

Backaksen alueen hiilineutraalius selvitys

A-Insinöörit, 26.4.2021



Sisällysluettelo

1. Hiilineutraaliusselvityksen tausta ja sisältö
2. Yhteenveto tuloksista
3. Laskennan kuvaus ja skenaariot
 - 3.1 Rakennukset
 - 3.2 Energia
 - 3.3 Liikenne
 - 3.4 Infra- ja esirakentaminen
 - 3.5 Hiilikädenjälki
4. Kustannusvaikutuksia
5. Kaavamääräysesimerkkejä



Kuva 1. Alustava maisemointisuunnitelma (Studio Terra Oy, 23.11.2020)

Backaksen alue

- Hiilineutraaliusselvityksen alue (Backaksen kartano ja sen ympäristö) sijaitsee Vantaalla, lähellä Helsingin rajaa
- Alue koostuu vanhasta Backaksen kartanosta, ravintolasta sekä muista pienemmistä rakennuksista ja näitä ympäröivästä viheralueesta (niittyä, pensaikkoa, puita). Muutoin tontti on pitkälti peltoaluetta.

Yleisiä lähtötietoja:

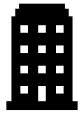
- Alueen asukasmäärä: 219 (oletus: asumisväljyys 33,8m²/hlö, Vantaan väestöennuste 2017)
- Pinta-aloja:
 - Asuinrakennukset, kem²: 9 359
 - palvelurakennukset, kem²: 10 838
 - Asuinrakennukset, htm²: 7 435
 - palvelurakennukset, htm²: 10 567



Kuva 2. Ilmakuva (Lähde: Googlemaps) ja tonttirajojen likimainen sijainti

Hiilineutraaliusselvityksen sisältö

- **Hiilijalanjälkilaskenta** koskee kaava-alueen Backaksen kartanon tonttia (92-423-35-0) ja sillä 50 vuoden elinkaaren aikana tapahtuvaa



Rakennusten rakentamista



Energiankulutusta ja -tuotantoa (uudet rakennukset)

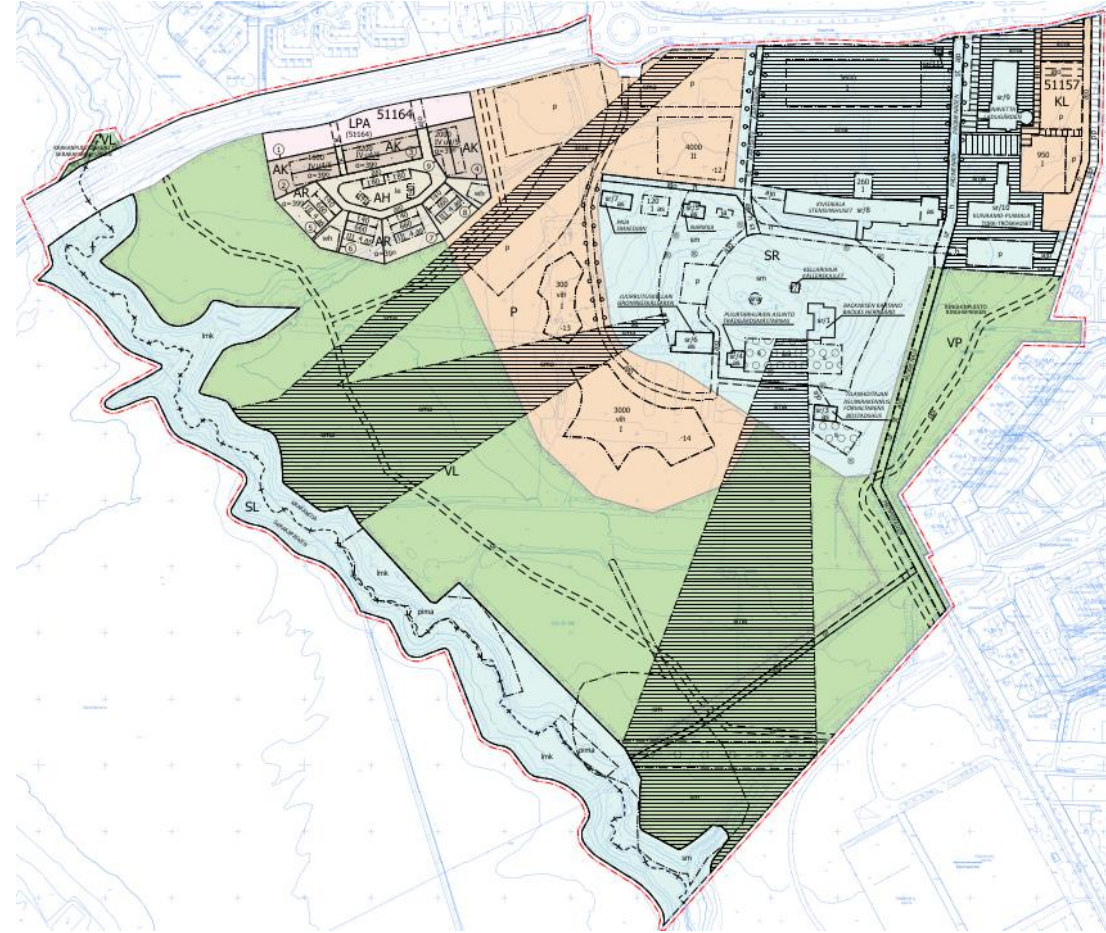


Alueen asukkaiden ja tapahtumakeskuksen vierailijoiden henkilöautoliikennettä



Infra- ja esirakentamista

- Lisäksi on laskettu **hiilikädenjälki**, joka koostuu rakennusmateriaalien hiilivarastoista ja hyödynnettävyydestä rakennusten elinkaaren jälkeen, sekä alueella tuotetusta aurinkosähköstä.



Kuva 3. Kaavakartta.

Selvityksessä hyödynnetyt lähtötiedot ja ohjelmistot/työkalut

Laskelmat perustuvat seuraaviin tilaajalta saatuihin lähtötietoihin:

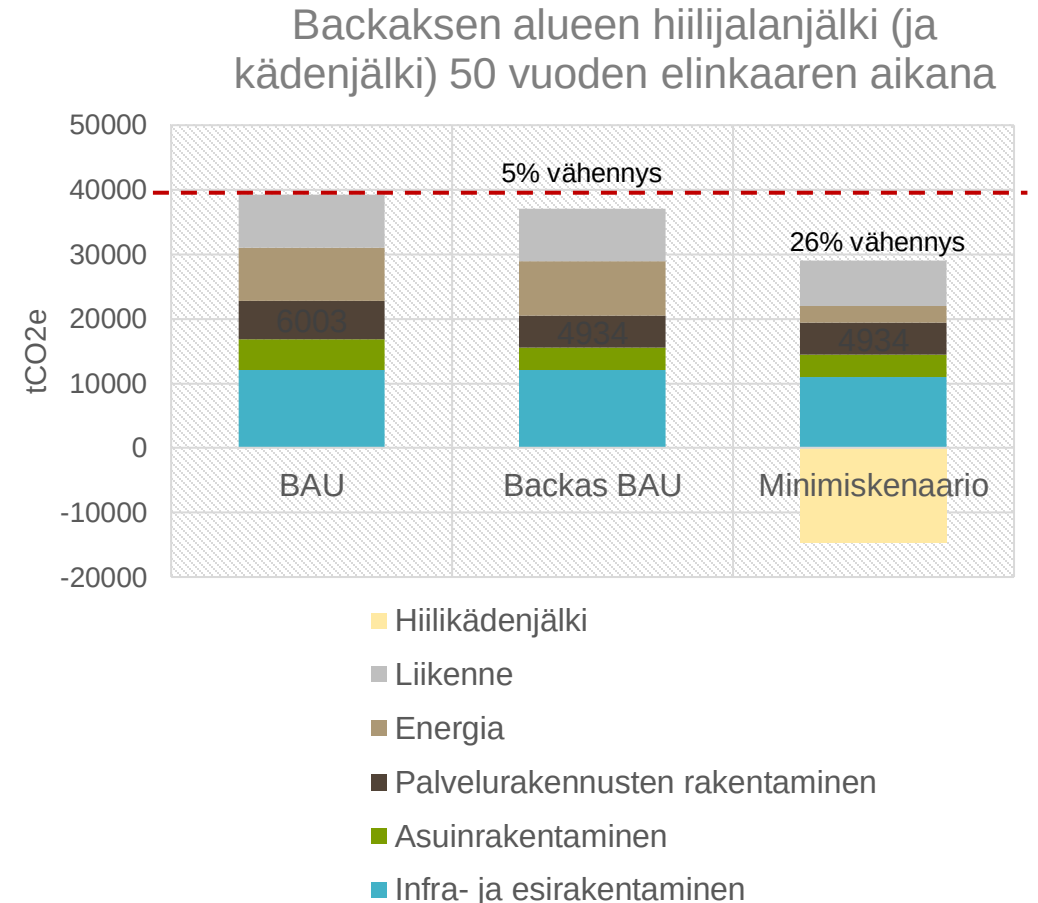
- Alustavat luonnokset, Avanto Arkkitehdit Oy, 26.3.2021
- Alustava pihasuunnitelma, Studio Terra Oy, 15.3.2021
- Backaksen liikenneselvitys, WSP Oy, 8.9.2020
- Pohjatutkimukset, Vantaan kaupunki, 11.3.2016

