

Helsinki

Helsingin asemakaavojen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (HAVA)



Helsingin asemakaavojen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (HAVA)

Julkaisija:	Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala / Maankäyttö ja kaupunkirakenne / Kaupunkitila- ja maisemasuunnittelu
Vastuuhenkilöt:	Anri Linden ja Sanna Meriläinen, Helsingin kaupunki
Teksti:	Eero Puurunen, Maija Mattinen-Yuryev ja Sami Soininen, Sitowise Oy
Kartta-aineistot:	Helsingin kaupunki
Kannen kuva:	Jussi Hellsten, Helsingin kaupunki
Taitto:	Sanna Jalaskoski, Sitowise Oy

Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala, 2021

ISBN | (verkkoversio)

ISSN | (verkkoversio)

Helsinki

Helsingin asemakaavojen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (HAVA)

31.5.2021

Sisällys

1 Johdanto	6
2 Määritelmät	8
3 Työn taustaa	9
3.1 Hiilineutraali Helsinki 2035	9
3.2 Asemakaavoituksen rooli vähähiilisessä kaupunkikehityksessä	9
3.3 Arvioinnin eri osa-alueiden merkittävyys kokonaisuudessa	11
3.3.1 Eri kategorioiden suhteellinen vaikutus	13
3.4 Purkava täydennysrakentaminen: Purkaa vai korjata?	13
3.5 Menetelmän tavoitteet	14
4 Menetelmä	15
4.1 Asemakaavat, joille tämä menetelmä on tarkoitettu	15
4.2 Mitä tässä työkalussa tarkoitetaan asemakaavalla	15
4.3 Arviointiajanjakso	15
4.4 Tulosten yksiköt	16
4.5 Laajempaan käyttöön tulevien alueiden ja rakenteiden huomioiminen	16
5 Esirakentaminen	17
5.1 Lähtötietojen tarkempi kuvaus	18
5.2 Laskennan tarkempi kuvaus	18
5.3 Keinoja esirakentamisen päästöjen vähentämiseen	19
5.4 Jatkokehitysaihia	19
6 Infra ja yleiset alueet	20
6.1 Lähtötietojen tarkempi kuvaus	21
6.2 Laskennan ja päästötietojen tarkempi kuvaus	21
6.2.1 Olemassa oleva kirjallisuus infran hiilijalanjäljestä	22
6.3 Keinoja infran ja yleisten alueiden päästöjen vähentämiseen	24
6.4 Jatkokehitysaihia	24
7 Rakennukset ja tontit	25
7.1 Laskennan rajausta ja peruseräperiaate	26
7.2 Laskennan määräyksiköt	26
7.3 Ominaispäästöt	26
7.3.1 Uudisrakennukset	26
7.3.2 Olemassa olevat rakennukset	27
7.3.3 Rakennusten peruseräparannus ja käyttötarkoituksen muutos	27
7.3.4 Pihat	27
7.4 Keinoja rakennusten ja tonttien rakentamisen hiilijalanjäljen vähentämiseen	28
7.4.1 Uudisrakennukset	28
7.4.2 Pihat	28
7.5 Jatkokehitysaihia	28

8	Energiankulutus	29
8.1	Arvio kaukolämmön kulutuksesta	30
8.2	Arvio sähkönkulutuksesta	31
8.3	Perusparannukset ja käyttötarkoituksen muutokset	32
8.4	Katualueiden sähkönkulutus	32
8.5	Päästötietojen tarkempi kuvaus	32
8.6	Keinoja energiankulutuksen päästöjen vähentämiseen	33
8.7	Jatkokehitysaihia	34
9	Liikenne	35
9.1	Laskuriin syötettävät tiedot	36
9.2	Lähtötietojen tarkempi kuvaus	37
9.3	Päästökertoimet	38
9.4	Keinoja liikenteen päästöjen vähentämiseen	39
9.5	Jatkokehitysaihia	39
10	Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot	40
10.1	Lähtötietojen syöttäminen - tarkempi kuvaus	41
10.2	Hiilivarastojen ja -nielujen ominaisarvot	42
10.2.1	Hiilivarastoarvioita muista lähteistä	42
10.3	Laskennan tarkempi kuvaus	43
10.4	Keinoja maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen ja -nielujen kasvattamiseen	43
10.5	Jatkokehitysaihia	43
11	Ohjeet Excel-pohjaisen arviointimenetelmän käyttöön	44
12	HAVAn jatkokehittäminen	45
13	Lähteet	46
	Liite 1 Matkojen keskipituudet kartalla	47
	Liite 2 Viheralueiden hoitoluokat kartalla	48

1 Johdanto

Helsingin tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035. Tämä tavoite koskee kaupunkialueella syntyviä päästöjä, joista tärkeimmiksi on tunnistettu lämmön ja sähkön kulutus, sekä liikenteen päästöt. Hiilineutraali Helsinki 2035 -ohjelma tunnistaa myös tarpeen vähentää päästöjä kokonaisvaltaisesti, huomioiden mm. kaupunkirakenteen rakentamisen ja ylläpidon päästöt.

Tässä raportissa kuvattavan Helsingin asemakaavojen vähähiilisuuden arviointimenetelmän (HAVA) avulla voidaan jatkossa tarkastella Helsingin asemakaavojen elinkaaren hiilijalanjälkeä ja -kädenjälkeä (positiiviset ilmastovaikutukset). HAVA tarjoaa kaupungille selkeän ja helppokäyttöisen menetelmän, jonka avulla pystytään arvioimaan vähähiilisiä ja kenties jopa hiiliposiitiivisia ratkaisuja asemakaavatyön yhteydessä. Helsingin kaupungin tilaaman työn toteutuksesta on vastannut Sitowise Oy.

Helsingin asemakaavoituksella on myös monia muita kestäväään kaupunkikehitykseen liittyviä vaatimuksia, tavoitteita ja työkaluja. Näistä yhtenä, uudehkona esimerkkinä viherkerroin, jonka avulla pyritään varmistamaan riittävän viherpinta-alan säilyminen tonteilla ja samalla ehkäisemään hulevesitulvia. HAVA täydentää kokonaisuutta asemakaavoitukseen liittyvien ilmastovaikutusten osalta. Kiertotalouden ratkaisut ovat yksi keskeinen tapa edistää vähähiilisyyttä. Kiertotalouden edistämisen suuntaviivat on Helsingissä koottu raporttiin Helsingin kierto- ja jakamistalouden tiekartta (Helsingin kaupunki 2020b).

Ympäristöministeriö valmistelee parhaillaan Rakenusten vähähiilisuuden arviointimenetelmää. Uudisrakennuksille elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta tulee vaatimukseksi viimeistään vuonna 2025. HAVA laajentaa tarkastelun yksittäisistä rakennuksista niiden ympäristöön.

HAVA-laskelmat tehdään 50 vuoden tarkasteluajan jaksolle sisältäen alueen rakentamisen, käytön ja purkamisen vaikutuksia. Menetelmä sisältää seuraavat osa-alueet:

- Esirakentaminen
- Infra ja yleiset alueet: rakentaminen ja ylläpito
- Rakennukset ja tontit: rakentaminen ja ylläpito
- Energiankulutus: rakennukset ja katuvalaistus
- Liikenne
- Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot

Ilmastopäästöjen kannalta osa-alueista selkeästi merkittävimmät ovat rakennusten rakentaminen ja ylläpito, energiankulutus ja liikenne. Aiemmissa selvityksis-

sä nämä kolme osa-aluetta ovat yhdessä vastanneet 87 – 99 % alueen elinkaaren päästöistä.

HAVA-laskentaa varten on luotu Excel-pohjainen laskentatyökalu, joka sisältää laskennassa tarvittavat päästötiedot. Yksinkertaisimmille kaavoille laskelma voidaan tehdä kokonaisuudessaan tällä työkalulla ilman erityistä asiantuntemusta elinkaarilaskennasta. Erilliselvityksiä vaaditaan, jos kaavan toteuttaminen vaatii esirakentamista, tai jos kaavalla on merkittäviä liikennevaikutuksia.

Tässä esitetty menetelmä on luonteeltaan alustava. Menetelmän vaatii vielä koekäyttöä ja yksityiskohtien tarkentamista.

Menetelmä on kehitetty Helsingin kaupungin tilauksesta. Työn ohjaamiseen ovat osallistuneet seuraavat henkilöt:

- Anri Linden, yksikön päällikkö, asemakaavoitus (ohjausryhmän puheenjohtaja)
- Sanna Meriläinen, arkkitehti, asemakaavoitus (työn koordinaatio)
- Marja Piimies, asemakaavapäällikkö, asemakaavoitus
- Susa Eräranta, tiimipäällikkö, asemakaavoitus
- Tuomas Hakala, yksikön päällikkö, asemakaavoitus
- Heidi Huvila, ympäristöasiantuntija, kehittämispalvelut
- Petteri Huuska, ympäristösuunnittelija, ympäristöpalvelut
- Johanna Iivonen, tiimipäällikkö, liikenne- ja katusuunnittelu
- Paula Kinnunen, arkkitehti, asemakaavoitus
- Kaisa-Reeta Koskinen, Hiilineutraali Helsinki -projektin johtaja
- Jenni Kuja-Aro, ympäristötarkastaja, ympäristöpalvelut
- Pekka Leivo, yksikön päällikkö, teknistaloudellinen suunnittelu
- Tiina Lepistö, erityisasiantuntija, teknistaloudellinen suunnittelu
- Tuukka Linnas, tiimipäällikkö, asemakaavoitus
- Janne Prokkola, yksikön päällikkö, asemakaavoitus
- Kalle Rantala, erityisasiantuntija, pohjarakennus
- Jari Rantsi, liikenneinsinööri, liikenne- ja katusuunnittelu
- Sari Ruotsalainen, arkkitehti, asemakaavoitus
- Tiina Saukkonen, suunnitteluvastaava, puisto- ja viheraluesuunnittelu
- Mikko Suominen, projektinjohtaja, esirakentaminen ja aluerakentamislogistiikka
- Alpo Tani, erityisasiantuntija, selvitykset ja vaikutusten arvioinnit
- Suvi Tyynilä, tiimipäällikkö, asemakaavoitus
- Riikka Äärelä, maisema-arkkitehti, kaupunkitila- ja maisemasuunnittelu

Arvion katuvalaistuksen energiankulutuksesta antoi Tommi Valve Helsingin kaupungilta.

Lisäksi kiitämme Helen Oy:n Jouni Kivirinnettä, Juha Riissasta ja Merja Tanneria kaukolämmön kulutustiedon jakamisesta HAVAn kehityksen tueksi ja Helen sähköverkko Oy:n Juhani Lepistöä hänen jakamastaan tiedosta rakennusten sähkönkulutuksesta.

Työn toteutuksesta vastasivat Sitowise Oy:n Eero Puurunen, Maija Mattinen-Yuryev, Sami Soininen, Eeva Vahtera, Juha Lahti, Juha Seppälä, Nicholas Stewart, Toni Lahtinen, Anu Riikonen, Marika Bremer, Katja Kaartinen, Tero Rahkonen, Kirsi Rantama ja Sanna Jalaskoski.

Sitowisen tekemän työn rinnalla Matti Koutonen toteutti insinööri (AMK) -lopputyönsä ”Pintamaan hiilivarastot Helsingin aluehankkeissa – Muutos hiilivarastoissa ja pintamaan kierrätyskäytänteet”. Raportissa on hyödynnetty joitain tämän opinnäytetyön huomioita.

2 Määritelmät

Asemakaava Asemakaavalla tarkoitetaan HAVAssa itse kaavadokumenttien lisäksi kaikkia asemakaavaprosessin yhteydessä laadittuja suunnitelmia, joita ovat mm. julkisten ulkotilojen viite- tai yleissuunnitelmat, yhdyskuntatekniset suunnitelmat, liikenne- ja linjastosuunnitelmat.

Esirakentaminen Esirakentamisella tarkoitetaan ennen alueen varsinaista rakentamista tai rakentamisen yhteydessä tehtävää rakentamis- edellytysten luomista ja parantamista. Esirakentamiseen kuuluvat yleisesti mm. maaston muotoilu kaivamalla, louhimalla ja täyttämällä, maapohjan vahvistaminen ja keventäminen, alueellisen vakavuuden parantaminen, pilaantuneiden maa-alueiden kunnostaminen, vesi-alueiden ruoppaus ja täyttö, rakennusten ja rakenteiden purkaminen, johtosiirrot ja tukimuurit.

Infra Tekniset rakenteet kuten verkostot, kadut, tiet, radat, tunnelit ja sillat

Hiilidioksidiekvivalentti (*Carbon dioxide equivalent*) -Hiilijalanjäljen yksikkö. Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi ilmakehässä.

Hiilijalanjälki (*Carbon footprint*) Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen tai palvelun ilmastovaikutusta muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.

Hiilikädenjälki (*Carbon handprint*) Tuotteesta tai palvelusta syntyvien ilmastohyötyjen summa muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.

Hiilinielu Maaperän ja kasvillisuuden hiilivaraston vuosittainen kasvu

Hiilivarasto Yhteyttämisen kautta kasvillisuuteen ja maaperään varastoitunut hiili. Myös puurakennuksista ja -rakenteista puhutaan hiilivarastona.

Ominaispäästö (päästökerroin) Ilmastopäästöt per tarkasteltu yksikkö. Käytetään yleisesti energiantuotannon päästöjen kuvaamisessa (esimerkiksi kgCO₂e/MWh). Tässä raportissa tarkoittaa päästöjä, jotka aiheutuvat minkä tahansa yksikön (esimerkiksi asuinkerrostalon kerrosneliömetri) elinkaaren aikana.

Puisto Puisto on avoin tai puoliavoin hoidettu viheralue yleensä kaupunkirakenteen keskellä.

Päästö Tässä raportissa päästöillä tarkoitetaan ilmastovaikutuksia. Katso: hiilijalanjälki.

Pilaantuneet maa-alueet (PIMA) Pilaantuneessa maa-aineksessa on haitta-aineita, jotka ominaisuuksiensa ja pitoisuuksiensa vuoksi aiheuttavat haittaa ympäristölle ja ihmisten terveydelle.

Päästölaskenta Päästölaskennassa huomioon otettavien päästöjen laajuus vaihtelee tapauskohtaisesti. Myös elinkaariarviointi ja hiilijalanjälkilaskenta ovat päästölaskentaa.

Uusiomaarakentaminen Uusiomaarakentamisella tarkoitetaan uusiomateriaalien hyötykäyttöä maarakentamisessa. Uusiomateriaaleilla voidaan korvata luonnon kiviaineita maarakentamisessa.

Uusiomateriaali Uusiomateriaalit voivat olla sivutuotteita (esim. kuonat), jätteitä (esim. betonimurske), kierrätystuotteita (esim. vaahtolasimurske) tai ylijäämämaita.

Virkistysalueet Virkistysalueisiin luetaan tässä yhteydessä kaikki yleiset alueet, pois lukien kadut, aukiot ja päällystetyt pyöräily- tai jalankulkureitit. Tyypillisiä virkistysalueita ovat luonnonalueet, rakennetut viheralueet ja virkistyskäyttöön tarkoitetut muut alueet, kuten liikuntapuistot.

Yleiset alueet Kadut, pyöräily- ja jalankulkureitit, aukiot ja virkistysalueet. Yleiset alueet käsitellään tässä menetelmässä infran yhteydessä.

3 Työn taustaa

3.1 Hiilineutraali Helsinki 2035

Helsingin tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035. Tämä tavoite koskee kaupungin alueella tuotettuja päästöjä, joista tärkeimmiksi on tunnistettu lämmön ja sähkön kulutus, sekä liikenteen päästöt. Aluekehityksen koko elinkaaren aikainen ilmastovai-
kutukset ei näy Helsingin päästölaskennoissa, koska esimerkiksi rakennusmateriaaleja valmistavaa teolli-

suutta ei Helsingissä juuri ole. Hiilineutraali Helsinki 2035 -ohjelma tunnistaa kuitenkin myös tarpeen vähentää päästöjä kokonaisvaltaisesti, huomioiden mm. kaupunkirakenteen rakentamisen ja ylläpidon päästöt.

3.2 Asemakaavoituksen rooli vähähiilisessä kaupunkikehityksessä

Vähähiilinen kaupunkikehitys syntyy lukuisten, eri suunnitteluasteilla tehtävien päätösten seurauksena. Asemakaavoilla voidaan vaikuttaa vain tiettyihin asioihin tässä päätösten ketjussa. Esimerkiksi esirakentamisen päästöihin voidaan asemakaavoituksessa vaikuttaa suunnittelemalla maan tasaukset seuraten olemassa olevaa maan pintaa. Toisaalta asemakaava-alueen maapohjan kantavuus voi olla niin heikko, että esirakentamisen päästövaikutukset ovat merkittävät siitä riippumatta, millaisia valintoja asemakaavaa valmistellessa tehdään.

Seuraavassa on arvioitu eri kaava- ja suunnitteluasteiden vaikuttavuutta tässä menetelmässä käytettäviin päästökategorioihin. Näin on pyritty antamaan yleiskäsitys siitä, mihin asemakaavoituksessa pystytään ja mihin ei siinä pystytä vaikuttamaan.

Eri kaava-asteiden vaikuttavuutta on arvioitu asteikolla:

ooo	Suuri vaikutus
oo	Keskisuuri vaikutus
o	Pieni vaikutus

Taulukko 3a. Suunnittelun vaiheiden mahdollisuudet vaikuttaa päästöihin eri päästökategorioissa. Vaaleanpunaisella taustalla esitetyt kategoriat ovat tyypillisesti kokonaisuuden kannalta selkeästi merkittävimmät.

	Yleiskaava*	Osayleiskaava*	Asemakaava*	Tontinluovutusehdot & toteutus suunnittelu
Esirakentaminen	ooo	oo	oo	-
Infra ja yleiset alueet (rakentaminen ja ylläpito)	ooo	ooo	oo	oo
Rakennukset ja tontit (rakentaminen ja ylläpito)	o	o	ooo	ooo
Energiankulutus	ooo	ooo	ooo	ooo
Liikenne	ooo	oo	oo	o
Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot	ooo	oo	o	o

* Sisältää kaavoitukseen liittyvät suunnitelmat ja selvitykset

Yllä olevassa taulukossa suunnittelun eri vaiheiden vaikuttavuutta on arvioitu koostetusti. Seuraavaksi eri päästökategorioiden arvioita esitellään perusteluineen.

ESIRAKENTAMINEN	Yleiskaava	Osayleiskaava	Asemakaava	Tontinluovutusehdot & toteutussuunnittelu
	ooo	oo	oo	o

Esirakentamisen päästöihin vaikuttavat keskeisimmin kaivu-, louhinta-, täyttö- ja stabilointityöt, sekä joskus pilaantuneiden maiden käsittely. Näiden toimenpiteiden mittakaava määrittyy pitkälti rakentamisen sijainnin ja tiiveyden perusteella. Rakentamisen sijoittumisen ja määrän päälinjat määritellään yleis- ja osayleiskaavoissa. Asemakaavassa voidaan vaikuttaa mm. kaivujen ja täyttöjen määrään taitavalla tasausten suunnittelulla. Asemakaavoituksen yhteydessä

tarkennettavassa esirakentamissuunnitelmassa voidaan soveltaa vähähiilisiä menetelmiä, kuten puupaalutusta ja painopenkereitä. Myös massojenhallinnalla, jonka avulla minimoidaan maamassojen kuljetustäisyyksiä, on merkittävä rooli. Esirakentamisessa voidaan myös kasvattaa alueen hiilikädenjälkeä, eli positiivisia ilmastovaikutuksia mm. käyttämällä puupaaluja.

INFRA JA YLEISET ALUEET (RAKENTAMINEN JA YLLÄPITO)	Yleiskaava	Osayleiskaava	Asemakaava	Tontinluovutusehdot & toteutussuunnittelu
	ooo	oo	oo	o

Infrarakentamisen hiilijalanjälkeä määrittää keskeisimmin alueelle tulevien päällystettyjen alueiden määrä ja näiden rakentamisessa käytetyt materiaalit. Myös erityisrakenteilla, kuten silloilla on usein suuri vaikutus niissä käytetyn betonin ja teräksen valmistuksesta syntyvien päästöjen takia. Asemakaavassa voidaan vaikuttaa mm. katuverkon yksityiskohtiin, mutta isot linjat luodaan laajempialaisessa

suunnittelussa. Suurta kantavuutta vaativien alueiden sijoittaminen kantavalle maaperälle vähentää rakennekerrosten määrää. HAVA ei tällä hetkellä huomioi maaperän kantavuuden vaikutusta infrarakentamisessa, paitsi koskien pohjanvahvistusta, joka käsitellään esirakentaminen osiossa. Toteutussuunnittelussa voidaan pinta-, alus- ja teknisten verkkojen materiaaleiksi valita vähähiilisiä vaihtoehtoja.

