



**MALMIN LENTOKENTÄN
KAAVARUNGON
JOUKKOLIIKENNERATKAISUJEN
ILMASTOVAIKUTUSTEN ARVIOINTI**
E s i m e r k k i a n a l y y s i

*Pekka Paloheimo, Katri Leino &
Aleksi Heikkilä*

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
1. Johdanto.....	4
2. Laskennan lähtötietojen kuvaus	5
2.1 Liikenne.....	5
2.1.1 Liikenteen skenaariot.....	5
2.1.2 Liikenteen kulkutapajakaumat ja suoritteet.....	5
2.2 Rakennukset.....	6
3. Kasvihuonekaasupäästöjen laskentaperusteiden kuvaus.....	9
3.1 Rakentaminen.....	9
3.2 Infra.....	9
3.3 Energiankulutus.....	9
3.4 Liikenne.....	10
4. Tulokset.....	11
4.1 Kokonaispäästöt.....	11
4.2 Liikenteen päästöt.....	12
5. Johtopäätökset.....	16
Lähteet.....	17

Tiivistelmä

Työn tarkoituksena on arvioida Helsingin Malmin kaavarungon toteutumisen ilmastovaikutuksia eri joukkoliikennetkaisuilla. Tarkasteluun on valittu neljä eri skenaariota; Pikaraitiotie rakentamisen alkuvaiheessa (skenaario 1A), pikaraitiotie rakennetaan myöhemmin (skenaario 1B), joukkoliikenne bussiyhteyksin suoraan Helsingin keskustaan (skenaario 2) ja joukkoliikenne liityntäbussilinjoin Malmin juna-asemalle (Skenaario 3). Rakentamisen määrä on kaikissa skenaarioissa identtistä ja se toteutuu skenaarioissa 1B, 2 ja 3 aikavälillä 2020–2050 ja skenaariossa 1A aikavälillä 2020–2040.

Asukaskohtaisissa kokonaispäästöissä ei eri skenaarioiden välillä ole suuria suhteellisia eroja. Koska vain liikenne muuttuu skenaarioiden välillä, erot päästöissä johtuvat liikenteen päästöjen eroista. Rakentamisen lopulla vuonna 2050 pienimmät vuotuiset liikenteen päästöt ovat skenaarioilla 1A ja 1B ja suurimmat skenaariolla 2. Aikavälillä 2020–2050 kumulatiiviset liikenteen asukaskohtaiset päästöt ovat pienimmät skenaariolla 1A ja toiseksi pienimmät skenaariolla 3. Skenaariolla 1B kumulatiiviset liikenteen päästöt ovat suuremmat kuin skenaariolla 3, koska raitiovaunulinjaston myöhäisempi toteutus kasvattaa päästöjä rakentamisen alkuvaiheessa. Myös kumulatiivisessa tarkastelussa skenaarion 2 asukaskohtaiset liikenteen päästöt ovat suurimmat.

Pienimpiin liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin päästään, jos alueen joukkoliikenne perustuu pikaraitiotielinjastoon, joka toteutetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Skenaarioiden 1A ja 1B päästöihin vaikuttaa selvästi myös julkisen liikenteen toteutus ennen raitiovaunulinjaston rakentamista. Alhaisimmat päästöt saadaan ohjaamalla liikenne Malmin juna-asemalle skenaarion 3 mukaisesti ennen linjaston valmistumista.

1. Johdanto

Helsingin uudessa yleiskaavaehdotuksessa Malmin lentokentän on merkittävin uusi rakentamisalue. Alueelle laadittiin vuonna 2015 kaavarunko (kuva 1). Aluetta suunnitellaan n. 25 000 asukkaalle ja rakentamisen on tarkoitus ajoittua vuosien 2020 ja 2050 välille. Työn tarkoituksena on arvioida Helsingin Malmin lentokentän toteutumisen ilmastovaikutuksia. Arvioinnissa vertaillaan eri joukkoliikennetarkoitusten kasvihuonekaasupäästöjä. Erityisesti haluttiin selvittää, miten pikaraitiotien rakentamisen ajoittuminen vaikuttaa liikenteen päästöihin.

Työ on toteutettu Helsingin kaupungille osana uuden Ecocity Evaluator 2.0 SaaS -palvelun kehitystä.



Kuva 1. Malmin lentokentän kaavarungon havainnekuva.

2. Laskennan lähtötietojen kuvaus

2.1 Liikenne

Tässä arvioinnissa on tarkasteltu Malmin lentokentän kaavarungon joukkoliikennematkaisujen ilmastovaikutuksia. Lähtötiedot perustuvat Malmin kaavarungon selostukseen (1), Valtakunnalliseen liikennetutkimukseen (2) ja Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston asiantuntijoiden arvioihin.

2.1.1 Liikenteen skenaariot

Arviointiin on otettu mukaan kolme eri joukkoliikennematkaisua, joista yksi on jaettu vielä kahteen toteutumisaikataulun mukaan. Yhteensä eri skenaarioita on siis neljä. Joukkoliikennematkaisuksi on valittu pikaraitiotie (Skenaariot 1A ja 1B), linja-autoyhteys suoraan Helsingin keskustaan (Skenaario 2) ja liityntäliikenne linja-autoin Malmin juna-asemalle (Skenaario 3).

Skenaario 1A: Pikaraitiotie valmistuu alkuvaiheessa

Tässä skenaariossa pikaraitiotie aloittaa toimintansa vuonna 2026 alueen rakentamisen alkuvaiheessa. Raitiovaunulinjaston aikainen valmistuminen edellyttää myös nopeampaa alueen kehittämistä ja asuntotuotannon on oletettu olevan tässä skenaariossa muita skenaarioita nopeampaa.

Skenaario 1B: Pikaraitiotie valmistuu myöhemmin

Myös tässä skenaariossa alueen joukkoliikennematkaisuksi on valittu pikaraitiotie, mutta se aloittaa toimintansa vasta vuonna 2040 rakentamisen loppuvaiheessa.

Skenaario 2: Joukkoliikenne bussiyhteyksin suoraan Helsingin keskustaan

Skenaarion julkinen liikenne perustuu suoraan linja-autoliikenteeseen Helsingin keskustaan. Tässä skenaariossa raideliikenteen osuus liikennesuoritteesta jää vähäiseksi.