Laskennassa on hyödynnetty seuraavia ohjelmistoja, työkaluja ja tietokantoja

- One Click LCA (lisäosat Carbon Designer ja Infrastructure)
- VTT LIPASTO- ja ALIISA –tietokannat
- KEKO – Kaavoituksen ecolaskuri
- Hiilitaselaskuri (kehittänyt Ramboll ja Simosol Oy ILKKA-hankkeen yhteydessä)

Yhteenveto tuloksista

- Alueen hiilijalanjäljelle laskettiin aluksi perustason skenaario (*Business as usual, BAU*) eri vähennystoimenpiteiden vaikuttavuuksien vertailupohjaksi.
- 'Backas BAU'-skenaario huomioi puiset runkorakenteet sekä puuverhouksen, eli tässä skenaariossa hiilijalanjälki on laskettu alustavien suunnitelmien mukaiselle ratkaisulle.
- 'Minimiskenaario' on vaihtoehto, jossa on huomioitu eri osa-alueilla löydetty tehokkaimmat hiilijalanjäljen vähennystoimenpiteet (toimenpiteet esitetään yksityiskohtaisesti myöhemmin tässä esityksessä)
- Minimiskenaariolle on laskettu myös hiilikädenjälki. Tämä koostuu rakennusmateriaalien hiilivarastoista ja elinkaaren jälkeen tapahtuvassa hyödyntämisessä muissa hankkeissa sekä alueella tuotetusta aurinkosähköstä.

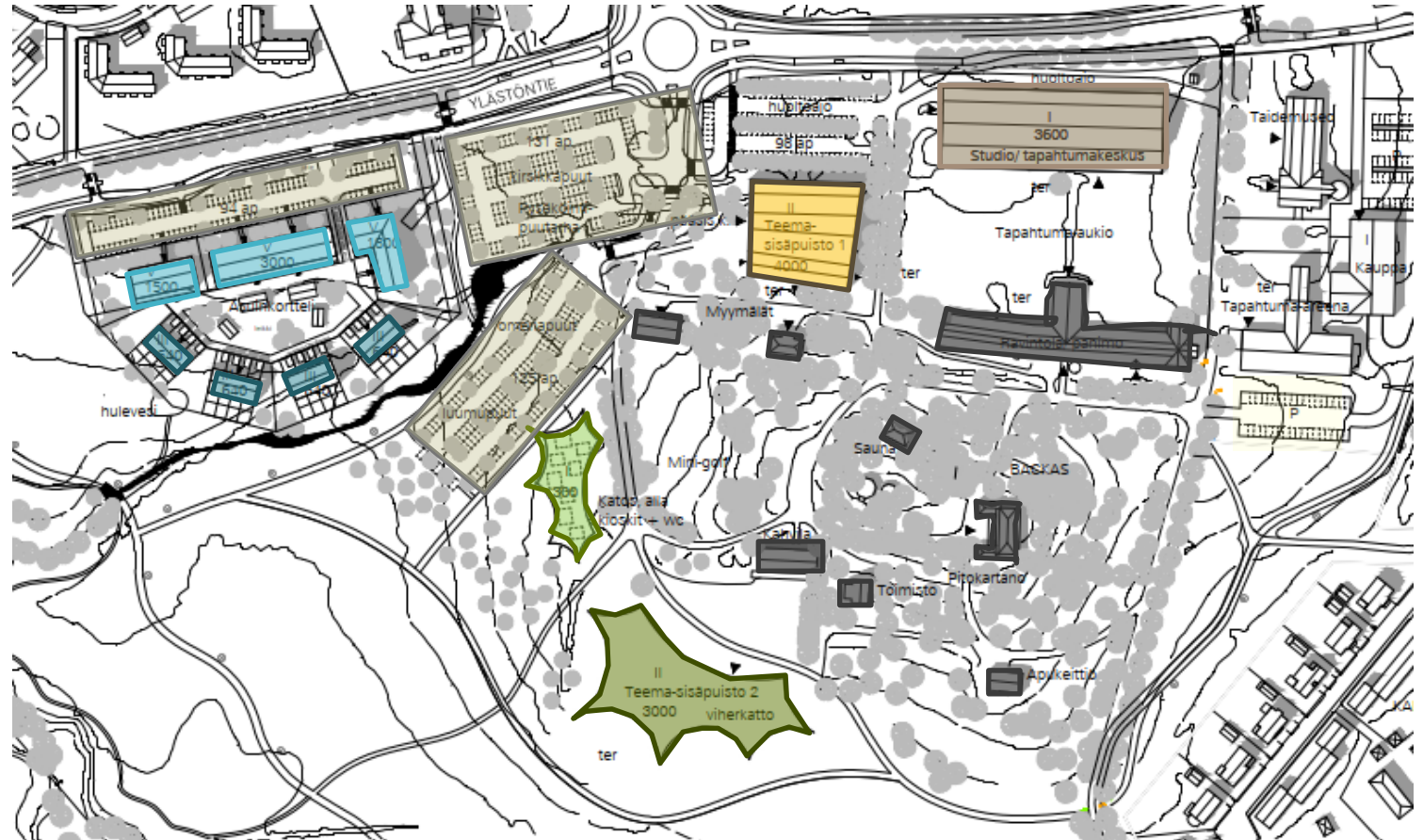


Kuva 4. Yhteenveto hiilineutraaliusselvityksen skenaariolaskelmien tuloksista.

Laskennan kuvaus ja skenaariot

Rakennusten rakentaminen, energia, liikenne ja infra- ja
esirakentaminen

Rakennusten rakentamisen hiilijalanjälki – selvityksessä huomioidut rakennukset

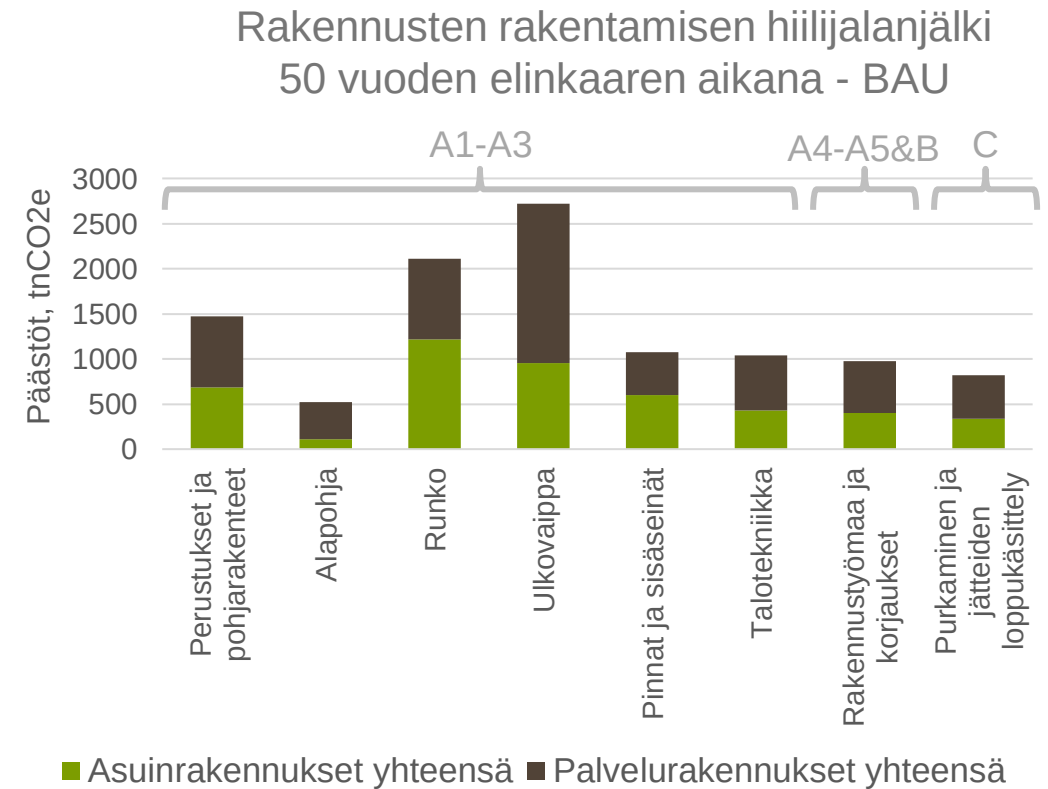
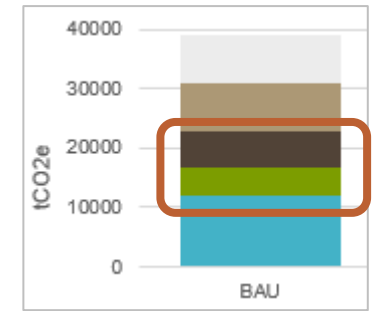