RAKENNUKSET JA TONTIT (RAKENTAMINEN JA YLLÄPITO)	Yleiskaava	Osayleiskaava	Asemakaava	Tontinluovutusehdot & toteutussuunnittelu
	o	o	ooo	ooo

Asemakaavoilla on merkittävä rooli rakennusten ja tonttien rakentamisen hiilijalanjälkeen. Puurakentaminen on tällä hetkellä keskeinen tapa pienentää rakentamisen päästöjä ja kasvattaa samalla hiilivarastoa. Tulevaisuudessa vähähiilisyyteen voidaan ohjata myös tontille asetettavan hiilijalanjäljen maksimi-arvon

kautta. Vastaavia vaatimuksia voidaan asettaa myös tontinluovutuksen yhteydessä. Yleis- ja osayleiskaavatasoilla vaikutetaan ennen kaikkea rakentamisaikaa ja sitä kautta perustamisolosuhteisiin. Paalupe- rustuksen vaikutus rakentamisen hiilijalanjälkeen on merkittävä.

ENERGIANKULUTUS (RAKENNUKSET JA KATUVALAISTUS)	Yleiskaava	Osayleiskaava	Asemakaava	Tontinluovutusehdot & toteutussuunnittelu
	ooo	ooo	ooo	ooo

Energiajärjestelmän iso kuva luodaan asemakaavoitusta laajemmissa tarkasteluissa. Tyypillinen nykyhetken helsinkiläisrakennus on riippuvainen Helsingin kaukolämpöverkosta ja Pohjoismaiden sähköverkosta. Uusissa ja perusparannettavissa rakennuksissa tuotetaan vuosi vuodelta enemmän uusiutuvaa energiaa ja osa niistä on irrottautunut kaukolämpöverkosta. Asemakaavatasolla tehtävillä päätöksillä voi olla merkittävä rooli tulevaisuuden energiajärjestel-

miä luotaessa. Asemakaavat voivat mahdollistaa mm. energiayhteisöjen muodostamista, matalalämpöverkkojen ja kaksisuuntaisten energiaverkkojen kehittymistä, sekä alueellisia uusiutuvan energian ratkaisuja. Tässä menetelmässä käsiteltävissä pienehköissä kaavoissa voidaan vaikuttaa ennen kaikkea rakennusten energiatehokkuuteen ja rakennuskohtaiseen uusiutuvan energian tuotantoon.

LIIKENNE	Yleiskaava	Osayleiskaava	Asemakaava	Tontinluovutusehdot & toteutussuunnittelu
	000	00	00	0

Kaavoitukseen vaikutus liikenteen päästöihin liittyy pitkälti toimintojen sijoittumiseen ja yhdyskuntarakenteen tiiveyteen. Keskeisillä paikoilla, hyvien julkisen liikenteen yhteyksien äärellä toiminnot aiheuttavat vähemmän päästöjä. Rakentamisen sijainti määräytyy pitkälti yleiskaavatasoisen suunnittelun kautta. Yleiskaavatasolla tehdään myös merkittävät

liikenneinfran ratkaisut, kuten auto- ja raideliikenteen pääreittien linjaukset. Asemakaavoissa voidaan edistää vähähiilistä liikennettä erilaisin toimenpitein, jotka edistävät jalankulkua, pyöräilyä ja julkisen liikenteen käyttöä. Pysäköintiratkaisut vaikuttavat henkilöautoilun houkuttelevuuteen. Tontinluovutuksen yhteydessä voidaan vaatia mm. sähköautojen latauspaikkoja.

MAAPERÄN JA KASVILLISUUDEN HIILIVARASTOT	Yleiskaava	Osayleiskaava	Asemakaava	Tontinluovutusehdot & toteutussuunnittelu
	000	00	0	0

Helsingin merkittävimmät hiilivarastot ovat metsissä. Luontoalueiden säilyttämiseen vaikutetaan ennen kaikkea yleis- ja osayleiskaavoissa. Myös asemakaavoituksessa voidaan vaikuttaa pienemmässä mittakaavassa luonnonmukaisen kasvillisuuden ja

maaperän säilyttämiseen. Toteutussuunnittelussa voidaan vaikuttaa viheralueiden hiilivarastoihin mm. säilyttämällä olemassa olevia puita ja minimoimalla päällystettyjen alueiden pinta-alaa.

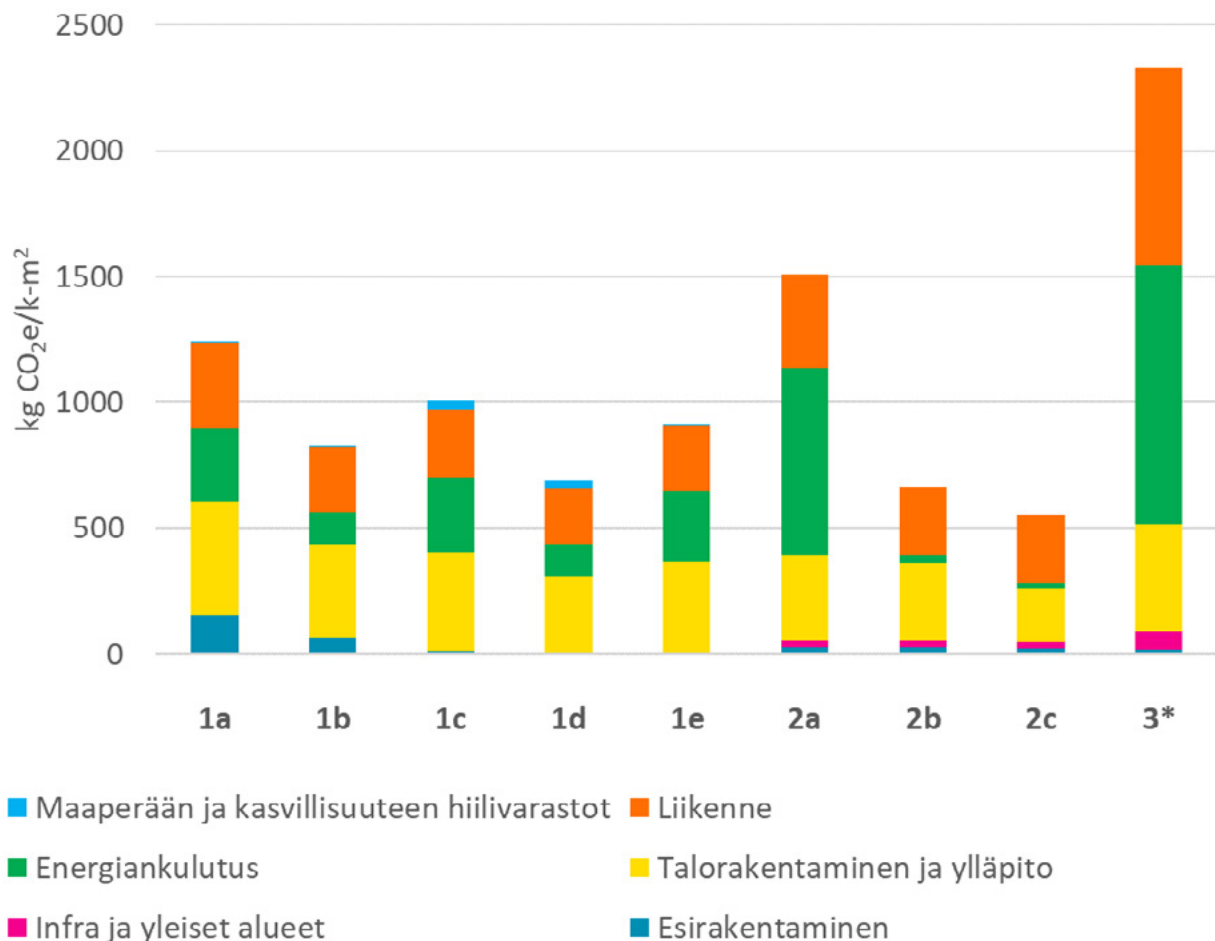
3.3 Arvioinnin eri osa-alueiden merkittävyys kokonaisuudessa

Kokonaisvaltaisia aluekehityksen elinkaaren hiilijalanjäljen tarkasteluja, jotka vastaavat laajuudeltaan HAVAA, on Suomessa tehty tähän mennessä vain vähän. Tähän osioon on koostettu tietoa näistä selvityksistä. Tehdyn katsauksen pohjalta voidaan todeta, että kolme kategorialla nousee selkeästi muita merkittävämmäksi: rakennusten rakentaminen ja ylläpito,

rakennusten energiankulutus ja liikenne. Tämän voidaan olettaa pitävän paikkansa myös enemmistössä HAVAlla tehtävistä laskennoista.

Kuvan 3a kuvaajaan on kerätty tiedot seuraavista selvityksistä ja näissä esitetyistä skenaarioista.

- **Vartiokylänlahden rakentamisalueiden elinkaaren aikaisten ilmastopäästöjen arviointi (Helsingin kaupunki 2020)**
 - 1a Puotilanranta business-as-usual (perustapaus)
 - 1b Puotilanranta tavoite
 - 1c Rastilanranta business-as-usual (perustapaus)
 - 1d Rastilanranta tavoite
 - 1e Meri-Rastilan länsiosa
- **Keran alueen päästötarkastelu (Ramboll 2021)**
 - 2a Kera business-as-usual (perustapaus)
 - 2b Kera suunnitteluratkaisu
- **Hiedanrannan päästökartoitus ja ilmastovaikutusten arviointi (osayleiskaava-alue) (Ramboll 2020a)**
 - 3a Hiedanranta oletus



*Energiankulutuksen ja liikenteen päästöt ovat liioiteltuja. Katso selitys alla.

Kuva 3a. Kokonaisvaltaisten alueellisten hiilijalanjälkilaskelmien vertailu, jossa on esitetty päästöt per rakennettu kerrosneliö.

Tässä esitetyt selvitykset eivät ole menetelmiltään yhtenäisiä. Laskelmien oletuksissa on eroavaisuuksia mm. vauhdissa, jolla liikenne sähköistyy. Oleelliset erot liittyvät siihen, mitä kategorioita laskennassa on mukana, miten kategoriat määritellään ja mikä on laskenta-ajanjakso. Keskeisimmät eroavaisuudet ovat:

- 1a-e: mukana ei ole "infran ja yleisten alueiden" rakentamisen ja ylläpidon päästöjä
- 2a-c: Raportissa kategoria "infra" sisältää esirakentamisen päästöt. Tässä diagrammissa nämä päästöt on jaettu puoliksi kategorioiden "esirakentaminen" ja "infra ja yleiset alueet" välille. Annettujen, vaillinaisten tietojen perusteella vaikuttaa todennäköiseltä, että esirakentamisen osuus on todellisuudessa suurempi.
- 3: Energiankulutuksen ja liikenteen päästöt eivät kuvasta todellista arviota. Raportissa päästöt on ilmoitettu ensimmäiselle vuodelle rakentamisen jälkeen. Tässä diagrammissa nämä yhden vuoden päästöt on kerrottu 50:llä (muiden laskelmien tarkasteluajanjakson pituus).
- 3: Esirakentaminen sisältää vain rakennusten purkamisen päästöt.
- 3: Laskelmassa ei ole mukana maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoja. Raportissa kerrotaan maaperän ja kasvillisuuden hiilinieluista, mutta näiden vaikutus on sisällytetty kategoriaan "kulutus", joka sisältää mm. ruuan ja palvelujen käytön päästöt.

3.3.1 Eri kategorioiden suhteellinen vaikutus

Tämän pienen otannan perusteella aluekehityksen päästöt jakautuvat eri kategorioihin seuraavasti. Näissä arvoissa ei ole huomioitu Hiedanrannan laskelmaa, jossa liikenteen ja energiankulutuksen päästöt eivät edusta todellisuutta. Lisäksi annetussa arvioissa on huomioitu vain ne laskelmat, jossa kyseinen kategoria on ollut mukana arvioinnissa.

Taulukko 3b. Eri osa-alueiden osuus alueen elinkaaren kokonaispäästöistä.

Kategoria	Osuus kokonaispäästöistä
Esirakentaminen	1 – 12 %
Infra ja yleiset alueet	2 – 4 %
Talorakentaminen ja ylläpito	18 – 47 %
Energiankulutus	4 – 50 %
Liikenne	24 – 49 %
Maaperään ja kasvillisuuteen hiilivarastot	0 – 5 %

3.4 Purkava täydennysrakentaminen: Purkaa vai korjata?

Alueiden purkava täydennysrakentaminen on herättänyt paljon pohdintoja siitä, olisiko olemassa olevien rakennusten säilyttäminen ympäristötietoisempi vaihtoehto. Laajin ja tuorein suomalainen selvitys, jossa olemassa olevan rakennuksen kehittämiseen perustuvien vaihtoehtojen vaikutuksia verrataan kokonaan uusien rakennusten rakentamisen vaikutuksiin, on Purkaa vai korjata? – Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot (YM 2021). Raportin johtopäätöksissä todetaan: ”Tutkittujen tapausten perusteella peruskorjaaminen on purkavaa uudisrakentamista tehokkaampi keino välttää päästöjen syntymistä lähivuosikymmeninä, jotka ovat ratkaisevia ilmastonmuutoksen torjunnan ja siihen sopeutumisen näkökulmasta.” Selvitys korostaa siis lähiaikoina syntyvien päästöjen merkittävyyttä suhteessa kauempana tulevaisuudessa syntyviin päästöihin. Jos vertailua tehdään koko elinkaaren päästöjen summalla, vaihtelevat tulokset tapauskohtaisesti.

Tuoreessa Helsinkiin sijoittuvassa selvityksessä (A-insinöörit 2021), joka käsittelee Mellunkylässä 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuja asuinalueita, todetaan, että purkava täydennysrakentaminen on 50 vuoden tarkasteluajanjaksolla säilyttävää vaihtoehtoa vähähiilisempi. Purkavan ja säilyttävän vaihtoehdon ero elinkaaripäästöissä tarkastelluilla kahdella alueella on 24 % ja 14 %. Keskeisimmät tulokseen vaikuttavat oletukset ovat perusparannettavien rakennusten käytönaikainen energiankulutus ja energiantuotannon päästöskenaario.

Selvityksessä oletetaan, että perusparannus pienentää rakennusten energiankulutusta 30 %. Tästä oletuksesta todetaan ”Tarkastellun tyyppisissä taloyhtiöissä ylimääräinen energiatehokkuusinvestointi lähitulevaisuudessa on epätodennäköisiä, sillä laaja perussaneeraus on jo minimissään mittava investointi.”

Energiantuotannon päästöskenaarioina selvityksessä käytettiin YM:n Rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmän mukaisia skenaarioita. HAVAssa käytetyissä skenaarioissa kaukolämmön- ja sähköntuotannon päästöt putoavat YM:n skenaarioita nopeammin. Tampereen kaupungin alkuvuodesta 2021 teettämässä selvityksessä verrattiin Tampereen keskustan tuntumassa sijaitsevan asuinkerrostalon purkavaa ja säilyttävää vaihtoehtoa (Sitowise 2021). Vertailussa huomioitiin uudisrakennuksen olemassa olevaa rakennusta suurempi koko sijoittamalla säilyttävän vaihtoehdon ”ylimääräiset asukkaat” muualle Tampereelle uudisrakennuksiin, vuonna 2020 rakennettujen rakennusten jakauman mukaisesti. Analyysi sisälsi myös liikenteen vaikutukset asukkaiden sijainnin perusteella. Näin arvioiden uudisrakentaminen on vaihtoehtoista selkeästi vähähiilisempi. Ero johtuu ennen kaikkea siitä, että osa ”ylimääräisistä asukkaista” sijoittui omakotitaloihin kaupungin laitamille. Näillä asukkailla sekä asunnon rakentamisen että liikenteen päästöt olivat keskustassa kerrostalossa asuvaa asukasta suuremmat. Vertailussa ei ollut mukana olemassa olevaa rakennusta korottavaa vaihtoehtoa.

3.5 Menetelmän tavoitteet

Menetelmän kehityksessä on pyritty seuraaviin ominaisuuksiin:

- Kattava: menetelmä kattaa kaupunkikehityksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat tekijät kokonaisvaltaisesti.
- Oleelliseen keskittyvä: menetelmä arvioi asioita, jotka ovat merkityksellisiä kokonaisuuden kannalta ja joihin on mahdollista vaikuttaa asemakaavotuksen yhteydessä.
- Helppokäyttöinen: menetelmää voi käyttää ilman erityisasiantuntemusta hiilijalanjälkilaskennasta. Alustavan arviona on esitetty, että laskelman tekeminen kestäisi noin puoli työpäivää, kun lähtötiedot on olemassa.

- Laadukas: Menetelmän uskottavuus pohjautuu taustaoletusten avoimeen raportointiin ja lähteiden selkeään kirjaamiseen.
- Pitkäikäinen: menetelmän pitkäikäisyyteen tähdätään mm. sitomalla menetelmän laskentatapoja rinnakkaisiin ja kehitteillä oleviin laskentamenetelmiin.

Seuraavaan taulukkoon on kirjattu meneillä olevia hankkeita ja tietolähteitä, jotka voivat olla hyödyllisiä HAVAn jatkokehityksessä.

Taulukko 3c. HAVAn liittyviä hankkeita ja tietolähteitä.

Osa-alue	Hanke tai tietolähde
Esirakentaminen	Väyläviraston hanke: infrarakentamisen päästötietokanta YM rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmä sisältää purkamiseen liittyviä arvoja
Infra ja yleiset alueet	Väyläviraston hanke: infrarakentamisen päästötietokanta
Rakennukset ja tontit	YM rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmä (arviointi pakolliseksi uusille rakennuksille viimeistään 2025).
Energiankulutus	Helenin päivittyvät päästöskenaariot Helen sähköverkot Oy:n tarkentuva tieto eri rakennustyyppien sähkönkulutuksesta
Liikenne	VTT: Lipasto (liikenteen päästöt) ja Aliisa (autokantamalli), päivittyvät ajoittain
Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot	LUKE: Kaupunkipuiden ekosysteemipalvelut (Turku ja Helsinki, i-Tree) Päivittyvä tieteellinen tutkimus: Ranja Hautamäen ryhmä (Aalto) ja Leena Järven ryhmä (Helsingin yliopisto)
Kokonaisvaltaiset arviot	KEKO-menetelmän päivityksestä ei tarkempaa tietoa Uudenmaan ELY:llä 3-vuotinen ILTSU-hanke juuri käynnistynyt

4 Menetelmä

4.1 Asemakaavat, joille tämä menetelmä on tarkoitettu

Esitetty menetelmä on tarkoitettu etupäässä Helsingissä tyypillisille asemakaavahankkeille, joiden piirteitä ovat:

- laajuus n. 1–5 tonttia tai korttelia
- pääkäyttötarkoituksena asuin- ja/tai toimitilarakentaminen

Tämä menetelmä soveltuu myös isommille kaavoille, mutta tällöin erityisesti esirakentamisen ja liikenteen vaikutukset tulee arvioida erikseen. Laskennan muiden osioiden kohdalla kannattaa tehdä tapauskohtaista harkintaa laskentamenetelmän tarkkuuden riittävydestä isompiin hankkeisiin. Tämä menetelmä ei mahdollista esimerkiksi alueellisen matalalämpöverkon tarkastelemista.

4.2 Mitä tässä työkalussa tarkoitetaan asemakaavalla

Asemakaavalla tarkoitetaan HAVAssa itse kaavadokumenttien lisäksi kaikkia asemakaavoituksen yhteydessä luotavia suunnitelmia ja selvityksiä, joita ovat mm.

- esirakentamisen suunnitelma
- julkisten ulkotilojen viite- tai yleissuunnitelmat
- yhdyskuntatekniset suunnitelmat
- liikenne- ja linjastosuunnitelmat

Asemakaavavaihe pitää lisäksi nähdä varsinaista asemakaavaa laajempina suunnitteluprosessina, jossa voidaan tehdä ratkaisuja ja linjauksia myös asemakaavaa laajemmista kysymyksistä mm. alueellisista energiaratkaisuista ja luodaan edellytyksiä seuraavan vaiheen suunnitteluratkaisuille.

Lopullisessa laskelmassa huomioidaan ne suunnitelmat ja selvitykset, jotka ovat mukana kaavaselistuksen liitteinä.

4.3 Arviointiajanjakso

Käytettävä arviointiajanjakso on 50 vuotta. Tämä vastaa Ympäristöministeriön Rakentamisen vähähiilisyiden arviointimenetelmän perusoletusta. Se, että arviointiajanjakso on 50 vuotta, ei liity oletuksiin esimerkiksi rakennusten elinikäodotteesta.