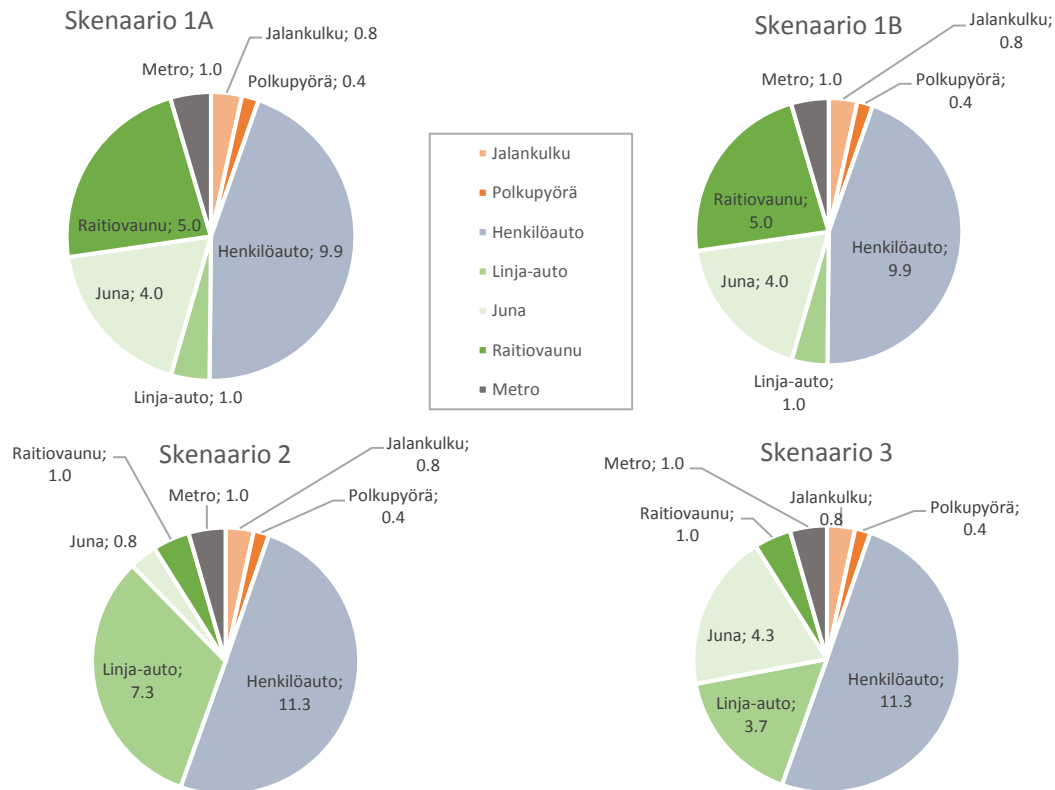
Skenaario 3: Joukkoliikenne liityntäbussilinjoin Malmin juna-asemalle

Skenaariossa liikennettä pyritään ohjaamaan Malmin juna-asemalle linja-autoilla toteutettavalla syöttöliikenteellä. Tässä skenaariossa pääasiallisina joukkoliikenteen liikkumismuotoina ovat juna ja linja-auto.

2.1.2 Liikenteen kulkutapajakaumat ja suoritteet

Malmin lentokentän kaavarungon selostuksessa liikkumiskäyttäytymistä on mallinnettu HSL:n Helsingin työssäkäyntialueen HELMET 2.1 -liikenne-ennustemallilla. Sen mukaan tavoiteskenaariossa vuonna 2050 henkilöautoliikenteen osuus kulkutapajakaumassa on n. kolmasosa, kävelyn ja pyöräilyn n. 28 % ja julkisen liikenteen n. 40 %. Lisäksi on oletettu, että raitiovaunuliikenne on linja-autoliikennettä houkuttelevampi julkisen liikenteen muoto ja skenaarioissa 1A ja 1B julkisen liikenteen osuus 4 % suurempi linjaston valmistumisen jälkeen.

Kulkumuotojakaumasta on johdettu liikennesuoritteet (kuva 2) eri kulkuvälineille kansallisen henkilöliikennetutkimuksen perusteella (2). Skenaarioissa 1A ja 1B on oletettu, että joukkoliikenne järjestetään ennen raitiovaunulinjaston valmistumista linja-autoilla Helsingin keskustaan.

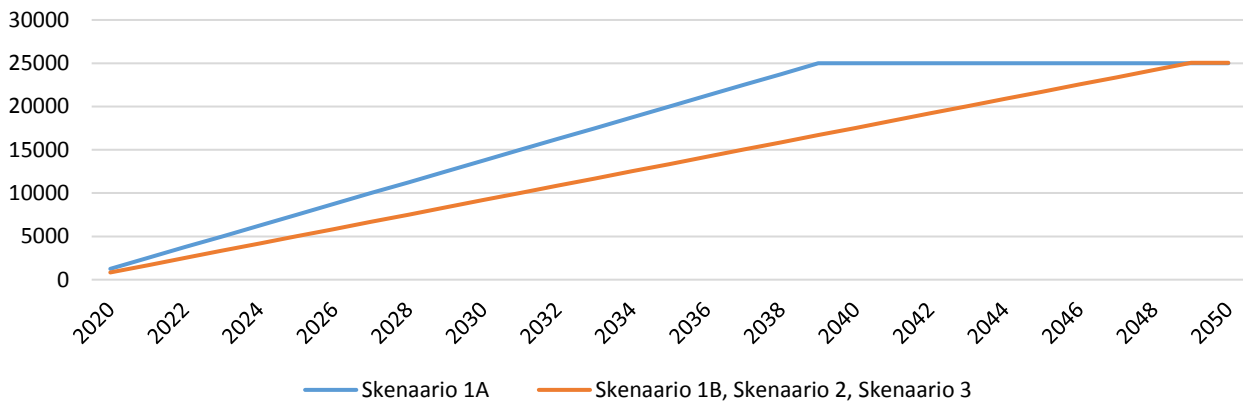


Kuva 2. Liikenteen suoritteet (km/asukas/päivä) eri skenaarioissa. Skenaariota 1A ja 1B suorite vastaa tilannetta raitiovaununlinjaston valmistumisen jälkeen.

