaskentamekanismit ja rajoitusten kohdentaminen eri käyttövoimiin tai ajoneuvotyyppisiin muuttavat tuloksia.

Mallinnuksen tulokset edustavat yhtä mahdollista kehitysskenaariota, jossa markkinoilla on kattava tarjonta nollapäästöisiä ajoneuvoja ja kotitalouksilla sekä yrityksillä on mahdollisuus investoida nollapäästöiseen kalustoon. Jatkotutkimuksissa tulisi selvittää muita skenaariota, kuten tilannetta, jossa liikkumiskäyttäytyminen muuttuu nollapäästövyöhykkeen seurauksena.

Ve1

Nollapäästövyöhykkeen käyttöönoton laskennallinen päästövähennys on noin 34 % Helsingin ajoneuvoliikenteen päästöistä eli 120 kt. Vertailuvaihtoehdossa tieliikenteen kokonaispäästöt ovat 353 kt⁴. Suurin vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin syntyy henkilöautojen päästöjen vähentymisestä, mikä johtuu BAU-skenaariota nopeammasta ajoneuvokannan uudistumisesta, sillä ajoneuvosuoritteessa (kuvattu tarkemmin luvussa 4.2.2) ei tapahdu merkittävää muutosta. Henkilöautoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt laskevat 38 %.

Ympäristövyöhykkeelle suuntautuu myös paljon pakettiauto- ja kuorma-autoliikennettä, jonka tulisi siirtyä käyttämään nollapäästöisiä ajoneuvoja. Näiden ajoneuvojen prosentuaalinen päästövähennys on noin 40–47 %. Pitkän matkan liikenteen bussien ja yhdistelmäajoneuvojen päästöt pysyvät käytännössä ennallaan, sillä niiden korvaaminen nollapäästöisellä kalustolla on todennäköisesti haastavaa. Raskaan liikenteen päästövähennyspotentiaalia on käsitelty lisää Ve3 kohdalla.

Ve2

Mikäli nollapäästövyöhykkeellä asuvat vapautetaan päästörajoituksesta, päästövähennys on noin 30 % Helsingin ajoneuvoliikenteen päästöistä eli noin 106 kt. Asukkaiden vapauttaminen nollapäästövaatimuksesta alentaa kokonaispäästövähennystä noin 15 kilotonnia (4 %-yks.).

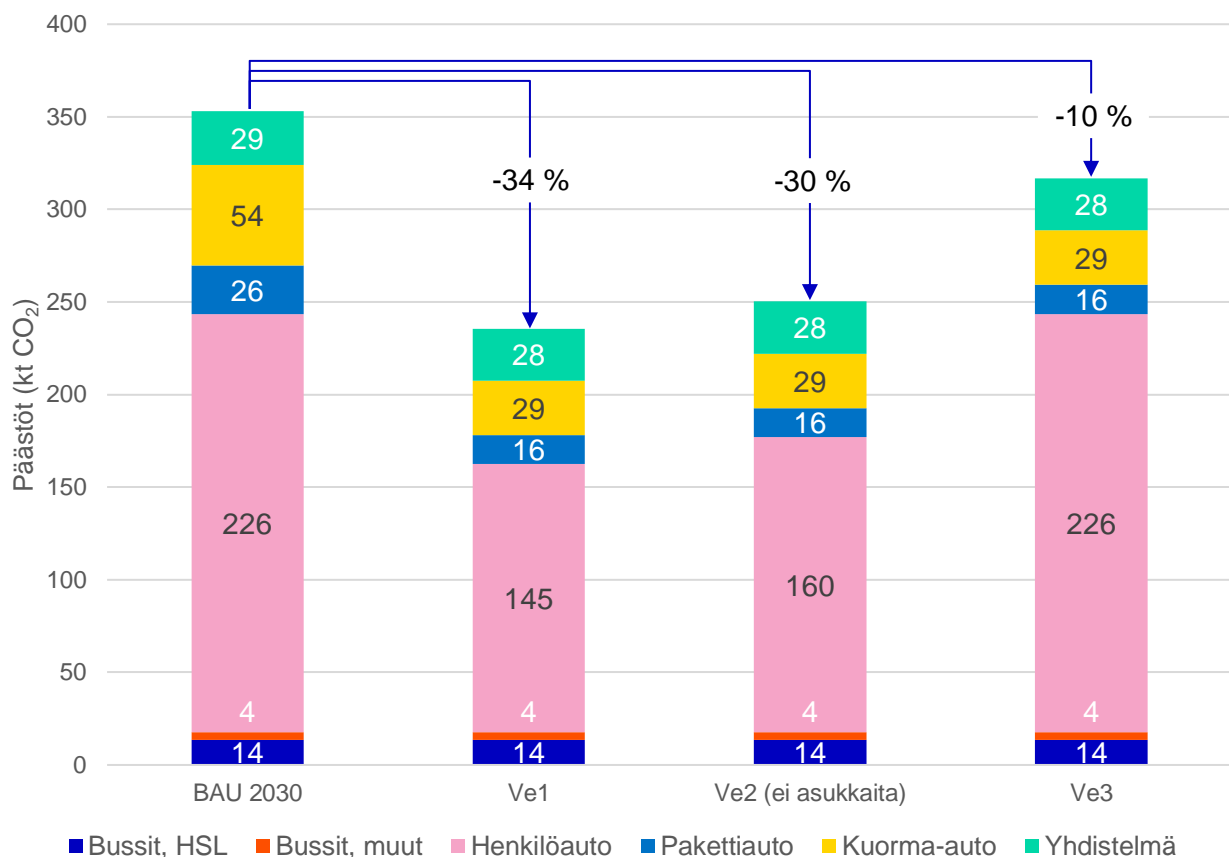
Ve3

Mikäli nollapäästövyöhyke koskisi vain paketti- ja kuorma-autoja, päästöt laskisivat noin 10 % verrattuna BAU 2030 -skenaarioon. Bussien ja yhdistelmäajoneuvojen päästöjen on oletettu säilyvän BAU 2030 -skenaariota tasolla. Hyötyajoneuvojen (paketti- ja kuorma-autot) osuus Helsingin liikenteen ajoneuvosuoritteessa on merkittävästi pienempi kuin henkilöautojen, joten myös päästövähennyspotentiaali on matalampi. Lisäksi raskaan liikenteen nollapäästöisen kaluston saatavuuteen liittyy henkilöautoliikennettä enemmän epävarmuuksia. Mallinnuksessa ei ole huomioitu skenaariota, jossa kaupunkilogistiikan toteuttamistapa muuttuu esimerkiksi nojautumaan nollapäästövyöhykkeen ulkopuolella sijaitseviin logistiikkahubeihin, joista viimeisen kilometrin jakelu toteutetaan nollapäästöisellä kalustolla.