Kuva 5. Alueella sijaitsevat rakennukset (Lähde: Asemapiirros, Avanto arkkitehdit Oy, 18.01.2020)

Rakennusten rakentamisen hiilijalanjälki – laskennan menetelmät, rajaukset ja oletukset

- Rakennusten rakentamisen hiilijalanjäljen laskemisessa käytettiin *One Click LCA*-ohjelmistoa. Koska alueen rakennuksista on laadittu vasta luonnostason suunnitelmat, hyödynnettiin *One Click LCA:n Carbon Designer*-työkalua, johon voidaan rakennuksen geometria- ja pinta-aratiedot syöttämällä arvioida karkealla tasolla rakennusmateriaaleista ja rakentamisesta aiheutuvan hiilijalanjäljen taso.
- Laskenta on tehty ympäristöministeriön hiilijalanjäljen laskentamenetelmän mukaisesti 50 vuoden elinkaarelle, huomioiden tuotevaihe (A1-A3), rakentaminen (A4-A5), käyttövaihe/korjaukset (B) sekä elinkaaren loppu (C).
- Perustason ratkaisussa rakennukset on oletettu betonirunkoisiksi ja paalujen varaan perustettavaksi (lukuun ottamatta Mini-Lappia, joka sijaitsee paremman maaperäkantavuuden alueella, ja kioskeja)

Kuten kuvasta 6 ilmenee, merkittävä osuus rakennusten rakentamisen hiilijalanjäljestä perusratkaisussa aiheutuu perustusten ja pohjarakenteiden, rungon sekä ulkovaipan rakentamisesta.



Kuva 6. Hiilijalanjäljen jakautuminen rakenteisiin ja vaiheisiin BAU-skenaariossa.

Rakennusten rakentamisen hiilijalanjäljen vähennystoimenpiteet

Tutkitut skenaariot:

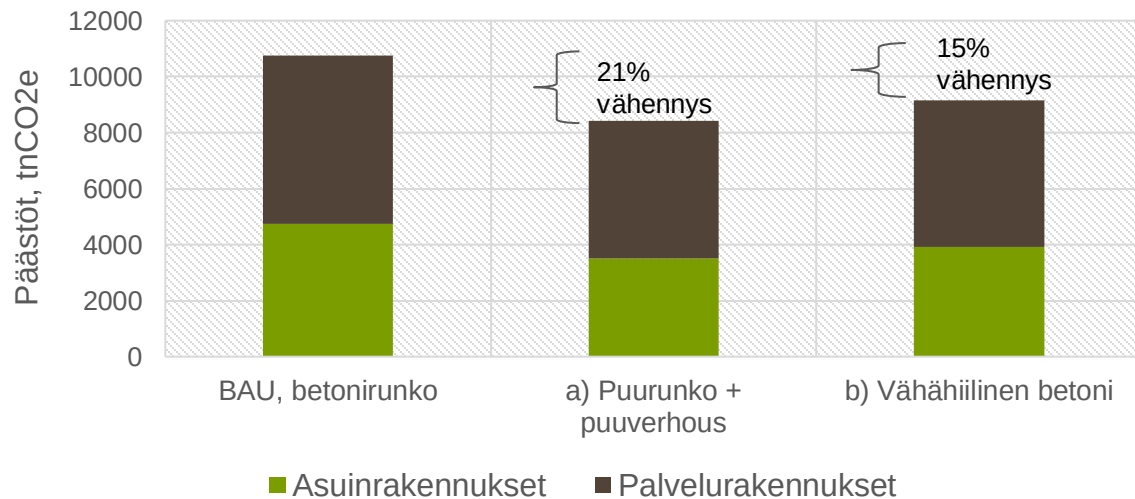
a) Puurunko + puuverhous

- Kustannuksiltaan puurunkoisten rakennusten arvioidaan yleensä olevan n. 3-20% betonirunkoisia kalliimpia toteuttaa, mutta tutkimukset osoittavat myös, että kerrosmäärän kasvaessa kustannusero pienenee.

b) Vähähiilinen betoni

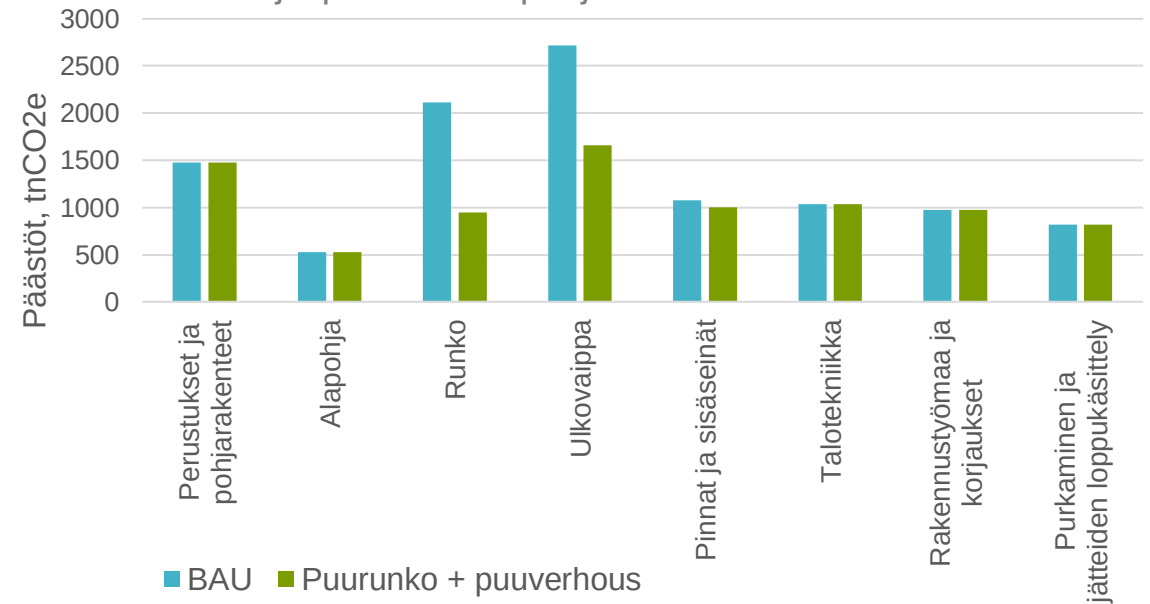
- Vähähiilistä betonia on saatavilla markkinoilla ja kustannukset ovat samaa tasoa "normaalin" betonin kanssa. Vihreässä betonissa tyypillisesti osa sementistä korvataan teollisuuden sivuvirroilla (esim. masuunikuonalla tai lentotuhkalla). Kierrätysmateriaalia sisältävän betonin ominaisuudet ja kestävyys ovat samat kuin "normaalilla" betonilla, mutta lujuuskehitysaika on huomattavasti normaalia betonia pidempi

Rakennusten rakentamisen hiilijalanjälki BAU- sekä vertailuskenaarioissa



Kuva 7. Rakennusten rakentamisen hiilijalanjälki BAU- sekä vertailuskenaarioissa.

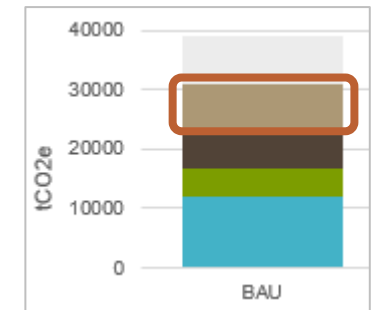
Rakennusten rakentamisen hiilijalanjälki rakenteittain 'BAU'- ja 'puurunko + puujulkisivu' -skenaarioissa



Kuva 8. Hiilijalanjälki rakenteittain 'BAU'- sekä 'Puurunko + puuverhous' -skenaarioissa.