2.2 Rakennukset

Kaikissa skenaarioissa alueen rakentaminen alkaa vuonna 2020 ja päättyy vuonna 2050 skenaariota 1A lukuun ottamatta. Skenaariossa 1A rakentaminen on nopeampaa, joten alue on rakennettu jo vuonna 2040. Lopullinen asukasmäärä on kaikissa skenaarioissa n. 25 000 asukasta. Vuotuinen asukasmäärän kasvu on skenaariossa 1A 1250 asukasta vuodessa ja muissa skenaarioissa 835 asukasta vuodessa (kuva 3).

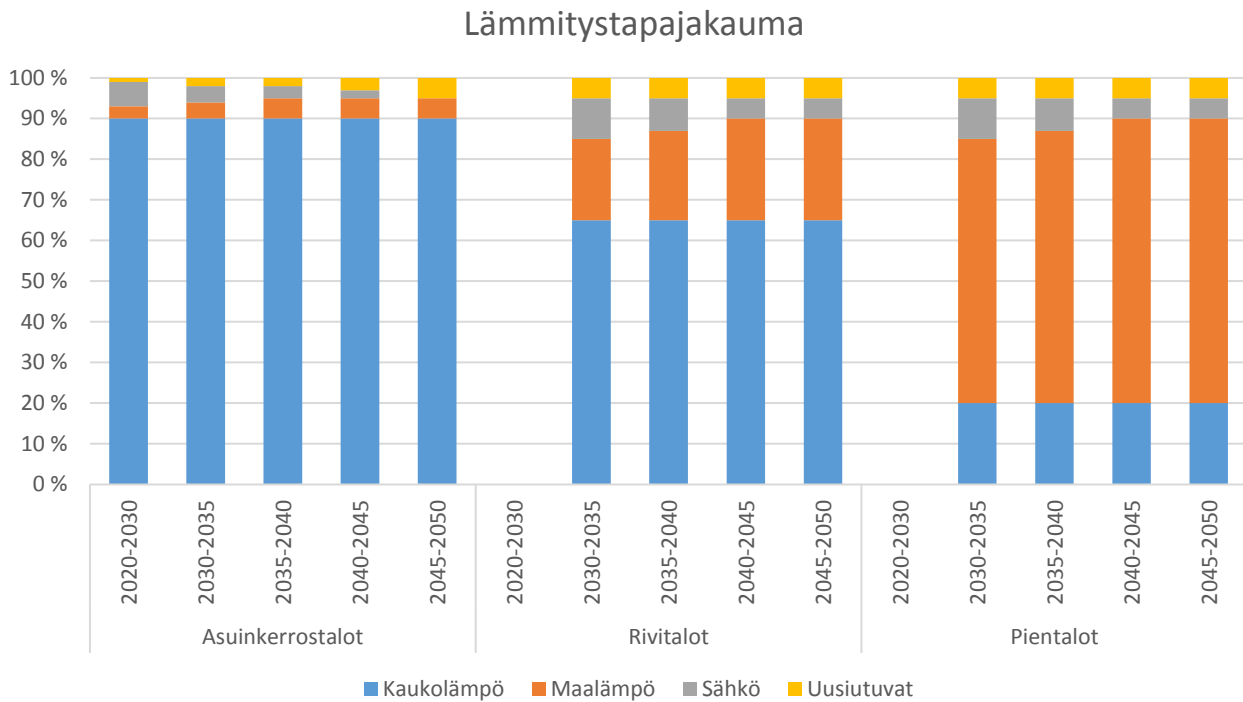
Asukasmäärän kehitys eri skenaarioissa



Kuva 3. Asukasmäärän kehitys eri skenaarioissa.

Alueen asuintaloista n. 90 % on kerrostaloja, 5 % rivitaloja ja 5 % pientaloja. Asuinkerrostaloista on oletettu olevan kivirakenteisia 70 % ja puurakenteisia 30 %. Rivitalojen on oletettu olevan kivirakenteisia ja pientalojen puisia. Kaikissa rakennustyypeissä asumisväljyydeksi on oletettu 45 k-m²/as. Rakentaminen aloitetaan alueen eteläosista, jossa aluetehokkuus on suurin. Rivi- ja pientalojen rakentamisen on oletettu alkavan koko alueen rakentamisen puolivälissä vuonna 2030.

Hallitsevana lämmitysmuotona alueella on kaukolämpö (kuva 4). Asuinkerrostaloista 90 % lämmitetään kaukolämmöltä ja loput 10 % maalämmöllä, uusiutuvilla ja sähköllä. Vastaavasti rivitaloissa kaukolämmön osuus on n. 65 % ja pientaloissa 20 %. Rivitaloissa maalämmön osuus kasvaa 20 % 30 %:iin ja pientaloilla 65 % 70 %:iin vuosien 2030–2050 aikana, kun sähkölämmityksen osuuden oletetaan pienenevän.



Kuva 4. Lämmitystapajakauma.

3. Kasvihuonekaasupäästöjen laskentaperusteiden kuvaus

Kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan on käytetty "Ecocity Evaluator 2.0" -laskentaohjelmistoa.

3.1 Rakentaminen

Rakennusten elinkaaren aikaiset päästöt on laskettu standardin EN 159782 (3) ja Green Building Council Finlandin "Rakennusten elinkaarimittarit" -ohjeistuksen (4) mukaan. Rakennusmateriaalien tuotannolle on käytetty julkisesti saatavilla olevia päästötietoja: EPD-ympäristöselosteita, RT-ympäristöselosteita sekä VTT:n "Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset" -taustaraportissa (5) esitettyjä rakennusmateriaalien ympäristöprofileita. Päästötiedot, jotka eivät ole standardin EN 15804 (3) laskentasääntöjen mukaisia, on Green Building Council Finlandin ohjeistuksen (4) mukaisesti kerrottu kertoimella 1,1. Kaikkien rakennusten rakentamisen aikaiset päästöt, kunnossapito ja purku on arvioitu Green Building Council Finlandin Rakennusten elinkaarimittarit (4) -ohjeen oletusarvojen perusteella.

Ohjelma laskee alueelle sijoitettavien rakennusten koko elinkaaren aikaiset päästöt eli materiaalien tuotannossa syntyneet päästöt, rakennusmateriaalien paikan päälle kuljetuksessa syntyneet päästöt, rakentamisen päästöt, rakennusten ylläpidosta ja kunnostuksesta syntyvät päästöt sekä rakennusten purkamisen yhteydessä syntyvät päästöt. Päästöt on jaettu tasaisesti oletetulle 50 vuoden elinkaarelle.