Menetelmän tässä versiossa kaikkien kaavahankkeiden oletetaan valmistuvan vuonna 2025. Arviointiajanjakso päättyy siis 2075. Tämä yksinkertaistettu oletus tekee kakista arvioitavista kaavoista arviointiajanjakson suhteen vertailukelpoisia. Mikäli arvioitava alue valmistuu vuoden 2025 jälkeen, antaa tämä menetelmä

käytännössä hitusen todellista suuremman arvion alueen hiilijalanjäljestä. Tähän vaikuttaa mm. energiankulutuksen ominaispäästöjen vuosittainen pienentyminen. Arviointiajanjakson alkuvuoden muuttamista sellaiseksi, että käyttäjä voi sen valita, voidaan harkita menetelmän jatkokehityksessä. Tämä ominaisuus olisi huomattavasti helpompaa toteuttaa esimerkiksi web-sivun yhteydessä kuin Excel-pohjaisessa työkalussa.

4.4 Tulosten yksiköt

Laskennan tulokset ilmoitetaan taulukon 4.1 mukaisissa yksiköissä. Tulosten pääyksikkö on kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttia. Tulosten ilmoittaminen per vuosi vastaa YM:n Vähähiilisen rakentamisen arviointimenetelmää.

Taulukko 4a. Tulosten yksiköt.

Tuloksen nimi	Yksikkö
kokonaishiilijalanjälki ja -kädenjälki* per vuosi	kg CO ₂ e /a
hiilijalanjälki per kerrosneliömetri per vuosi	kg CO ₂ e / k-m ² , a
Hiilijalanjälki per asukas** per vuosi	kg CO ₂ / asukas, a
Hiilijalanjälki per työpaikka*** per vuosi	kg CO ₂ / työpaikka, a

*Hiilijalanjälki ja -kädenjälkitulokset ilmoitetaan erikseen, lukuja ei vähennetä toisistaan

**Oletus asukasmäärälle: 45 k-m² /asukas

***Oletus työpaikkamäärälle: 25 k-m² /asukas (koskee toimistorakennuksia)

4.5 Laajempaan käyttöön tulevien alueiden ja rakenteiden huomioiminen

Tämä menetelmä on kehitetty ensisijaisesti sellaisia kaavoja varten, joissa rakennusten pääasiallinen käyttötarkoituksena on asuin- tai toimitilarakentaminen. Asemakaavaan voi sisältyä myös toimintoja, jotka palvelevat tarkastelualueen laajempaa ympäristöä: esimerkiksi koulu, liikuntapuisto, tai joukkoliikenteen asema. Tällaisten toimintojen vaikutus voidaan mainita erikseen alueen hiilijalanjälkiraportissa ja laskelmat voidaan esittää vaihtoehtoisesti huomioimatta kyseisiä toimintoja.

5 Esirakentaminen

Erityishuomio laskijalle

Ainoa esirakentamisen alue, johon HAVA tarjoaa tällä hetkellä valmiin laskentamenetelmän, on olemassa olevien rakennusten purkaminen. Esirakentamisen päästöjen arvioiminen vaatii HAVAssa erillisen asiantuntijaselvityksen. Mikäli on syytä olettaa, että asemakaavan toteuttaminen aiheuttaa esirakentamista, tulee erillisen esirakentamisselvityksen teettämistarvetta arvioida esirakentamisen asiantuntijan kanssa.

Mitä arvioidaan?

Esirakentamisen hiilijalanjälkeä- ja kädenjälkeä, johon kuuluvat: mm. maaston muotoilu kaivamalla, louhimalla ja täyttämällä, maapohjan vahvistaminen ja keventäminen, alueellisen vakavuuden parantaminen, pilaantuneiden maiden puhdistaminen, vesialueiden ruoppaus ja täyttö, rakennusten ja rakenteiden purkaminen, johtosiirrot ja tukimuurit.

Kuinka merkittävä aihe on kokonaisuuden kannalta?

Aiemmissa selvityksissä esirakentamisen päästöjen on arvioitu olevan 1 – 12 % alueen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä.

Ilmastovaikutusten kannalta keskeisimmät esirakentamistoimenpiteet ovat:

- stabilointi
- paalut
- paalulaatat
- maatyöt ja täytöt
- PIMA-käsittelyt

Stabiloinnin osuus voi olla yli 90 % (Ramboll 2020b) esirakentamisen kokonaispäästöistä. Hankekohtainen vaihtelu on suurta ja esimerkiksi pilaantuneen maan aiheuttamista massavaihdoista syntyvät päästöt voivat olla keskeisessä roolissa.

Tavat vaikuttaa vähähiilisyyteen, jotka tämä menetelmä huomioi

Esirakentamisen päästöihin voidaan vaikuttaa mm. hyvällä tasausten suunnittelulla ja vähähiilisillä tekniillä ratkaisulla (ks. tarkemmin kohta 5.3).

Mitä lähtötietoja syötetään?

Esirakentamisen hiilijalanjälki ja -kädenjälki (pois lukien rakennusten purkaminen)

- Esirakentamisen päästös selvityksen tulos hiilijalanjäljestä
- Esirakentamisen päästös selvityksen tulos hiilikädenjäljestä
- Olemassa olevien rakennusten purkaminen
- Purettavat kerrosneliöt rakennustyypeittäin (asuinkerrostalot, toimistot, koulut tai päiväkodit, muut rakennukset)
- Jos rakennusten purkamisen päästöistä on erillisselvitys, voidaan purettavien neliöiden määrä sivuuttaa ja sisällyttää erillisselvityksen päästöt esirakentamisen kokonaishiilijalanjälkeen.

Miten laskuri toimii?

Esirakentamisen päästös selvityksen tulokset sekä hiilikädenjäljen arvio syötetään laskuriin. Olemassa olevien rakennusten purkamisen päästöt arvioidaan syötettyjen rakennustyyppikohtaisten kerrosalojen ja ominaispäästökertoimien avulla.

Mistä arviot hiilijalanjäljille ja -kädenjäljille on saatu?

Esirakentamisen hiilijalanjälki- ja kädenjälki tehdään erillisenä asiantuntija-arviona käyttäen soveltuvaa menetelmää.

Rakennusten purkamisen ominaispäästöarvot on poimittu Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä rakentamisen päästötietokannasta (co2data.fi -palvelu), johon on koottu yhdenmukaista tietoa rakennustuotteista sekä prosesseista.

5.1 Lähtötietojen tarkempi kuvaus

Tässä menetelmässä esirakentamisen hiilijalanjäljen lähtötietona toimii valmis arvio esirakentamisen hiilijalanjälkivaikutuksesta. Mikäli esirakentamisen hiilijalanjälkilaskenta on kohdistunut arvioitavaa asemakaavaa laajempaan alueeseen, allokoidaan tälle asemakaavalle kuuluvat päästöt samassa suhteessa, jota tarkasteltavan asemakaavan maapinta-ala edustaa esirakentamisen tarkastelualueen pinta-alasta.

Esirakentamisen päästöt arvioidaan asiantuntijatyönä. Laskennassa voidaan hyödyntää Helsingin käyttöön luotua MELI HEL -työkalua tai muuta vastaavaa menetelmää. MELI HEL -työkalun avulla voidaan mallintaa louhinnan, massanvaihdon, massa- sekä pilaristabiloinnin, pystyöjituksen, painopenkereen, pengerpaalulaatan, puupaalutuksen ja syvätiivistyksen ympäristövaikutuksia.

5.2 Laskennan tarkempi kuvaus

Esirakentamisessa laskenta rajataan rakentamisvaiheeseen. Menetelmässä ei arvioida ylläpitoa tai purkamista elinkaaren lopussa.

Olemassa olevien rakennusten purkamisen vaikutusten arviointi perustuu Ympäristöministeriön rakentamisen päästötietokannan tietoihin (taulukko 5a). Menetelmään valitut arvot ovat tietokannan konservatiivisia arvoja, joita käytetään rakennusluvan hakemisessa. Ominaispäästöissä käytetyn bruttoalan oletetaan laskennassa vastaavan suuruudeltaan asemakaavassa ilmoitettavaa kerrosalaa. Kansallisen päästötietokantaa ja sen tietoja tullaan päivittämään jatkossa vuosittain, ensimmäinen päivitys on odotettavissa syksyllä 2021.

Kansallisen päästötietokannan asuinrakennusten purkamisen päästöarvo on muodostettu kirjallisuuden perusteella, jossa aineisto koostuu erityisesti betoni-

MELI HEL ei sisällä PIMA-käsittelyjä, joissa haitta-aineet erotetaan maa-aineesta. Mikäli suunnitelmissa on tällaisia käsittelyjä, tulee asiantuntijan arvoida näiden päästöt erikseen.

Hiilikädenjäljen (esim. puutuotteisiin sitoutunut hiili, betonin karbonisoituminen) arviointi tehdään asiantuntija-arviona ja syötetään laskuriin.

Purkamisen hiilijalanjälki arvioidaan rakennustyypeittäin. Työkaluun syötetään kerrosala-arviot seuraaville rakennustyypeille: toimisto, asuinkerrostalo, koulu tai päiväkotia tai muu rakennus.

rakenteiden ja asuinkerrostalojen purkamisen päästöarvioista (Häkkinen, 2020). Tästä syystä taulukon 5a arvoa asuinrakennuksille voidaan perustellusti käyttää kerrostaloille, mutta rivi- ja pientalojen purkamiseen käytettäessä epävarmuus kasvaa, ja työkalussa rajaudutaankin tässä vaiheessa tarkastelemaan vain kerrostalojen purkamista asuinrakennusten osalta. Keskimääräinen toimistorakentamisen purkamisen arvo on Häkkisen (2020) mukaan n. 14,6 kg CO₂/m², vaihtelu kohteiden välillä on suurta ja tyypillisesti mitä suurempi toimistorakennus puretaan, sitä pienemmät ovat päästöt (kuva 5a).

Koulu tai päiväkotirakennusten purkamisen osalta Häkkinen (2020) esittää, että tyypillinen arvo on 1,4 kertainen asuinrakennusten päästöarvoon verrattuna, mutta tätä valintaa ei raportissa perustella kovin syvällisesti.

Taulukko 5a. Esirakentamisessa huomioitavien rakennusten purkamisen päästö-arvot. Lähde: co2data.fi ja Häkkinen (2020).

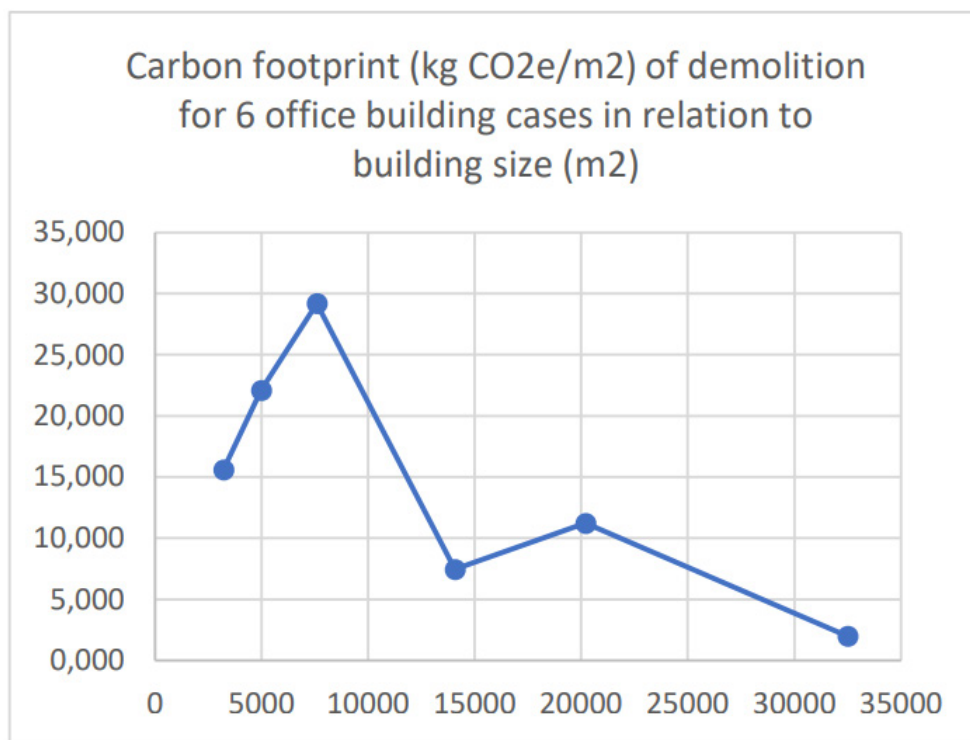
Purkukohde	Päästöarvo	Kommentti/lähde
Asuinrakennus	7 kg CO ₂ e/k-m ²	co2data.fi, konservatiivinen arvo ^{a)}
Toimisto	14 kg CO ₂ e/k-m ²	co2data.fi, konservatiivinen arvo ^{b)}
Koulu tai päiväkotia	9,8 kg CO ₂ e/k-m ²	co2data.fi, konservatiivinen arvo ^{c)}
Muu rakennus ^{d)}	14 kg CO ₂ e/k-m ²	Oletettu vastaavan toimiston päästöarvoa.

^{a)} Konservatiivista arvoa käytetään rakentamisluvan hakemiseen, GWP (C1). Tietokannan arvo perustuu kirjallisuuskatsaukseen, jossa lähtöaineistona on kerrostalopurkamisen tiedot.

^{b)} Tietokannan tausta-aineistossa on arvioitu toimiston purkamisen päästöjen olevan kaksinkertaiset asuinrakennuksen purkamiseen verrattuna.

^{c)} Tietokannan tausta-aineistossa on arvioitu rakennustyyppien purkamisen päästöjen olevan 1,4-kertaiset asuinrakennuksen purkamiseen verrattuna.

^{d)} Mm. liikerakennukset lasketaan tällä arvolla.



Kuva 5a. Delete Oy:n keräämä aineisto kuuden toimistorakentamisen purkamisen päästöistä.
Kuvan lähde: Häkkinen (2020).

5.3 Keinoja esirakentamisen päästöjen vähentämiseen

Merkittävimpiä keinoja vähentää esirakentamisesta aiheutuvia ilmastovaikutuksia ovat:

- Massojen hallinta ja kuljetustarpeen vähentäminen
 - o Maamassojen ja purkuaineksen hyödyntäminen paikallisesti tai lähistöllä
 - o Välivarastoinnin toteuttaminen lähistöllä
- Rakentamisen keskittäminen kantaville maapohjille
- Esikuormitus savipohjalla
- Uusiomateriaalipohjaisten sideaineiden hyödyntäminen stabiloinnissa
- Puupaalutuksen käyttö pilaristabiloinnin sijaan
- Uusiomateriaalien hyödyntäminen neitseellisten materiaalien sijaan

5.4 Jatkokehitysaiioita

HAVAn jatkokehityksessä voidaan menetelmään sisällyttää yksinkertainen tapa arvioida yleisimpiä esirakentamisen toimenpiteitä.

Olemassa olevien rakennusten purkamisen päästöjen arvioinnissa käytettävät ominaispäästöarvoja voi olla syytä tarkentaa/päivittää jo ennen kuin kansallisen rakentamisen päästötietokannan arvoja päivitetään. Kansallisen päästötietokannan asuinrakennusten purkamisen ominaispäästöarvo perustuu asuinrakennuskohteen päästöihin. Jatkossa on punnittava tulisiko purettaville omakoti- ja kerrostalokohteille muodostettava erilliset ominaispäästökertoimet, vai käytetäänkö niillekin kansallisen päästötietokannan asuinrakennusten kerrointa. Mahdollisuuksien mukaan jatkossa voitaisiin käyttää Helsingissä toteutettujen purkukohteiden päästöarvoja laskennassa.

Rivi- ja pientalojen purkamisen päästöille esitetään omat arvionsa.

Aluekehityshankkeita ajatellen täytyy jatkossa miettiä, kuinka esirakentamisen päästölaskennan tuloksia jyvitetään yksittäisille asemakaavoille. Mahdollisia malleja on kaksi:

- Koko alueen esirakentamisen päästöt jaetaan eri kaava-alueille niiden pinta-alojen mukaisesti painotettuna
- Esirakentamisen päästöarvioon sisällytetään arvio kullakin kaava-alueella tehtävistä toimenpiteistä. Tämä vaihtoehto on todennäköisesti vaikea toteuttaa käytännössä.

6 Infra ja yleiset alueet

Mitä arvioidaan?

- Katujen, jalankulun ja pyöräilyn alueiden, katu-/toriaukoiden, virkistysalueiden sekä erikoisrakenteiden (silta, rata tms.) rakentamisen ja ylläpidon hiilijalanjälkeä ja -kädenjälkeä
- Muun infran (tekniset verkostot) hiilijalanjälkeä ja -kädenjälkeä

Kuinka merkittävä aihe on kokonaisuuden kannalta?

Aiemmissa selvityksissä infran ja yleisten alueiden päästöjen on arvioitu olevan 2 – 4 % alueen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä.

Tavat vaikuttaa vähähiilisyyteen, jotka tämä menetelmä huomioi

Asemakaavatyössä voidaan vaikuttaa virkistysalueiden määrään. Virkistysalueiden rakentamisen päästöt ovat muita yleisiä alueita pienemmät. Myös virkistysalueilla käytettävät materiaalit, näiden kuljetukset ja työmaatoiminnot aiheuttavat kuitenkin päästöjä. Olemassa olevien viheralueiden säilyttäminen on siis vähähiilisin ratkaisu.

Infrarakentamisessa käytettäviin materiaaleihin vaikutetaan asemakaavoitusta myöhemmässä suunnittelussa. HAVA ei huomioi materiaalivalintoja.

Mitä lähtötietoja syötetään?

Infran ja yleisten alueiden hiilijalanjälki- ja kädenjälki

- Rakennettavien katujen, aukoiden ja virkistysalueiden pinta-alat seuraavan jaottelun mukaisesti
 - o Kaavan mukainen pinta-ala
 - o Nykyinen pinta-ala (pinta-ala ennen kaavamuutosta)
 - o Poistettava pinta-ala (oletus kaavamuutoksen myötä poistuvasta pinta-alasta)
- Erikoisrakenteiden (esimerkiksi sillat) erillislaskennan tulokset hiilijalanjäljestä ja -kädenjäljestä

Miten laskuri toimii?

Rakennettavien katujen, aukoiden ja virkistysalueiden annetut pinta-alat kerrotaan ominaispäästökertoimilla. Muun infran osuus lisätään kokonaisuuteen (1 % lisäys).

Erikoisrakenteiden erillisselvityksen tulokset sekä asiantuntija-arvio hiilikädenjäljestä syötetään laskuriin (hiilijalanjälki- ja kädenjälkiarviot).

Mistä arviot hiilijalanjäljille ja -kädenjäljille on saatu?

Laskennassa käytetyt ominaispäästöarvot on muodostettu olemassa olevan kirjallisuuden perusteella. Tausta-aineistona on käytetty julkaistuja infrarakentamisen hiilijalanjälkilaskelmia ja -selvityksiä sekä Suomen ympäristökeskuksen kaavoituksen ecolaskurin ylläpitämän KEKO-työkalun taustamateriaaleja.

Erikoisrakenteiden hiilijalanjälki- ja kädenjälki tehdään erillisenä asiantuntija-arviona käyttäen soveltuvaa menetelmää.

6.1 Lähtötietojen tarkempi kuvaus

Työkaluun syötetään pinta-alat eri käyttötyleille (kadut ja aukiot, virkistysalueet). Laskelman tulee kattaa koko kaava-alueen yleisten alueiden pinta-ala. Pinta-alat mitataan lähtökohtaisesti vaakatasossa.

Käytännössä työkaluun syötetään autokatuja, jalan-kulun ja pyöräilyn sekä aukioiden, rakennettujen sekä avointen viheralueiden pinta-alat.

Mikäli tarkastelualueella on silta tai rata, tai muita erikoisrakenteita, niiden hiilijalanjälki ja -kädenjälki tulee laskea erikseen, soveltuvalla menetelmällä. Erillisen laskennan tulokset syötetään työkaluun kokonaisarvona.

Taulukko 6a. Laskennassa käytetyt infran ja yleisten alueiden ominaispäästökertoimet. Päästökertoimet sisältävät ylläpidon.

Aluetyyppi	Päästöarvion lähde	kg CO ₂ e/m ²
Autokatu	SYKE, 2016 (KEKO, ajorata)	58
Jalankulun ja pyöräilyn alueet sekä katu-/toriaukiot	SYKE, 2016 (KEKO)	55
Rakennetut viheralueet	SYKE, 2016 (KEKO, puistot)	5,3
Avoimet viheralueet	SYKE, 2016 (KEKO, nurmialue)	0,5

6.2 Laskennan ja päästötietojen tarkempi kuvaus

Laskenta keskittyy katuhiin, aukioihin ja virkistysalueisiin. Laskennassa huomioidaan rakentamisen ja ylläpidon päästöt. Ylläpidossa huomioidaan pintojen välttämättömät uusimiset. Elinkaaren loppua ei huomioida, vaan tämän vaikutusten oletetaan sisältyvän pintojen uusimiseen.

Teknisten verkostojen hiilijalanjäljen vaikutus infran päästöihin on pieni aiemmin julkaistun kirjallisuuden perusteella, joten se arvioidaan lisäämällä 1 % infran rakentamisen päästöihin. Tämä on linjassa aiemmin KEKO-työkalun ”muun infran” arviointitavan kanssa.