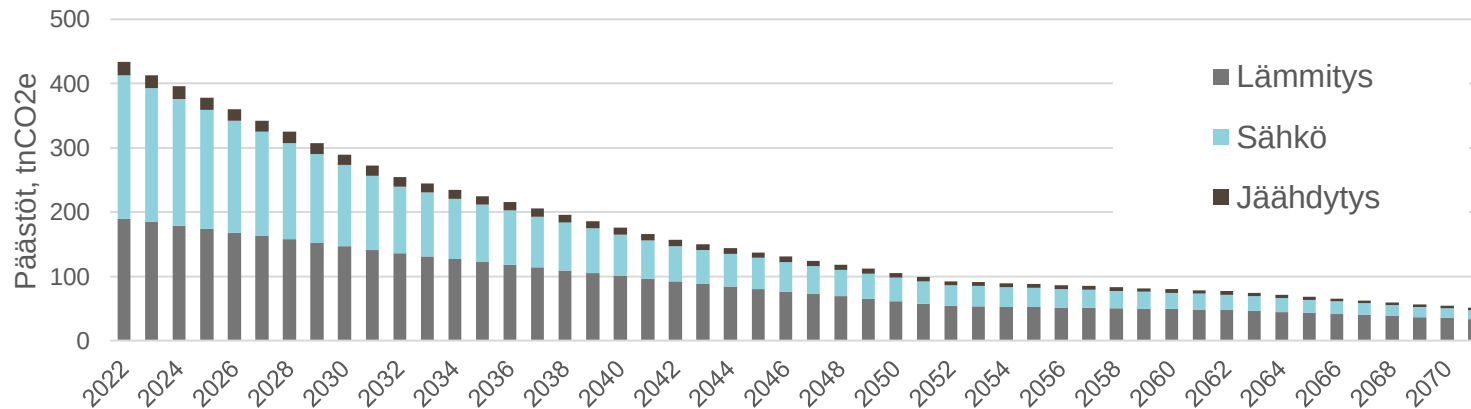
Energia – laskennan menetelmät, rajaukset ja oletukset

- Energian hiilijalanjälkilaskennassa huomioitiin kaikki alueen uudet rakennukset ja niiden energiankulutus 50 vuoden aikana (rakennukset esitetty kuvassa 5).
- Kaukolämmön, sähkön ja jäähdytyksen osalta laskennassa käytettiin ympäristöministeriön 'Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä'-dokumentissa (YM, 2020) esitettyjä energiamuotojen päästökertoimia (kuva vieressä)
 - On huomioitava, että luvut ovat kansallisia keskiarvoja. Mikäli käytettäisiin Vantaan energian päästökerrointa, olisi hiilijalanjälki lämmityksen osalta tällä hetkellä n. 30% korkeampi.
- Lämmitetyn nettoalan määrä laskettiin kertomalla bruttoala 0,9:llä.
- BAU-skenaariossa rakennusten E-luvuksi on oletettu B ja lämmitysmuodoksi (sekä palvelurakennusten osalta jäähdytysmuodoksi) on oletettu kaukolämpö.



	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Sähkö	121	57	30	18	14	7
Kaukolämpö ja -jäähdytys	130	93	63	37	33	22

Alueen rakennusten energiankulutus 50 vuoden aikana – BAU



Kuva 9. Energiankulutuksen hiilijalanjälki 50 vuoden aikana BAU-skenaariossa.

Huom! Katoksen alle sijoitetut kioskit on myös huomioitu laskelmassa sillä oletuksella, että ne ovat ympäri vuoden lämmitettyjä ja säilyvät käytössä 25+ vuotta. Tällöin esim. varastorakennuksen yhteyteen suositellaan rakennettavaksi tekniikkatila, johon kojujen yhteinen kaukolämpökeskus sijoitetaan. Mikäli rakennukset eivät ole talvikäytössä ja käyttöaika suunnitellaan lyhyemmäksi kuin 25 vuotta, suositellaan rakennusten varustaminen sähkölämmityksellä.

Energian hiilijalanjäljen vähennystoimenpiteet

Tutkitut skenaariot:

a) E-luku B-> A (oletuksena että lämmitysmuotona on edelleen kaukolämpö)

- Huom! Sähkönkulutuksen osalta vaatii valaistuksen vähentämistä luonnonvaloa maksimoiden. Huomioitava massoitellussa ja aukotuksissa.

b) E-luku A + aurinkolämpökeräimet

- Käyttöveden lämmitykseen asuinrakennuksissa (aurinkolämpökeräimien määrä n. 10% lattiapinta-alasta)

c) E-luku A + lämmitysmuotona maalämpö

- Koska alueen uudet rakennukset tullaan rakentamaan paksun savipatjan päälle, rakennukset perustetaan paalujen varaan. Teräsputkipaaluja voidaan hyödyntää maalämmössä; paaluihin asennetaan keruupiiri, eikä erillisiä maalämpökaivoja tarvitse porata.

d) E-luku A + maalämpö + aurinkolämpökeräimien hyödyntäminen lämmön varastoisessa maahan

- Jolloin lämmityksestä säästetään n. 10% (kattopinta-alat täytetään aurinkolämpökeräimillä kokonaan (huom! Muut paitsi viherkatot)

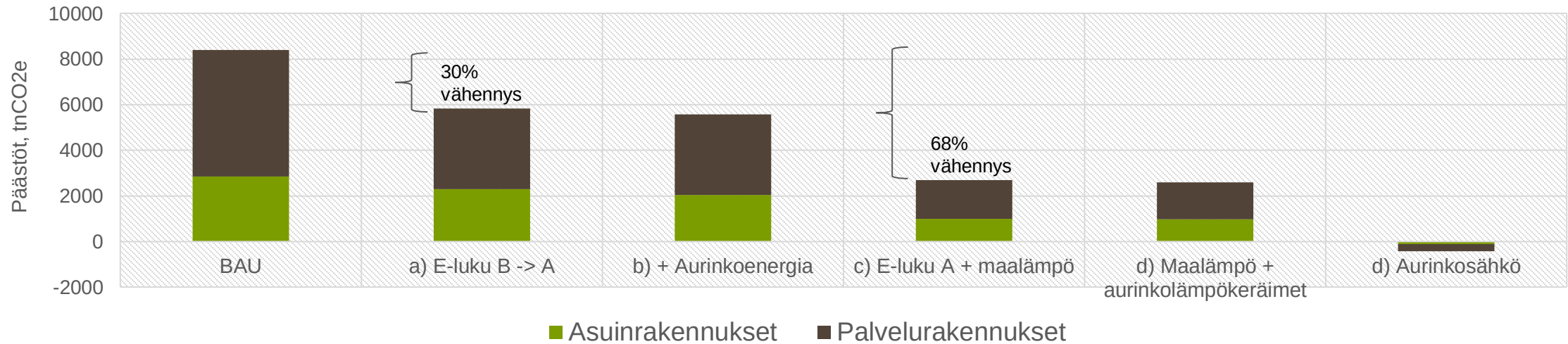
e) Aurinkopaneelit tuottamaan sähköä (huomioitu hiilikädenjälkenä)

- Huom! Huomioitava aurinkosähkön hyödyntämispotentiaali rakennusten suuntauksissa. Harjakattojen eteläpuoleinen lape täytetään aurinkopaneeleilla.

Skenaariot	Sähkö	Lämmitys	Jäähdytys
	Ostoenergia, MWh/vuosi		
BAU	1843	1449	159
a) E-luku B -> A	1169	1074	112
b) + aurinkolämpökeräimet	1169	991	112
c) E-luku A + maalämpö	1430	0	0
d) + aurinkolämpökeräimet lämmön varastoisiksi maahan	1384	0	0
Aurinkopaneelit (tuotto)	253		

Energian hiilijalanjäljen vähennystoimenpiteet

Energiaskenaarioiden hiilijalanjälki 50 vuoden aikana



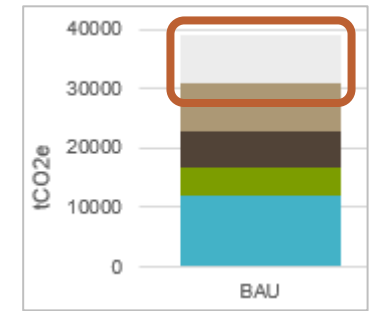
Kuva 10. Alueen rakennusten energiankulutuksen hiilijalanjälki 50 vuode aikana.

Huom!