3.2. Infra

Kunnallisteknisen huollon osalta laskelmissa on huomioitu teiden ja pysäköintialueiden sekä vesi-, viemäri- ja kaukolämpöverkkojen rakentamisen ja kunnossapidon ilmastovaikutukset. Infran päästöt on jaettu tasaisesti 10 vuoden elinkaarelle. Infran päästöt perustuvat Liikenneviraston "Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki" -julkaisuun (6) ja tieteellisiin julkaisuihin veden- ja kaukolämmön jakeluverkostojen hiilijalanjäljistä (7) (8) (9).

3.3 Energiankulutus

Energiankulutus koostuu lämmityksestä, ilmanvaihdosta, käyttöveden lämmityksestä ja sähköstä. Uusien rakennusten energiankulutuksen on oletettu täyttävän Finzeb-hankkeessa (10) vuodelle 2020 määritellyt E-luvun raja-arvot.

Rakennusten energiankulutuksen päästöt on laskettu energiankulutuksen ja kutakin energian tuotantomuotoa vastaavan ominaispäästökertoimen avulla. Helsingin Energian kaukolämmön tuotannon päästökerroin (165 gCO₂e/kWh) on laskettu Energiategollisuuden kaukolämpötilaston (11) ja Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen (12) ominaispäästökertoimien perusteella. Yhteistuotannon päästöt on jaettu hyödynjakomenetelmällä. Yhteistuotantolaitoksissa on oletettu tuotettavan sama määrä sähköä ja lämpöä. Yhteistuotannon päästöt on jaettu suhteessa 1/0,39 : 1/0,9 sähkölle ja lämmölle.

Sähkön kulutuksen päästökertoimenä on Green Building Council Finlandin "Rakennusten elinkaarimittarit" - ohjeen (4) mukaisesti 273 gCO₂e/kWh, mikä kuvaa Suomen keskimääräistä

sähköntuotantoa. Päästökerroin on laskettu vuosien 2007–2011 keskiarvona Tilastokeskuksen aineistosta ja se huomioi myös polttoaineiden tuotannon päästöt. Maalämmölle on käytetty osittain korkeampaa lämmityssähkön päästökerrointa, millä huomioidaan talvikuukausina lämmitykseen tarvittava lisäsähkö, jonka tuottaminen on päästöintensiivisempää.

Sähkön ja lämmön tuotannon ominaispäästökertoimet pienenevät jatkuvasti energian tuotantotapojen tehostuessa. Energiantuotannon päästökertoimien tulevaisuuden kehityksen skenaarion trendinä on käytetty Energiategollisuuden Visio 2050 -julkaisua (13), jossa oletetaan, että sähkön tuotannon päästöt asettuvat vuonna 2050 välillä 30–45 gCO_{2e}/kWh ja kaukolämmön päästöt tasolle 25 gCO_{2e}/kWh.

3.4 Liikenne

Liikenteen päästöt muodostuvat henkilöliikenteen ja tavaraliikenteen päästöistä. Henkilöliikenteen päästöt muodostuvat asukkaiden liikennesuoritteiden perusteella ja tavaraliikenteen keskimääräisten kuljetusmatkojen ja tavaraliikenteen käyntien perusteella.

Asukkaiden kokonaisliikkumisen tarve ja sen jakauma perustuvat kansalliseen henkilöliikennetutkimukseen (2).

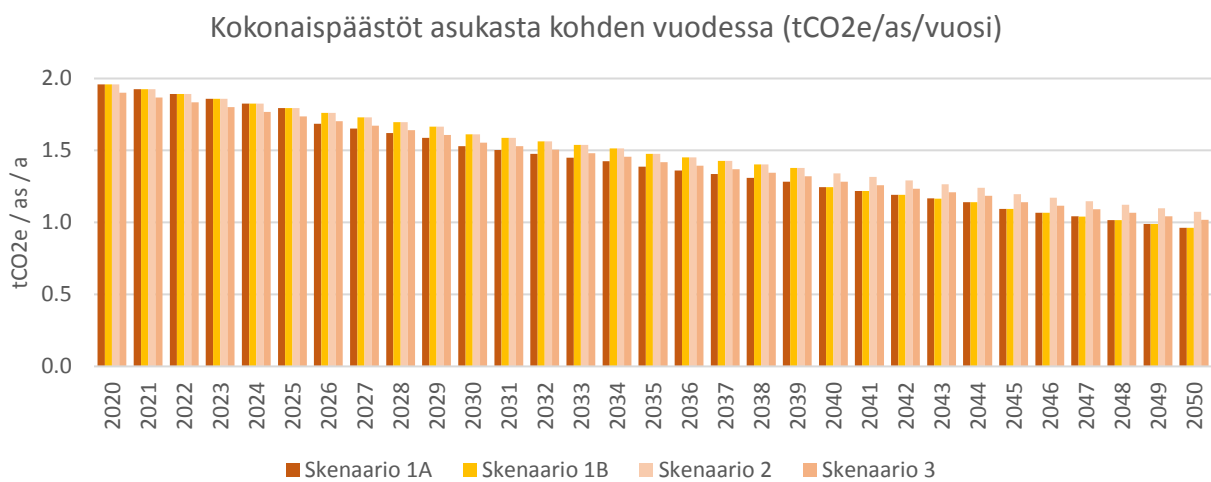
Henkilöliikenteen päästöjen laskennassa on käytetty VTT:n LIPASTO -tietokannan (14) ominaispäästökertoimia, joihin on lisätty +10 % polttoaineiden tuotannon aiheuttamia päästöjä. Liikenteen päästöjen arvioinnissa on huomioitu henkilöajoneuvokanta (tavallisten henkilöautojen, hybridien sekä sähköajoneuvojen osuuksien muutokset ajoneuvokannassa) sekä erilaisten liikennemuotojen ominaispäästökertoimien arvioidut muutokset tulevaisuudessa (15) (16) (17) (18).