Tarkastelutulos osoittaa, että raskaan liikenteen ajoneuvosuoritteesta tulisi BAU-skenaariota mukaisen kehityksen lisäksi korvaantua 40–47 % nollapäästöisellä suoritteella, jotta mallinnuksen tulokset olisivat mahdollisia. Tulokseen liittyy merkittävä epävarmuus siitä, onko markkinoilla kyky tarjota nopealla aikataululla vaadittavaa määrää nollapäästöisiä paketti- ja kuorma-autoja niitä tarvitseville toimijoille ja onko näillä toimijoilla mahdollisuus hankkia tällaista kalustoa.

Vaihtoehdon 3 tuloksiin liittyy myös epätarkkuus, sillä ajoneuvosuoritteiden tulos on poimittu vaihtoehdon 1 malliajosta, mutta henkilöautoliikenteen suoritteiden ja päästöjen on arvioitu olevan BAU 2030 -skenaariota mukainen. Koska erillistä malliajota ei ole suoritettu, suorite on todennäköisesti hieman matalampi, kuin mitä erillinen malliajo tuottaisi. Erot eri vaihtoehtojen suoritteissa ovat kuitenkin vähäisiä, joten epätarkkuudesta huolimatta tulokseen voidaan suhtautua muiden tulosten kaltaisena karkeana arviona vaikutuksista.

⁴ Tieliikenteen kokonaispäästöt eroavat hieman BAU 2030 -skenaariota raportissa ilmoitetuista, koska kyseisessä raportissa bussiliikennettä ei jaoteltu HSL-busseihin ja muihin busseihin. Koska bussiliikenteen päästöt on oletettu näissä tarkasteluissa yhtä suuriksi, ei tällä ole vaikutusta tulosten tulkintaan.



Kuva 8. Nollapäästövyöhykkeen vaikutukset tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöihin tarkastelu-
vuotena 2030. Vaihtoehdossa yksi kokonaispäästövähennys on noin 120 kt, vaihtoehdossa 2 noin
106 kt. Raskaan liikenteen osuus (Ve3) päästövähennyksestä on noin 36 kt.

4.2.2 Vaikutukset ajoneuvosuoritteeseen ja liikenteen reitittymiseen

Taulukossa 5 on kuvattu ajoneuvosuoritteiden muutokset BAU 2030 -skenaariossa sekä nolla-
päästövyöhykeratkaisussa. Ajoneuvosuoritteista erotetut rivit "nollapäästö" kuvaavat BAU 2030 -
skenaarion nähden kasvanutta nollapäästöisten ajoneuvojen suoritetta. Tulosten valossa nolla-
päästövyöhykkeen käyttöönotto voi alentaa hieman ajoneuvosuoritetta. Koska osa ajoneuvoista
kiertää alueen, pääväylien ja kehäteiden liikennemäärät kasvavat. Alueen sisällä liikennemäärät
laskevat. Suoritemuutos on kokonaisuudessa kuitenkin vähäinen, mutta se kuvastaa mahdollista
kehitystrendiä liikennemäärissä, joka voisi nollapäästövyöhykkeen myötä toteutua. Ajoneuvosuorit-
teen kokonaismäärä laskee hieman molemmissa toteutusvaihtoehdoissa vertailuvaihtoehtoon näh-
den, vaikka mallitarkasteluissa on oletettu, että henkilöajoneuvomatkat eivät korvautu joukkoliiken-
teellä, kävelyllä tai pyöräilyllä vaan samat matkat tehdään jatkossakin henkilöautolla.

Mallitarkastelujen valossa on mahdollista, että kun nollapäästöinen vyöhyke siirtää osan alueelle
saapuvista matkoista kehäteille sekä muulle ylemmälle tieverkolle, ympäristövyöhykkeelle saapu-
vien ruuhkat vähenevät ja matkat reitittyvät aiempaa lyhyemmille reiteille. Kokonaisvähennys ajo-
neuvosuoritteessa on kuitenkin vain noin kaksi prosenttia. Jatkotarkasteluissa liikenteellisiä vaiku-
tuksia voidaan tarkentaa, sillä ne muuttuvat, kun muun muassa alueen ja ajoneuvotyyppien rajauk-
sia tarkennetaan ja kulkumuotosiirtymä huomioidaan valitsemalla erilainen mallinnusstrategia.

Ve1

Nollapäästövyöhyke (Ve1) kasvattaisi nollapäästöisillä ajoneuvoilla tehdyn suoritteen osuutta merkittävästi. Varsinkin henkilöautokilometreissä tapahtuu merkittävä muutos nollapäästöiseen suuntaan. Kokonaisuudessaan ajoneuvosuorite laskee hieman.

Ve2

Vaihtoehdossa 2 nollapäästövyöhykkeen asukkaat ovat vapautettu päästörajoituksesta. Mallitarkastelussa kokonaissuorite on pidetty ennallaan, mutta matkoista on tunnistettu asukkaiden osuus, jonka ei tarvitse muuttua nollapäästöiseksi, vaan se noudattaa BAU 2030 -skenaarion mukaista keskipäästö määrää. Asukkaiden henkilöautosuoritteen osuus on noin 10 % henkilöautoajoneuvosuoritteesta ja 5 % Helsingin kaikesta ajoneuvosuoritteesta.

Ve3

Vaihtoehdon 3 ajoneuvosuoritteen muutokset perustuvat vaihtoehdon 1 malliajoon. Raskaan liikenteen sisällä suoritteista merkittävä osa nollapäästöisen suoritteen osuus kasvaa merkittävästi verrattuna BAU 2030 -skenaarioon. Raskaan liikenteen ajoneuvosuorite on Helsingissä merkittävästi henkilöautoliikennettä matalampi.

Koska vaihtoehdossa 3 raskaan liikenteen suorite on poimittu vaihtoehdon 1 malliajosta, mutta henkilöautoliikenteen suoritteen määrä on palautettu BAU 2030 -skenaarion tasolle, liittyy tuloksiin epävarmuuksia. Henkilöautoliikenteen vähentyminen mahdollistaa myös raskaan liikenteen tehokamman reitityksen. Ero ei kuitenkaan aiheuta suurusluokkatasoisista vaikutuksista tuloksiin.