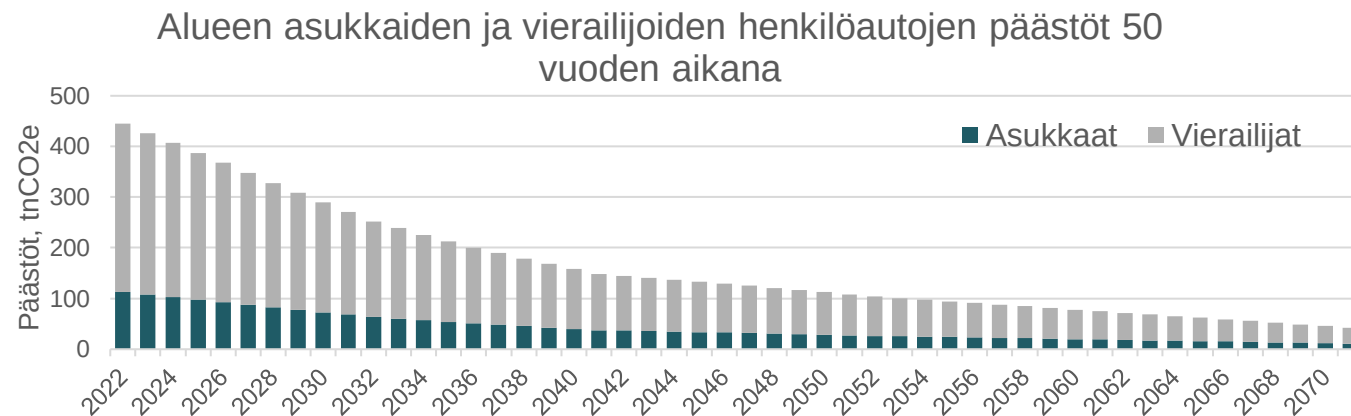
- Nämä laskelmat ovat karkeit arvioita, ja tarkemmassa energia-analyysissä on hyödynnettävä dynaamista simulointia sekä monitavoiteoptimointia (MOBO, MOO). Näin voidaan myös arvioida esimerkiksi aurinkolämpökeräinten sekä aurinkosähköpaneelien tuottavin yhdistelmä (tässä laskelmassa ovat vaihtoehtoisia menetelmiä).
- Laskennassa arvioitu E-luku ei ole sama kuin energiatodistuksen E-luku (ei huomioida kaikkia energiatodistuksen E-luvussa huomioitavia tekijöitä, esim. käyttöolettamia)

Ehdotetaan tutkittavaksi/ selvitettäväksi myöhemmin: Aluelämpöverkoston toteutus: Alueelle tulisi alue-energiaoperaattori, jonka omiin akkuihin alueella tuotettua aurinkosähköä voidaan varastoida. Alueella tuotettua ylimääräistä lämpöä voitaisiin menoputken kautta myydä alueen ulkopuolelle.

Liikenne – laskennan menetelmät, rajaukset ja oletukset



- Liikenteen BAU-skenaarion laskelma perustuu oletukseen, että alueen asukkaiden kulkuneuvosuoritteet sekä kulkumuotojakauma noudattaa keskimääräisen Vantaalaisen keskiarvoa (perustuen raporttiin 'Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2018')
- Koska alueen kaavoituksella ei voida merkittävästi vaikuttaa esimerkiksi julkisten kulkuneuvojen käyttöön, on laskelmassa huomioitu ainoastaan asukkaiden sekä elämyskeskuksen vierailijoiden henkilöautoliikenne (jonka osuus ajosuoritteista on n. 62%).
- Henkilöautojen päästötiedot perustuvat VTT:n LIPASTO-tietokantaan. Yksikköpäästöjen vähenemisen osalta on huomioitu EU:n päästörajavaatimukset henkilöautoille.
 - Laskelmassa on oletettu että vuonna 2030 keskimääräisen auton päästöt ovat 95 gCO₂e/km ja vuonna 2040 67gCO₂e/km.
- Oletus henkilöautojen bensiini-, diesel- sekä sähköautojen osuuksista perustuu VTT:n ALIISA-autokantamalliin (vuoden 2050 jälkeinen jakauma on ekstrapoloitu vuotta 2050 edeltävästä ennusteesta).
 - Ennusteen mukaan vuonna 2030 sähköautoja on liikenteessä n. 390 000 (13,6% henkilöautokannasta), vuonna 2050 1,55M (49,4%) ja vuonna 2070 81%.
- Elämyskeskuksen vierailijoiden henkilöautoliikenteen päästöjen osalta lähtötiedot perustuvat Backaksen liikenneselvitykseen (WSP, 2020).
 - Raportissa on esitetty, että vuosittaisesta 0,5 miljoonasta kävijästä noin puolet saapuu paikalle julkisilla liikenneyhteyksillä ja noin puolet henkilöautoilla. Laskelmassa on oletettu henkilöautoilla saapuvien keskimääräiseksi ajoetäisyydeksi 20 km.



Kuten kuvasta 11 näkyy, henkilöautoliikenteen päästöjen oletetaan vähenevän voimakkaasti seuraavien vuosikymmenien aikana, osittain "normaalien" henkilöautojen päästöjen vähenemisen, ja osittain sähköautojen yleistymisen takia.

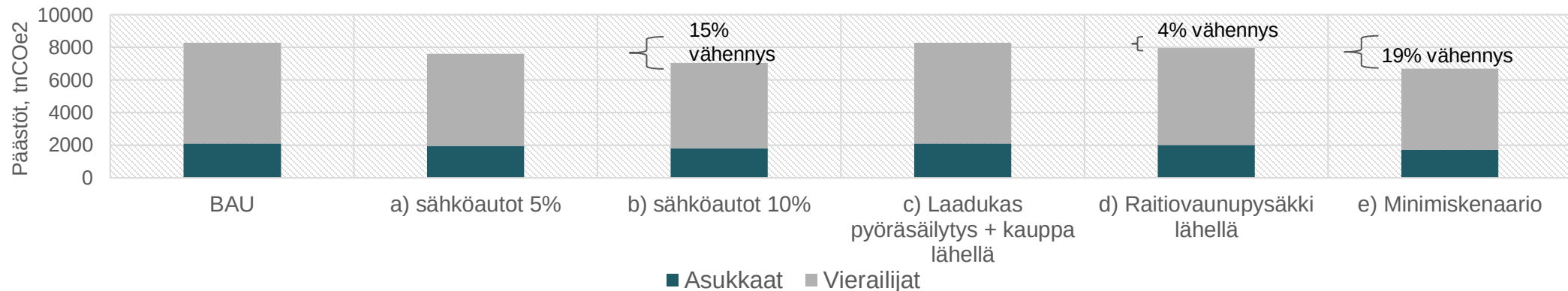
Liikenteen päästöjen vähennystoimenpiteet

Tutkitut skenaariot:

- a) **Sähköautojen osuus ajosuoritteista 5%** (heti alussa)
- b) **Sähköautojen osuus ajosuoritteista 10%**
- c) **Laadukkaiden pyöräpaikkojen toteuttaminen + kauppa lähellä**
 - Lisää pyöräilyä n. 8% sekä lähikaupan sijaitseminen alle 400m etäisyydellä kävelyä n. 4%. (Lähde: Hukkalainen et al., 2017)
- d) **Vantaan raitiovaunu, pysäkki alle 1km päässä**
 - Oletus: lisää julkisen liikenteen käyttöä 10%
- e) **Minimiskenaario: Sähköautot 10% + raitiovaunu**

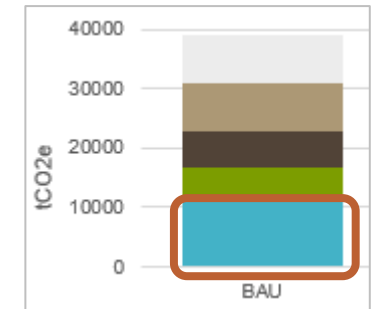
Kuten kuvasta 12 näkyy, laadukkaalla pyöräsäilytyksellä sekä kaupan sijainnilla ei ole merkittävää hiilijalanjälkivaikutusta. On kuitenkin hyvä huomioida, että vähäpäästöiseen liikkumiseen kannustaminen voi tuoda alueelle imagohyötyjä lisäten alueen houkuttelevuutta. Lisäksi pyöräilyyn ja kävelyyn kannustaminen lisäävät terveyshyötyjä.

Henkilöautoliikenteen päästöt 50 vuoden elinkaaren aikana



Kuva 12. Alueen asukkaiden ja vierailijoiden henkilöautoliikenteestä aiheutuvat liikennepäästöt 50 vuoden aikana.