4. Tulokset

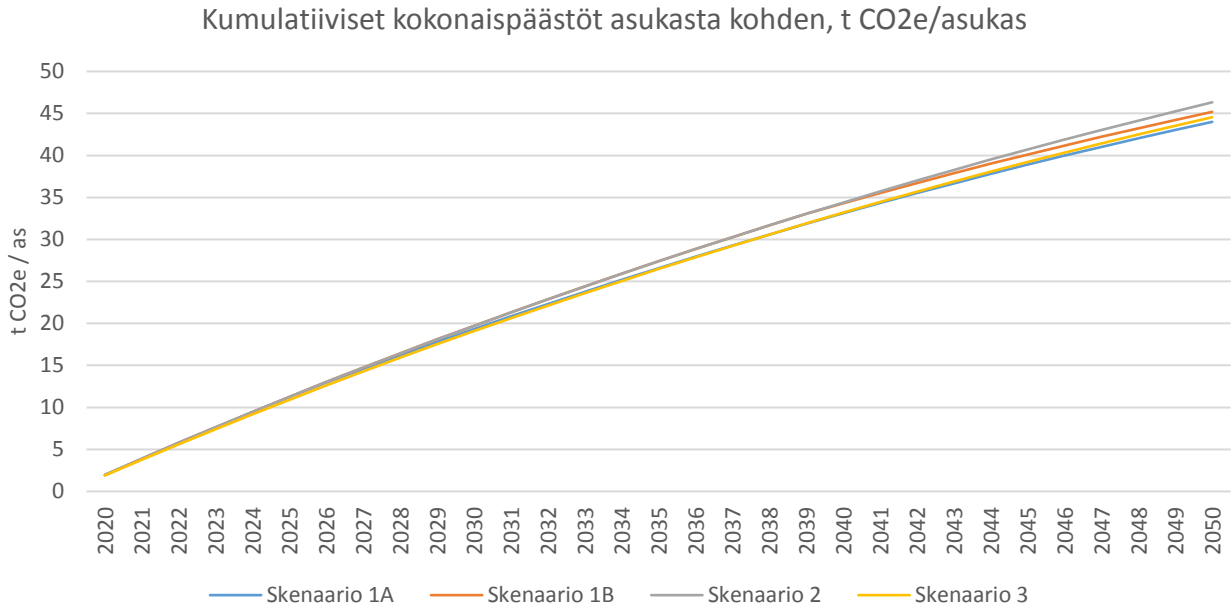
Tuloksissa on keskitytty tarkastelemaan asukaskohtaisia vuotuisia ja kumulatiivisia kasvihuonekaasupäästöjä. Vuotuinen asukaskohtainen tarkastelu mahdollistaa vertailun eri skenaarioiden välillä ja kuvaa hyvin vuotuisia vaihteluita päästöissä. Kumulatiivinen asukaskohtainen tarkastelu puolestaan mahdollistaa pidemmän ajanjakson tarkastelun ja skenaarioiden vertailun koko projektin mittakaavassa.

4.1 Kokonaispäästöt

Kumulatiivisten (kuva 5) ja vuotuisten (kuva 6) asukaskohtaisten kokonaispäästöjen erot skenaarioiden välillä ovat pieniä. Erot skenaarioiden välillä johtuvat liikenteen päästöistä, koska rakentamisen ja energiankulutuksen oletukset ovat samat eri skenaarioissa.



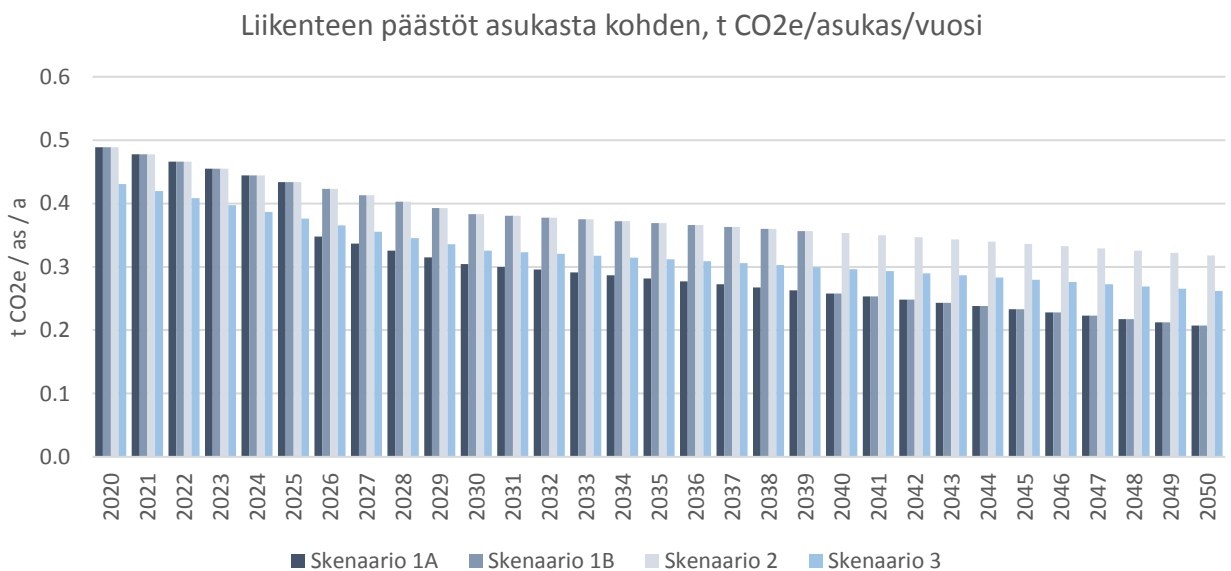
Kuva 5. Kokonaispäästöt asukasta kohden vuodessa.