Taulukko 4. Ajoneuvosuorite eri tarkasteluvaihtoehdoissa. Muutokset ajoneuvosuoritteessa ovat vähäisiä, koska tarkastelutavan vuoksi kulkumuoto-osuuksissa ei tapahdu muutosta.

Ajoneuvosuorite, km/vrk	BAU 2030	Ve1	Ve2	Ve3 ⁵
Bussit, HSL	127 466	127 466	127 466	127 466
Bussit, muut	15 289	15 289	15 289	15 289
Henkilöauto	6 941 892	4 336 955	4 336 955	6 941 892
Henkilöauto, nollapäästö		2 463 082	2 015 676	
Henkilöauto, asukkaat			447 406	
Pakettiauto	638 049	380 415	380 415	380 415
Pakettiauto, nollapäästö		226 487	226 487	226 487
Kuorma-auto	252 787	134 554	134 554	134 554

⁵ Ve3 suorite perustuu Ve1 malliajoon, mutta henkilöautoliikenteen suoritteen on oletettu olevan BAU2030 mukainen. Tulos on suurusluokka-arvio ja erillisenä mallijona toteutettuna suorite todennäköisesti poikkeaisi esitetystä luvusta.

Ajoneuvosuorite, km/vrk	BAU 2030	Ve1	Ve2	Ve3 ⁶
Kuorma-auto, nollapäästö		92 729	92 729	92 729
Yhdistelmä	133 857	134 634	134 634	134 634
Suorite yhteensä	8 109 340	7 911 611	7 911 611	8 053 466

4.2.3 Muut vaikutukset ja kustannukset

Muita vaikutuksia ei ole arvioitu tässä työssä. Laajemmassa vaikutusarvioinnissa tulisi arvioida muun muassa muutokset matka-ajoissa ja saavutettavuudessa, muutokset ajoneuvokannassa, muutokset Helsingin seudun liikenteessä, joukkoliikenteen muutokset, yritysvaikutukset, päästövähennysten terveysvaikutukset, hyväksyttävyyden ja sosiaaliset vaikutukset.

Myöskään nollapäästövyöhykkeen aiheuttamia kustannuksia ei ole arvioitu. Nollapäästövyöhykkeen käyttöönottoon liittyy useita erilaisia kustannuksia, kuten ajoneuvojen omistajille kohdistuvat kustannukset ajoneuvokaluston uusimisesta tai nykyisen kaluston arvonalenemasta. Nollapäästövyöhykkeen käyttöönoton kannalta merkittävin suora kustannus on toteuttamiseen ja valvontaan vaadittava investointikustannus. Aluepohjaisissa ratkaisuissa se skaalautuu useimmiten alueen koon mukaan. Suuruusluokka rekisterikilpien kamerapohjaiseen tunnistusjärjestelmän kustannuksista voidaan saada esimerkiksi Göteborgin ruuhkamaksujärjestelmän investointi- ja operointikustannuksista. Vuoden 2018 tietojen perusteella Göteborgin järjestelmän investointikustannus oli noin 76 miljoonaa euroa, josta puolet oli suoraa tiemaksujärjestelmän investointeja, toinen puoli kansallisen keskusjärjestelmän toteutuksen ja suunnittelun kustannuksia. Operointikustannukset olivat alussa suuremmat. Vuonna 2015 ne olivat noin 12,5 miljoonaa euroa. (Haapamäki ym. 2020) Göteborgin tiemaksuvyöhyke on tarkasteluissa käytettyä ympäristövyöhykettä laajempi, joten toteuttamiskustannukset ovat todennäköisesti korkeammat. Tieliikennelain mahdollistaman nollapäästövyöhykkeen valvonnasta vastaisi Suomessa kuitenkin poliisi, jolloin kulut jakautuvat kaupungin ja poliisin kesken samantyyppisesti kuin ajoneuvojen automaattisessa nopeusvalvonnassa kaatuverkolla.

⁶ Ve3 suorite perustuu Ve1 malliajoon, mutta henkilöautoliikenteen suorite on oletettu olevan BAU2030 mukainen. Tulos on suuruusluokka-arvio ja erillisenä mallijona toteutettuna suorite todennäköisesti poikkeaisi esitetystä luvusta.

5 Johtopäätökset ja suositukset

Ympäristövyöhykeratkaisu, joka rajoittaa ajoneuvoliikennettä niiden kasvihuonekaasupäästöihin perustuen nykyisen ympäristövyöhykkeen alueella, vaikuttaa toimenpiteeltä, joka vähentää huomattavasti Helsingin tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä. Teoreettisesti toimenpiteellä olisi mahdollisuus vähentää noin kolmannes tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä ilman merkittäviä muutoksia ajoneuvoliikenteen suoritteessa tai ruuhkautumisessa. Päästövähennyksen toteutuminen vaatisi kuitenkin huomattavasti nykyistä kehitystä nopeampaa ajoneuvokannan uudistumista.

Verrattuna aikaisempiin tarkasteluihin kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavista liikenteeseen kohdistuvista toimenpiteistä vaikutukset ovat merkittävästi suuremmat. Tarkasteluun valittu toimenpide on radikaali. Aikaisemmin tutkituista toimenpiteistä ruuhkamaksu on merkittävydeltään samaa suuruusluokkaa, mutta sen vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin ovat kaksi kolmannesta pienemmät kuin tutkitulla vaihtoehdolla. Tutkittu nollapäästövyöhyke on kuitenkin teoreettinen yläraja, sillä tulosten valossa on epävarmaa, onko ajoneuvokantaa mahdollista uusia riittävän nopeasti. Esimerkiksi Autoalan käyttövoimaennusteissa (2022c) vuonna 2030 henkilöautoista noin 15 %, pakettiautoista 11 % ja kuorma-autoista 9 % olisi nollapäästöisiä (käyttövoima sähkö tai vety). Lisäksi ihmiset todennäköisesti reagoisivat tarkastellun ympäristövyöhykkeen asettamiseen myös vaihtamalla kulkutapojaan ja määränpätään. Näitä reagoitintapoja ei ole tutkittu tämän työn vaikutustenarvioinnissa.