Infra- ja esirakentaminen – laskennan menetelmät, rajaukset ja oletukset



- Infra- ja esirakentamisessa on huomioitu alueelle rakennettavat uudet tiet, parkkipaikat sekä asuinkorttelin piha-alueet (määrät esitetty sivulla 17). Hiilijalanjälki on laskettu näiden osalta huomioiden eri rakennekerrokset sekä maaperän stabilointi.
 - Infra- ja esirakentamisen laskelmassa on huomioitu myös rakennuksiin liittyvät pohjatyöt, mutta rakennusten vaatima paalutus sen sijaan sisältyy rakennusten hiilijalanjälkilaskentaan.
- Laskennassa on käytetty *One Click LCA Infrastructure* –ohjelmistoa, ja tietoja on täydennetty KEKO – kaavoituksen ekolaskurin taustaraportin tiedoilla (SYKE, 2016). Laskennassa on huomioitu vain vaiheet A1-A5 (materiaali- ja rakentamisvaihe).

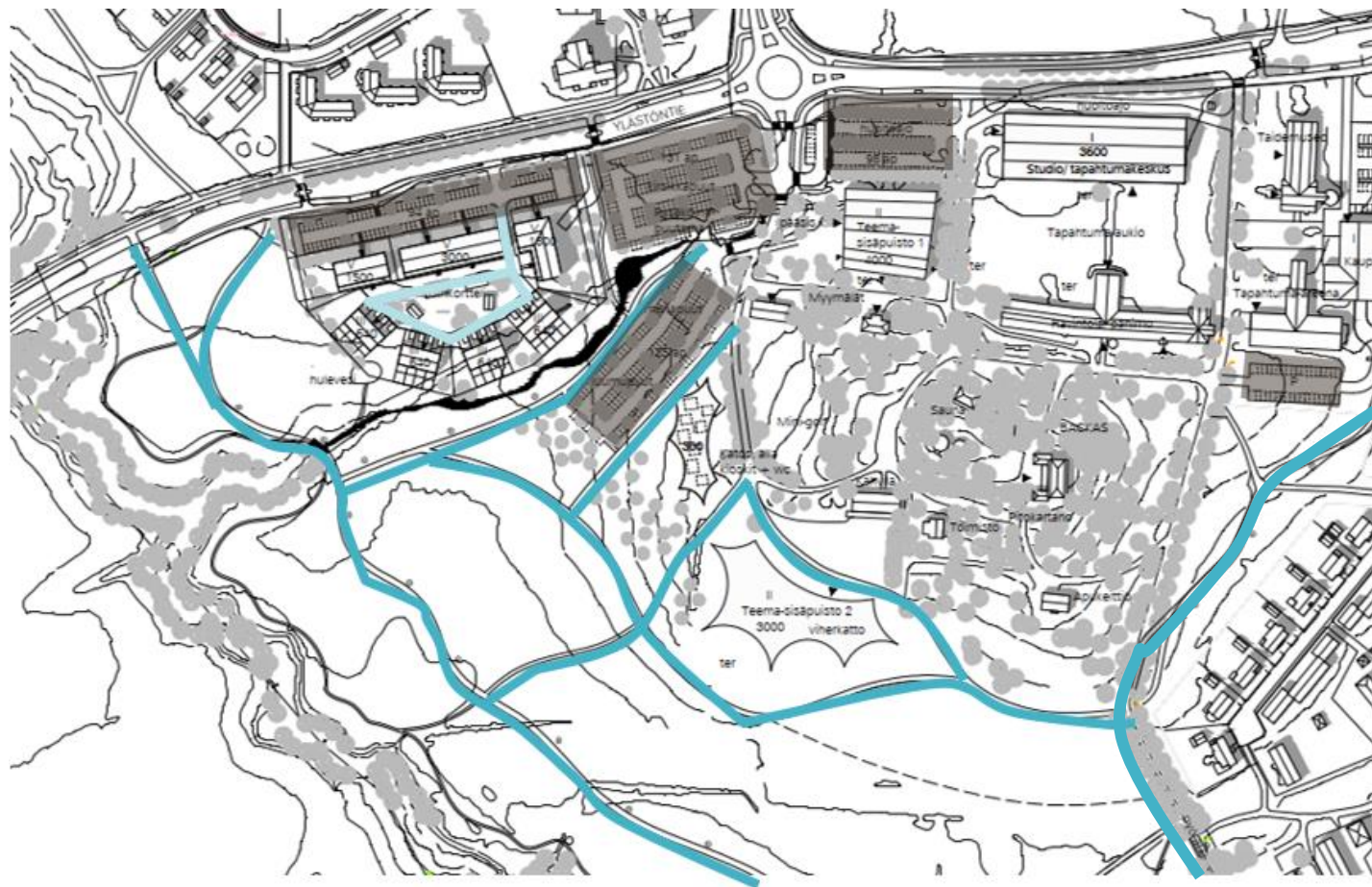


Kuva 13. Infra- ja esirakentamisesta aiheutuvat päästöt perustason ratkaisussa.

Infra- ja esirakentaminen – selvityksessä huomioidut rakenteet

Laskennassa on käytetty alla olevan taulukon mukaisia lähtötietoja, jotka perustuvat alustavista pihaluonnoksista laskettuihin määriin

Laskennassa oletetut määrät	m/m2/m3
Kärrypolku (leveys 3m)	290
Polku (leveys 1,2 m)	828
Leveä kivituhkakäytävä (leveys 4,5m)	703
Kapea kivituhkakäytävä (leveys 2,2m)	1314
Baana (huom! myös tonttirajojen ulkopuolella)	573
Asuinkorttelin tiet (leveys 4m)	229
Uudet betonipäällysteiset pysäköintialueet, m2	14 400
Stabiloitava maa (pysäköintialueet, 6m syvyys), m3	n. 86 000
Rakennusten kaivuut, m3	n. 39 000
Rakennusten sepelitäytöt, m3	n. 17 900
Uudet nurmialueet, m2	32 600
Betonikiveykset, m2	3 150
Uudet puut, kpl	197



Kuva 14. Hiilijalanjälkilaskelmassa huomiodut uudet tiet (sininen väri) ja pysäköintialueet (harmaa väri).

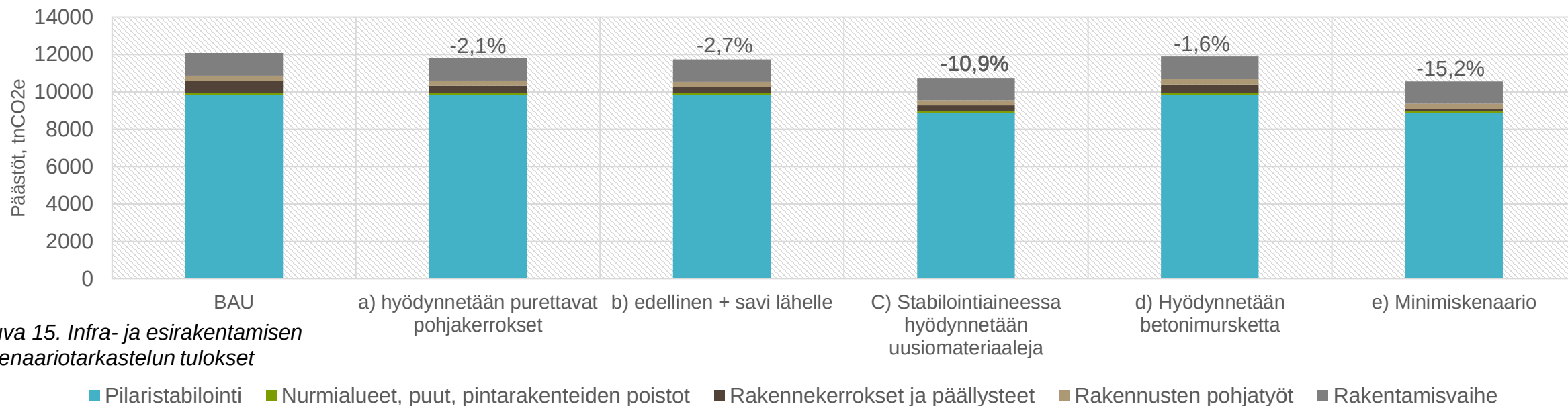
Infra- ja esirakentamisen hiilijalanjäljen vähennystoimenpiteet

- Infra- ja esirakentamisessa tyypillisiä keinoja pienentää hiilijalanjälkeä on uusiomateriaalien hyödyntäminen maanrakennuksessa. Tällaiset uusiomateriaalit ovat tyypillisesti jäte- tai sivutuotteita (sekundäärisiä materiaaleja), jotka soveltuvat sellaisinaan tai jalostettuina käytettäväksi maanrakennustöissä. Lisäksi kannattaa tarkastella, voidaanko hyödyntää tontilla tai lähialueella olevia/purettavia massoja (massakoordinointi).

Tutkitut skenaariot:

- Hyödynnetään purettavan parkkipaikan ja kasvihuoneiden pohjien (n. 20 000 m²) rakennekerrokset tontilla
- Edellinen + hyödynnetään tontilla kaivettava savi tontilla esim. pihojen muotoiluun tai muualla lähialueella (kuljetusetäisyys 20-> 5 km)
- Korvataan stabiloinnin kalkki-sementtiseoksen sementti teollisuuden sivuvirroilla
- Hyödynnetään mahdollisesti lähialueella purettavan rakennuksen betonimursketta (n. 15 000 m³) korvaamaan parkkialueiden murskekerrokset (kuljetus 5km)
- Minimiskenaario: Kaikki edelliset yhteensä

Infra- ja esirakentamisen skenaariot



Kuva 15. Infra- ja esirakentamisen skenaariotarkastelun tulokset

Maankäytön muutosten vaikutus hiilinieluun

- Hiilikädenjälkilaskelmassa on huomioitu maankäytön muutoksista aiheutuvat muutokset alueen kasvillisuuden ja maaperän hiilinieluun.
- Laskelmassa on hyödynnetty hiilitaselaskuria (ILKKA, 2014) ja määrinä käytetty alla olevan taulukon mukaisin olettamuksin alueiden käytöstä (perustuen alustavaan maisemointisuunnitelmaan)

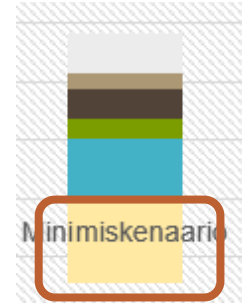
	Ennen (ha)	Jälkeen (ha)
Metsämaa	1,0	1,0
Pelto	19,0	17,5
Muu avoin viheralue	9,5	8,8
Rakennettu viheralue		1,5
Rakennettu alue	3,1	3,8
Uudet puut		197 kpl

- Mikäli alueen viheralueita kasvatetaan ja puita istutetaan lisää, pystytään tällä pitkälti korvaamaan rakentamisen aiheuttama kasvillisuuden ja maaperän hiilinielun menetys.

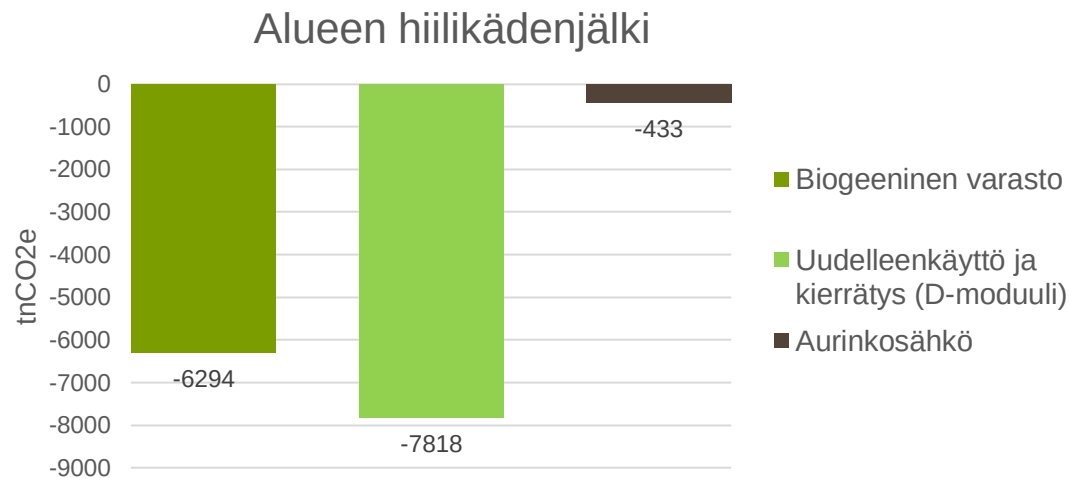


Kuva 16. Alustava maisemointisuunnitelma (Studio Terra Oy, 23.11.2020)

Hiilikädenjälki



- Rakennusten materiaalien hiilikädenjälkenä on huomioitu biogeeninen hiilivarasto sekä uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt (moduuli D). Hiilikädenjäljen laskemisessa on käytetty *One Click LCA – ohjelmistoa*. Hiilivarasto on laskettu 'Puurunko + puuverhous'-skenaariolle.
- Betonin karbonisaatio tapahtuu, kun betonirakenteet ovat kosketuksessa ilman kanssa (Bionova, 2012). Koska Backaksen alueen uudet rakennukset rakennetaan lähtökohtaisesti puurakenteisina, ei betonin karbonisaatiota rakennusten osalta tutkittu. Mikäli infra- ja esirakentamisessa päädytään hyödyntämään merkittäviä määriä betonimursketta, kannattaa karbonisaatiovaikutus tämän osalta tutkia.
- Hiilikädenjälkenä on huomioitu myös aurinkopaneelien tuottama sähkö (käsitelty kohdassa *Energia*).



Kuva 17. Materiaalien biogeenisestä varastosta, uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä sekä aurinkosähköstä aiheutuva hiilikädenjälkivaikutus.

Ehdotetaan suunnitteluvaiheessa tutkittavaksi: biohiilen hyödyntäminen alueen hulevesijärjestelmän rakentamisessa tai kantavissa kasvualustoissa (myös esim. viherkatossa). Biohiiltä on saatavilla Suomessakin (esim. Carbon Finlands Oy). Hinta on tällä hetkellä melko korkea, mutta ennustetaan alenevan noin 30-40 % lähivuosina. Biohiilen hiilivarasto on n. 1,2 tCO₂e/m³ ja hiiltä maahan sitovan vaikutuksen on arvioitu olevan n. 0,9-3,7 tCO₂e/ha/a (Kuittinen et al., 2021).

Kustannusvaikutuksia

(Rakli 2021: Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista)

Asemakaavamääräysten kustannusvaikutukset hankkeeseen ryhtyvälle esimerkkikaavoissa

- Luvut esitetty muodossa €/as-m² ja sisältäen arvonlisäveron 24 %
- Luvut esitetty hankkeeseen ryhtyvän kannalta koskien rakentamisen kuluja, pl. perustamistapa ja esirakentaminen
- Luvut eivät sisällä hankkeeseen ryhtyvän tontti-, rahoitus-/takauskustannuksia tai rakennuttajan yleiskustannuksia
- Edelliset, jotka eivät sisälly kustannuksiin, voivat olla 1.000–3.000 €/as-m² ja niistä suurin on tontin hinta
- Peruskustannus on ns. normitalon kustannusarvio (normitalo kuvattu tekstissä)
- Postitiivinen luku lisää kaavoituksen kustannuksia ja negatiivinen pienentää (esimerkki vrt. perustalo)

	Skanssi	Myllypuro	Stansvikinkallio	Melkinlaituri
Luvut €/as-m ² (alv 24%)	Turku	Helsinki	Helsinki	Helsinki
Perustalon (määritelty tekstissä) kustannusarvio	3580	3580	3580	3580
Esimerkkikohteen kustannusarvio	4261	4222	5361	5281
Kaavamääräysten kustannukset esimerkkikohteessa	681	642	1781	1701
• autopaikat	418	487	582	559
• polkupyöräpaikat	101	125	158	155
• massoittelu ja kerrosluku	143		493	416
• runkosyvyys	16	17	62	34
• liiketilat				343
• yhteistilat	32	115	370	118
• parvekkeet	-32	-101	73	27
• julkisivu- / melumääräykset		-19		
• sallitaanko tasakatto / määrätäänkö kattoterassi				
• aurinkopaneelit	3	24		
• vihertehokkuuskerroin		-6	-10	-4
• imujätejärjestelmä			53	53

Taulukko Asemakaavamääräysten kustannusvaikutukset hankkeeseen ryhtyvälle, neljä esimerkkikaavaa. Tyhjä solu tarkoittaa, että määräys vastaa perusmallia, tai että asiasta ei kaavassa määrätä. Tiedot pohjautuvat A-Insinöörien kustannuslaskentaan.

Kaavamääräysesimerkkejä, joita muissa hankkeissa käytetty/esitetty

Teema	Esimerkkikirjaus	Tyyppi: kaavamääräys/ kannustin
Rakennuksen vähähiilisyys		
Asetetaan hiilijalanjäljelle raja-arvo	"Rungon ja vaipan tulee sisältää XX paino-% kierrätysmateriaalia. Koko rakennuksen hiilijalanjäljen tulee olla XX % [<100 %] dokumentissa X määritellyn vertailurakennuksen hiilijalanjäljestä". (Huuhka, 2019)	Kaavamääräys
Asemakaavamääräys voisi sallia lisärakentamisoikeutta samalla rakentamistavalla, kun rakennuksen 'perusosa' täyttää määrätyn hiilijalanjälkitavoitteen. (ei tällaisenaan vielä ollut Suomessa käytössä)	"Rungon ja vaipan sisältäessä XX paino-% kierrätysmateriaalia ja koko rakennuksen hiilijalanjäljen ollessa olla XX % [<100 %] dokumentissa X määritellyn vertailurakennuksen hiilijalanjäljestä, on tontin rakennusoikeus 1,XX kertaa ilmoitettu kerrosala." "Katujulkisivun ollessa pääasiassa paikalla muurattua savitiiltä saa asemakaavaan merkityn kerrosalan lisäksi rakentaa 4 % rakennusoikeudesta, jota varten ei tarvitse rakentaa autopaikkoja." Helsingin Arabianranta (Ympäristöministeriö, 2015)	Kannustin

Kaavamääräysesimerkkejä, joita muissa hankkeissa käytetty/esitetty

Puurakentaminen		
Puurakentamiselle voidaan asettaa vaatimuksia joko koko rakennuksen tai tietyn osuuden osalta.	"Rakennusten tulee olla puurakenteisia TAI rakennusten tulee olla pääosin puurakenteisia TAI rakennusten tulee olla massiivipuurakenteisia" (Suomen Metsäkeskus, 2020) "Rakennuksen rungosta 75% tulee olla puuta tai muuta biopohjaista materiaalia" (Bionova, City Policy Framework) "Rakennusten pääasiallinen rakennusmateriaali on puu", käytetty Porvoon Skaftskärrissä (Lylykangas et al., 2013)	Kaavamääräys
Kiertotalous		
Kiertotalousmateriaalien käyttöä voitaisiin velvoittaa käytettäväksi tietyn rakenteen osalta. Myös mikäli alueella sijaitsee purettavia rakennuksia, voi kaavamääräyksissä huomioida aluevaraukset materiaalien välivarastointia varten.	"Julkisivun näkyvän osan tulee sisältää XX paino-% kierrätysmateriaalia." (Huuhka, 2019) "Jokaista XXXX hu2 kohden tulee varata XX m2 kiertotaloustilaa tavaravaihtohuoneeseen tai vastaavaan, jollaisena ei kuitenkaan pidetä tavanomaista jätihuonetta. Kiertotaloustila voi olla useamman rakennuksen yhteinen." (Huuhka, 2019)	Kaavamääräys
Rakennusten muuntojoustavuuteen liittyen voidaan asettaa kaavassa vaatimuksia	"Liike- ja toimistorakennusten sekä kulttuuritoimintaa ja julkista palvelua palvelevien rakennusten korttelialue, jolle saadaan sijoittaa myös ympäristöhaiiriötä aiheuttamattomia työtiloja sekä asuntoja". TAI "Alle XX m2 asuntoja saa rakentaa, mikäli rakennusten suunnittelussa huomioidaan, että asunnot ovat ilman suuria rakenteellisia muutoksia kytkettävissä viereisiin asuntoihin." (Huuhka, 2019)	Kaavamääräys
Rakennuksen pitkäikäisyyteen voidaan velvoittaa kaavamääräyksellä	"Uuden asuinrakennuksen suunnittelukäyttöiän tulee olla vähintään 150 vuotta." (Huuhka, 2019)	Kaavamääräys
Mikäli rakennuksia ei voi suojella kaavassa kulttuurihistoriallisin perustein, voisi kaavamääräyksiin kuitenkin sisällyttää kannustimia olemassa olevan rakennuksen säilyttämiseen liittyen.	"Olemassa oleva rakennus säästettäessä tontin tehokkuusluku / rakennusoikeus / suurin sallittu kerrosluku on XX. Olemassa oleva rakennus purettaessa se on XX % [< 100 %] edellä mainitusta". TAI "Olemassa olevaa rakennusta saa rakennusoikeuden estämättä korottaa enintään kahdella kerroksella." (Huuhka, 2019)	Kannustin

Kaavamääräysesimerkkejä, joita muissa hankkeissa käytetty/esitetty

Energia		
Asemakaavalla voidaan ohjata rakennusten sijoittelua ja suuntauksia tontilla sekä tontin muuta käyttöä siten, että edesautetaan aurinkoenergian tehokasta hyödyntämistä. Myös rakennusten teknisten tilojen suunnittelussa ja mitoituksessa voidaan tarpeen mukaan varautua aurinkoenergian hyödyntämiseen. (Porvoon kaupunki, 2012)		Kaavamääräys
Kaavoituksessa voidaan asettaa rakennuksille vaatimukseksi tiukempia energialuokkia kuin rakentamismääräysten minimitaso edellyttää.	Esimerkiksi Salon Viitanummen asemakaavassa vuonna 2004 määritettiin katto sekä energiankulutukselle että energian kulutuksen päästöille. "10-20 % määräyksiä parempi energiatehokkuus" (Matti Kuittinen, Päästötön työmaa -seminaari 03/2021)	Kaavamääräys
Kaavassa voidaan velvoittaa uusiutuvan energian mahdollisuuksien selvittämiseen	"Uusiutuvan energian käyttömahdollisuus selvitettävä" (Helsingin kaupunki, Kuninkaantammi)	Kaavamääräys

Kaavamääräysten suunnittelu

TEEMA	EHDOTUS 15.4.2021	TÄSMENNETTY EHDOTUS 26.4.2021
Hiilineutraalius	<i>"Rakennushankkeelle tulee laatia ilmastaselvitys, jossa esitetään hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. Selvityksessä on otettava kantaa siihen, miten hankkeessa pyritään pienentämään hiilijalanjälkeä ja kasvattamaan hiilikädenjälkeä."</i>	"Rakennushankkeelle tulee laatia ilmastaselvitys, jossa esitetään hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. Selvityksessä on osoitettava, miten hankkeessa pyritään pienentämään hiilijalanjälkeä ja kasvattamaan hiilikädenjälkeä liittyen energiaratkaisuihin, rakennusmateriaaleihin sekä infra- ja esirakentamiseen."
Liikenne	<i>"Tulee esittää, kuinka rakennushankkeen suunnitelmissa on valmistauduttu ennusteisiin perustuen muuttuvan sähköautokannan vaatimuksiin."</i>	"Autokannan sähköistymisen vaatimukset tulee huomioida hankkeen suunnitelmissa mm. lataustarpeen ja sen arvioidun kehittymisen osalta." (huom. tämän lisäksi Vantaan Energialle on toimitettava arvioita alueen sähköautomääristä muuntamokapasiteetin suunnittelua varten. Suunnittelussa noudatetaan lakia rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä, 733/2020)
Energia	<i>"Selvitettävä paikallisen uusiutuvan energiantuotannon hyödyntämisen mahdollisuuksia."</i>	"Rakennusten energiankulutus tulee osittain tai kokonaan kattaa paikallisesti tuotetun uusiutuvan energian avulla"

Lähteet

- Bionova Consulting, 2012. Ympäristöystävällisen kivitalon suunnittelu ja toteutus.
- Hukkalainen, M. et al., 2017: Energy planning of low carbon urban areas - Examples from Finland, *Sustainable Cities and Societies* 35, 715-728.
- HSL, 2019. Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2018.
https://www.hsl.fi/sites/default/files/hsl_julkaisu_9_2019_netti.pdf
- ILKKA, 2014: Ilmastokestävän kaupungin suunnitteluopas. Hiilitaselaskuri. <https://ilmastotyokalut.fi/vihrea-infrastrukturi/hiilinielut/>
- Kuittinen, M. et al., 2021: How can carbon be stored in the built environment? A review of potential options. *Architectural Science Review*. <https://doi.org/10.1080/00038628.2021.189647>
- RAKLI, 2021. Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista.
- SYKE, 2016: KEKO-laskennan kuvaus. Energia, kasvihuonekaasupäästöt ja luonnonvarojen käyttö.
- YM, 2019. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22
- VTT, 2017. LIPASTO yksikköpäästöt. <http://www.lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>



Selvityksen laatijat:

Hannele Ahvenniemi, hannele.ahvenniemi@ains.fi

Liisa Jäätvuori, liisa.jaatvuori@ains.fi

Katarina Varteva, katarina.varteva@ains.fi

Tuomo Kotialho, tuomo.kotialho@ains.fi

Anne Haavisto, anne.haavisto@ains.fi

Salla Vuorinen, salla.vuorinen@ains.fi