Taulukko 6b. Menetelmään sisällytetyt RAMS-luokituksen mukaiset pääluokat, lähde: Viherympäristöliitto (2020).

Pääluokat	Alaluokat
R Rakennetut viheralueet	R1 Rakennettu arvoviheralue
	R2 Toimintaviheralue
	R3 Käyttöviheralue
	R4 Suoja- ja vaihettumisviheralue
A Avoimet viheralueet	A1 Arvoniitty
	A2 Käyttöniitty
	A3 Maisemaniitty
	A4 Avoin viheralue
	A5 Maisemapelto

Päästökertoimet

Laskennassa käytettävät ominaispäästöarvot on koottu taulukkoon 6a. Tähän mennessä infran ja yleisten hiilijalanjälkilaskelmia on julkaistu niukasti ja näiden perusteella on haasteellista muodostaa eriteltyjä ominaispäästökertoimia käyttötyleittain. Tästä syystä autokadut käsitellään laskennassa yhtenä ryhmänä, jolle on muodostettu ominaispäästökerroin julkaistun kirjallisuuden perusteella.

Menetelmän ensivaiheessa käytetään pääasiassa Suomen ympäristökeskuksen julkaisemia päästöarvoja. Jalankulun ja pyöräilyn alueille sekä katu-/toriaukioille alueille käytetään yhtä ominaispäästökerrointa, joka perustuu julkaistuun kirjallisuusarvoon jalkakäytävien rakentamisen ja ylläpidon päästöistä (SYKE, 2016).

Virkistysalueet

Viheralueiden luokittelussa nojaututaan valtakunnallisesti käytössä olevaan viheralueiden kunnossapitoluokitukseen (RAMS, Viherympäristöliitto, 2020). RAMS ei ole vielä käytössä Helsingissä, mutta nykyinen ABC-luokitus vastaa tätä melko hyvin (ks. Viherympäristöliitto, 2021). HAVAn yleisten alueiden osioon sisällytetään rakennetut sekä avoimet viheralueet (ks. taulukko 6b). Rakennetut viheralueet ovat kaupunki- ja taajamarakenteen sisällä olevia erilaisia puistoja, puistoaukioita, kiinteistöjen ulkoalueita, hautausmaita, katto- ja kansi-puutarhoja, liikenneviheralueita sekä liikuntaan, leikkiin ja muuhun erityiseen toimintaan tarkoitettuja viheralueita. Avoimet viheralueet taas ovat luonnostaan tai ihmistoiminnasta syntyneitä niittyjä ja peltoja (Viherympäristöliitto, 2020).

Muita näkökohtia

Menetelmä ei huomioi tässä vaiheessa vihreän infran keinoja esim. hulevesien hallinnassa, jossa hulevedet johdettaisiin avouomiin putkien sijaan.

6.2.1 Olemassa oleva kirjallisuus infran hiilijalanjäljestä

Taulukkoon 6c on koottu julkaistuja infrarakentamisen hiilijalanjälkiselvitysten tuloksia. Taulukossa on esitetty päästöarvo, mikäli se on julkisessa raportissa esitetty, tai jos se on ollut suoraviivaisesti laskettavissa oletusarvoihin perustuen (käytetyt oletukset on esitetty taulukossa). Osaan laskelmiin on todennäköisesti sisällytetty esirakentamiseen tässä menetelmässä luettavia asioita, kuten rakenteiden poisto. Lisäksi laskelmat sisältävät usein myös muuta infraa (valaistusta, teknisiä verkkoja). Infran päästöarvojen luominen kirjallisuuden perusteella, sisältää siis epävarmuuksia, varsinkin kun laskentamenetelmät ja rajaukset saattavat poiketa toisistaan tarkastelujen välillä.

Turun Skanssin alueen infra-laskelmat esittelevät kolmen kadun päästölaskennan (Skanssinkatu, Vallikatu ja Perhekatu) (Ramboll, 2018). Tarkastelu rajattiin siten, että laskenta sisältää asfalttikerroksen sekä kaikki sen alapuoliset rakenneosat ja pohjanvahvistustöimenpiteet. Laskenta perustui rakennusosamääriin (FORE-ohjelmasta saatava määrälaskentataulukko), Vallikadun osalta lähtötietona oli hankeosalaskelma (Foren HOLA-laskentaohjelman tiedot).

Kaksi keskeisintä Helsingissä tehtyä infrahanketta on Iso Roobertinkadun (Isoroba) peruskorjaus sekä Hämeentien katualueen parantaminen ja kunnallistekniikan uusiminen (Helsingin kaupunki, 2018 & 2020). Molempiin hankkeisiin kuuluu varsinaisen katurakentamisen lisäksi myös muuta infraa, mm. valaistusta, kalusteita, maisemointia.

Isoroban peruskorjauksessa uusittiin valaistus, kalusteet ja varusteet päällyste- ja rakennekerrosten uusimisen sekä tasauksen korjauksen lisäksi. Kaikki edellä mainitut on sisällytetty laskentaan, joka tehtiin One Click LCA -ohjelmistolla. Hiilijalanjälkitulokset on esitetty elinkaarivaiheittain (CEN/TC 350 -standardien elinkaarimalli), mutta ei eriteltynä esimerkiksi hankeosittain tai työvaiheittain.

Hämeentien päästölaskennassa tarkasteltiin infran ja vesihuollon rakentamisen hiilijalanjälkeä. Lisäksi hulevesien eriyttämisen vaikutuksia jätevedenpuhdistuksen hiilijalanjälkeen arvioitiin erillisessä tarkastelussa. Infran osalta laskenta on samansisältöinen kuin Skanssin alueen laskelmat, mutta lisäksi Hämeentien laskenta sisältää valaisimet perustuksineen, köynnösten kasvualustat tukirakenteineen, kasvillisuuden muutoksen ja luonnonkivimuurin rakentamisen. Infrarakentamisen laskenta rajattiin elinkaaren rakentamisen vaiheeseen (A). Hiilijalanjälkitulokset on esitetty

rakennusosatyypeittäin (InfraRYL-nimikkeistön mukaisesti), ja toisaalta jaoteltuna materiaalin tuotantovaiheeseen, kuljetukseen sekä työsuoritteeseen. Arvion tekijöiltä saadut tarkentavat tiedot erotuskaistan, ajoradan, jalkakäytävän pyöräkaistan sekä Arabiankadun raitiotieosuuden neliömääräiset päästöarvoista on koottu taulukkoon 6c. Hämeentien arvion resursiiviseen vaihtoehtoon ajoratojen päästöarvo on hyvin lähellä KEKO-laskurin ajoradan päästöarvoa, muiden katutilojen päästöarvot ovat huomattavasti korkeammat kuin KEKO-laskurin taustamateriaaleissa. Tarkempi analyysi päästökertoimien eroavaisuuksien syistä jää tämän menetelmäraportin rajauksien ulkopuolelle.

Taulukkoon 6d on koottu esimerkkejä määrätietoihin perustuvista hankeosista ja vastaavuudesta viheralueiden RAMS-luokitukseen.

Taulukko 6c. Julkaistuja infrarakentamisen hiilijalanjälkilaskelmiin perustuvia päästöarvoja.

Tyyppi	Päästöarvion lähde	Päästöarvo
Kaksikaistainen tienpenger	Teittinen, 2019	skenaario1 ^a : 560 kg CO ₂ e/m ²
		skenaario2: 530 kg CO ₂ e/m ²
		skenaario3: 60 kg CO ₂ e/m ²
Katualueen parantaminen ja kunnallistekniikan uusiminen, yksisuuntaiset pyöräkaistat, Hämeentie (1,9 km)	Kaupunkiympäristön aineistoja 2020:30	600 kg CO ₂ e/m
Erotuskaista, sis. viheralueet, Hämeentien tapaustarkastelu	Ramboll, 2021	BAU ^b : 341 kg CO ₂ /m ² Resurssiviisas: 249 kg CO ₂ /m ²
Ajorata, Hämeentien tapaustarkastelu	Ramboll, 2021	BAU: 80 kg CO ₂ /m ² Resurssiviisas: 58 kg CO ₂ /m ²
Pyöräkaista, Hämeentien tapaustarkastelu	Ramboll, 2021	BAU: 215 kg CO ₂ /m ² Resurssiviisas: 156 kg CO ₂ e/m ²
Jalkakäytävä, Hämeentien tapaustarkastelu	Ramboll, 2021	BAU: 150 kg CO ₂ /m ² Resurssiviisas: 109 kg CO ₂ /m ²
Arabiankadun raitiotiealue, Hämeentien tapaustarkastelu	Ramboll, 2021	BAU: 2080 kg CO ₂ /m ² Resurssiviisas: 1516 kg CO ₂ /m ²
Skanssinkatu	Turun kaupunki, 2018	100 kg CO ₂ e/m ²
Vallikatu	Turun kaupunki, 2018	60 kg CO ₂ e/m ² (skenaarioiden vaihteluväli 60-160)
Perhekatu	Turun kaupunki, 2018	130 kg CO ₂ e/m ²
Iso Roobertinkatu	Helsingin kaupunki, 2018	110 kg CO ₂ e/m ² (oletusleveys 12 m, pituus 305 m)
MT 101	Liikennevirasto 18/2014	tarvitaan lisätietoja/oletuksia neliöiden laskentaan
Kadut	Liikennevirasto 18/2014	tarvitaan lisätietoja neliöiden laskentaan
Kevyen liikenteen väylät	Liikennevirasto 18/2014	tarvitaan lisätietoja neliöiden laskentaan
Kadut	KEKO	52 CO ₂ e/m ² (perustapaus)
Moottoritie	KEKO	260 CO ₂ e/m ² (oletusleveys 10 m)
Puistot	KEKO	5,3 CO ₂ e/m ²
Vesihuollon järjestelmät ^c , Hämeentien tapaustarkastelu	Ramboll, 2021	Hulevesi: 84 CO ₂ e/m
		Jätevesi: 66 CO ₂ e/m
		Talousvesi: 150 CO ₂ e/m

^a Skenaario 1: pehmeikölle rakentaminen + pilaristabilointi, 2: pehmeikkö + pilaristabilointi + kevennys, 3: kantava maapohja (ei pohjavahvistusta).

^b Business as usual, eli arvioinnin perustapaus.

^c Vesihuollon järjestelmien laskuihin sisällytetty koko järjestelmä asennuksineen sekä kuljetuksineen. Luvut eivät sovellu käytettäväksi suoraan muissa hankkeissa, sillä putki- ja kaivokoot, kaivojen määrä ja materiaalit vaihtelevat kohteittain.

Taulukko 6d. Esimerkkejä määrätietoihin perustuvista hankeosista ja vastaavuudesta viheralueiden kunnossapitoluokitukseen (RAMS) (Lähde: Fore infra- ja talorakentamisen kustannushallinnan ohjelmisto).

Hankeosa	Määrätiedot (osuudet alasta)	RAMS vastaavuus
Katu-/toriaukio	50 % asfalttiaukio 50 % betonikiviaukio	-
Puistoaukio (pelikenttä tmv.)	100 % sora-aukio	R2 Toimintaviheralue
Leikkipuisto	30 % Kivituhkapinta 20 % turva-alustat 40% nurmipinta 10 % pensaita	R2 Toimintaviheralue

6.3 Keinoja infran ja yleisten alueiden päästöjen vähentämiseen

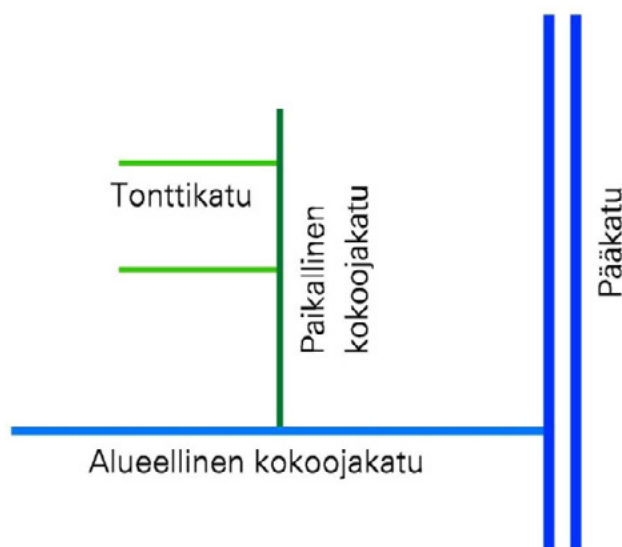
Kaavoituksen yhteydessä ei voida vaikuttaa materiaallivalintoihin (päällysteet tms.). HAVA ei näin ollen tarjoa keinoja vähähiiliseen toteutukseen. Ainoat tavat vähentää infran ja yleisten alueiden päästöjä kaavoituksen keinoin on vaikuttaa virkistysalueiden määrään. Virkistysalueiden rakentamisen päästöt ovat muita yleisiä alueita pienemmät. Virkistysalueiden suunnittelussa tulee kuitenkin huomioida vaikutukset muihin

arvioinnin osa-alueisiin: laajat puistoalueet voivat esimerkiksi vaikuttaa alueen tiiveyteen, toimintojen saatavuuteen ja tätä kautta liikenteen päästöihin.

HAVA ei tällä hetkellä huomioi maaperän kantavuuden vaikutusta infrarakentamisessa, paitsi koskien pohjanvahvistusta, joka käsitellään esirakentaminen osiossa.

6.4 Jatkokehitysaiioita

- Autokatutyypien erittely tehdään Helsingin katujen toiminnallista luokittelun perusteella (kuva 6b). Eri katutyypeille tavoitellaan omien ominaispäästöarvojen muodostamista kirjallisuuden ja erilliselvitysten perusteella.
- Maaperän kantavuus voitaisiin huomioida lähtökohtana katujen rakennekerroksille
- Jalankulun ja pyöräilyn alueet jaetaan omiin ryhmiin ja niille muodostetaan omat päästökeruimensa julkaistun kirjallisuuden ja selvitysten perusteella.
- Yksityiskohtainen teknisten verkostojen (putket, johdot jne.) laskenta monivalikon sekä oletusarvojen avulla, joka pohjataan rakennettavaan katupinta-alaan ja katutyyppeihin.
- Virkistysalueiden laskennan tarkentaminen ja soveltuvien ominaispäästöarvojen muodostaminen erilaisille alueille.
- Vihreän infran keinojen huomioiminen menetelmässä.
- Laskenta huomioi maaperän kantavuuden rakennepaksuuksissa.



Kuva 6b. Helsingin katujen toiminnallinen luokitus (lähde: Helsingin kaupunki, 2014).

7 Rakennukset ja tontit

Mitä arvioidaan?

Arviointiin sisältyvät kaikki arviointialueen tontit, mukaan lukien olemassa olevat rakennukset ja uudisrakentaminen. Tonteilta arvioidaan:

- Rakennusten ja pihojen rakentamisen, ylläpidon ja purkamisen hiilijalanjälkeä. Purkamisella tarkoitetaan rakennusten elinkaaren loppua. Nykyisten rakennusten purkamista arvioidaan esirakentamisen osiossa.
- Rakennusten rakentamisen hiilikädenjälkeä (positiiviset ilmastovaikutukset)
- Mukana on uudisrakentamisen lisäksi arviot perusparannuksille ja käyttötarkoituksen muutokselle, sekä olemassa olevien rakennusten ylläpidon vaikutuksille

Kuinka merkittävä aihe on kokonaisuuden kannalta?

Aiemmissa selvityksissä rakennusten rakentamisen, ylläpidon ja purkamisen (elinkaaren lopussa) päästöjen on arvioitu olevan 18 – 47 % alueen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä.

Tavat vaikuttaa vähähiilisyyteen, jotka tämä menetelmä huomioi

- Puurakentaminen
- Määräys hiilijalanjäljen katosta per kerrosneliömetri (Ympäristöministeriö valmistelee parhailaan säädöksen raja-arvoa)
- Päätös olemassa olevan rakennuksen purkamisesta tai säilyttämisestä

Mitä lähtötietoja syötetään?

Uudisrakentaminen

- Kerrosneliömetrit käyttötyyppittäin
- Kellarien kerrosneliömetrit erikseen ilmoitettuna (sisältäen maanalaisen pysäköinnin)
- Perustamistapa: sokkeli ja antura vai paaluperustus (Kuhunkin rakennusluokkaan arvioidaan prosentti, joka vaatii paaluperustusta.)

Perusparannus ja käyttötarkoituksen muutos

- Kerrosneliömetrit käyttötyyppittäin

Olemassa olevat rakennukset

- Kerrosneliömetrit käyttötyyppittäin

Pihat

- Arvio rakennusten peittoalasta ja kortteliala (Laskuri vähentää rakennusalan korttelialasta. Jäljelle jäävä maa-ala on laskennassa pihaa.)

Miten laskuri toimii?

Annetut pinta-alat kerrotaan ominaispäästökertoimilla.

Mistä arviot hiilijalanjäljille ja -kädenjäljille on saatu?

Rakentamisen päästövaikutukset on arvioitu Ympäristöministeriön tilaaman selvityksen Carbon Footprint Limits for Common Building Types (Bionova, 2021). Raportin arviot, jotka pyrkivät kuvaamaan tyypillistä nykyrakentamista, perustuvat laajaan selvitykseen Ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti Suomessa tehdyistä hiilijalanjälkilaskelmista. Pieniä täydentäviä yksityiskohtia on otettu myös muista lähteistä. Nämä mainitaan menetelmän tarkemmassa kuvauksessa seuraavilla sivuilla.

Piharakentamisen päästöt arvioidaan tyyppin ”rakennetut puistot” ominaispäästöjen perusteella. Katso kohta 6.1 osiossa ”Infra ja yleiset alueet”.

7.1 Laskennan rajausta ja perusperiaate

Rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen laskennan lähtökohtana on Ympäristöministeriön ohje: Rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Laskelma pohjautuu tyypillisten suomalaisten rakennusten keskimääräisiin arvoihin. Laskelmassa huomioidaan periaatteessa kaikki rakennuksen merkittävät osat perustuksista, runkoon, ja täydentäviin rakennusosiin.

Poiketen Rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmästä tämä laskenta sisältää arvion pihojen rakentamisen vaikutukset kokonaisuudessaan.

Olemassa olevien rakennusten purkaminen huomioidaan osiossa Esirakentaminen. Pihojen hiilivarastoa arvioidaan kohdassa puuston ja maaperän hiilivarastot.

7.2 Laskennan määräyksiköt

Rakennukset

Laskelma pohjautuu kerrosaloihin rakennustyypeittäin. Kellarirakentamisen kerrosala ilmoitetaan erikseen. Käsitellyt rakennustyytit on kerrottu alla, kohdassa Päästökertoimet.

Pihat

Pihojen pinta-ala ilmoitetaan neliömetreinä. Kaikki tontin ala, jolla ei ole rakennusta on laskelmassa pihaa.

7.3 Ominaispäästöt

7.3.1 Uudisrakennukset

Päästökertoimet on annettu rakennustyypeittäin ja annetut arvot edustavat suomalaisten rakennusten keskiarvoa. Ellei toisin mainittu, kaikkien tämän osion arvojen lähteenä toimi raportti Carbon Footprint Limits for Common Building Types (Bionova, 2021). Luvut sisältävät elinkaaren vaiheet, jotka on korostettu vihreällä taulukossa 7a.

Käytettävät hiilijalanjälki ja -kädenjälkiarvot on esitetty taulukossa 7b. Jotta mahdolliset muut rakennukset (esim. urheilu- ja vapaa-ajan rakennukset, varastot tms.) tulevat käsitellyiksi työkalussa, on näiden rakennustyyppien hiilijalanjälki- ja kädenjälkiarvot luotu muiden kuin asuinrakennusten arvojen keskiarvona.

Taulukko 7a. huomioitavat rakennuksen elinkaaren vaiheet.

Ennen käyttöä	Käytön aikana	Käytön jälkeen
A1–3 Tuotteiden valmistus	B1 Tuotteiden käyttö	C1 Purkutyöt
A4 Kuljetukset työmaalle	B2 Ylläpito	C2 Kuljetukset käsittelyyn
A5 Rakentaminen	B3–4 Korjaukset ja vaihdot	C3 Jätteenkäsittely
	B5 Laajamittaiset korjaukset	C4 Loppusijoitus
	B6 Energian käyttö	
	B7 Veden käyttö	

Taulukko 7b. Eri käyttötyyppien rakennusten hiilijalanjälki ja -kädenjälki.

Käyttötarkoitus	Hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/k-m ²]	Hiilikädenjälki [kgCO ₂ e/k-m ²]
Asuinrakennukset	417,5	169
Toimistot	377,5	143
Sairaalat ja terveyskeskukset	396,5	165
Vanhainkodit ja palvelutalot	396,5	165
Koulut ja päiväkodit	371,5	142
Kaupat	321,5	112
Muut rakennukset	372,7	145,4

Taulukko 7c. Muiden rakennusosien hiilijalanjäljet.