Tieliikennelaki mahdollistaa kaupungin toteuttaman ajoneuvoliikenteen rajoittamisen päästöihin perustuen. Nollapäästövyöhykkeen toteuttaminen on kuitenkin haastavaa. Erilaisia vaihtoehtoja toteuttaa nollapäästövyöhyke on lukuisia. Samankaltaisiin tuloksiin voidaan päästä myös muilla menetelmillä, kuten riittävän korkeilla ruuhkamaksuilla. Tässä työssä tarkasteluun valituissa vaihtoehdoissa paketti- ja kuorma-autojen ajoneuvosuoritteiden tulisi korvaantua merkittävästi nykyistä kehitystä voimakkaammin nollapäästöisellä kalustolla. Haaste koskee myös henkilöautoja, mutta niiden suoritetta on helpompi korvata kävelyllä, pyöräilyllä ja joukkoliikenteellä. Koska nollapäästövyöhykkeiden toteuttaminen tulee yhteensovittaa ajoneuvomarkkinoiden tarjonnan kanssa, on epävarmaa, että ehdotetun laajuinen vyöhyke olisi toteuttamiskelpoinen vuonna 2030.

Työn aikana tunnistettiin useita jatkoselvitystarpeita, joita on listattu luvussa 5.1. Olennaisinta jatkoselvityksissä on tutkia nollapäästövyöhykkeen toteutettavuutta syventämällä ymmärrystä vaikutuksista, järjestämiskustannuksista sekä hyväksyttävyydestä. Mikäli nollapäästövyöhykkeen toteuttamista edistetään, on todennäköisesti toteuttamiskelpoinen tapa aloittaa tutkittua suppeammalla alueella. Tämä luo signaalin ajoneuvomarkkinoille ja parantaa ennakoitavuutta, mikä voi kiihdyttää puhtaiden ajoneuvojen hankintaa, mikä edelleen voi luoda markkinoille painetta lisätä tarjontaa. Suppeampikin nollapäästövyöhyke tuottaa päästövähennyksiä, mutta merkittävät päästövähennykset vaativat alueen asteittaista laajentamista.

5.1 Tarkastelun rajoitteet ja jatkoselvitystarpeet

5.1.1 Vyöhykeratkaisun rajaamisen vaihtoehdot

Nollapäästövyöhykkeen vaikuttavuus määräytyy alueen laajuudesta sekä alueella sallituista käyttövoimista. Tässä työssä on tutkittu vain vaihtoehtoa, jossa alueelle saapuvan ajoneuvoliikenteen tulee olla nollapäästöistä (käyttövoima sähkö tai vety), jolloin koko matkaketjun päästöt laskevat. Nollapäästövyöhykkeelle voidaan sallia esimerkiksi plug-in-hybridit tai vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävät ajoneuvot. Tapa, jolla nollapäästöinen ajoneuvo määritellään, vaikuttaa päästövähennyksiin.

nyspotentiaaliin. Myös tapa, jolla ajoneuvojen päästöt EU-tasolla lasketaan vaikuttaa siihen, milaista osajoukkoa ajoneuvoista rajoitukset koskevat. Nollapäästöisen ajoneuvon määritelmä myös vaikuttaa siihen, miten hyvät mahdollisuudet ajoneuvomarkkinoilla on vastata kysyntään.

Valitun alueen rajausta muuttaa vaikutuksia. Alueellisessa laajentamisessa haasteita syntyy ainakin Kehä I:n merkittävästä roolista seudun liikenteelle ja Helsingin sisääntuloväylien rooli valtakunnallisen liikenneverkon pääväylinä. Laajemman alueen toteuttaminen vaatisi merkittäviä jatkotarkasteluja. Pelkästään nykyisen ympäristövyöhykkeen alueella on useita taloudellisesti ja sosiaalisesti tärkeitä määränpäitä, kuten sairaaloita, virastoja ja satamia, joihin pääsyn rajoittaminen osalta ajoneuvojen omistajista heikentää merkittävästi näiden kohteiden saavutettavuutta. Vaikutukset olisivat erityisesti sosiaaliselta hyväksyttävyydeltään haastavia. Helsingin alueella on myös maanteitä, joiden tienpitäjä on muu kuin kaupunki. Esimerkiksi valtateiden kohdalla mahdollisia liikenteenohjauksen keinoja tulee yhteensovittaa niiden tienpitäjän, eli käytännössä valtion kanssa.

Alueen pienentämisellä tutkitusta sen vaikutus liikenteen hiilidioksidipäästöihin vähenee, sillä harvempi matka kulkee ympäristövyöhykkeen alueelle. Rajausta pienentämällä voidaan mahdollisesti lisätä toimenpiteen hyväksyttävyyttä, jos se koskettaa harvempaa liikkujaa. Alueen pienentämisessä voidaan kuitenkin yrittää valita alue, jolle on mahdollisimman paljon pitkämatkaista liikennettä, jotta mahdollisimman pienellä maantieteellisellä alueella vaikutettaisiin mahdollisimman suureen osaan liikennesuoritetta.

Tarkastelualueella satamat aiheuttavat merkittävän haasteen, koska raskaan liikenteen ajoneuvoista erityisesti yhdistelmäajoneuvot korvautuvat hitaasti nollapäästöisillä ajoneuvoilla. Toisaalta nykyinen yli 12 m pitkien ajoneuvojen kieltö Helsingin niemellä on vaatinut satamiin johtavien katu- ja teiden käytön sallimista. Vastaavanlaisia poikkeuksia tarvittaneen myös nollapäästövyöhykkeen toteuttamiseksi ja haitallisten vaikutusten minimoimiseksi. Tiukat rajoitukset satamien lähellä johtaisivat merkittäviin taloudellisiin ja liikenteellisiin haasteisiin ja aiheuttaisivat todennäköisesti merkittäviä jännitteitä myös EU-tasolla esimerkiksi tavaroiden vapaan liikkumisen näkökulmasta. Satamien liikenteeseen liittyy myös merkittäviä huoltovarmuuden näkökulmia. Myös muut mahdolliset poikkeukset rajoitukseen tulisi huomioida, esimerkiksi alueella asuvien ihmisten omistamien ajoneuvojen rajaaminen toimenpiteiden ulkopuolelle tai julkisiin palveluihin (esim. erikoissairaanhoidon) pääsyn varmistaminen kaikkialta Suomessa.