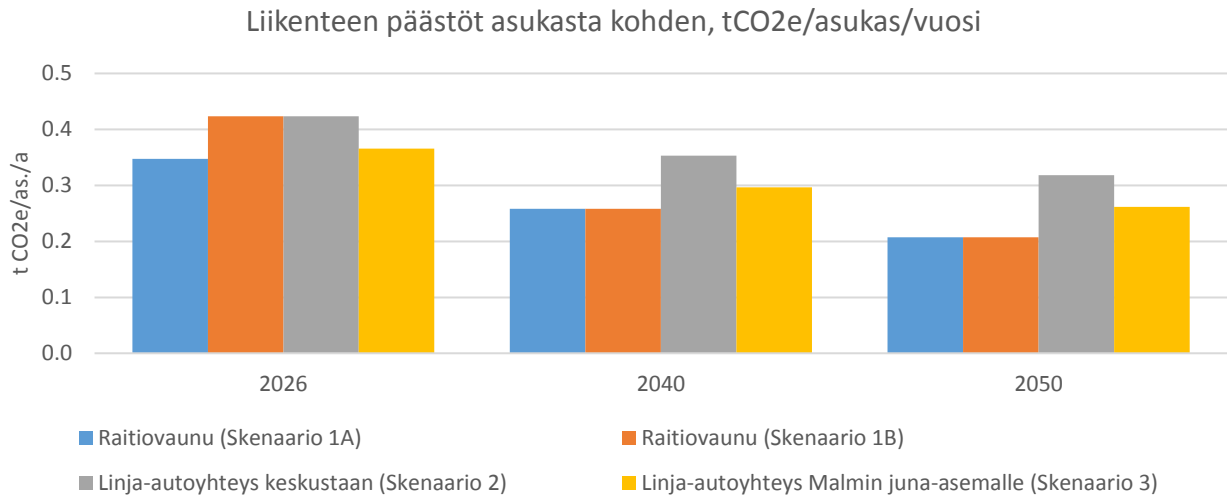
Kuva 6. Kumulatiiviset asukaskohtaiset päästöt.

4.2 Liikenteen päästöt

Vuotuiset liikenteen asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt (kuva 7 ja kuva 8) ovat selvästi pienimmät skenaarioissa 1A ja 1B raitiovaunulinjaston valmistumisen jälkeen. Rakentamisen päätyttyä vuonna 2050 skenaarioissa 1A ja 1B henkilöliikenteen päästöt ovat n. 21 % pienemmät kuin skenaariossa 3 ja n. 35 % pienemmät kuin skenaariossa 2.

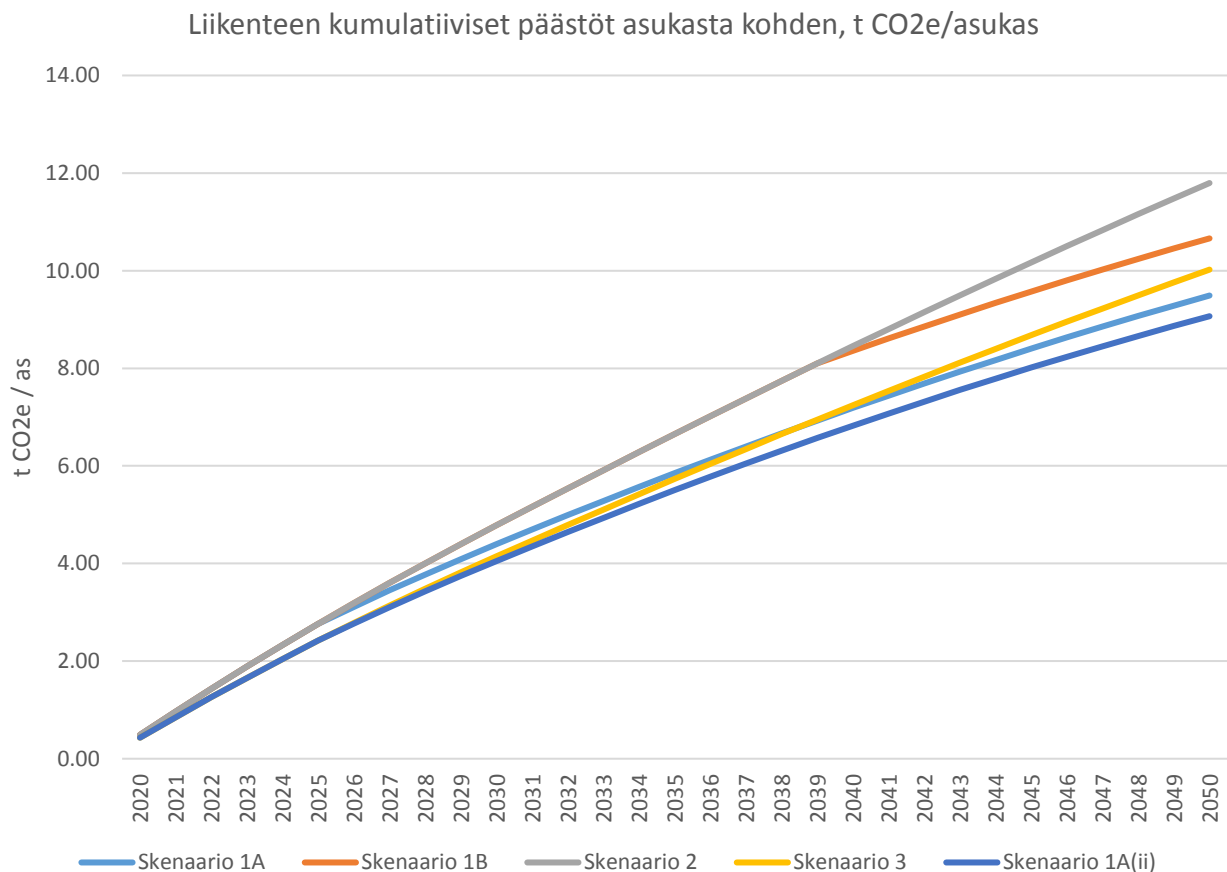


Kuva 7. Liikenteen vuotuiset asukaskohtaiset päästöt.



Kuva 8. Liikenteen vuotuiset asukaskohtaiset päästöt vuosina 2026, 2040 ja 2050.