Yksikkö on kgCO₂e/k-m²

	Sokkeli- ja anturaperustus ¹	Paaluperustus ¹	Kellarit ² (sisältää maanalaisen pysäköinnin)
Kaikki rakennustyytit	25	80	190

¹ Pohjautuen kerrosalaan

² Pohjautuen kellarin kerrosalaan. Arvio perustuu betonisen asuinkerrostalon rungon hiilijalanjälkeen.

Taulukossa 7b olevat arvot eivät sisällä tiettyjä rakennusosia, joiden vaikutukset arvioidaan erikseen taulukon 7c arvojen pohjalta.

Rakennuksen energiatehokkuudella on pieni vaikutus rakentamisen hiilijalanjälkeen. Tämän vaikutusta arvioidaan niin, että jos ”Energia”-osiossa rakennuksilta vaaditaan A-luokan energiatehokkuutta, kerrotaan rakennuksen rakentamisen päästöt kertoimella 1,05 (lähde: KEKO-työkalussa määritetty ”passiivitaso” rakennuksen kerroin (SYKE 2016)).

7.3.2 Olemassa olevat rakennukset

Olemassa olevien rakennusten ylläpidosta, joka sisältää pienet korjaukset ja rakennustuotteiden uusinnan, oletetaan syntyvän päästöt samalla verralla kuin uudisrakennuksissa, oheisen taulukon mukaisesti. Muiden rakennusten (esim. urheilu- ja vapaa-ajan rakennukset, varastot tms.) hiilijalanjälkiarvo on luotu muiden kuin asuinrakennusten arvojen keskiarvona

7.3.3 Rakennusten perusparannus ja käyttötarkoituksen muutos

Rakennusten perusparannuksen hiilijalanjälki vaikutus ennen rakennuksen käyttöä arvioidaan seuraavan taulukon perusteella. Vaikutusta energiatehokkuuteen arvioidaan osiossa ”energia”. Näitä arvoja on tarkoitettu käytettävän ”purkaa vai säilyttää” tyyppisissä tarkasteluissa. Mikäli tarkastelualue sisältää olemassa olevia rakennuksia, joiden perusparannustarpeesta ja aikataulusta ei ole erityistä tietoa, käsitellään näitä kohdan ”Olemassa olevat rakennukset” mukaisesti.

Yllä olevan taulukon arvot on luotu poistamalla raportin ”Carbon Footprint Limits for Common Building Types” arvoista rungon vaikutus. Oletuksena on siis, että perusparannuksen yhteydessä uusitaan kaikki lukuun ottamatta rakennusrunkoa ja perustuksia. Muiden rakennusten (esim. urheilu- ja vapaa-ajan rakennukset, varastot tms.) hiilijalanjälkiarvo on luotu muiden kuin asuinrakennusten arvojen keskiarvona.

Taulukko 7d. Eri käyttötyyppien rakennusten olemassa olevien rakennusten korjausten ja ylläpidon hiilijalanjälki.

Käyttötarkoitus	Hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/k-m ²]
Asuinrakennukset	100
Toimistot	83
Sairaalat ja terveyskeskukset	79
Vanhainkodit ja palvelutalot	79
Koulut ja päiväkodit	81
Kaupat	71
Muut rakennukset	79

Taulukko 7e. Eri käyttötyyppien rakennusten perusparannuksen ja käyttötarkoituksenmuutoksen hiilijalanjälki.

Käyttötarkoitus	Hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/k-m ²]
Asuinrakennukset	70
Toimistot	70
Sairaalat ja terveyskeskukset	105
Vanhainkodit ja palvelutalot	60
Koulut ja päiväkodit	70
Kaupat	95
Muut rakennukset	73

7.3.4 Pihat

Piha-alueiden rakentamisen ja ylläpidon vaikutuksia arvioidaan samojen arvojen pohjalta, joita käytetään yleisten alueiden osiolla ”rakennetut viheralueet”, katso Taulukko 6a.

7.4 Keinoja rakennusten ja tonttien rakentamisen hiilijalanjäljen vähentämiseen

7.4.1 Uudisrakennukset

Rakennusten rakentamisen päästöihin voidaan tässä työkalussa vaikuttaa kahdella tavalla:

1. Mikäli kaava määrää puurakentamiseen, pienenee rakentamisen hiilijalanjälki taulukon 7f arvojen mukaisesti. Samassa taulukossa on esitetty myös puurakentamisen hiilikädenjälkeä kasvattava vaikutus.
2. Rakennuksille voidaan määrätä hiilijalanjäljen katto, joka annetaan rakennustyypeittäin. Käytännössä tällainen hiilijalanjälkeen pohjautuva ohjaaminen on mielekästä vasta, kun Ympäristöministeriö on määritellyt viralliset raja-arvot eri rakennustyyppien hiilijalanjäljille. Jatkuvasti syntyy myös uutta tietoa siitä, millaisia lukuarvoja erittäin vähähiilisessä rakentamisessa voidaan saavuttaa.

7.4.2 Pihat

HAVA ei tällä hetkellä mahdollista asemakaavassa annettavien pihoihin liittyvien määräysten huomioimista. Määräykset voisivat liittyä esimerkiksi puiden säilyttämiseen ja viherkertoimeen.

Taulukko 7f. Puurakentamisen vaikutus eri rakennustyyppien hiilijalanjälkeen.

Käyttötarkoitus	Puurakenteen hiilijalanjälkeä pienentävä vaikutus [kgCO ₂ e/k-m ²]	Puurakenteen hiilikädenjälkeä kasvattava vaikutus [kgCO ₂ e/k-m ²]
Asuinrakennukset	100	285*
Toimistot	105	285
Sairaalat ja terveyskeskukset	115	285
Vanhainkodit ja palvelutalot	115	285
Koulut ja päiväkodit	100	285
Kaupat	70	285
Muut rakennukset	101	285

* Perustuu CLT-runkoon. Lähde (Bionova 2021) ei erittele vaikutuksia eri rakennustyypeille suurista epävarmuustekijöistä johtuen.

7.5 Jatkokehitysaihioida

Yleisesti voidaan todeta, että rakennusten hiilijalanjäljen arviointi yleistyy nopeasti. Lähivuosina tämän menetelmän kehittämisen tueksi voidaan olettaa syntyvän valtavasti uutta dataa. Lähteiden laatuun liittyvien päivitysten ohella seuraavia osa-alueita voitaisiin tarkentaa erityisanalyyysien avulla:

- Rakennuksen kerrosluvun vaikutus hiilijalanjälkeen. ”Tornitaloille” kannattaisi mahdollisesti olla omat lukuarvonsa.
- Perusparannus ja käyttötarkoituksen muutos
- Perustamistavan vaikutus voidaan pohjata rakennuksen korkeuteen ja rakennusalaan (nyt käytetty arvio pohjautuu kerrosalaan)
- Paremman energiatehokkuuden vaikutus rakentamisen päästöihin vaatii tarkempaa selvitystä. Arvion tulisi pohjautua Helsingissä tyypillisiin ratkaisuihin ja näiden päästövaikutuksiin. Esimerkiksi aurinkopaneelien valmistuksen päästöt ovat merkittäviä.

Jatkokehityksessä voidaan myös lisätä tarpeen mukaan uusia käyttötarkoitukseluokkia, tai muokata tässä esitettyjä käyttötarkoitukseluokkia. Toistaiseksi esimerkiksi pysäköintilaitokselle ei ole tarjolla päästöarvoja.

8 Energiankulutus

Mitä arvioidaan?

Tässä osassa arvioidaan rakennusten ja katuvalaistuksen energiankulutuksen aiheuttamaan hiilijalanjälkeä.

Kuinka merkittävä aihe on kokonaisuuden kannalta?

Aiemmissa selvityksissä rakennusten energiankulutuksen on arvioitu olevan 4 – 50 % alueen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä. Helsingissä uudisalueen energiankulutuksen osuuden voidaan olettaa olevan selkeästi alle puolet kokonaisuudesta, koska rakennuksilla on kansallista säädöstasoa tiukemmat energiatehokkuusvaatimukset ja koska lämmityksen päästöt putoavat Helsingissä nopeasti.

Yleisten alueiden valaistusta ei ole huomioitu aiemmissa laskelmissa. Tämän vaikutus kokonaisuudessa on pieni.

Tavat vaikuttaa vähähiilisyyteen, jotka tämä menetelmä huomioi

Menetelmä huomioi mahdollisuuden ohjata rakennusten energiatehokkuutta E-luvun avulla. Menetelmä ei mahdollista erillisiä määräyksiä hajautetun uusiutuvan energian tuotannosta (esimerkiksi rakennuskohdaiset aurinkopaneelit), koska näiden vaikutuksen arvioiminen erillään E-luvusta olisi mahdotonta, koska uusiutuva energia huomioidaan E-luvun laskennassa.

Katuvalaistuksen energiankulutukseen ei voi vaikuttaa HAVAssa.

HAVA ei huomioi alueellisia energiaratkaisuja, kuten alueellista matalalämpöverkkoa tai alueellista maa-lämmön tuotantoa. Mikäli alueelle suunnitellaan tällaisia erityisratkaisuja, tulee näistä tehdä erillisselvitys. Laskuri mahdollistaa kaukolämmön ja sähkön kulutuksen syöttämisen kokonaisarviona, kun tällainen on olemassa.

Mitä lähtötietoja syötetään?

Tyypillisessä kaavassa työkaluun syötettävät tiedot:

- rakennettavat kerrosneliömetrit käyttötyypeittäin
- mahdolliset uudisrakentamisen energiatehokkuusvaatimukset
- olemassa olevien rakennusten kerrosala käyttötyypeittäin ja rakentamisvuosikymmenittäin
- tiedot mahdollisista perusparannettavasta kerrosalasta käyttötyypeittäin ja rakentamisvuosikymmenittäin
- katuneliömetrit

Jos alueelle tulee alueellinen energajärjestelmä, joka ei vastaa Helsingin tyypillistä kaukolämpöjärjestelmää, syötetään erillisselvityksestä tiedot vuotuisesta kaukolämmön ja sähkön kulutuksesta. Tämän arvion tulee kattaa alueen kaikkien rakennusten ostoenergiankulutus (kaukolämpö ja sähkö). Syötetty vuotuinen kokonaiskulutus korvaa tässä tapauksessa HAVAn sisältämän laskurin rakennusten energiankulutukselle.

Miten laskuri toimii?

Laskuri sisältää arviot uudisrakennusten ja olemassa olevien rakennusten kaukolämmön- ja sähkönkulutuksesta käyttötyypeittäin. Uudisrakennuksissa näitä arvoja korjataan pienemmäksi, jos kaavassa määrätään tavallista parempaan energiatehokkuuteen.

Katuvalaistuksen sähkönkulutukselle on koko kaupunkia koskeva oletusarvo.

Mistä arviot energiankulutuksen ominaispäästöille on saatu?

Helsingin kaukolämmöntuotannon ja Suomen sähköverkon oletetaan muuttuvan vähähiilisemmäksi tulevina vuosina. Ominaispäästöarviot perustuvat Helsingin kaukolämmityksen päästöskenaarioon (Helsingin kaupunki 2021) ja Työ- ja elinkeinoministeriön raportin Yhteenveto toimialojen vähähiilietiekartoista (TEM 2020) arvioon sähköntuotannon kehityksestä.

8.1 Arvio kaukolämmön kulutuksesta

Kaukolämmön kulutus arvioidaan rakennuksen pääkäyttötarkoituksen ja rakentamisvuosikymmenen mukaan. Taulukkoon 8a on kerätty arviot kaukolämmön ominaiskulutukset, jotka kuvaavat tarkasteluajanjakson keskiarvoa.

Taulukko 8a. Kaukolämmön kulutus käyttötyyppiin ja rakentamisvuosikymmenen mukaan (kWh/k-m² a).

Rakentamisvuosikymmen	Asuinrakennukset	Toimistot	Sairaalat ja terveyskeskukset	Vanhainkodit ja palvelutalot	Koulut ja päiväkodit	Kaupat	Muut rakennukset
-1920	113	112	194	197	78	85	133
1920	101	127	220	223	113	96	156
1930	117	88	153	155	103	67	113
1940	122	131	227	231	95	100	157
1950	111	112	194	197	139	85	145
1960	110	87	151	153	121	66	116
1970	114	66	115	116	143	50	98
1980	125	94	163	166	114	71	122
1990	121	94	163	165	115	71	122
2000	108	76	133	135	112	58	103
2010	52	54	94	95	52	41	67
Uudisrakennukset	34	43	75	76	35	33	52

Arviot kaukolämmönkulutukselle pohjautuvat Heleniltä saatuaan tietoon toteutuneesta lämmönkulutuksesta. Olemassa olevien rakennusten arviot perustuvat koko elinkaaren kulutuksen keskiarvoon, kun energiankulutuksen oletetaan putoavan tulevaisuudessa samaa vauhtia kuin miten jokaisen segmentin kulutus on pudonnut viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Asuinrakennusten, toimistojen, sekä koulujen ja päiväkotien arviot perustuvat suoraan Helenin tietoon. Asuinrakennuksille on käytetty asuinkerrostalojen arvoja. Kouluille ja päiväkodeille on käytetty koulujen arvoja. Muiden luokkien energiankulutus on arvioitu toimistojen kulutuksen pohjalta, muokaten lukuja Motivan tiedon pohjalta (Motiva, ei päiväystä), suhteuttaen eron Motivan tilastossa olevaan eri käyttötyyppien ominaiskulutuksen eroon.

Uudisrakennusten lämmönkulutusarviot on luotu arvioiden toteutuneen kulutuksen suhdetta nyt Helsingissä käytössä oleviin vaatimuksiin energiatehokkuudesta. Tiettyjen käyttötyyppien E-luku vaatimukset on koottu taulukkoon 8b.

Näiden E-lukujen vastaavuutta tietoon toteutuneesta lämmönkulutuksesta on arvioitu seuraavasti. Asuinrakennusten lämmönkulutuksen arviona on käytetty 2010 vuoden jälkeen rakennettujen kerrostalojen energiatehokkaimman 10%:n keskiarvoa. Uusien koulujen ja päiväkotien arvio on luotu samalla periaatteella. Toimistorakennusten arvioitu energiankulutus on 20% parempi kuin 2010 jälkeen rakennettujen rakennusten keskiarvo. Muut luokat noudattavat toimistojen energiakulutusta suhteutettuna Motivan kulutus-tietoihin eri rakennustyypeille.

Taulukko 8b. Oletusarvot rakennusten E-luvulle.

Käyttötyyppi	Vaadittu E-luku kWh _E / (m ² vuosi)	Kommentit
Asuinkerrostalot	75	A-energialuokka, 16,7 % alle vaatimustason
Pientalot	86	A-energialuokka, 33 % alle vaatimustason. Yksinkertaisuuden vuoksi on oletettu, että kaikkien pientalojen nettoala on 120m ²
Rivitalot	80	A-energialuokka, 24 % alle vaatimustason
Toimistot	100	Vaatimustaso*
Päiväkodit	70	30 % alle vaatimustason
Koulut	70	30 % alle vaatimustason
Kaupungin toimitilat	70	30 % alle vaatimustason

*Kaupungin omissa toimitiloissa oletus on 30 % alle vaatimustason.

8.2 Arvio sähkönkulutuksesta

Sähkönkulutus arvioidaan rakennuksen pääkäyttö-tarkoituksen perusteella. Laskelmissa oletetaan, että sähkönkulutus ei ole riippuvainen rakennuksen iästä. Tämä ei vastaa todellisuutta, mutta tarjolla ei ollut hienojakoisempaa tietoa. Lisäksi oletetaan, että sähkönkulutus ei muutu elinkaaren aikana. Viime aikoina uudisrakennusten sähkönkulutus on ollut nousussa. Asiasta on vaikea tehdä pidemmän aikavälin arviota.

Asuinrakennusten arvio perustuu Helen sähköverkot Oy:n tietoon. Arvio muiden käyttötyyppien sähkönkulutuksesta perustuu Motivan dataan (Motiva, ei päiväystä). Motivan ilmoittama ominaiskulutus on per rakennuskuutio. Tämä on muutettu kerrosneliöpohjaiseksi kertomalla luvut arvolla 3,5 (oletuksena kerroskorkeus 3,5 m).

Taulukko 8c. Rakennusten sähkönkulutus.

Käyttötarkoitus	Sähkön ominaiskulutus kWh/k-m ² a	Lähde
Asuinrakennukset	51,0	Helen sähköverkot Oy
Toimistot	69,3	Motiva, toimistorakennukset (kaikki)
Sairaalat ja terveys- keskukset	96,3	Motiva, terveydenhoitorakennusten keskiarvo
Vanhainkodit ja palvelutalot	92,8	Motiva, vanhainkodit
Koulut ja päiväkodit	60,9	Motiva, päiväkotien ja kaikkien oppilaitostyyppien keskiarvo
Kaupat	67,6	Motiva, Myymälärakennukset (pois lukien Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset)
Muut rakennukset	77,7	Motiva, kaikkien rakennusten keskiarvo

8.3 Perusparannukset ja käyttötarkoituksen muutokset

Menetelmä sisältää mahdollisuuden ilmoittaa tietty osa olemassa olevien rakennusten kerrosalasta perusparannettavaksi. Tämä mahdollisuus on olemassa lähinnä ”purkaa vai korjata” -tyyppisiin tarkasteluihin. Mikäli ei ole selkeää syytä olettaa, että rakennuksissa tehdään perusparannuksia kaavamuutoksen yhteydessä, olemassa olevien rakennusten energiankulutus lasketaan laskurin oletusten perusteella.

Perusparannuksella tarkoitetaan HAVAssa remonttia, jossa puretaan kaikki ei-kantavat rakenteet. Peruspa-

rannetun rakennuksen käytön aikainen energiankulutus vastaa laskennassa uudisrakentamista.

HAVA olettaa energiankulutuksen olevan uudisrakennusten tasoa myös rakennuksissa, joiden käyttötarkoitus on muuttunut.

Mikäli rakennuksessa on tehty käyttötyyppimuutos esimerkiksi kymmenen vuotta sitten, oletetaan rakennuksen edustavan käyttötyyppimuutoksen to-tu-tushetken mukaista energiankulutusta.

8.4 Katualueiden sähkönkulutus

Kaupunkiympäristön toimialan arvio katualueiden sähkönkulutuksesta on 12,51 kWh/a, m. Tyypillisen kadun leveys on 24 m. Tämä perustuu arvioon, että tyypillisimmät katutyypit (katumetreissä mitattuna) ovat alueelliset ja paikalliset kokoojakadut. Kokoojakatujen keskileveys on otettu ohjeessa Katutilan mitoitus (Helsingin kaupunki 2014) olevista tyyppi-poikkileikkauksista. Kun edellinen arvo jaetaan tällä leveydellä, saadaan arvio katujen pinta-alaan pohjautuvasta sähkönkulutuksesta: 0,52 kWh/a, m². Tätä arvoa käytetään laskel-massa kaikille yleisille alueille, paitsi virkistysalueille.

Kaupunkiympäristön toimialan antaman arvion mukaan katujen sähkönkulutus tulee pienene-mään 2,5 % vuodessa.

Vaikka annettu arvio valaistuksen sähkönkulutuksesta on hyvin karkea, antaa tämän pohjalta tehty laskelma kokonaisvaltaisemman kuvan alueen energiankulutuksesta, kuin arvio, jossa katuvalaistus puuttuu kokonaan.

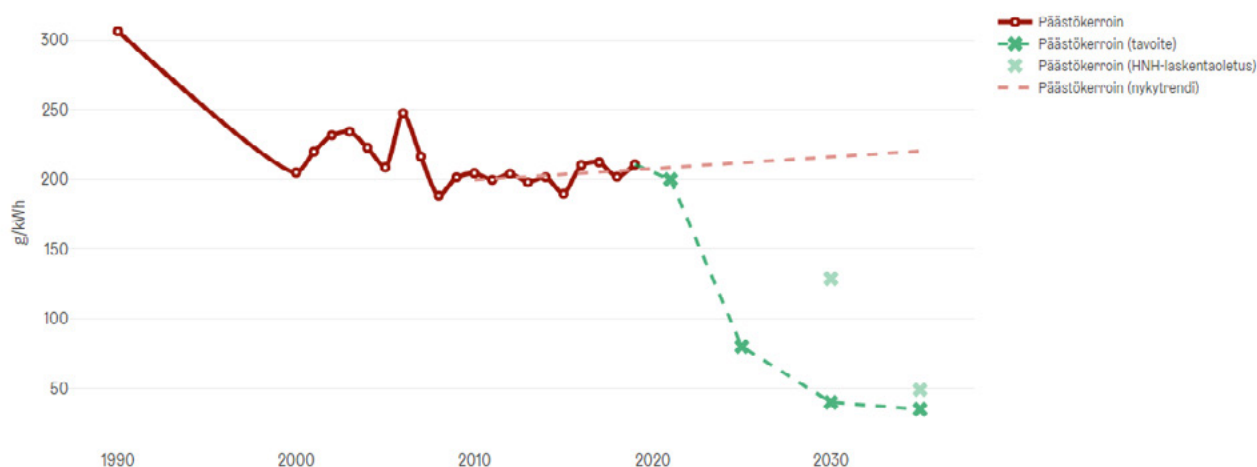
8.5 Päästötietojen tarkempi kuvaus

Kaukolämpö

Ominaispäästöarvot perustuvat Helenin kaukolämmityksen päästöskenaarioon (Helsingin kaupunki 2021). Skenaario on esitetty seuraavassa kuvaajassa. HAVAssa käytetään päästöskenaariota ”tavoite”. Tämän

skenaarion pohjalta arviointiajanjakson (2025–2075) keskimääräiset ominaispäästöt ovat 36,5 g/kWh.

Kaukolämmöntuotannon päästökerroin

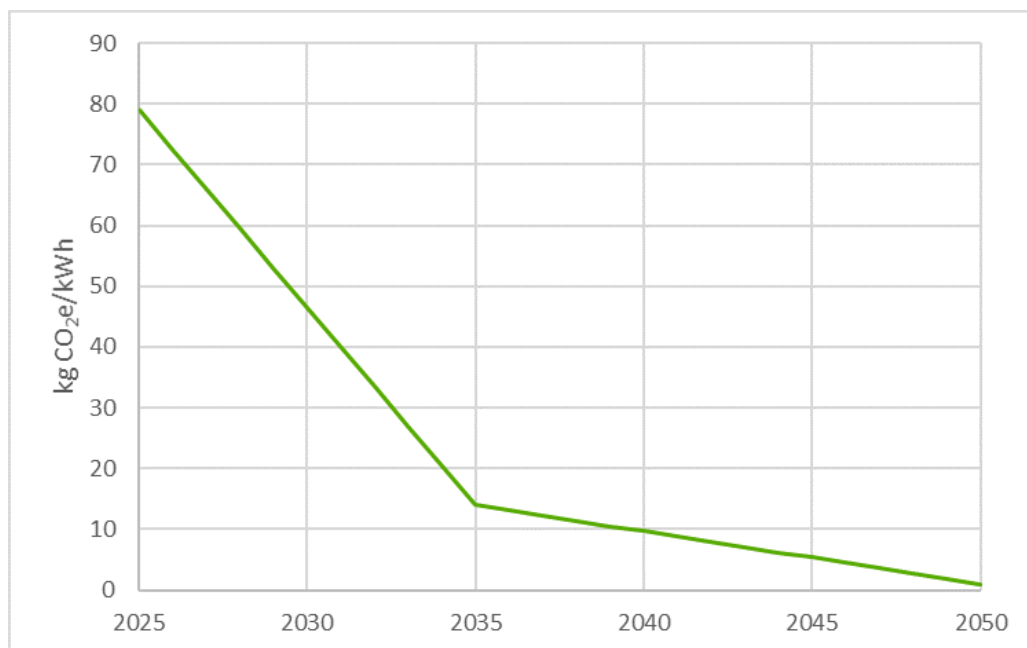


Kuva 8a. Kaukolämmön ominaispäästöskenaario. Lähde: Helsingin kaupunki 2021.

Sähkö

Oheinen taulukko esittää laskurin käyttämän sähkön ominaispäästöskenaariot Työ- ja elinkeinoministeriön raportin Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista (TEM 2020) pohjalta. Skenaariot käytetään raportis-

sa sähkölle esitettyä perusskenaariota, joka on esitetty kuvassa alla olevassa kuvassa. Tarkasteluajanjakson (2025–2075) keskimääräinen ominaispäästö on 23,8 g CO₂e/kWh.



Kuva 8b. Sähkön ominaispäästöjen kehityksen skenaario.

8.6 Keinoja energiankulutuksen päästöjen vähentämiseen

HAVA huomioi kaavamääräykset, jotka vaativat rakennukselta Helsingin nykyistä käytäntöjä pienempää E-lukua. HAVA-laskuri sisältää oletuksena Helsingissä voimassa olevat E-luvun prosentuaaliset pienennykset suhteessa kansalliseen vaatimustasoon. Nämä arvot on esitetty taulukossa 8b. Mikäli kaavassa määrätään tästä parempaan energiatehokkuuteen, ilmoitetaan tämä laskurissa prosenttiarvona, jolla E-lukua halutaan pienentää. Esimerkiksi asuinrakennuksilta Helsingissä vaadittu A-luokka tarkoittaa 16,7 % kansallista vaatimustasoa pienempää E-lukua. Kaavamääräys voisi vaatia esimerkiksi 20 % tai 30 % kansallista vaatimustasoa pienempää E-lukua. Suhteessa Helsingissä jo voimassa olevaan vaatimukseen muutos olisi tällöin 3,3 % tai 13,3 %.

Laskurissa 13,3 % pienempi E-luku tarkoittaa 13,3 % pienempää kaukolämmön kulutusta ja 13,3 % pienempää sähkönkulutusta. Tämä on yksinkertaistettu oletus, jolle ei ole tällä hetkellä selkeää perustetta, koska E-luvun ja todellisen energiankulutuksen välisestä suhteesta ei ole tiedossa kattavaa, ajantasaista tutkimustietoa. Asetettu E-lukutavoite voidaan tavoittaa monin eri keinoin, painottaen esimerkiksi lämmitysjärjestelmän energiatehokkuutta tai maalämmön tuotantoa. Nämä painotukset vaikuttavat eri tavoin

kaukolämmön ja sähkön kulutukseen. Yleisesti voidaan todeta, että energiajärjestelmä tulee kasvavassa määrin painottumaan sähkönkulutukseen. Tätä HAVA ei huomioi toistaiseksi.

Menetelmä ei mahdollista uusiutuvaan energiaan liittyvien määräysten huomioimista. Tämä johtuu perusoletuksesta, että kaikkien Helsinkiin rakennettavien rakennusten energiatehokkuus on asetusten minimivaatimusta parempi. Uusiutuva energia voi olla keskeinen tapa savuttaa asetuksia pienempi E-luku. Jos laskuri sisältäisi erillisen arvion uusiutuvan energian tuotannosta, olisi suuri vaara, että tämän vaikutus lasketaan kahteen kertaan: E-luvussa ja erillisessä uusiutuvan energian arvioissa.

Menetelmä ei myöskään huomioi kaksisuuntaisten, älykkäiden energiaverkkojen kannalta oleellisia määräyksiä rakennusautomaatiosta ja tämän kyvystä kommunikoida energiaverkon kanssa. Tällaiset määräykset ovat oleellinen tapa edistää energiaverkkojen älykkyyttä. Tällaisten määräysten vaikutuksen oletetaan näkyvän kaukolämmön ja sähköntuotannon ominaispäästöskenaarioissa ja niiden vaikutusta ei arvioida erikseen.

8.7 Jatkokehityssaihia

Laskuri olettaa tällä hetkellä, että E-luvun pieneneminen tarkoittaa kaukolämmön ja sähkön kulutuksen pienenemistä samassa suhteessa. Tämän oletuksen paikkaansa pitävyyttä olisi hyvä selvittää tarkemmin. Asiaa voitaisiin tarkastella Helenin kulutustietojen pohjalta, vertailemalla eri E-lukurajat täyttäviä rakennuksia. Toinen vaihtoehto on tarkastella aiempia tutkimus- ja selvitystöitä, joissa E-luvun vaikutusta energiankulutukseen ja päästöihin on tarkasteltu (esim. Savolahti ym. 2015). Lähes nollaenergiarakentamisen ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä on arvioitu, että muutos E-luvussa vaikuttaa lämmön ja energiankulutukseen taulukon 8d mukaisesti. E-luvun laskennassa käytetyt energiamuotojen kertoimet ovat päivittyneet taulukon 8d laskelmien jälkeen, mutta aineiston perusteella voidaan päätellä, että E-luvun pieneneminen vaikuttaa sähkön- ja lämmönkulutukseen eri tavalla.

E-luku ei ohjaa parhaalla tavalla vähähiilisyyteen, koska laskennassa on mukana eri energiamuotojen kertoimet, jotka eivät heijasta kyseisistä energiamuodoista Helsingissä syntyviä päästöjä. Voidaan miettiä vaihtoehtoisia tapoja ohjaukseen, jotka palvelisivat paremmin Helsingin hiilineutralistavoitteita.

Menetelmä voisi jatkossa sisältää yksinkertaistettuja tapoja arvioida alueellisen energiasäätelyn erityisratkaisujen (esimerkiksi matalalämpöverkko ja alueellinen maalämpö) vaikutuksia.

Uudisrakennusten energiankulutuksen arvioita voidaan tarkentaa myöhemmin merkittävästi, kun Helsingin nykyisten vaatimusten mukaisia rakennuksia rakennetaan riittävästi ja näistä saadaan kulutusdataa. Mikäli Helen julkaisisi tiedot alueellisesta ominaisenergiankulutuksesta (esimerkiksi 250 m x 250 m ruuduissa). Voitaisiin olemassa olevien rakennusten energiankulutus arvioida näiden tietojen pohjalta. Tämä tarkentaisi arviota merkittävästi yleisesti ja erityisesti ”purkaa vai säilyttää” tarkasteluissa.

Taulukko 8d. E-luvun pienenemisen laskennallinen vaikutus kaukolämmitteisten rakennusten lämmön- ja sähkönkulutukseen (Savolahti ym. 2015).

Rakennustyyppi	Muutos E-luvussa (v. 2015 nykytasosta FinZEB) [%]	Suhteellinen muutos lämmönkulutuksessa	Suhteellinen muutos sähkönkulutuksessa
Asuinkerrostalot	-11	3 %	-14 %
Toimisto	-47	-59 %	-38 %
Koulu	-39	-42 %	-20 %
Päiväkoti	-37	-28 %	-37 %
Liikerakennus	-40	-77 %	-27 %
Liikuntahalli	-32	-43 %	-18 %
Majoitusliikerakennus	-24	-50 %	-1 %
Sairaala	-7	-30 %	-11 %

9 Liikenne

Mitä arvioidaan?

Tässä osassa arvioidaan tarkastelualueen synnyttämän henkilöliikenteen päästöjä. Tarkastelu kattaa tarkastelualueen kaikista rakennuksista (kaikki käyttöttyypit) tehtävät henkilöliikenteen arkimatkat ja kotimaan vapaa-ajan matkat. Jälkimmäisestä lasketaan vain Uudenmaan sisällä kuljetettu matkaosuus (tai tarkemmin: Helmet-mallin rajauksen mukainen alue). Tarkastelu ei sisällä ulkomaanmatkoja. Päästöt käsittävät niin kutsutut ”pakoputkipäästöt”, mikä tarkoittaa, että sähkön ja polttoaineiden tuotannon päästöjä ei huomioida. Päästöarvio ei sisällä ajoneuvojen valmistuksen päästöjä.

Tarkastelu olettaa, että arviointialueen vaikutus lähiympäristönsä liikennejärjestelmään ei ole merkittävä. Mikäli vaikutus on merkittävä, tulee liikenteen päästöarvio tehdä erillisselvityksenä.

Kuinka merkittävä aihe on kokonaisuuden kannalta?

Aiemmissa selvityksissä liikenteen päästöjen on arvioitu olevan 24 – 49 % alueen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä.

Tavat vaikuttaa vähähiilisyyteen, jotka tämä menetelmä huomioi

Menetelmä huomioi seuraavat tavat pienentää liikenteen hiilipäästöjä:

- eriytetty pysäköinti
- sähköautojen latausmahdollisuudet
- korkea joukkoliikenteen taso
- pyöräilyn edellytyksiin panostaminen
- paikalliset jaetut työtilat
- laadukkaat kävely-ympäristöt
- laadukkaat pysäkkiympäristöt

Mitä lähtötietoja syötetään?

Työkaluun syötetään tieto rakennettavista kerrosneiliömetreistä käyttöttyypeittäin. Työkalu arvioi tämän pohjalta alueen käyttäjämäärät.

Lisäksi syötetään tieto alueen sijainnista ja tarkistetaan mille joukkoliikenteen käyttövyöhykkeelle rakentaminen sijoittuu.

Miten laskuri toimii?

Alla oleva kuva antaa kuvaa liikenteen päästöjen laskennan periaatteesta. Työkalu huomioi alueen synnyttämät matkat alueen sijainnin perusteella.

Mistä arviot liikennesuoritteelle ja liikenteen ominaispäästöille on saatu?

Lähde matkaluvulle (matkaa/vuosi) on Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa -suunnitteluohje (YM 2008) ja verkkopohjaisen Liiteri-karttapalvelun yhdyskuntarakenteen vyöhykejako (SYKE 2020). Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa -suunnitteluohje antaa matkatuotokset yksikössä matkaa vuorokaudessa. HAVA olettaa, että vuotuisia matkoja on 313 kertaa päivittäisten matkojen määrä. Tämä vastaa oletusta, että matkoja syntyy viikossa kuusi kertaa vuorokausiarvion määrä.

Lähde matkojen keskipituudelle on HSL:n HELMET-liikenne-ennustejärjestelmä, josta on tuotettu tätä menetelmää varten aineisto, jossa on henkilöautoliikenteen ja joukkoliikenteen matkojen keskipituudet jokaiselle Helsingin Helmet-ruudulle.

Henkilöautokannan ominaispäästöt on arvioitu perustuen Liikenne- ja viestintäministeriön keväällä 2020 julkaisemaan ennusteeseen (LVM 2020). Päästötietoja on korjattu paremmin Helsinkiin sopivaksi Traficom-tietojen perusteella.

Joukkoliikenteen ominaispäästöt on arvioitu HSL:n kalustokehityssennusteen perusteella.



Kuva 9a. Liikenteen päästölaskennan peruseriaate.

9.1 Laskuriin syötettävät tiedot

Matkaluku (matkaa/vuosi)

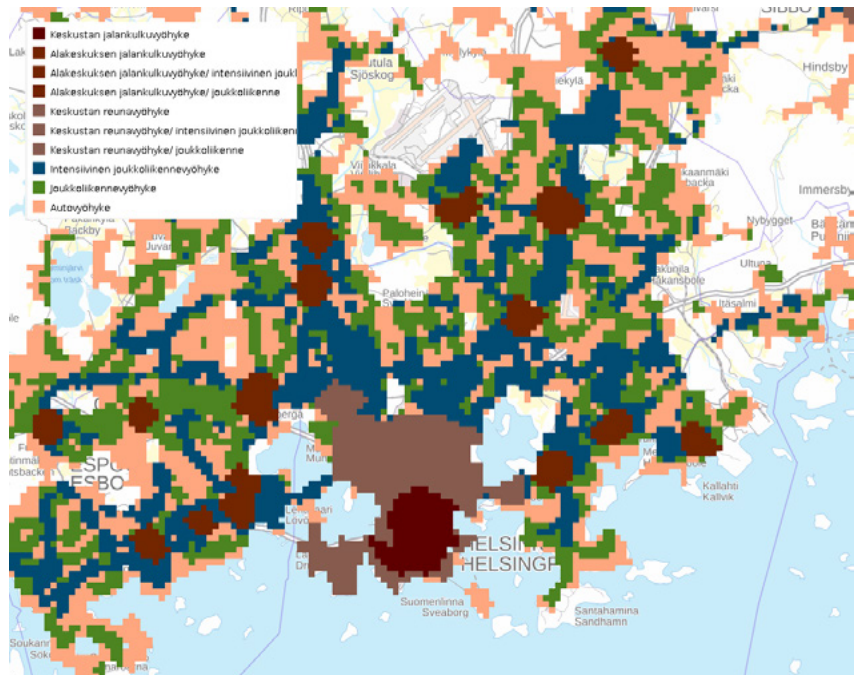
Tarkastelualueen liikennevyöhyke tarkastetaan Liiteri-palvelusta. Palvelu on käytettävissä osoitteessa <https://liiteri.ymparisto.fi/>. Sivuston vasemmassa reunassa olevasta valikosta valitaan aineistoksi Karttatason > Kaikki tasot > Yhdyskuntarakenne > Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet > Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet 2017.

pian sen valmistumisen jälkeen), esimerkiksi uuden raitiotieyhteyden ansiosta, arvioidaan alueen liikennevyöhyke vertaamalla alueen sijaintia vastaaviin Liiteri-aineistossa näkyviin alueisiin.

Liiterin vyöhykejakoa on hieman yksinkertaistettu HAVAssa. Käytössä ovat seuraavat vyöhykkeet: jalankulkuvyöhyke, joukkoliikennevyöhyke ja autovyöhyke. Liiterin Intensiivinen joukkoliikennevyöhyke lasketaan joukkoliikennevyöhykkeeseen. Keskustan reunavyöhyke lasketaan jalankulkuvyöhykkeeseen.

Mikäli tarkastelualue sisältää useampia vyöhykkeitä, asetetaan vyöhykkeeksi se, jolle alueen rakennukset sijoittuvat pääasiassa.

Mikäli tarkastelualue sijaitsee alueella, jonka joukkoliikenne yhteydet muuttuvat merkittävästi ennen alueen rakentamista (tai



Kuva 9b. Helsingin liikennevyöhykkeet Liiteri-palvelussa.

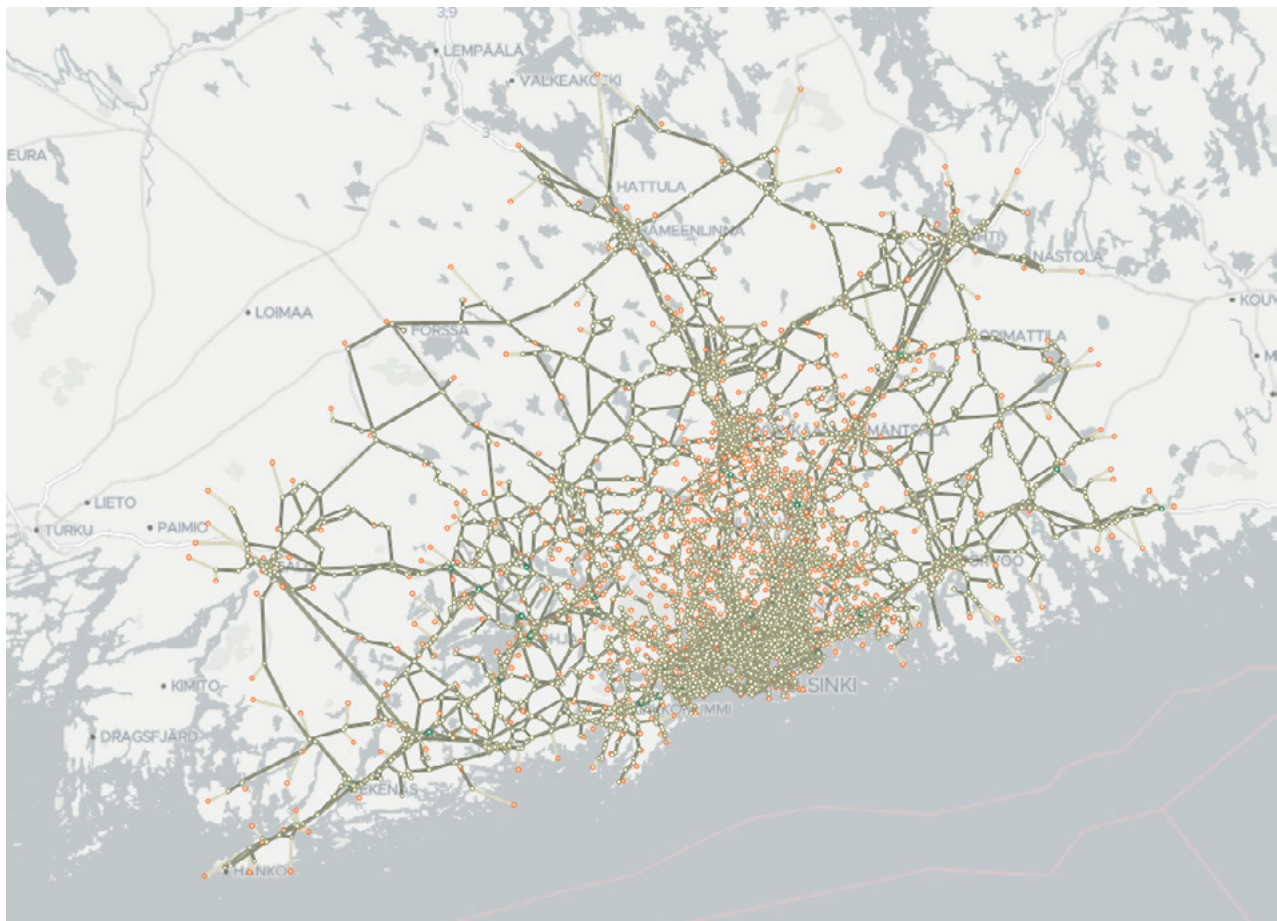
Matkan keskipituus

Työkaluun syötetään henkilöautomatkojen ja joukkoliikennematkojen keskipituudet. Nämä saadaan suoraan tarkoitusta varten luodusta kartasta (Liite 1 – Matkojen keskipituudet kartalla. Tästä tiedostosta on myös korkearesoluutioinen versio, joka on toimitettu erillisenä tiedostona). Kartassa oleva tunniste HA tarkoittaa henkilöautoa ja JOLI joukkoliikennettä.

Kartta pohjautuu Helsingin seudun liikenteen Helmet-mallin aluejakoon.

Mikäli tarkastelualue käsittää useampaa Helmet-vyöhykettä, syötetään sen vyöhykkeen tiedot, jolle enemmistö alueen kerrosalasta sijoittuu.

Laskelmassa huomioidaan seuraavassa kuvassa esitetyn Helmet-mallin sisällä tapahtuvat henkilöliikenteen matkat. Malli huomioi myös alueen ulkopuolelle suuntautuvat matkat, mutta vain sen osuuden markasta, joka tapahtuu mallialueen sisällä. Taustamateriaalin valmistelussa käytettiin Helmet-mallin versiota 4.0.2.



Kuva 9c. Helmet-mallin raja-
aus.

9.2 Lähtötietojen tarkempi kuvaus

Matkaluku (matkaa/vuosi)

Lähde matkaluvulle (matkaa/vuosi) on Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa -suunniteluohje (YM 2008) ja verkkopohjaisen Liiteri-karttapalvelun yhdyskuntarakenteen vyöhykejako (SYKE 2020). Matkaluku arvioidaan henkilöautoilulle ja joukkoliikenteelle. Joukkoliikenteen matkoja ei eritellä ajoneuvotyyppiin mukaan, koska tällaisen laskelman tuottaminen olisi erittäin vaivalloista. Päästöarvio (tarkempi kuvaus alla) perustuu kulkuneuvojen keskipäästöihin painotettuna kulkuneuvojen matkasuoritteilla.

Matkan keskipituus

Henkilöauto- ja joukkoliikennematkojen keskipituuksille on laskettu valmiit arvot, jotka perustuvat Helmet-mallikuvaukseen 2050. Tämä mallikuvaus sisältää MAL-sopimuksen mukaiset liikenteeseen vaikuttavat hankkeet. Mukaan ei kuitenkaan otettu MAL-sopimuksen mukaisia hinnoittelun muutoksia (pysäköinnin ja joukkoliikenteen hintojen muutokset sekä autoliikenteen ruuhkamaksut).

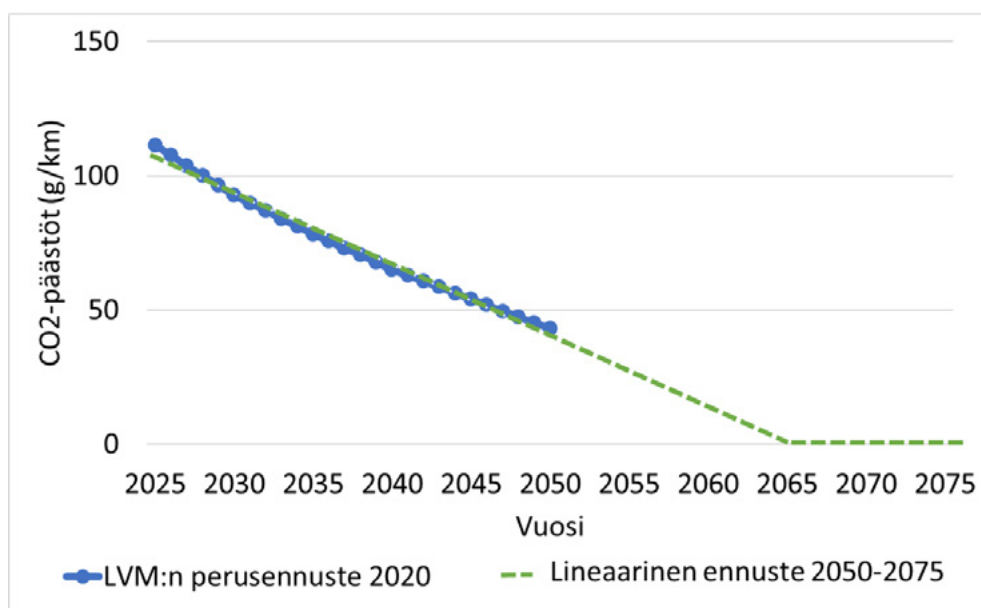
9.3 Päästökertoimet

Henkilöautokannan yksikköpäästöt on arvioitu perustuen Liikenne- ja viestintäministeriön keväällä 2020 julkaisemaan perusennusteeseen. Ennusteesta on saatu käyttöön arviot henkilöautoliikenteen yksikköpäästöjen (g/km) kehitykselle vuosina 2025–2050. Koska kehityksen ennustetaan olevan lähes lineaarista, on tätä ennustetta jatkettu matemaattisesti, jolloin henkilöautoliikenteen CO₂-päästöt nollaantuisivat vuonna 2065. Vuoteen 2075 asti CO₂-päästöjen on oletettu tämän takia olevan nolla.

Näitä koko maan vuosittaisia keskimääräisiä yksikköpäästölukuja on suhteutettu Helsingin seudulle perustuen Traficomin avoimeen dataan autokannasta (31.12.2020) sekä tietoihin ensirekisteröinneistä Helsingissä ja koko Suomessa (01–03/2021, verrattu myös 2015–2020 kehitystä). Vuoden 2020 lopussa Helsingin kaupunkiin rekisteröityjen henkilöautojen keskimääräiset CO₂-päästöt olivat noin 5 % pienemmät kuin Suomessa keskimäärin. Lisäksi henkilöautokanta sähköistyy Helsingissä muuta Suomea nopeammin. Ensirekisteröintitilastoihin perustuen henkilöautokanta sähköistyy noin 0,5 % koko Suomen keskiarvoa nopeammin. On mahdollista, että sähköistyminen on tulevana vuosina vielä tätä suurempaa, mutta todennäköisesti erot tasaantuvat tarkasteluajanjaksolla 2025–2075, minkä takia arvio on tehty tämänhetkisen tilanteen pohjalta.

Vuosien 2025–2075 keskiarvoksi henkilöautoliikenteen yksikköpäästöille on yllä kuvatulla laskentatavalla saatu 41,00 g/km, joka vastaa noin 24,1 g/hkm, jos keskimääräisenä täyttöasteena käytetään 1,7 henkilöä, joka on VTT:n Lipaston mukainen keskimääräinen aste maantie ja taajama-ajon yhdistelmälle.

Joukkoliikenteen osalta raideliikenteen liikennöinnistä ei aiheudu suoria CO₂-päästöjä. Linja-autoliikenteen keskimääräinen yksikköpäästökerroin (g/km) on arvioitu vastaavasti Liikenne- ja viestintäministeriön keväällä 2020 julkaiseman perusennusteen perusteella huomioiden hallituksen esitys Puhtaiden ajoneuvojen direktiivin soveltamisesta Suomessa. HSL-alueelle tuleva jyvitys johtaa siihen, että jo vuodesta 2025 eteenpäin HSL-liikenteen keskimääräiset CO₂-päästöt ovat merkittävästi Suomen keskiarvoa alhaisemmat. Oletettavaa on, että kaupunkiliikenteen linja-autot sähköistyvät nopealla aikataululla, viimeistään 2000-luvun puoliväliin mennessä. Jos oletetaan, että vuonna 2025 Helsingin kaupungin alueen bussiliikenne on puhtaiden ajoneuvojen direktiivin kansallisen toteutuksen mukainen ja liikenne on täysin sähköistynyt vuoteen 2050 mennessä, olisi vuosien 2025–2075 keskimääräinen kaupunkiliikenteen yksikköpäästö 80 g/km. Tämä vastaa noin 4,4 g/hkm, jos käytetään VTT:n Lipaston mukaista keskimääräistä täyttöastetta (18 matkustajaa) kaupunkiliikenteen linja-autolle.



Kuva 9d. Henkilöautoliikenteen yksikköpäästöjen kehitys LVM:n perusennusteen 2020 mukaisesti sekä siitä tehty lineaarinen sovite.

9.4 Keinoja liikenteen päästöjen vähentämiseen

Keinot, joilla voidaan vaikuttaa liikenteen päästöihin, on esitetty oheisessa taulukossa. Taulukon päästövähennysarviot on otettu selvityksen Kohti hiilineutraalia kaupunkia – millä on merkitystä? (Helsingin kaupunki 2020) liitteestä Uuden asuinalueen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arviointi.

Taulukko 9a. Keinoja liikenteen päästöjen vähentämiseen.

Toimenpide	Elinkaarivaikutus (päästövähennys)	Kommentit
eriytetty pysäköinti	-7,2 %	
sähköautojen latausmahdollisuudet	-5,2 %	
korkea joukkoliikenteen taso		Vaikutus arvioidaan vaihtamalla Liiteri-aineiston mukainen joukkoliikennevyöhyke (katso kohta 9.1)
pyöräilyn edellytyksiin panostaminen	-3,6 %	
paikalliset jaetut työtilat	-1,7 %	
laadukkaat kävelyympäristöt	-0,5 %	
laadukkaat pysäkkiympäristöt	-1,0 %	

9.5 Jatkokehitysaihioita

Jatkokehityksessä laskelmissa voitaisiin pyrkiä huomioimaan myös tavaraliikenne.

Vaihtoehtotarkasteluna menetelmä voisi tarjota vertailua skenaarioon, jossa on mukana myös ajoneuvo-liikenteen hinnoittelu.

10 Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot

Mitä arvioidaan?

- Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoa, sisältäen tulevat hiilinieluvaikutukset
 - o Rakentamisen vuoksi hävitettävät viheralueet kasvattavat alueen hiilijalanjälkeä
 - o Säilytettävät ja rakennettavat puistot kasvatavat alueen hiilivarastoa. Laskennassa tämä huomioidaan hiilijalanjäljen pienenemisenä.

Virkistysalueiden rakentamisen ja ylläpidon aiheuttamia päästöjä arvioidaan erikseen kohdassa ”Infra ja yleiset alueet”. Tässä käsitellään vain hiilivarastoja.

Kuinka merkittävä aihe on kokonaisuuden kannalta?

Aiemmissa selvityksissä maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen on arvioitu olevan 0 – 5 % alueen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä. Hiilivarastojen merkitys korostuu alueilla, joilla kaadetaan metsää rakentamisen tieltä.

Tavat vaikuttaa vähähiilisyyteen, jotka tämä menetelmä huomioi

- Rakentamisen sijoittaminen siten, että olemassa olevia viheralueita säästyy
- Uusien metsien luominen. Tämä on pääasiassa teoreettinen ajatus, joka heijastaa sitä tosiasiaa, että uudet rakennetut ja avoimet viheralueet eivät tarjoa merkittävää hiilinieluvaikutusta.

Mitä lähtötietoja syötetään?

Neliömetrimäärä säilytettäville viheralueita ja rakennettaville virkistysalueille. Molemmille annetaan myös viheralueiden hoitoluokituksen mukainen tyypittely:

A - Rakennetut viheralueet
B - Avoimet viheralueet
C - Taajamametsät
S - Suojelualueet
Muut (E, H1, O, R)

Miten laskuri toimii?

Tarkastelualueen nykytilanteen viheralueluokka tarkistetaan HSY:n aineistosta (HSY, 2020). Työkalu laskee seuraavat asiat:

- Säilytettäville ja uusille viheralueille (kaavoitettavat virkistysalueet ja tonttipihat) elinkaaren aikana syntyvän hiilivaraston. Näiden summa pienentää alueen hiilijalanjälkeä.
- Menetetylle viherpinta-alalle lasketaan menetetty hiilivarasto, sekä elinkaaren aikana menetetty hiilinielu (vuotuinen hiilen varastoituminen). Näiden summa kasvattaa alueen hiilijalanjälkeä.

Mistä arviot hiilivarastoille ja nieluille on saatu?

Olemassa oleville viheralueluokille annetut hiilivaraston ja hiilinielun arvot on otettu raportista ”Selvitys pääkaupunkiseudun hiilinieluista ja -varastoista” (HSY, 2020). Uusiin puistoihin 50 vuodessa syntyvän hiilivaraston oletetaan vastaavan samassa annettua arviota rakennettujen viheralueiden hiilivarastosta.

10.1 Lähtötietojen syöttäminen - tarkempi kuvaus

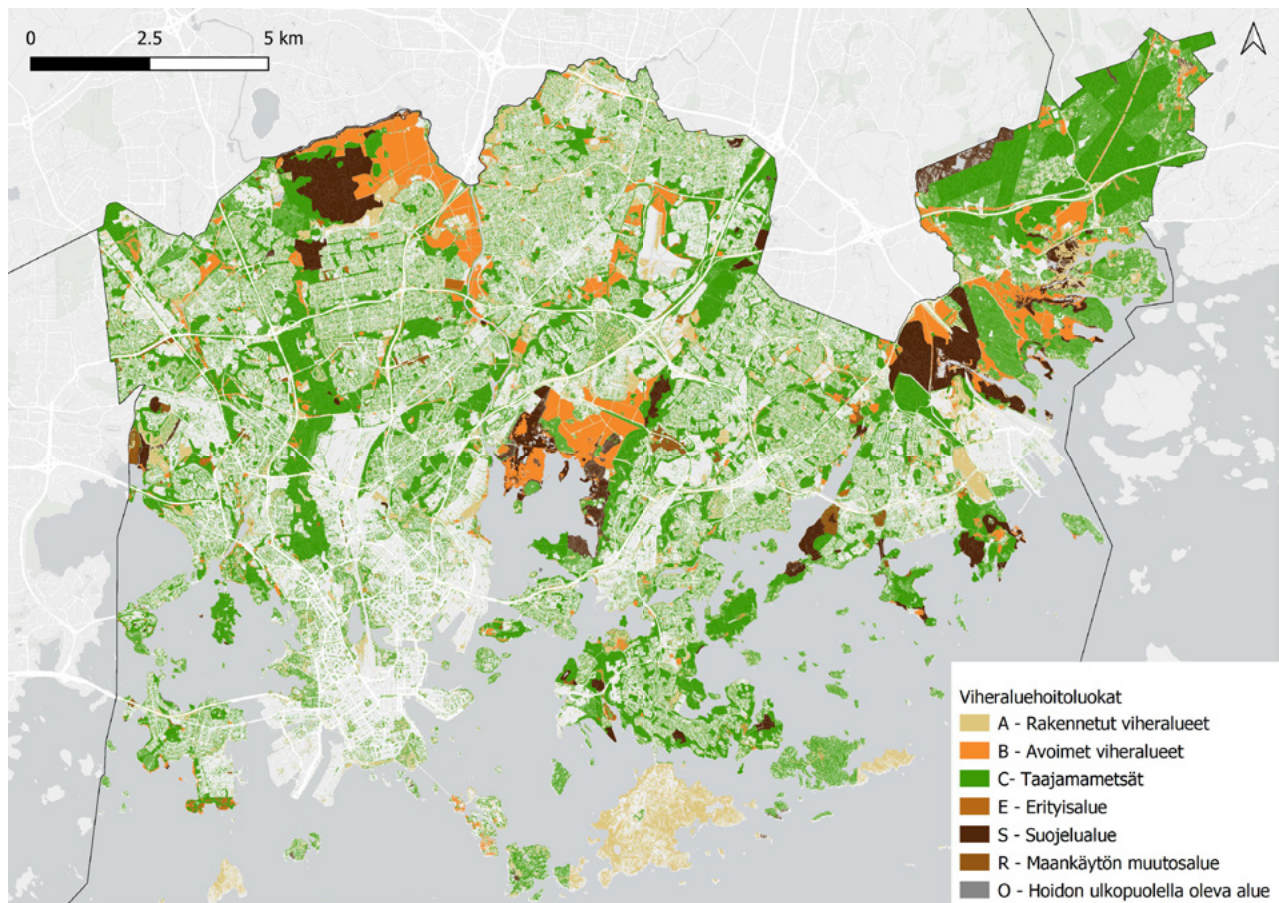
Työkaluun syötetään säilytettävien viheralueiden pinta-ala ja prosenttiosuudet, joiden mukaisesti pinta-ala sijoittuu eri viheralueityyppeihin (kuva 10a). Samat prosenttiosuudet syötetään myös alueen muulle maapinta-alalle (joka voi sisältää poistuvia viheralueita). Lisäksi annetaan pinta-ala rakennettaville viheralueille (kaavan virkistysalueet).

Tietyissä erityistapauksissa (kuten puolustusvoimille kuuluvat tai hiljattain kuuluneet alueet) luokitus ei ole hyödyllinen. Tällaisissa tapauksissa luokka täytyy arvioida erikseen.

Isompi versio kuvan 10a kartasta on tämän raportin lopussa (Liitteessä 2 - Viheralueiden hoitoluokat kartalla). Lisäksi kartan tarkempi versio PDF-muodossa on tallennettu erillisenä tiedostona.

Tarkastelun lähtökohtana toimiva selvitys on käsiteltävissä paikkatietona avoimesta WFS-rajapinnasta nimellä hiilinieluselitys_helsinki. Lisätietoa rajapinnasta saa osoitteesta: <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/paikkatiedot/avoin-data-rajapinnat/>

Rajapinnan suora osoite paikkatieto-ohjelmaa varten: <https://kartta.hsy.fi/geoserver/wfs> (ei vaadi kirjautumista).



Kuva 10a. Viheralueiden hoitoluokat Helsingissä (Lähde: HSY, 2020).

10.2 Hiilivarastojen ja -nielujen ominaisarvot

Laskennassa käytettävät ominaisarvot on esitetty seuraavissa taulukoissa. Uusille viheralueille syntyvälle hiilivarastolle käytetään arvoa ”A – rakennetut viheralueet”.

Selvityksen pohjatietona on käytetty Helsingin ABC-viheraluehoitoluokituksen tietoja, ja aineistoa on täydennetty Helsingin kaupungin ja Suomen Metsäkeskuksen metsävaratiedoilla, sekä seudullisen maanpeiteaineiston (SMPA) ja valtakunnan metsien inventointitiedoilla (VMI). Lähdeaineistotulokset kattavat pääasiassa muun pinta-alan paitsi rakennukset, päällystetyt maanpinnat ja vesialueet.

Maaperän hiilivarastojen koon laskemisessa on hyödynnetty Yasso15-mallia, jolla pystytään mallintamaan kivennäismaiden hiilivarastojen kehitystä. Kasvillisuuden biomassan ja maaperähiilen välistä kehitystä on laskettu lähtöarvoja, kuntakohtaisia ilmasto-olosuhteita ja biomassan kehitysodotuksia hyödyntäen. Peltoalojen hiilisyötettä laskettaessa on hyödynnetty kunnan maataloustilastointia. A- ja B-luokissa kasvillisuuden määrän oletettiin pysyvän vakiona, joten vuotuista hiilinielua ei todettu olevan. A- ja B-luokkien maaperän hiilivarastojen muutosta laskettiin nurmimaisen biomassan keräysosuuden perusteella. Tuloksena on arvio, jossa A- ja B-luokan viheralueilta vapautuu vuosittain hiiltä ilmakehään. Tämä on HAVAssa käytettävä laskennallinen oletus.

A- ja B-luokkien puistojen todelliseen hiilitaseeseen vaikuttavat merkittävästi suunnittelu- ja hoitoratkaisut. Pari esimerkkiä tällaisista ratkaisuista:

- Mitä enemmän rakennettavassa puistossa on kasvillisuutta – ennen kaikkea puita – sitä enemmän niihin sitoutuu hiiltä.
- Jos puiston rakentamisessa hyödynnetään rakennettavaksi osoitetulta metsäalueelta kierrätettyä pintamaata, tämä auttaa säilyttämään maahan varastoitunutta hiiltä.

Nämä ovat ratkaisuja, joita ei tyypillisesti tehdä asemakaavoituksen yhteydessä ja tämän takia niitä ei ole sisällytetty HAVAan.

HSY:n selvityksestä on syytä todeta vielä, että Puolustusvoimien alueille (etenkin Santahamina) on annettu väärä luokitus (A-luokka). Jos näille alueille suunnitellaan rakentamista, tulee hiilivarastoja niissä arvioida erikseen. Tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta A-luokasta tehtyihin oletuksiin laajemmin.

Taulukko 10a. Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen ja -nielujen ominaisarvot.

Hiilivarasto	Kasvillisuus	Maaperä
Hoitoluokka	tCO ₂ /ha	tCO ₂ /ha
A - Rakennetut viheralueet	6	132
B - Avoimet viheralueet	4	194
C - Taajamametsät	203	323
S - Suojelualueet	294	501
Muut (E, H1, O, R)	90	212

Hiilinielu*	Kasvillisuus	Maaperä
Hoitoluokka	tCO ₂ /ha/v	tCO ₂ /ha/v
A - Rakennetut viher-alueet	0,0	-0,7**
B - Avoimet viher-alueet	0,0	-0,4**
C - Taajamametsät	8,5	1,7
S - Suojelualueet	8,9	5,2
Muut (E, H1, O, R)	3,1	0,6

*HSY:n raportissa käytetty termi on hiilivuo. Hiilivuossa kasvillisuuteen ja maaperään varastoitava hiili ilmaistaan negatiivisena lukuna. Tässä negatiivisten lukujen merkitys on ilmaistu päinvastaisena, noudattaen raportin yleistä logiikkaa.

**HSY:n raportin arvion mukaisesti A ja B hoitoluokissa orgaanisen aineen maatumisesta vapautuu hiiltä enemmän ilmakehään kuin hiiltä varastoituu kasvillisuuteen ja maaperään.

10.2.1 Hiilivarastoarvioita muista lähteistä

Seuraavaan on kerätty arvioita maaperään ja kasvillisuuteen sitoutuneesta hiilestä muista lähteistä.

Linden ym. (2020) tutkimuksen mukaan Helsingin A-puistoluokan kasvillisuuden keskiarvoinen hiilidioksidivarasto on 92 tCO₂/ha ja maaperän 381 tCO₂/ha. Kasvillisuuden keskiarvoinen hiilinielun on laskettu olevan Helsingin puistoissa 3,6 tCO₂/ha (Turunen 2013), nielun riippuessa puuston koosta. Nuoren puistomaaperän hiilinielun keskiarvon määräksi Helsingin A-puistoluokassa saadaan 4,4 tCO₂/ha (Setälä ym. 2016). Keskiarvo vallitsee ajalla 10–50 vuotta puiston rakentamisesta.

10.3 Laskennan tarkempi kuvaus

Säilytettävien viheralueiden vaikutus lasketaan kertomalla kuhunkin hoitoluokkaan kuuluva pinta-ala kyseisten hoitoluokkien ominaishiilivarastolla. Tähän lukuun lisätään hiilinieluvaiutus kertomalla eri hoitoluokkiin kuuluvien alueiden pinta-alat kunkin hoitoluokan ominaishiilinieluilla ja tarkasteluajanjaksolla (50 v.).

Alueella olevat nykyisin pinnoitetut alueet ilmoitetaan laskurissa erikseen ja näiden hiilivarastoksi ja hiilinieluksi arvioidaan nolla.

Uusien viheralueiden ja pihojen hiilivarasto lasketaan kertomalla näiden pinta-ala ominaishiilivarastolla

”A – rakennetut viheralueet”. Menetelmä ei huomioi viherkattoja. Näiden hiiltä varastoiva vaikutus on hyvin pieni.

Poistuvien viheralueiden hiilivarasto lasketaan kertomalla eri hoitoluokkiin kuuluvien alueiden pinta-alat kunkin hoitoluokan ominaishiilivarastolla. Tähän lukuun lisätään menetetty hiilinielu kertomalla eri hoitoluokkiin kuuluvien alueiden pinta-alat kunkin hoitoluokan ominaishiilinieluilla ja tarkasteluajanjaksolla (50 v.).

10.4 Keinoja maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen ja -nielujen kasvattamiseen

Tässä työkalussa ainoat tavat vaikuttaa maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoihin ja -nieluihin ovat olemassa olevien viheralueiden säilyttäminen ja uusien viheralueiden rakentaminen. Tarkemmassa suunnittelussa hiilivarastojen ja -nielujen määrään voidaan

vaikuttaa puistojen suhteellista kasvillisuus-alaa ja puistopuutiheyttä kasvattamalla, sekä puistorakentamisessa kaivamiselta säästettävän maaperä- ja kasvillisuusalan lisäämisellä.

10.5 Jatkokehitysaihtioita

Menetelmän tarkkuus ja helppokäyttöisyys paranisi merkittävästi, jos tarkastelu tehtäisiin paikkatietopohjaisesti. Tällöin voitaisiin hyödyntää HSY:n aineistosta löytyvää yksityiskohtaisempaa arviota maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastosta ja hiilinieluvaiikutuksesta.

Mikäli rakennettavan maaperän PIMA -tutkimuksissa selvitetään myös hiilipitoisuus, voisi tätä lukuarvoa

käyttää pohjamaan hiilivarastoarvona. Myös tarkat tiedot käytettävien maa-ainesten hiilipitoisuuksista sekä mittaustulokset uuden puistomaaperän hiilivarastoista tarkentaisivat tulosta.

HSY:n aineiston tuloksia voidaan pyrkiä tarkentamaan. Mm. oletus siitä, että hoitoluokkien A ja B hiilivuo on positiivinen (luokat aiheuttavat vuotuisia hiili-päästöjä) ei vastaa muun tutkimusaineiston johtopäätöksiä.

11 Ohjeet Excel-pohjaisen arviointimenetelmän käyttöön

HAVA toimii ensi vaiheessa excel-alustalla. Laskurin rakenne on esitetty kuvassa 11a. Laskuri on jaettu useampaan välilehteen, josta käyttäjälle keskeisimmät ovat etusivu, lähtötiedot ja tulokset. Etusivulla laskuri ja sen käyttö on esitelty lyhyesti. Kaikki käyttäjäsyöte annetaan Lähtötiedot-välilehdellä. Annettujen tietojen perusteella hiilijalanjälki- ja kädenjälki tulokset lasketaan automaattisesti numeroiduilla välilehdillä 1–6 ja esitetään kootusti Tulokset-välilehdellä. Lähtökohtaisesti laskennan välilehdet ovat lukittuja ja piilotettuja, mutta käyttäjä voi halutessaan avata ne ja tarkastella/muokata laskentaa etusivulla annetun salasanan avulla.



Kuva 11a. Excel-laskurin rakenne ja toimintaperiaate.

12 HAVAn jatkokehittäminen

Tässä raportissa on kutakin arvioinnin osa-aluetta käsittelevän luvun lopussa esitetty osa-alueiden jatkokehittämiseen liittyviä aihioita. Seuraavassa vielä kokonaisuuden kannalta keskeisiä ajatuksia jatkokehityksestä.

Kehitysvaiheessa HAVAA on järkevää viedä eteenpäin Excel-pohjaisena laskurina, jossa oletukset ja laskukaavat ovat selkeästi jokaisen tarkasteltavana. HAVAn käytön vakiintuessa menetelmän käytettävyyttä paransi merkittävästi, jos HAVA muokattaisiin web-pohjaiseksi työkaluksi. Lisäksi tällainen työkalu on riippumaton Excel-lisenssistä.

HAVAssa on monia osa-alueita, jotka voitaisiin automatisoida kokonaisuudessaan tai pääasiassa, jos arviointi tehtäisiin paikkatietopohjaisesti. Paikkatietopohjaisessa arvioinnissa voisi olla potentiaalia myös mm. esirakentamisen karkean päästöarvion luomiseen. Arviointiin käytetty aika voitaisiin myös minimoida paikkatietopohjaisuudella.

Kun HAVAlla tuotettuja asemakaavojen laskelmia syntyy riittävä määrä, voidaan HAVAn haluttaessa sisällyttää mahdollisuus verrata tuloksia muihin vastaaviin kaavoihin. Samalla voidaan miettiä olisiko mielekästä ilmaista hiilijalanjäljelle tavoitetasoa. Heti alkuvaiheessa on hyvä harkita tapa, jolla laskelmat saadaan talteen yhteen tietokantaan.

13 Lähteet

Bionova. 2021. Carbon Footprint Limits for Common Building Types. [Verkkojulkaisu]. Saatavana: https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/Bionova_MinEnv_Finland_embodied_carbon_limit_values_report_FINAL_19JAN2021_ed.pdf

Helsingin kaupunki. 2021. Ilmastovahti: Kaukolämmöntuotannon päästökerron. [verkkosivu] Saatavana: <https://ilmastovahti.hel.fi/indicators/9>

Helsingin kaupunki. 2020a. Kohti hiilineutraalia kaupunkia – millä on merkitystä? [Verkkojulkaisu]. Saatavana: <https://hiilineutraali-suomi.fi/download/noname/%7B6E29046A-F2F5-48AC-BD29-EC-FC2B9E28BA%7D/162235>

Helsingin kaupunki. 2020b. Helsingin kierto- ja jakamistalouden tiekartta. [Verkkojulkaisu] Saatavana <https://www.hel.fi/static/kanslia/Julkaisut/helsingin-kierto-ja-jakamistalouden-tiekartta.pdf>
Helsingin kaupunki. 2014. Katutilan mitoitus. [verkkojulkaisu]. Saatavana: https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/katutila_mitoitus.pdf

Helsingin kaupunki. 2018. Isoroban peruskorjauksen päästölaskenta. Elinkaaren hiilijalanjälkitarkastelu.

Helsingin kaupunki. 2020. Hämeentien CO₂-päästölaskenta ja ilmastoviisat tarkastelut. Kaupunkiympäristön aineistoja 2020:2030.

HSY (Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä). 2020. Selvitys pääkaupunkiseudun hiilinieluista ja -varastoista – loppuraportti. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 15.2.2021] Saatavana: <https://julkaisu.hsy.fi/selvitys-paakaupunkiseudun-hiilinieluista-ja-varastoista.pdf>

Häkkinen, T., 2020, Report – processes- demolition. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 30.3.2021] Saatavana: <https://co2data.fi/reports/Process-demolition.pdf>

LVM (Liikenne- ja viestintäministeriö). 2020. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennuste 2020-2050. [verkkojulkaisu]. Saatavana: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/d99a3ae3-b7f9-49df-afd2-c8f2efd3dc1d/1ab511f1-aa06-45c0-b3ef-9ac9650838c9/MUISTIO_20200422120412.pdf

Linden ym. 2020. Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. Urban Forestry & Urban Greening 49. Motiva. Ei päiväystä. Rakennustyyppikohtaiset vuosittaiset ominaiskulutukset palvelusektorin rakennuskannassa (lämpö, sähkö, vesi). [Verkkojulkaisu] [Viitattu 25.4.2021] Saatavana: https://www.motiva.fi/files/15570/Palvelusektorin_ominaiskulutukset_2011-2017.pdf

Ramboll. 2021. Keran alueen päästötarkastelu. Espoon kaupungin välittämä PDF-raportti

Ramboll. 2020a. Hiedanrannan päästökartoitus ja ilmastovaikutusten arviointi. [Verkkojulkaisu] Saatavana: https://www.tampere.fi/tiedostot/h/8tzxuL7cB/Hiedanrannan_paastolaskenta.pdf

Ramboll. 2020b. Malmin lentokenttä, päästölaskelma esirakentamiselle perinteisellä tekniikalla. [Verkkojulkaisu]. https://www.hel.fi/hel2/ksv/liitteet/2020_kaava/4844_1_esirakentamisen_paastolaskelma.pdf

Savolahti M., Mattinen, M., Heljo, J., Kopsakangas-Savolainen, M., 2015, Lähes nollaenergiarakentamisen ympäristövaikutusten arviointi. [Verkkojulkaisu] Saatavana: Suomen ympäristökeskus > Lähes nollaenergiarakentamisen ympäristövaikutusten arviointi (syke.fi) (viitattu 26.4.2021)

SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2020. Tietopalvelu Liiteri. [verkkosivu] <https://liiteri.ymparisto.fi/>

SYKE (Suomen ympäristökeskus). 2016. KEKO-laskennan kuvaus, 2016-04 Energia, kasvihuonekaasupäästöt ja luonnonvarojen käyttö: rakennuskanta, uudisrakennukset ja energiakorjaukset, energiantuotanto, liikenneverkko. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 31.3.2021] Saatavana: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/KEKO_-_Kaa-voituksen_ekolaskuri/Tietoa_KEKO_laskennasta

TEM (Työ- ja elinkeinoministeriö). 2020. Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista. [verkkojulkaisu] Saatavana: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162494/TEM_2020_52.pdf?sequence=1

Setälä ym. 2016. Vegetation Type and Age Drive Changes in Soil Properties, Nitrogen, and Carbon Sequestration in Urban Parks under Cold Climate. Frontiers in Ecology and Evolution 4:93.
Sitowise. 2021. Maapolitiikan vaikutusten arviointi – Hiilineutraalisuus ja energiatehokkuus. Ei vielä julkaistu tämän raportin valmistumishetkellä.

Turunen, S. 2013. The Carbon Sequestration and Storage Capacity of Urban Parks in the City of Helsinki. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Pro gradu -työ.

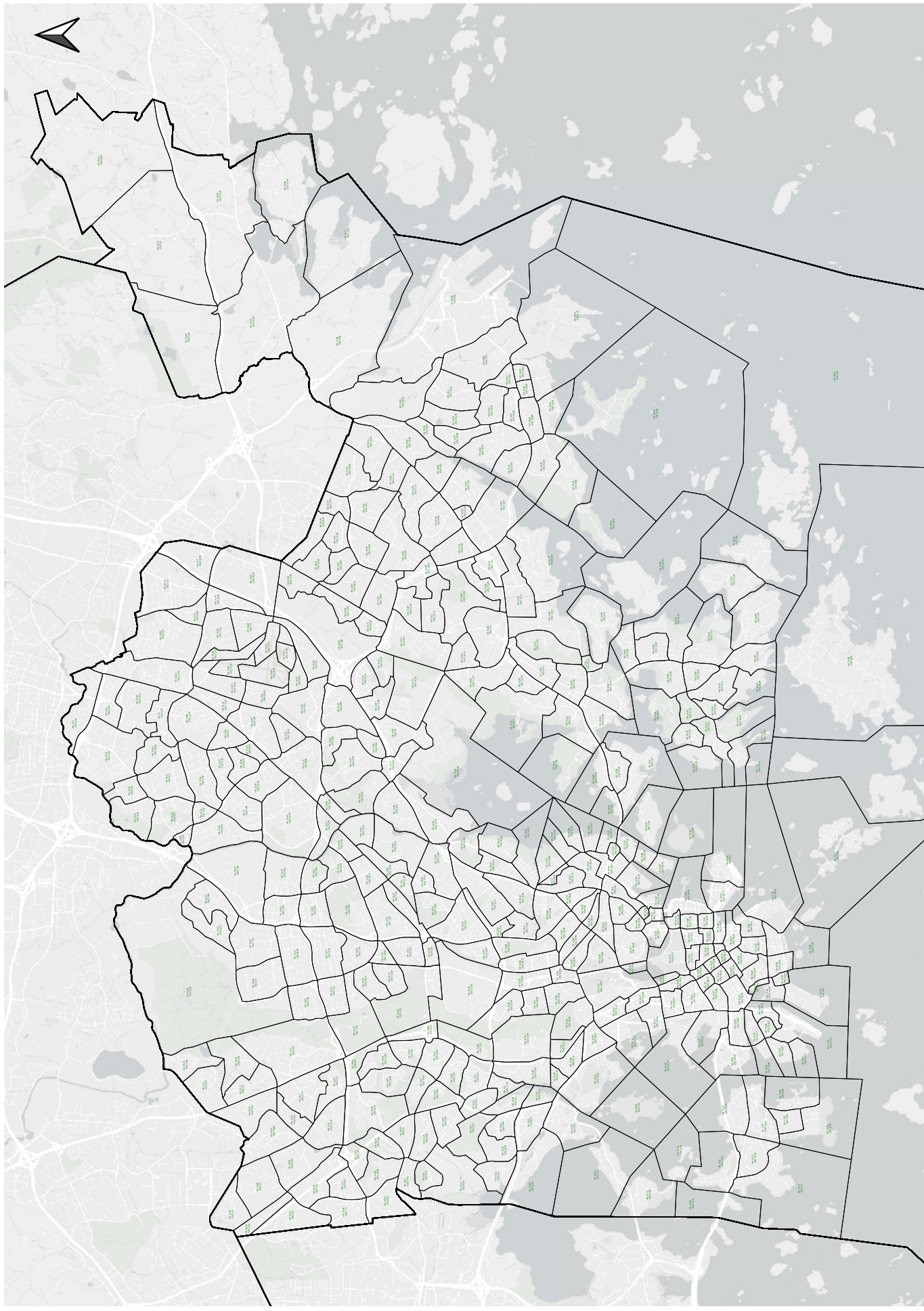
Viherympäristöliitto. 2020. Viheralueiden kunnossapitoluokitus RAMS -Powerpoint -esitys kuvilla. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 31.3.2021] Saatavana: https://viherymparistoliitto.sharepoint.com/:p/g/EdHdIAV_3nIGrjCGJpORogOB6V_JmCW9g57VY5dF-QEpQ5Q?e=mQrBoG

Viherympäristöliitto. 2021. ABC-vastaavuus. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 21.4.2021] Saatavana: <https://www.vyl.fi/ohjeet/kunnossapitoluokitus/vastaavuus/>

YM (Ympäristöministeriö). 2008 Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa -suunnitteluohje. [Verkkojulkaisu] Saatavana: https://www.motiva.fi/files/1986/Liikennetarpeen_arviointi_maankayton_suunnittelussa.pdf

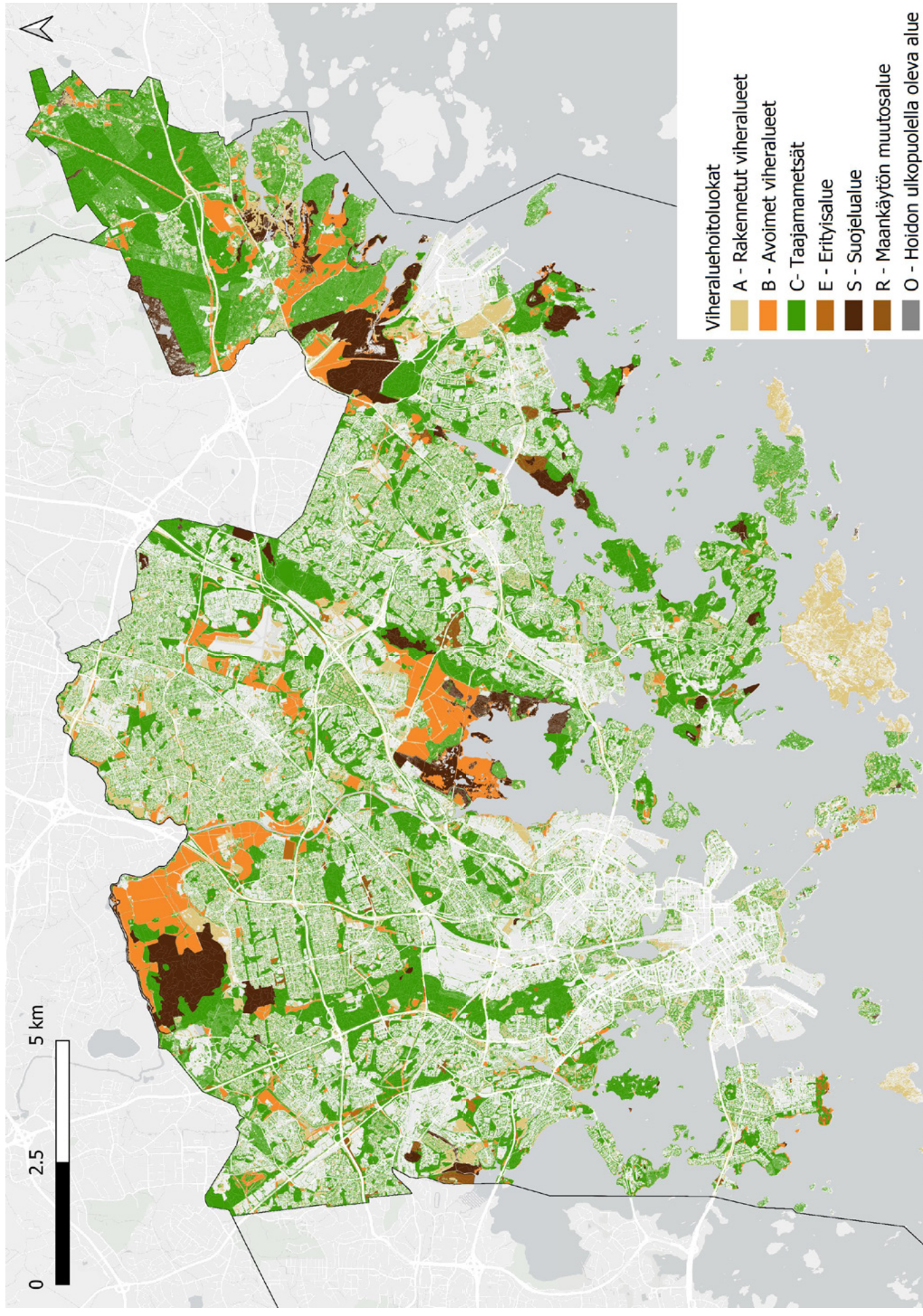
Liite 1 – Matkojen keskipituudet kartalla

Lähtöaineisto: Helsingin seudun liikenne ja Open street map
Kartan toteutus: Sitowise Oy



Liite 2 – Viheralueiden hoitoluokat kartalla

Lähtöaineisto: HSY ja Open street map
Kartan toteutus: Sitowise Oy





Helsinki