5.1.2 Muut keinot kasvihuonekaasupäästöjen alentamiseksi

Tässä työssä ei ole huomioitu keinoja työkoneiden tai kunnossapitokaluston kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Valtakunnallisesti liikkuvien työkoneiden osuus kaikista Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on noin neljä prosenttia. Työkoneiden kohdalla toteutettavuudeltaan parhaita kasvihuonekaasupäästövähennyskeinoja ovat uusiutuvien polttoaineiden käyttö dieselkalustossa. Täysin sähköisen kaluston käyttö on monissa tapauksissa haastavaa (Pihlatie ym. 2022). Ympäristövyöhykeratkaisulla olisi teoriassa mahdollista ohjata esim. uusiutuvien polttoaineiden käyttöä, mutta valvonta olisi työlästä. Työkoneille ei ole määritelty päästörajoja liittyen kasvihuonekaasupäästöihin ja alan lainsäädännöllinen vihreän siirtymän ohjaus on kehittymätöntä (Pihlatie ym. 2022). Asia on mahdollista kuitenkin huomioida esimerkiksi kriteerinä kaupungin tekemissä hankinnoissa.

Nykyinen ympäristövyöhyke ja puhtaiden ajoneuvojen laki ohjaa julkista sektoria kaluston ja kuljetuspalveluiden hankinnoissa. Kirjallisuudessa suositellaan jatkamaan tämän kaltaisia toimenpiteitä myös mahdollisten nollapäästövyöhykkeiden käyttöönoton yhteydessä.

Oslossa nollapäästövyöhykkeen testaaminen kohtasi lainsäädännöllisiä haasteita. Tästä huolimatta Oslossa on vaihtoehtoisin keinoin jatkettu liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen ja keskustan liikennemäärien hillitsemistä. Oslossa on poistettu runsaasti pysäköintipaikkoja ja katuja suljetaan kesäisin. Toimenpiteiden vaikutusalueita laajennetaan vuosittain. Muut liikenteenohjauksen ja kaupunkisuunnittelun keinot voivat tuottaa samantyyppisiä vaikutuksia kuin nollapäästövyöhykkeet.

Esimerkiksi kävelykeskusta voi muuttaa ajoneuvoliikenteen suoritetta, mikä vaikuttaa edelleen liikenteen päästöihin.

5.1.3 Mallintamisen haasteet

Valittu mallinnusmenetelmä sisältää rajoitteita, sillä Helmet-malli ei suoraan mahdollista ympäristövyöhykkeiden tutkimista. Tässä työssä käytetty menetelmä ei mahdollista kulkumuotosiirtymän tutkimista, eli henkilöautomatkojen korvaantumisen joukkoliikenteellä, kävelyllä ja pyöräilyllä. Mallin rajoitteiden vuoksi kulkumuotosiirtymän tutkimista täytyy toteuttaa esimerkiksi muuttamalla henkilöautolla tehtyjen matkojen kustannuksia valitulla alueella nostamalla pysäköinnin kustannuksia. Lähestymistavan haasteena on kuitenkin kustannusten kalibrointi siten, että ne vastaisivat nollapäästövyöhykkeen aiheuttamia muutoksia liikkumisessa. Kustannusten kalibroinnin haaste on se, että nollapäästöiseen ajoneuvoon vaihtaminen on pääomakustannus, mutta Helmet-malli käsittelee vain automatkan tekemiseen liittyviä muuttuvia kustannuksia.

5.1.4 Vaikutukset joukkoliikenteeseen

Valitun mallinnustavan vuoksi kulkumuoto-osuuksien muutoksia ei tutkittu. Todennäköisesti nollapäästövyöhyke siirtää osan henkilöautomatkoista joukkoliikennematkoiksi. Laaja nollapäästövyöhyke voi myös lisätä liityntäpysäköinnin kysyntää, jolloin riittävä tarjonta ja kattavat jatkoyhteydet tulee varmistaa, jotta multimodaalisista matkaketjuista saadaan toimivia. Joukkoliikenteen (kuten myös kävelyn ja pyöräilyn) kulkumuoto-osuuden kasvulla on positiivisia vaikutuksia myös muun liikenteen sujuvuuteen (joka toisaalta lisää sen kysyntää kapasiteetin vapautuessa).

5.1.5 Terveysvaikutukset

Nollapäästövyöhykkeet eivät ainoastaan vähennä liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä, vaan samalla myös liikenteen aiheuttamat lähipäästöt, kuten typen oksidit ja häkä, vähenevät. Myös nämä hyödyt tulee huomioida osana jatkotarkasteluja. Myös nollapäästöisiin ajoneuvoihin (kuten sähkö- ja vetyautoihin) liittyy lähipäästöjä, jotka syntyvät tienpinnan kulumisesta ja jarrujen käytöstä, mutta kokonaisuudessaan päästöt ovat merkittävästi alhaisemmat kuin polttomoottoriajoneuvoilla. Liikenteen lähipäästöt vähenevät erityisesti nollapäästövyöhykkeellä, mutta mikäli ajoneuvokannan uusiutuminen nopeutuu, nollapäästöisillä ajoneuvoilla korvaantuva suorite alentaa lähipäästöjä myös muualla.

5.1.6 Sosiaaliset vaikutukset

Liikenteen rajoittamisen yhteydessä tulee tutkia sen aiheuttamia sosiaalisia vaikutuksia, kuten kustannusmuutosta (muun muassa matka-aikamuutokset, päästöttömien ajoneuvojen hankinnan kustannukset, käyttökustannusmuutokset) suhteessa kasvihuonekaasupäästöjen vähenemään. Osana sosiaalisten vaikutusten arviointia tulee selvittää, miten kustannukset jakautuvat alueellisesti ja väestön kesken sekä miten toimenpide vaikuttaa saavutettavuuteen ja väestön tasavertaisuuteen. Radikaaleilla liikenteen sääntelyn toimenpiteillä on myös laajempia vaikutuksia. Saavutettavuuden muuttuessa myös maan arvo ja siten asuntojen hinnat muuttuvat ja toiminnot voivat sijoittua uudelleen.

Nollapäästövyöhykkeen hyväksyttävyyttä tulisi selvittää. Myös erilaisten sidosryhmien tarpeet tulee ottaa huomioon alueen käyttöönoton suunnittelussa. Nollapäästövyöhykkeen määrittelyssä tulee huomioida esimerkiksi sosiaali- ja terveydenhuollon palvelujen, koulujen sekä virastojen saavutettavuus.