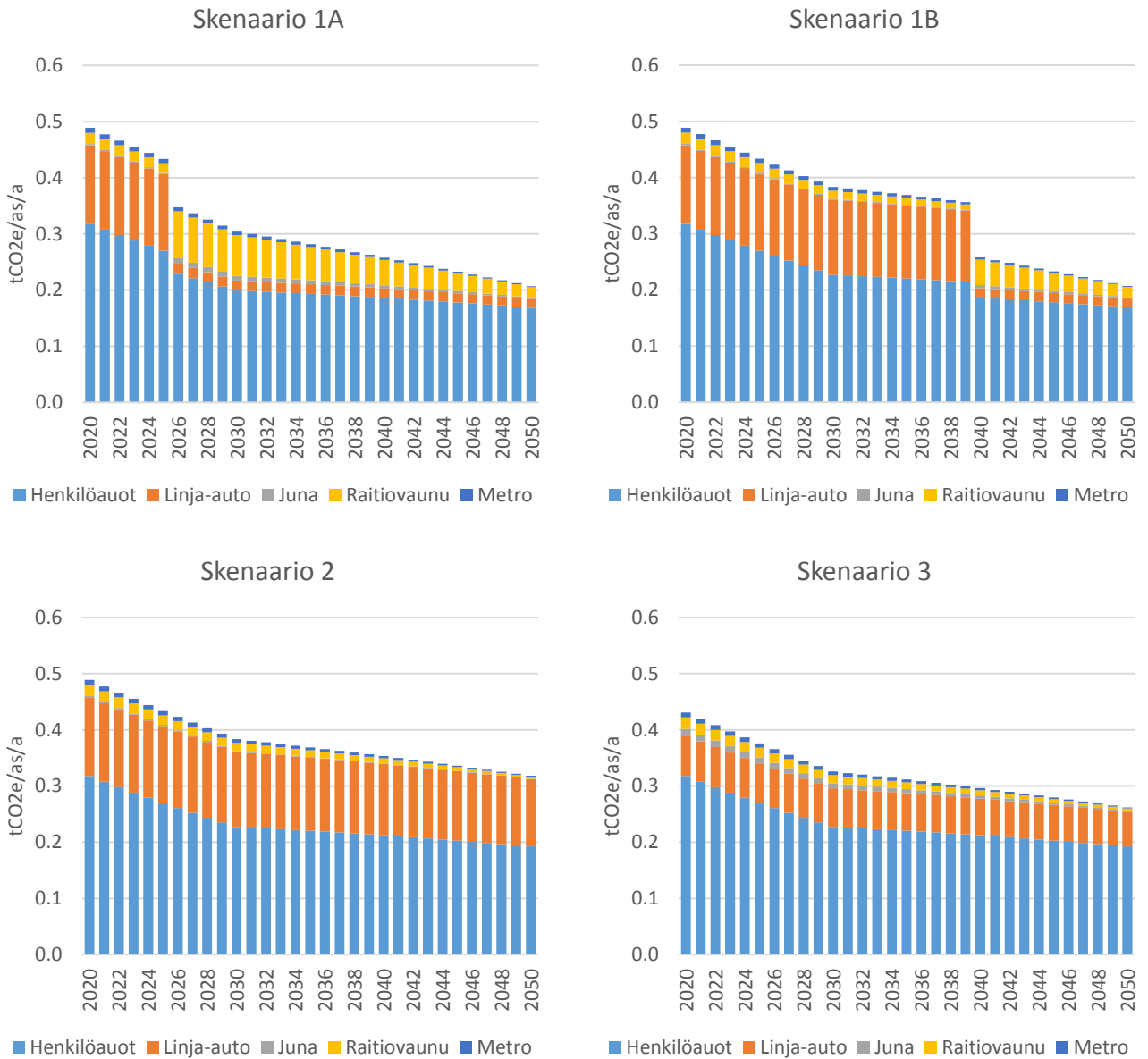
Kumulatiiviseen tarkasteluun (kuva 9) on otettu mukaan vertailuskenaario 1A(ii), jonka tarkoituksena on vertailla tilannetta, jossa julkinen liikenne on ratkaistu skenaarion 3 tavoin (liikenteen ohjaus Malmin asemalle) ennen raitiovaunuverkoston valmistumista.



Kuva 9. Liikenteen asukaskohtaiset kumulatiiviset päästöt.

Raitiovaunulinjaston etupainotteinen rakentaminen vähentää liikenteen asukaskohtaisia kokonaispäästöjä vuoteen 2050 mennessä n. 11 %:lla. Myös julkisen liikenteen toteuttaminen syöttöliikenteenä Malmin asemalle (skenaario 1A(ii)) ennen raitiotielinjauksen valmistumista vähentää päästöjä n. 5 %. Skenaarion 3 asukaskohtaiset liikenteen kokonaispäästöt ovat n. 6 % pienemmät kuin skenaarion 1B, koska myöhäinen raitiovaunulinjaston toteuttaminen pitää päästöt korkeampina projektin alkupuolella aina vuoteen 2040 asti. Selvästi suurimmat liikenteen asukaskohtaiset kokonaispäästöt ovat skenaariolla 2, jonka päästöt ovat n. 20 % suuremmat kuin skenaariolla 1A.

Kaikissa skenaarioissa selvästi suurimmat liikenteen asukaskohtaiset päästöt muodostuvat henkilöautoliikenteestä (kuva 10), mikä johtuu erityisesti ajokilometreistä ja muita kulkumuotoja suuremmasta päästökertoimesta. Myös linja-autoliikenteen päästöt ovat merkittäviä. Raideliikenteen päästöt ovat selvästi muita kulkumuotoja vähäisemmät, mikä johtuu raideliikenteen alhaisesta päästökertoimesta.



Kuva 10. Eri liikennemuotojen asukaskohtaiset vuotuiset päästöt eri skenaarioissa.

5. Johtopäätökset

Pienimpiin koko projektin aikaisiin asukaskohtaisiin kasvihuonekaasupäästöihin päästään, jos alueen julkinen liikenne perustuu raitiovaunuliikenteeseen, joka toteutetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Pienimmät liikenteen asukaskohtaiset päästöt ovatkin skenaariossa 1A. Skenaarioiden päästöihin vaikuttaa selvästi myös julkisen liikenteen toteutus ennen raitiovaunulinjaston valmistumista. Alhaisimmat päästöt saadaan ohjaamalla liikenne Malmin juna-asemalle skenaarion 3 mukaisesti ennen linjaston valmistumista. On myös syytä huomioida, että alueen liikkumistottumukset ja asukaskoostumus muodostuvat todennäköisesti rakentamisen alkupuolella, jolloin raitiovaunulinjaston toteutuminen myöhäisessä vaiheessa ei välttämättä nosta joukkoliikenteen käyttöastetta toivotulle tasolle. Tämä korostaa etupainotteisen raitiovaunulinjaston rakentamisen ilmastoehyötyjä verrattuna myöhemmin valmistuvaan vaihtoehtoon.

Päästöjen kannalta huonoin vaihtoehto on eniten linja-autoliikenteeseen nojautuva skenaario 2. Linja-autoliikenteen päästökertoimeen vaikuttaa oleellisesti linja-autojen täyttöaste, jota voidaan parantaa hyvällä suunnittelulla.

Koska suurin osa liikenteen päästöistä tulee henkilöautoliikenteestä, voi myös autoilun vähentämiseen tähtäävillä toimilla olla merkitystä kokonaispäästöihin. Esimerkiksi asukaspysäköinnin määrällä ja muiden liikennemuotojen suosimisella voidaan vaikuttaa henkilöautoliikenteen määrään.

Laskenta ei huomioi sitä, että liikkumistottumukset muovautuvat yleensä pidemmän aikavälin kuluessa ja tuloksissa muutokset näkyvätkin porrasmallisina. Ecocity Evaluator ei ole liikennemalli vaan päästöjen arvioinnin työkalu, joten tulokset kuvaavat oletettujen liikennesuoritteiden mukaisia päästöjä eivät suoraan ihmisten käyttäytymistä.

Tuloksiin vaikuttavat laskennassa tehdyt oletukset energiantuotannon ja liikenteen päästökertoimien kehityksestä tulevaisuudessa. Laskennassa on oletettu liikenteen päästökertoimien pienenevän ajoneuvoteknologian kehittyessä ja uusiutuvien polttoaineiden osuuden kasvaessa. Energiantuotannon päästökertoimien on oletettu pienenevän sähkön ja lämmön tuotannon tehostuessa ja siirtyessä uusiutuviin energianlähteisiin. On kuitenkin todennäköisempää, että päästökertoimet pienenevät kuin pysyisivät nykyisellä tasolla. Nämä oletukset ovat tietenkin samat kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa.

Lähteet

1. **Helsingin kaavasuunnitteluvirasto.** Malmin lentokentän alue. Kaavarungon selostus. 2015.
2. **Liikennevirasto.** Henkilöliikennetutkimus 2010-2011. Suomalaisten liikkuminen. s.l. : Liikennevirasto, 2012.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf. ISBN 978-952-255-103-0.
3. **SFS.** EN 15978 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. 2012.
4. **Green Building Council Finland.** Rakennusten elinkaarimittarit. 2013. http://figbc.fi/wp-content/uploads/2013/01/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf.
5. **Ruuska, A. and Häkkinen, T.** *Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset - Taustaraportti.* s.l. : VTT, 2013. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/YM_Taustaraportti.pdf.
6. **Hagström, M., et al.** Tien ja radanpidon hiilijalanjälki. *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä* 38. Helsinki : Liikennevirasto, 2011.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2011-38_tien_ja_radapidon_web.pdf. ISSN 1798-6664.
7. **Carolin, S., Vanderreydt, I. and Vercalsteren, A.** Life Cycle Assessment of a PVC-U solid wall sewer pipe system (according to EN 1401). s.l. : VITO NV, 2010.
8. **Carolin, S., et al.** Life Cycle Assessment of a PE pipe system for water distribution (according to EN 12201). s.l. : VITO NV, 2011.
9. **Persson, C., Fröling, M. and Svanström, M.** Life Cycle Assessment of the District Heat Distribution system. *The International Journal of Life Cycle Assessment.* s.l. : Ecomed, 2004-2006.
10. **FinZEB-hanke.** *FinZEB-hankkeen keskeiset johtopäätökset.* s.l. : Rakennusteollisuus RT ry. Talotekniikkateollisuus ry. Ympäristöministeriö, 2015.
11. **Energiateollisuus ry.** Kaukolämpötilasto 2014. s.l. : Energiateollisuus, 2015.
http://energia.fi/sites/default/files/kaukolampotilasto_2014_web.pdf. ISSN 0786-4809.
12. **Tilastokeskus.** Polttoaineluokitus 2015. 2015.
http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html (viitattu 29.10.2015).
13. **Energiateollisuus ry.** Haasteita ja mahdollisuuksia - sähkön ja kaukolämmön hiilineutraali visio vuodelle 2050. s.l. : Energiateollisuus ry, 2010. ISBN 978-952-5615-31-9.
14. **VTT.** Lipasto - liikenteen päästöt. Liikenteen yksikköpäästöt. 2012.
<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm> (viitattu 28.10.2015).
15. **Sitra.** Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. *Sitran selvityksiä* 39. Helsinki : Sitra, 2010. http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran_selvityksia_39.pdf. ISBN 978-951-563-739-0.
16. **VTT.** Lipasto - Biopolttoaineet LIPASTO -järjestelmässä. 2015.
<http://lipasto.vtt.fi/liisa/biohtm> (viitattu 26.11.2015).

17. **VTT**. LIISA -laskentajärjestelmä. 2015. <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>.
18. **HSL Helsingin seudun liikenne**. Joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämismahdollisuudet. Energia- ja ilmastotehokkuus aikajänteellä 2010-2050. 2010. http://www.bionova.fi/sites/default/files/hsl_julkaisu_27_2010_netti.pdf.
19. **HSY**. Rakennustietoruudukko. Avoin data. 2014. <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/avoindata/Sivut/AvoinData.aspx?dataID=14> (ladattu 27.10.2015).
20. **Maanmittauslaitos**. Maastokartta 1:100 000. <http://www.maanmittauslaitos.fi/aineistot-palvelut/latauspalvelut/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu> (ladattu 16.11.2015) 2008.
21. **Ympäristöministeriö**. D3 Rakennusten energiatehokkuus. *Suomen rakentamismääräyskokoelma*. Helsinki : Ympäristöministeriö, 2011.
22. **WSP Finland**. *Palopuron rakennemallien liikenteellinen arviointi. Luonnos*. 2016.
23. **Helsingin**. Helsingin liikenneväylät. Kiinteistöviraston kaupunkimittausosasto. 2015. <http://ptp.hel.fi/avoindata/> (ladattu 29.10.2015).
24. **Helsingin kaupunki**. Helsingin liikenneväylät. Helsinki : Kiinteistöviraston kaupunkimittausosasto, 2015. <http://ptp.hel.fi/avoindata/> (ladattu 29.10.2015).