5.1.7 Yritysvaikutukset

Nollapäästövyöhykkeen vaikutuksia elinkeinoelämään tulee tutkia tarkasti. Nollapäästövyöhyke aiheuttaisi merkittävän kustannuksen eri sektoreille, joiden tulisi korvata polttomoottorikalustoa vaihtoehtoisilla käyttövoimilla. Nollapäästövyöhykkeen tuoma tarve nollapäästöisen kaluston ennustettua kehitystä nopeamaan hankintaan voi asettaa yrityksiä eriarvoiseen asemaan. Sähkö- tai vetykäyttöisten hyötyajoneuvojen hankinnan esteinä pidetään niiden korkeita hankintakustannuksia sekä lataus- ja jakeluinfran suppeutta (Autoalan tiedotuskeskus 2022).

Helmet-mallin raskaan liikenteen malli ei kuvaa kovin hyvin kaupunkilogistiikkaa. Logistiikkaketjujen selkeä eriytyminen päästöttömään last-mile -jakeluun nollapäästövyöhykkeellä ja sen ulkopuolelle muodostuviin logistiikkahubeihin voi kuitenkin vähentää uusittavan kaluston määrää, mikäli suoritetta nollapäästöisillä ajoneuvoilla voidaan kohdentaa tehokkaasti. Tällaista kehityssuuntaa on tutkittu muun muassa Rotterdammassa kaupunkilogistiikkaa kuvaavilla erillismalleilla.

Laajalla ympäristövyöhykkeellä olisi vaikutuksia myös esimerkiksi matkailuun. Vaikka Helsingin seudulla ajoneuvokanta uusiutuisi muuta maata nopeammin, heikentyisi merkittävällä osalla väestöä nollapäästövyöhykkeen saavutettavuus, ainakin henkilöajoneuvoilla toteutettuna. Merkittävä osa matkakohteista Helsingissä sijaitsee tutkitun alueen sisällä. Muualta alueelle suuntautuvat matkat ovat myös tiedottamisen kannalta haasteellisempia.

5.1.8 Toteuttamiskustannukset ja valvonta

Tieliikennelain mukaisten liikenteenohjauslaitteiden noudattamista valvoo poliisi. Valvonnan toteuttaminen laajoilla aluilla on haastavampaa, mutta se ei saa muodostaa estettä liikenteenohjauksen toimenpiteiden toteuttamiselle. Suomessa on aikaisemmin selvitetty kuntien osallistumista automaattiseen nopeusrajoitusten valvontaan (Oikeusministeriö 2008). Lakimuutoksen toteuttamiselle ei ollut perustuslaillisia esteitä, vaikka asia ei lopulta edennyt lakimuutokseksi saakka. Tulevaisuudessa vastaavanlaiset tarkastelut kuntien roolista liikenteen valvonnassa voivat olla mahdollisia. Sekä poliisin suorittama manuaalinen että automaattinen liikennevalvonta lisää poliisin tehtävämäärää, jolloin poliisin resurssien riittävydestä tulee huolehtia. Vuoropuhelu kaupungin ja poliisin sekä valtion välillä edesauttaa yhteensovitusta.

Toteuttamisessa tulee huomioida sääntely, joka liittyy ajoneuvojen pääsyn rajoittamiseen taajamissa (UVAR) ja sitä tukevat geoaitaamisen (englanniksi geofencing) ratkaisut. Geoaitaamalla voidaan ohjata esimerkiksi tietyn käyttövoiman käyttöä hybridiajoneuvoissa tai kieltää tietyn alueen käyttö tietyiltä ajoneuvoilta. UVAR-toimenpiteiden standardit puuttuvat suurelta osin vielä, mutta esimerkiksi CLARSin (Charging, Low Emission Zones, other Access Regulation Schemes) ylläpitämä verkkosivusto kokoaa yhteen eurooppalaisia ympäristövyöhykkeitä (Urban Access Regulations in Europe 2022a). Nollapäästö- tai muiden ympäristövyöhykkeiden toteutuksessa tulee huomioida tiedotus eri kanavia pitkin.

Euroopan unioni jatkokehittää ajoneuvojen päästölaskentamenetelmiä, joten on mahdollista, että ne muuttuvat tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa ajoneuvoissa voi olla esimerkiksi päästömittaustantureita, joiden avulla todellisia kasvihuonekaasupäästöjä voidaan mitata. Tämä mahdollistaa to-tuudenmukaisemman autojen päästöjen valvonnan.

5.1.9 Ajoneuvokannan uudistuminen

Nollapäästövyöhykkeiden toteuttamisen edellytyksenä on riittävän kattava markkina nollapäästöisiä ajoneuvoja. Jatkoselvityksillä tulee kartoittaa, millaiset edellytykset ajoneuvomarkkinoilla on kat-taa ennustettu määrä uutta nollapäästöistä ajoneuvosuoritetta. Toisaalta tieto nollapäästövyöhyk-keen käyttöönotosta vaikuttaa ajoneuvokannan uusiutumiseen. Mikäli ajoneuvomarkkinat ovat riit-tävät kypsat ja nollapäästöistä kalustoa on saatavilla, nopeuttaa tieto nollapäästövyöhykkeestä

koko ajoneuvokannan uudistumista. Tämä alentaa liikenteen päästöjä kaikilla matkoilla, kun vähäpäästöisien ajoneuvojen osuus kasvaa.

6 Lähdeluettelo

Amsterdamin kaupunki (2019). Clean Air Action Plan. http://www.citylogistics.info/wp-content/uploads/2019/05/RD63-Handout-Lyon-EVS32_A4-3.pdf

Autoalan tiedotuskeskus (2022a). RDE eli Real Driving Emissions -mittaus. https://www.aut.fi/ymparisto/autojen_paastot_ja_niiden_mittaus/pakokaasupaastojen_mittaus/rde-mittaus

Autoalan tiedotuskeskus (2022b). Autoalan käyttövoimaennusteet – Ennusteet eri käyttövoimien yleistymisestä ensirekisteröinneissä ja autokannassa. https://www.aut.fi/files/2551/Kayttovoimaennusteet_17_02_2022.pdf

de Bok, M., Tavasszy, L., Kourounioti, I., Thoen, S., Eggers, L., Mayland Nielsen, V. & Streng, J. (2021). Simulation of the Impacts of a Zero-Emission Zone on Freight Delivery Patterns in Rotterdam. Transportation Research Record 2675(10), 776 – 785.

Eliasson, J. (2016). Is congestion pricing fair? Consumer and citizen perspectives on equity effect. Transport Policy 15.

Bruxelles Environment (2022). Stratégie « Low Emission Mobility » (LEZ). <https://environnement.brussels/nos-actions/projets-et-resultats/strategie-low-emission-mobility>

Euroopan komissio (2022a). New: Euro 7 standard proposal. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/automotive-industry/environmental-protection/emissions-automotive-sector_en

Euroopan komissio (2022b). Commission proposes new Euro 7 standards to reduce pollutant emissions from vehicles and improve air quality. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6495

Euroopan komissio (2011). Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää. Euroopan komission valkoinen kirja KOM(2011) 144 lopullinen. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:fi:PDF>

Euroopan parlamentti (2022). Deal confirms zero-emissions target for new cars and vans in 2035. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20221024IPR45734/deal-confirms-zero-emissions-target-for-new-cars-and-vans-in-2035>

Euroopan unionin neuvosto (2022). Sopimus ensimmäisestä 55-valmiuspaketin ehdotuksesta: EU tiukentaa uusien henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästötavoitteita. <https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2022/10/27/first-fit-for-55-proposal-agreed-the-eu-strengthens-targets-for-co2-emissions-for-new-cars-and-vans/>

Haapamäki, T., Mäkinen, S. & Pakkanen, T. (2020). Tiemaksujen teknillistoiminnallinen esiselvitys. Helsinki: HSL Helsingin seudun liikenne.

Haapamäki, T., Pakkanen, T., Mäkinen, S. & Laakso, S. (2019). Selvitys Helsingin ympäristövyöhykkeen laajentamismahdollisuuksista. Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön aineistoja 2019:12. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/aineistot/aineistoja-12-19.pdf>

- Helsingin kaupunki (2018). Hiilineutraali Helsinki 2035 – toimenpideohjelma. Päästövähennystöryhmän esitys Helsingin päästövähennysohjelmaksi 28.2.2018. https://helsinginilmastoteot.fi/wp-content/uploads/2017/10/Hiilineutraali-Helsinki-2035-toimenpideohjelma_kplle-28.2.2018_netti.pdf
- Helsingin kaupunki (2019). Ympäristövyöhyke. <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kadut-ja-liikennesuunnittelu/liikenteen-ymparistovaikutukset/vyohyke>
- Helsingin kaupunki (2022). Hiilineutraali Helsinki -päästövähennysohjelma ja sen seuranta. <https://helsinginilmastoteot.fi/city-act/helsingin-ilmastotavoitteet-ja-seuranta/>
- HSY (2022). Kasviuonekaasupäästöt. <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/kasviuonekaasupaastot/>
- KEINO (2022). Päästöttömät työmaat -green deal sopimus. Kestävien & innovatiivisten julkisten hankintojen verkostomainen osaamiskeskus. <https://www.hankintakeino.fi/fi/palvelut/hankintojen-green-deal-sopimukset/paastottomien-tyomaiden-green-deal-sopimus>
- KlimaOslo (2022). 2.1 The City Government's initiatives for reducing GHG emissions in Oslo. <https://www.klimaoslo.no/article/initiatives-for-reducing-ghg-emissions-in-oslo/>
- Ku, D., Bencekri, M., Kim, J., Lee, S. & Lee, S. (2020). Review of European Low Emission Zone Policy. Chemical Engineering Transactions 78.
- Kulmala, R., Haapamäki, T., Laine, T. & Appel, K. (2020). Alueellisesti rajattavat tieliikenteen palvelut ja niiden edellytykset. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 19/2020. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Alueellisesti%20rajattavat%20tieliikenteen%20palvelut%20ja%20niiden%20edellytykset.pdf>
- MAL 2023. Mittarit ja arvioinnit 2.11.2022. (Ei julkaistu)
- Mayor of London (2021). London low emission zone – six month report. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/lez_six_month_on_report-final.pdf
- Müller, J. & Le Petit, Y. (2019). Low-Emission Zones are a success - but they must now move to zero-emission mobility. Transport & Environment. https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_09_Briefing_LEZ-ZEZ_final.pdf
- Männikkö, J.-P. & Salmi, J. (2013). Ympäristövyöhyke Helsingissä ja eräissä Euroopan kaupungeissa vuonna 2012. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2013. <https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-07-13.pdf>
- Ntziachristos, L., Papadopoulos, G., Samos, Z., Tsalikdis, N., Mellios, G., Dimaratos, A., Konstses, D. & Samaras, Z. Euro 7 Impact Assessment Study. Euroopan komissin pääosasto sisämarkkinat, teollisuus, yrittäjyys ja pk-yritykset. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/213be66d-5f1c-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>
- Oikeusministeriö (2008). Kuntien osallistuminen automaattiseen liikennevalvontaan. Työryhmämietintö 2008:4. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/76121/omtr_2008_4.pdf;jsessionid=3561F4A8CCB05C10FDB3BACAB187DEDF
- Pihlatie, M., Söderena, P., Markkanen, J., Nylund, N.-O., Rahkola, P., Åman, R., Muona, T., Pettinen, R., Naumanen, M., Shah, S. & Baranauskas, M. Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennyskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:63. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164372/VNTEAS_2022_63.pdf

Plötz, P., Link, S., Ringelschwender, H., Keller, M., Moll, C., Bieker, G., Dornoff, G. & Mock, P. (2022). Real-world usage of plug-in hybrid vehicles in Europe – A 2022 update on fuel consumption, electric driving and CO₂ emissions. International Council on Clean Transportation. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/06/real-world-phev-use-jun22-1.pdf>

Roth, A., von Bahr, J., Kloo, H. & Wisell, T. (2021). Zero-emission vehicles and zones in Nordic cities – Promotion, instruments and effects. IVL Swedish Environmental Research Institute. <https://www.ivl.se/download/18.2f05652c1775c6085c0174/1612249773483/C566.pdf>

Szőke, E. (2022). Low emission zones in Europe nearly doubled in the past years. CEENERGYNEWS. <https://ceenergynews.com/energy-me/low-emission-zones-in-europe-nearly-doubled-in-the-past-years/>

Traficom (2022). Lisäkilvet. <https://vayla.fi/vaylista/liikennemerkit/lisakilvet>

Transport Decarbonisation Alliance, C40 & POLIS (2020). Zero-emission Zones – Don't Wait to Start with Freight!. https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2020/12/ZEZ-F_How-to-Guide_low.pdf

Transport for London (2022). ULEZ boundary map. <https://lruc.content.tfl.gov.uk/ulez-boundary-map-main.pdf>

Urban Access Regulations in Europe (2022a). <https://urbanaccessregulations.eu/>

Urban Access Regulations in Europe (2022b). Copenhagen (København) & Frederiksberg - Zero Emission Zone. <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/denmark-mainmenu-221/copenhagen-kobenhavn-frederiksberg-zero-emission-zone>

Urban Access Regulations in Europe (2022c). Paris – Zero Emission Zone. <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/france/paris-zero-emission-zone>

Urban Access Regulations in Europe (2022d). Amsterdam – Zero Emission Zone Logistics. <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/netherlands-mainmenu-88/amsterdam-zero-emission-zone-logistics>

Wappelhorst, S. & Cui, H. (2022). Update on zero-emission zone development progress in cities. International Council on Clean Transportation. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/09/Global-ZEZs-update-09292022.pdf>

WSP 2022. Helsingin kasvihuonekaasujen BAU-kehitys vuosille 2030 ja 2040 – Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arviointi. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/uutiset/2022/liikenteen-kasvihuonekaasupaastot-raportti.pdf>

Ympäristöministeriö (2022). Green Deal -sopimukset. <https://ym.fi/green-deal-sopimukset>

Kuvailulehti

Tekijä	Tommi Kantala, Taina Haapamäki ja Touko Väänänen
Nimike	Selvitys liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavista ympäristövyöhykkeistä
Sarjan nimike	Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön aineistoja
Sarjanumero	2024:5
Julkaisuaika	2:2024
Sivuja	44
Liitteitä	-
ISBN	978-952-386-407-8
ISSN	2489-4257 (verkkojulkaisu)
Kieli, koko teos	Suomi
Kieli, yhteenveto	Suomi

Tiivistelmä:

Euroopassa useissa kaupungeissa liikennettä rajoitetaan ympäristövyöhykkeillä, joiden tavoitteena on hillitä eniten saastuttavien autojen käyttöä. Ympäristövyöhykkeiden tavoitteena on ollut ilmanlaadun parantaminen. Myös Helsingissä on käytössä ympäristövyöhyke, joka määrittää HSL:n ja HSY:n tilaamien bussi- ja jätekuljetusliikenteen kaluston Euro-päästöluokan. Perinteisillä päästöluokkapohjaisilla ympäristövyöhykkeillä on kuitenkin parhaimmillaankin vain vähäisiä vaikutuksia liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin (ensisijaisesti CO₂-päästöihin). Euroopassa onkin suunnitteilla useita liikenteen nollapäästövyöhykkeitä, joissa ajoneuvojen tulee käytännössä olla sähkö- tai vetyajoneuvoja, joissakin tapauksissa myös plug-in-hybridit ja vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävät ajoneuvot ovat sallittuja. Nollapäästövyöhykkeitä pidetään ympäristövyöhykeratkaisuista tehokkaimpana keinoja hillitä liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä. Suomessa tieliikennelaki mahdollistaa ajoneuvojen kasvihuonekaasupäästöihin perustuvien liikenteen rajoitusten asettaminen kaupungin katuverkolla. Nollapäästövyöhyke voi olla Helsingissä yksi vaihtoehtoista, joilla liikenteelle asetettua hiilineutraaliustavoitetta pyritään saavuttamaan.

Tässä työssä on tutkittu nollapäästövyöhykettä Helsingissä erityisesti päästövähennemän suuruusluokan ymmärtämiseksi. Muita vaikutuksia, kuten toteuttamiskustannuksia, sosiaalista oikeudenmukaisuutta tai yritysvaikutuksia ei ole tässä vaiheessa tutkittu, mutta vaikutusluokkia on tunnistettu osana työtä.

Tulosten valossa nollapäästövaatimus nykyisen ympäristövyöhykkeen alueella olisi tehokas tapa vähentää merkittävä osa liikenteen päästöistä Helsingissä, sillä päästövähennyspotentiaali on noin kolmanneksen tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöistä. Nollapäästövyöhykkeellä asuvien vapauttaminen vaatimuksista heikentää toimenpiteen tehokkuutta hieman. Päästöjen vähentymisen toteutuminen vaatisi varsinkin paketti- ja kuorma-autokannan nykykehitystä merkittävästi nopeampaa uusiutumista. Ajoneuvosuorite säilyisi lähes ennallaan, mutta ympäristövyöhykkeen liikenteen sujuvuus paranisi hieman, samalla kun esimerkiksi Kehä I:n liikennemäärät kasvaisivat hieman. On tärkeää huomata, että valitun mallinnustavan ja liikennemallin rajoitteiden vuoksi päästövähennyspotentiaali on teoreettinen yläraja, sillä mallinnus vastaa tilannetta, jossa ajoneuvojen käyttäjät korvaavat saastuttavaa kalustoa nollapäästöisellä ennusteita nopeammin, mikäli matkan määränpäättävät ovat nollapäästövyöhykkeellä.

Nollapäästövyöhykkeen käyttöönotto vaatii huolellista suunnittelua sekä kattavaa vaikutusarviointia. Vaikutusarvioinnissa tulee huomioida päästövähennysten tehokkuus, eli vaikutukset suhteessa kustannuksiin. Lisäksi tulee huomioida nollapäästövyöhykkeen eri vaikutuslajit. Nollapäästövyöhykkeen käyttöönotto vaikuttaisi laajasti eri ihmisten liikkumiseen ja yritysten toimintamahdollisuuksiin. Erilaisia sidosryhmiä tulee kuulla ja osallistaa jo aikaisessa vaiheessa. Nollapäästövyöhykkeen käyttöönotosta tulee ilmoittaa vuosia ennakkoon, jotta ajoneuvo-omistajilla ja ajoneuvomarkkinoilla on riittävästi aikaa reagoida muutokseen. Nollapäästö-vyöhykkeen käyttöönottoa ja sen negatiivisia vaikutuksia tulee pienentää tukemalla muita kulkumuotoja, kuten kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä.

Avainsanat:

ajoneuvoliikenne, kasvihuonekaasupäästöt, ympäristövyöhyke, nollapäästövyöhyke, vähäpäästöinen vyöhyke, Hiilineutraali Helsinki, BAU 2030



Helsinki

Kaupunkiympäristön toimiala huolehtii Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista.