



Ohjelmiston kuvaus

Sisällys

Sanasto	4
1 Johdanto	5
2 Millaisille hankkeille Planect on tarkoitettu?	6
3 Laskennan yleiset periaatteet	7
3.1 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki.....	7
3.2 Arvioinnin rajausta	8
3.2.1 Arvioitavat toiminnot ja elinkaaren vaiheet	8
3.2.2 Laskenta-ajanjakso	10
3.2.3 Arviointi vuositason aikasarjana	11
3.3 Arvioinnin kohde: muutos suhteessa ”nollavaihtoehtoon”	12
4 Arviointimenetelmän käyttö	13
4.1 Kaava-aineiston lataaminen	14
4.2 Alueiden piirtäminen ja muokkaus	16
4.3 Tarkentavien tietojen syöttäminen	17
4.4 Vaihtoehtoisten laskelmien luominen.....	18
4.5 Tulosten tarkastelu	20
5 Arvioinnin osa-alueiden laskentaperiaatteet ja tausta-aineistot	22
5.1 Esirakentaminen.....	22
5.1.1 Rakennettavuusluokkien määrittely.....	24
5.1.2 Esirakentamisen toimenpiteiden arviointi	25
5.1.3 Massatasapainon laskenta.....	27
5.1.4 Esirakentamisen päästöjen laskenta	28
5.2 Infra ja yleiset alueet	29
5.3 Rakennukset ja tontit.....	30
5.3.1 Uudisrakennusten rakentamisen päästöt.....	32
5.3.2 Uudisrakennusten osien vaihdon päästöt	36
5.3.3 Uudisrakennusten elinkaaren lopun päästöt	37
5.3.4 Uudisrakennusten hiilikädenjäljen laskenta (ilmastohyödyt)	37
5.3.5 Korjausrakentamisen ja käyttötarkoituksen muutosten vaikutukset.....	38
5.3.6 Pihojen rakentamisen päästöt	39
5.4 Energia	40
5.4.1 Energiankulutuksen arviointi	42
5.4.2 Rakennusten aurinkosähkön tuotanto	48
5.4.3 Energiankulutuksen päästöt	48
5.5 Liikenne	50
5.5.1 Alueen liikennesuorituksen laskenta	51



versio 1.0

14.5.2024

5.5.2 Liikenteen päästöjen laskenta	55
5.5.3 Tavoitteellisten toimenpiteiden vaikutus liikenteen päästöihin.....	58
5.6 Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot.....	59
5.6.1 Arvioinnin tausta-aineisto	60
5.6.2 Menetettävien hiilivarastojen ja hiilinielujen laskenta.....	64
5.6.3 Uusien viheralueiden hiilinielun laskenta	65
Lähteet.....	67
Liitteet.....	68
Rakennettavuuskartta-paikkatietoaineisto	68



Sanasto

Oheiseen taulukkoon on kerätty tässä dokumentissa käytettävää sanastoa.

Termi	Määritelmä
Elinkaaren vaihe	Elinkaariarvioinnissa hankkeen elinkaari jaetaan seuraaviin vaiheisiin: A – Tuote- ja rakentamisvaihe B – Käyttövaihe C – Elinkaaren loppu Lisäksi arvioidaan elinkaaren vaihetta D, joka kuvaa elinkaaren aikana syntyviä ilmastohyötyjä.
Hiilidioksidi-ekvivalentti	Kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmaston voimistumiseen. Planectissa yksikkönä käytetään kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttia (kg CO ₂ e). Katso myös <i>hiilijalanjälki</i> .
Hiilijalanjälki	Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen tai palvelun ilmastopäästöjä muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.
Hiilikädenjälki	Tuotteesta tai palvelusta syntyvien ilmastohyötyjen summa muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.
Hiilinielu	Maaperän ja kasvillisuuden hiilen sidonnan myötä tapahtuva hiilivaraston vuosittainen kasvu
Hiilivarasto	Yhteyttämisen kautta kasvillisuuteen ja maaperään varastoitunut hiili. Myös puurakennuksista ja -rakenteista puhutaan hiilivarastona.
Käyttötarkoitusalue	Tiettyyn käyttöön varattu alue, kuten kortteli- tai katualue
Ominaispäästö	Katso <i>päästökerroin</i> .
Päästö	Tässä raportissa päästöillä tarkoitetaan ilmastovaikutuksia. Katso: hiilijalanjälki.
Päästökerroin	Ilmastopäästöt per tarkasteltu yksikkö. Käytetään yleisesti energiantuotannon päästöjen kuvaamisessa (esimerkiksi kg CO ₂ e/MWh). Tässä raportissa tarkoittaa päästöjä, jotka aiheutuvat minkä tahansa yksikön (esimerkiksi asuinkerrostalon kerrosneliometri) elinkaaren aikana. Päästökertoimesta käytetään myös sanaa <i>ominaispäästö</i> .
Uusiomateriaali	Uusiomateriaalit voivat olla sivutuotteita (esim. kuonat), jätteitä (esim. betonimurske), kierrätystuotteita (esim. vaahtolasimurske) tai ylijäämämaita.



1 Johdanto

Planect on selainpohjainen ohjelmisto laajuudeltaan asemakaavaa vastaavien aluekehityshankkeiden ilmastovaikutusten arviointiin.

Planect-kehityksessä on tähdätty arvioinnin helppouteen ja nopeuteen. Arvioinnin tekijältä ei edellytetä ilmastovaikutusten arvioinnin erityisosaamista. Planect-laskelmat soveltuvat erinomaisesti kaavojen vaikutustenarvioinnin osaksi ja menetelmän ketteryys kannustaa myös vähähiilisten vaihtoehtojen hakemiseen luonnossuunnitteluvaiheessa.

Planect-arvioi ilmastomuutoksen hillintää kokonaisvaltaisesti: mukana ovat kaikki maankäytön suunnittelun kannalta keskeiset ilmastomuutoksen hillintään liittyvät vaikutukset. Arviointi sisältää ilmastohaitat (hiilijalanjälki) ja ilmastohyödyt (hiilikädenjälki).

Planectin keskeisiä hyötyjä ovat laskentaperiaatteiden avoimuus ja järjestelmällisyys. Koska arvioinnit toteutetaan aina samoja periaatteita noudattaen, on eri kaavojen ilmastovaikutusten arviointien tuloksia helppo vertailla. Avoin ja kattava dokumentaatio edesauttaa tulosten tulkintaa ja luo hyvät edellytykset menetelmän kommentointiin ja kehittämiseen.

Planect on kehitetty Asemakaavojen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (AVA) -hankkeessa, yhteistyössä 15 kunnasta koostuvan kumppaniverkoston kanssa. Määrittelytyöhön osallistumisen ohella kumppanit koekäyttivät ohjelmistoa aktiivisesti. Planectilla toteutettiin jo kehityshankkeen aikana kymmenien asemakaavojen arviointeja. Menetelmäkehityksessä huomioitiin myös Suomen Green Building Councilin Hiilineutraalin rakennetun alueen määritelmä (Green Building Council Finland ja A-Insinöörit, 2023).

Tämä dokumentaatio kuvaa Planectin käytön pääpiirteet ja käytetyn laskentamenetelmän periaatteet.



2 Millaisille hankkeille Planect on tarkoitettu?

Planectia voidaan hyödyntää monipuolisesti erilaisissa aluekehityshankkeissa. Planect on luotu ennen kaikkea tyyppillisten asemakaavahankkeiden tarpeisiin, mutta ohjelmistoa voi hyödyntää myös muun tyyppisiin hankkeisiin, joiden sisältämät (tulevat) käyttötarkoitukset löytyvät Planectista.

Planectilla voidaan luoda arvio esimerkiksi uuden (kaavoitusprosesseista irrallisen) pysäköintialueen vaikutuksista, mutta Planectilla ei voi arvioida aurinkovoimapuiston vaikutuksia, koska Planect ei toistaiseksi sisällä tällaista käyttötyyppiä. Joissain tapauksessa asemakaavoituksesta poikkeava Planectin käyttö voi vaatia hieman luovuutta.

Planectin pääasiallinen käyttötarkoitus on kuitenkin asemakaavojen valmistelun tukeminen. Planectista on pyritty tekemään niin ketterä ja helppokäyttöinen, että arviointia voidaan tehdä aidosti kaavahankkeen kaikissa vaiheissa: virallista kaavaprosessia edeltävistä tutkielmista lopulliseen kaava-aineistoon.

Planect mahdollistaa moninaiisiin käyttöihin tulevien rakennusten arvioinnin. On tärkeää ymmärtää, että osaa käyttötarkoituksista pystytään arvioimaan selkeästi toisia luotettavammin. Luotettavimmin Planect arvioi asuin- ja toimistorakennusten vaikutuksia, koska näitä rakennustyyppisiä toteutetaan keskimäärin melko samankaltaisesti. Pienteollisuus on esimerkki rakennustyyppistä, jossa sekä rakennusten rakentamisen, että energiankulutuksen päästöarviot ovat hyvin suuntaa antavia.

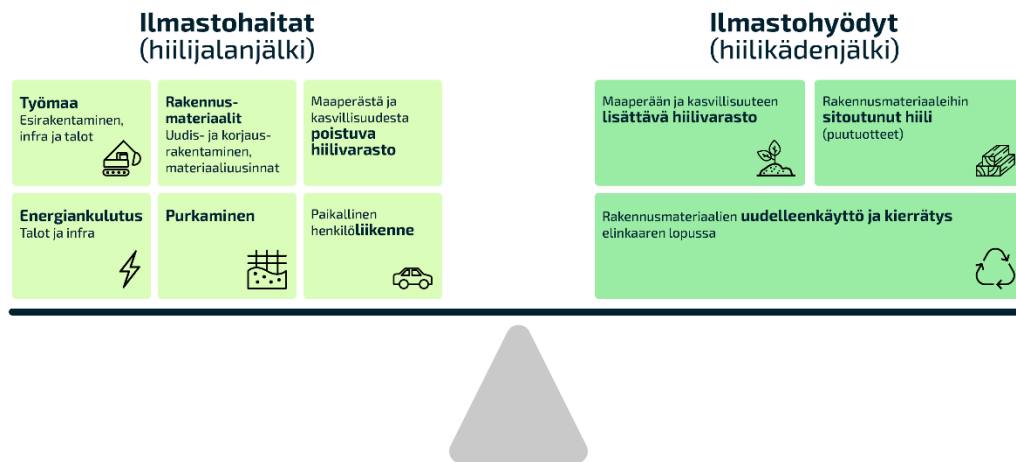
Planect tarjoaa myös mahdollisuuden syöttää tietoja erillislaskelmista. Rakennusten kohdalla tämä voisi tarkoittaa sitä, että laskelmaan syötetään tietyn rakennuksen rakentamisen päästöt ja energiankulutus erikseen tehdyn tarkemman arvioinnin pohjalta. Tällöin nämä tiedot korvaavat Planectin oletusarvot. Tällaisen rakennuksen liikenteen vaikutukset arvioitaisiin kuitenkin edelleen Planectin laskentaperiaatteiden pohjalta.



3 Laskennan yleiset periaatteet

3.1 Hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

Planect tuottaa arvion kaavan myötä alueen elinkaaren aikana syntyvästä hiilijalanjäljestä (ilmastopäästöt) ja hiilikädenjäljestä (ilmastohyödyt). Tyypillisesti asemakaavan elinkaaren hiilijalanjälki on selkeästi ilmastohyötyjä suurempi.



Hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen laskettavat vaikutukset arvioinnissa

Laskennallisen arvioinnin yksikkönä on kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttia (kg CO₂e). Hiilidioksidiekvivalentti on eri kasvihuonekaasujen yhteismitallinen yksikkö, joka kuvaa niiden ilmastoa lämmittävää vaikutusta. Muut kasvihuonekaasut kuin hiilidioksidi muunnetaan CO₂-ekvivalenteiksi kertomalla ne kertoimella, joka kuvaa niiden ilmastoa lämmittävän vaikutuksen suuruutta hiilidioksiidiin verrattuna.



3.2 Arvioinnin rajaus

3.2.1 Arvioitavat toiminnot ja elinkaaren vaiheet

Ilmastopäästöt (hiilijalanjälki) arvioidaan Planectissa erikseen alueen eri elinkaarivaiheille. Arvioinnissa käytettävät elinkaarivaiheet ovat elinkaarilaskennan yleisten periaatteiden ja ympäristöministeriön Rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmän mukaisesti:

- A – Tuote- ja rakentamisvaihe
- B – Käyttövaihe
- C – Elinkaaren loppu

Lisäksi ilmastohyödyt arvioidaan YM:n Rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmän mukaisesti elinkaarimoduuleille D1-D5, jotka yhteensä muodostavat hankkeen ilmastohyödyt (D). Niistä arviointiin sisältyvät toistaiseksi seuraavat moduulit:

- D1 - Uudelleenkäyttö ja materiaalikierrätys
- D2 - Hyödyntäminen energiana
- D4 - Hiilivarastovaikutus
- D5 - Karbonatisoituminen

Arviointiin sisältyvät toiminnot noudattavat aluetasoisien ilmastovaikutusten vakiintuneita käytäntöjä ja pääosin FIGBC:n Hiilineutraalin rakennetun alueen määritelmää (FIGBC ja A-Insinöörit, 2023). Arviointiin sisältyvät toiminnot ovat:

- Esirakentaminen
- Infra ja yleiset alueet
- Rakennukset ja tontit
- Energia
- Liikenne
- Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot



versio 1.0

14.5.2024

	Hiilijalanjälki			Hiilikädenjälki
	A – Tuote- ja rakentamisvaihe	B - Käyttövaihe	C – Elinkaaren loppu	D – Ilmastohyödyt
Esirakentaminen	Materiaalit ja työmaatoiminnot			
Infra ja yleiset alueet	Materiaalit ja työmaatoiminnot	Materiaaliuusinnat	Purkaminen, kierrätys, loppusijoitus	
Rakennukset ja tontit	Materiaalit ja työmaatoiminnot	Materiaaliuusinnat	Purkaminen, kierrätys, loppusijoitus	Eloperäinen hiili, Materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys
Energia		Energiankulutus		
Liikenne		Polttoaineiden ja sähkön kulutus		
Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot	Poistuva hiilivarasto			Muutokset hiilinieluissa

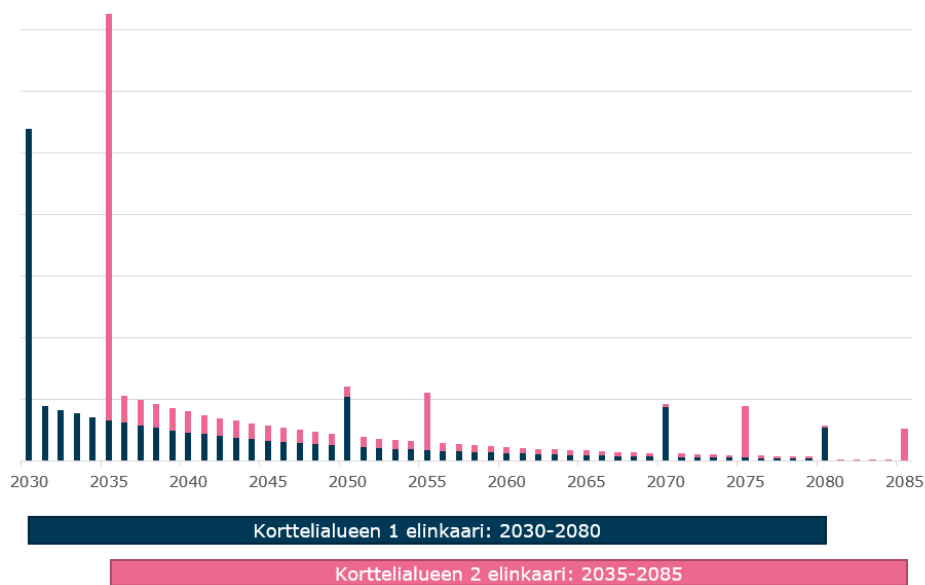
Arviointiin sisältyvien toimintojen suhde arvioitaviin elinkaarivaiheisiin. Punaiset solut tuottavat ilmastopäästöjä ja vihreät solut ilmastohyötyjä. Kaikki laskennan osa-alueet eivät tuota ilmastovaikutuksia kaikissa elinkaaren vaiheissa.



3.2.2 Laskenta-ajanjakso

Planectin käyttämä laskenta-ajanjakso on 50 vuotta, joka on tyypillinen oletus elinkaari-perusteisen ilmastovaikutusten arvioinnin laskenta-ajanjaksoksi. Sama laskenta-ajanjakson oletus on mm. Ympäristöministeriön Rakennusten vähähiilisyys arviointimenetelmässä.

Planect mahdollistaa myös laajemman alueen rakentumisen vaiheittain. Tällöin arviointiajanjakso alkaa ensimmäisen alueen osan valmistumisesta ja päättyy 50 vuotta viimeisen alueen osan valmistumisen jälkeen. Jokaista alueen osaa arvioidaan kuitenkin vain 50 vuoden ajalta.



Esimerkkikaavio vaiheittain rakentuvan alueen vuosittaisen päästöistä



3.2.3 Arviointi vuositasen aikasarjana

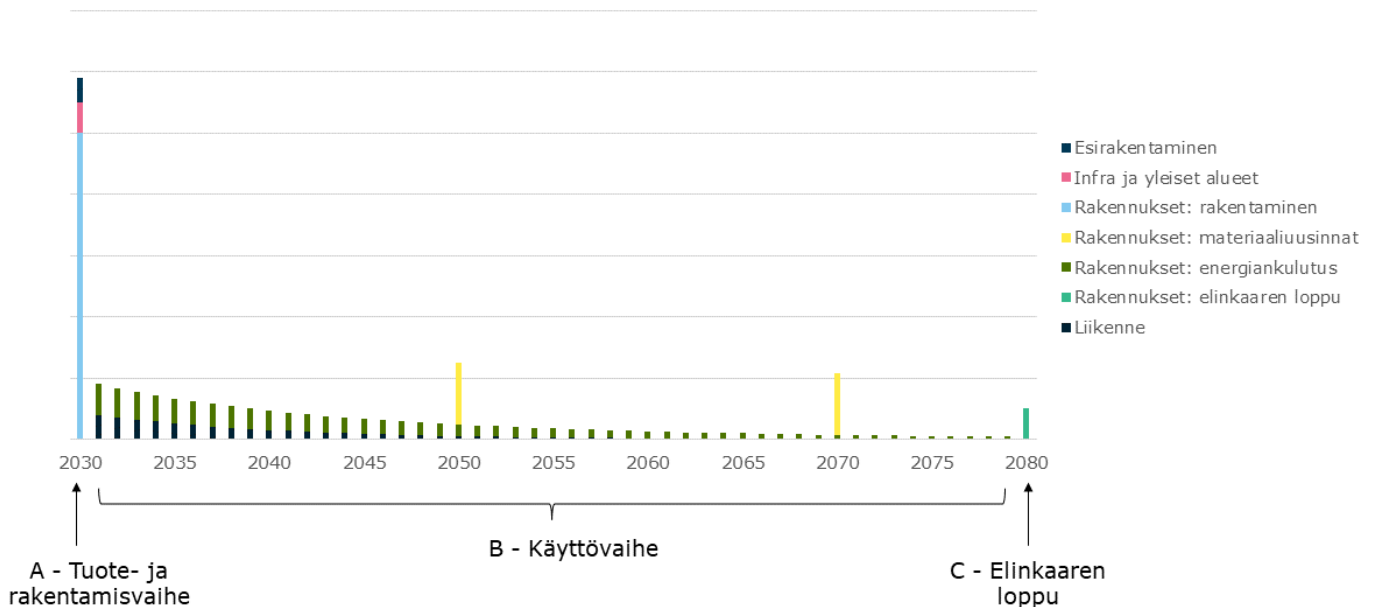
Kaikille päästölaskennan tuloksille määritellään sijoittumisvuosi, jonka perusteella tulokset voidaan esittää vuositasolla aikasarjana.

Käyttäjä määrittää kaava-alueelle laskennallisen valmistumisvuoden. Jos kaava valmistuu vaiheittain, voi käyttäjä lisäksi määritellä yksittäisille käyttötarkoituksalueille koko kaava-alueesta poikkeavan valmistumisvuoden.

Tämän perusteella tulokset sijoitetaan aikajanelle seuraavasti:

- *Elinkaaren vaiheeseen A (tuote- ja rakentamisvaihe)* sijoittuvien päästöjen sijoittumisvuosi on alueen rakentamisen valmistumisvuotta edeltävä vuosi.
- *Elinkaaren vaiheeseen B (käyttövaihe)* sijoittuvat päästöt esitetään ilmastovaikutusten laskenta-ajanjakson pituisena aikasarjana, jossa päästöjä syntyy vuositasolla. Käyttövaihe alkaa alueen valmistumisvuodesta.
- *Elinkaaren vaiheeseen C (elinkaaren loppu)* sijoittuvia päästöjä tulee vain rakennuksista. Niiden osalta päästöt sijoittuvat laskenta-ajanjakson viimeiselle vuodelle. Tämä arviointitapa pohjaa Ympäristöministeriön Rakennusten vähähiilisyysarviointimenetelmään. Laskentatapa ei tarkoita, että rakennukset oletetaan todellisuudessa purettaviksi 50 vuoden päästä.

Myös syntyvä hiilikädenjälki ilmoitetaan vastaavasti. Esimerkiksi uusille viheralueille syntyvä hiilivarasto lasketaan aikasarjana.



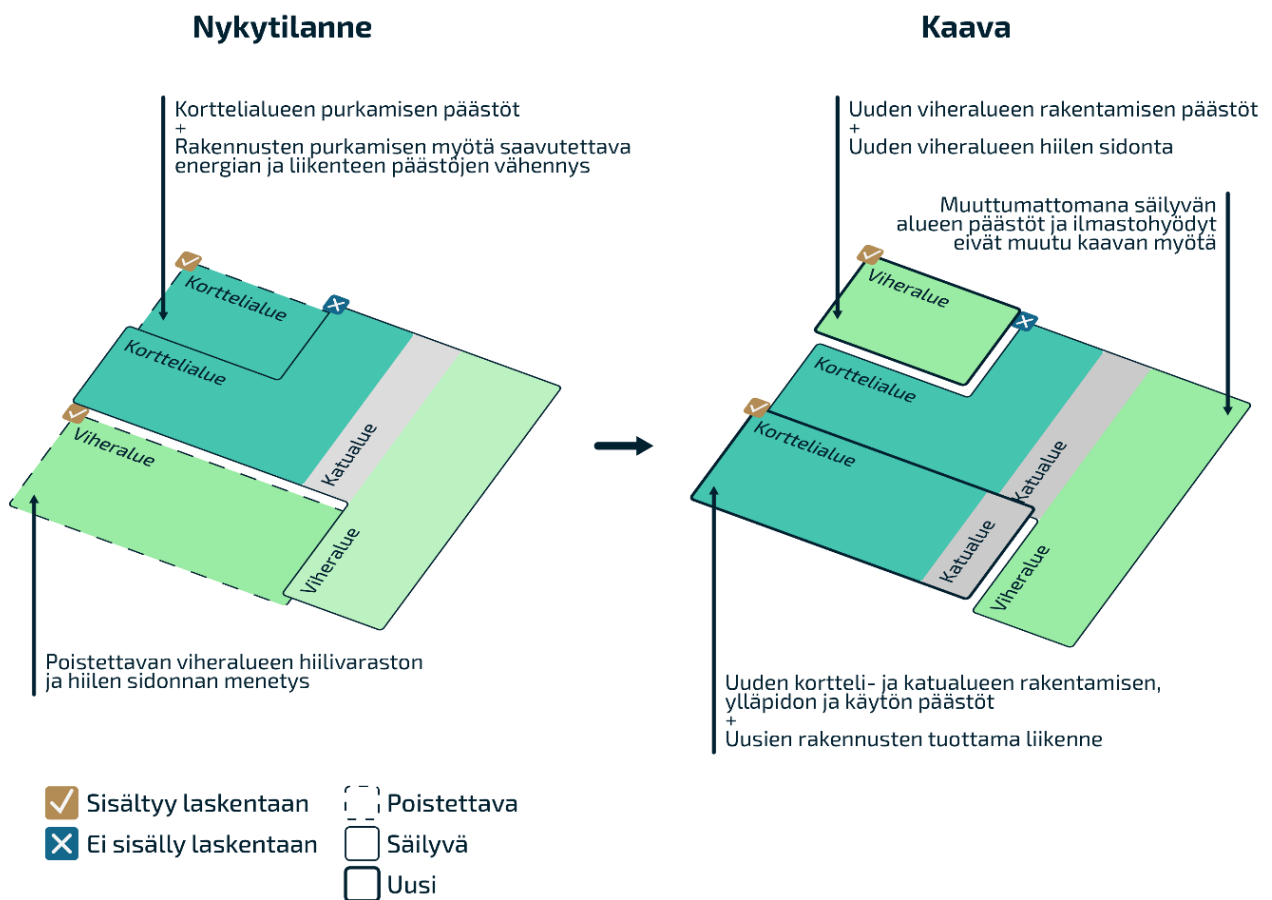
Tulokset esitettynä vuositasen aikasarjana alueen elinkaaren ajalle



3.3 Arvioinnin kohde: muutos suhteessa "nollavaihtoehtoon"

Planect mittaa kaavan aikaansaamaa muutosta suhteessa nykytilanteeseen. Tämä tarkoittaa sitä, että laskennassa huomioidaan ainoastaan kaava-alueella tapahtuvat muutokset. Laskennassa ei huomioida lainkaan säilyviä rakennuksia, katuja ja viheralueita, sillä niiden ilmastopäästöt ja -hyödyt eivät muutu kaavan vaikutuksesta. Planect-laskennan tulos kuvaa siis kaavaratkaisun hiilijalanjäljen erotusta "nollavaihtoehtoon", jossa alueella ei toteuteta mitään muutoksia.

Oheinen kuva purkaa vaikutusten arviointia erilaisten muutosten yhteydessä.

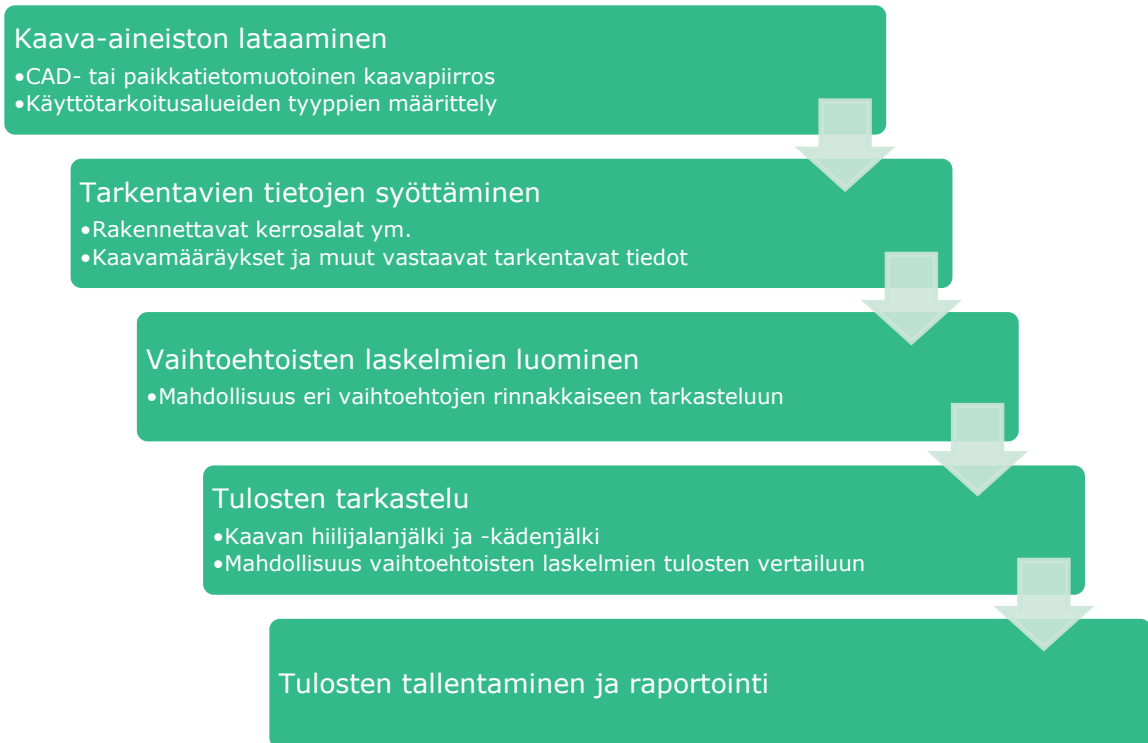


Planect vertaa kaavan mukaista ratkaisua vaihtoehtoon, jossa maankäyttö ei muutu



4 Arviointimenetelmän käyttö

Aluehankkeen ilmastovaikutusten arviointi etenee Planectilla seuraavasti.



4.1 Kaava-aineiston lataaminen

Arvioinnin teko aloitetaan lataamalla Planectiin arvioinnin kohteena olevan kaavan aluerajaukset. Ladattavan kaavapiirroksen tulee olla vektoritiedosto, josta löytyy polygonimuodossa (CAD-tiedostossa reunaviivallinen täyte tai suljettu murtoviiva) kaava-alueen rajaus sekä kaavaan suunniteltujen käyttötarkoitusalueiden aluerajaukset. Kaavapiirroksen voi ladata Planectiin seuraavissa tiedostomuodoissa:

Tiedostomuoto	Sallitut tiedostoformaattit
CAD-tiedosto	dxf (saatavilla tallennusformaattina CAD-ohjelmissa)
Paikkatietoaineisto	gpkg, shp

Mikäli kaavapiirros ladataan CAD-muotoisena, muuntaa Planect sen paikkatietomuotoon olettaen, että piirros on kaupungin oletusarvoisessa karttakoordinaatistossa. Käyttäjä voi tarvittaessa määritellä kaava-aineistolle myös muun koordinaatiston.

Kun kaavapiirros on syötetty Planectiin, tulee käyttäjän valita, mitkä sen tasoista ladataan ohjelmaan arviointia varten sekä määritellä, mitä käyttötarkoitusaluetta kukin tiedoston tasoista esittää. Planectiin ladataan kaava-alueen rajauksen lisäksi seuraavia käyttötarkoitusalueita kuvaavia polygonitasoja:

- korttelialueet
- viher- ja virkistysalueet
- liikennealueet ja aukiot

Planect visualisoi kaava-alueen ja sen sisältämät käyttötarkoitusalueet kartalla. Käyttäjä voi halutessaan muokata käyttötarkoitusalueiden tyyppejä myös jälkikäteen.



versio 1.0

14.5.2024

Ladattavat tasot

Määrittele seuraavaksi, mitkä aineiston tasot ladataan ja mitä käyttötarkoituksalveita ne kuvaavat. Määrittele myös kaava-alueen rajaa kuvaava taso.

Poista valintaruudut niistä tasoista, jotka eivät sisällä aluerajauksia.

Valittu	Taso	Käyttötarkoituksalue
<input checked="" type="checkbox"/>	Säilyvät_Kynä_nro__1	Säilyvät alueet
<input checked="" type="checkbox"/>	Liikennealueet_Kynä_nro__1	Liikennealueet ja aukiot
<input checked="" type="checkbox"/>	Kaava-alue_Kynä_nro__1	Kaava-alueen rajaus
<input checked="" type="checkbox"/>	Korttelit_Kynä_nro__1	Korttelialueet

Jatka

Ladattun kaava-aineiston tasojen määrittely Planectissa



Planectiin latautunut kaava-aineisto



versio 1.0

14.5.2024

4.2 Alueiden piirtäminen ja muokkaus

Planect mahdollistaa myös alueiden piirtämisen ja muokkaamisen kartalla. Kaava-alueen ja sen käyttötarkoitualueet voi piirtää halutessaan suoraan Planectin käyttöliittymässä. Lisäksi geometrioiden muokkaustyökalut mahdollistavat Planectiin tuodun vektoriaineiston aluerajausten muokkaamisen tai geometrioiden poistamisen kartalta jälkikäteen.



Korttelialueen reunaviivojen muokkaus



4.3 Tarkentavien tietojen syöttäminen

Kun käyttäjä on ladannut kaava-alueita kuvaavan vektoriaineiston, ohjataan hänet syöttämään lataamilleen alueille tarkempia tietoja. Keskeisimpiä tietoja ovat mm. rakennusten käyttötyytit ja kerrosalat.

Käyttäjä voi syöttää tietoja yksittäisille käyttötarkoituksialueille valitsemalla alueita karttanäkymästä. Tällöin ruudun vasempaan laitaan avautuu lomake, jolla kyseiselle alueelle voi syöttää tietoja. Jos käyttäjällä ei ole karttanäkymässä valittuna yhtään käyttötarkoituksialuetta, näytetään vasemmassa sivupalkissa koko kaava-alueita koskevat syötteen.

Vain pieni osa tarkentavista syötteistä on pakollisia. Näille syötteille ei anneta laskennassa automaattista oletusarvoa. Niiden lisäksi käyttöliittymästä löytyy runsaasti tarkentavia syötteitä, joita muokkaamalla käyttäjä voi muokata laskennassa käytettäviä oletusarvoja. Näiden tietojen syöttäminen ei ole pakollista.

The screenshot displays the 'Laskelma' (Calculation) interface. On the left, a form titled 'Korttelialue' (Plot Area) is shown. It includes the following fields and sections:

- Korttelialue** (Plot Area):
 - Alueen nimi (Area name): Korttelialue
 - Alueen valmistumisvuosi (Year of construction): 2030
- Rakennukset** (Buildings):
 - Sellaisenaan säilytettävää rakennuksia ei sisällytetä laskentaan. (Buildings as they are, are not included in the calculation.)
 - + Lisää rakennuksia (Add buildings)
- Uudisrakennukset** (New Buildings):
 - Rivitalot (Row houses): [edit] [delete]
 - Kerrosala (Floor area): 4000 k-m²
 - Keskimääräinen kerrosluku (Average floor count): 2 krs
 - Rakennusten peittoala (Building footprint area): 2000 m²
 - Tarkentavat tiedot (Detailed information) [dropdown]
 - Rakennuksen ilmasto- ja ympäristövaikutusten erillisselvitys (Separate assessment of building's climate and environmental impacts) [dropdown]
 - Vähähilliset suunnitteluratkaisut (Low-impact design solutions) [dropdown]

At the bottom of the form is a green 'Tallenna' (Save) button. To the right of the form is a map showing a plot area outlined in blue. The map includes a search bar, a 50m scale bar, and various map controls.

Tarkentavien tietojen syöttäminen korttelialueelle

4.4 Vaihtoehtoisten laskelmien luominen

Jotta tulosten mittakaavaa on helpompi hahmottaa, on suositeltavaa, että Planect-arviointiin sisällytetään vaihtoehtojen vertailua. Jos arvioitavalle hankkeelle on erilaisia toteutustapoja (esimerkiksi erilaisia kaava-alueen rajauksia), antaa vaihtoehtojen vertailu mahdollisuuden todeta, miten vaihtoehtojen ominaisuudet vertautuvat laskennan eri osa-alueilla.

Usein on kuitenkin niin, että tällaisia vaihtoehtoisia suunnitelmia ei ole tarjolla. Varsinkin tässä tapauksessa on suositeltavaa vertailla seuraavia kahta tai kolmea skenaariota: "tavanomainen", "kaavan mukainen" ja "vähähiilinen". Tätä kautta saadaan mielikuvaa siitä, miten ilmastovaikutuksiin voidaan vaikuttaa eri osa-alueilla, ja mitkä ovat päästöjen kannalta keskeisimmät tekijät. Pidemmällä tähtäimellä lienee myös mahdollista verrata kutakin kaavaa saman kunnan aiempien, vastaavien tyyppisten kaavojen tuloksiin.

Planect-projektissa voi olla useita vaihtoehtolaskelmia, joiden avulla käyttäjä voi vertailla eri suunnitteluvaihtoehtojen vaikutusta kaavan ilmastovaikutuksiin.

Uuden vaihtoehtolaskelman pohjaksi voi kopioida aiemman laskelman (aluegeometriat ja käyttäjän syöttämät tarkentavat tiedot). Tämän jälkeen vaihtoehtolaskelmaan voi tehdä muokkauksia, jotka poikkeavat alkuperäisestä laskelmasta. Vaihtoehtoisesti uuteen laskelmaan voi ladata kokonaan uuden vektoriaineiston.



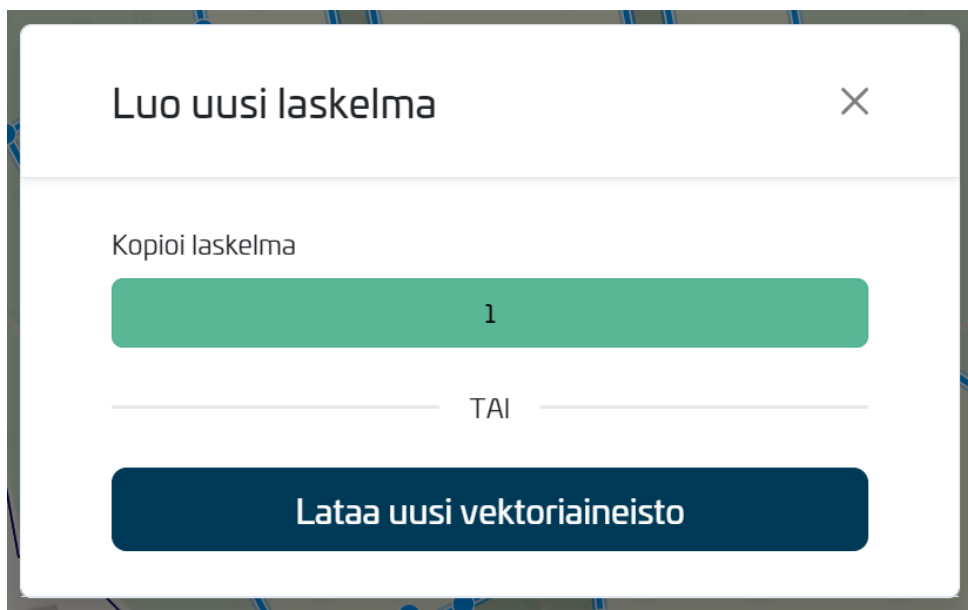
versio 1.0

14.5.2024

Vaihtoehtolaskelmia voi hyödyntää esimerkiksi seuraaviin käyttötarkoituksiin:

Käyttötarkoitus	Toteutustapa
Luonnosvaihtoehtojen vertailu	Esim. kerrostalot vs. rivitalot
Usean eri sijainnin vertailu	Luodaan samaan projektiin rinnakkaiset laskelmat, joissa vertaillaan eri toimintojen ilmastovaikutuksia eri sijainteihin sijoitettuna.
Purkaa vai korjata –tarkastelut	Luodaan kaksi vaihtoehtolaskelmaa: toisessa rakennus puretaan ja korvataan uudella, toisessa tehdään energiaremontti tai käyttötarkoituksen muutos.
Kaavan vähähiilisyden arviointi (jos kaavassa on vähähiilisyttä edistäviä määräyksiä)	Luodaan vaihtoehtolaskelmaksi versio, jossa kaavassa ei ole toteutettu mitään vähähiilisiä ratkaisuja, ja verrataan sen vaikutuksia kaavan mukaiseen versioon.
Jatkosuunnittelun vaikutusmahdollisuuksien arviointi	Luodaan vaihtoehtolaskelmaksi kaavasta mahdollisimman vähähiilinen versio, ja verrataan sitä kaavan mukaiseen versioon.

HUOM. Jos vertailtavissa kohteissa on eri määrä kerrosalaa, ovat laskelmien tulokset vertailukelpoiset vain rakennettavaan kerrosalaan suhteutettuina.



Vaihtoehtolaskelman luominen Planectissa



4.5 Tulosten tarkastelu

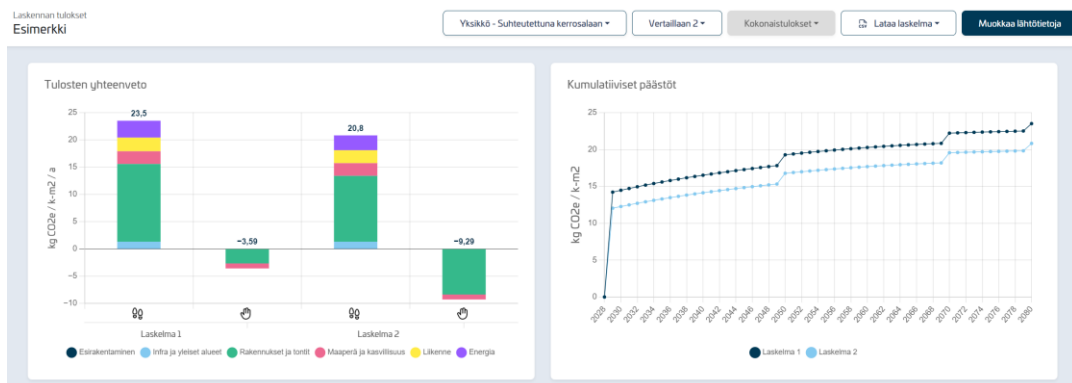
Laskennan tuloksia pääsee tarkastelemaan erillisessä tulosnäkyvässä. Siinä tuloksia voi tarkastella yksityiskohtaisemmin yksittäisen laskelman osalta tai yleispiirteisemmin vaihtoehtolaskelmia keskenään verraten.

Kaavan hiilijalanjälki ja -kädenjälki esitetään tuloksissa seuraavilla tavoilla:

- Yhteensä koko elinkaaren ajalta
- Jaettuna elinkaaren vaiheisiin (A, B, C, D)
- Vuositason aikasarjana laskenta-ajanjakson [50a] ajalle
- Jaettuna laskennan osa-alueisiin (Esirakentaminen, Rakennukset ja tontit jne.)

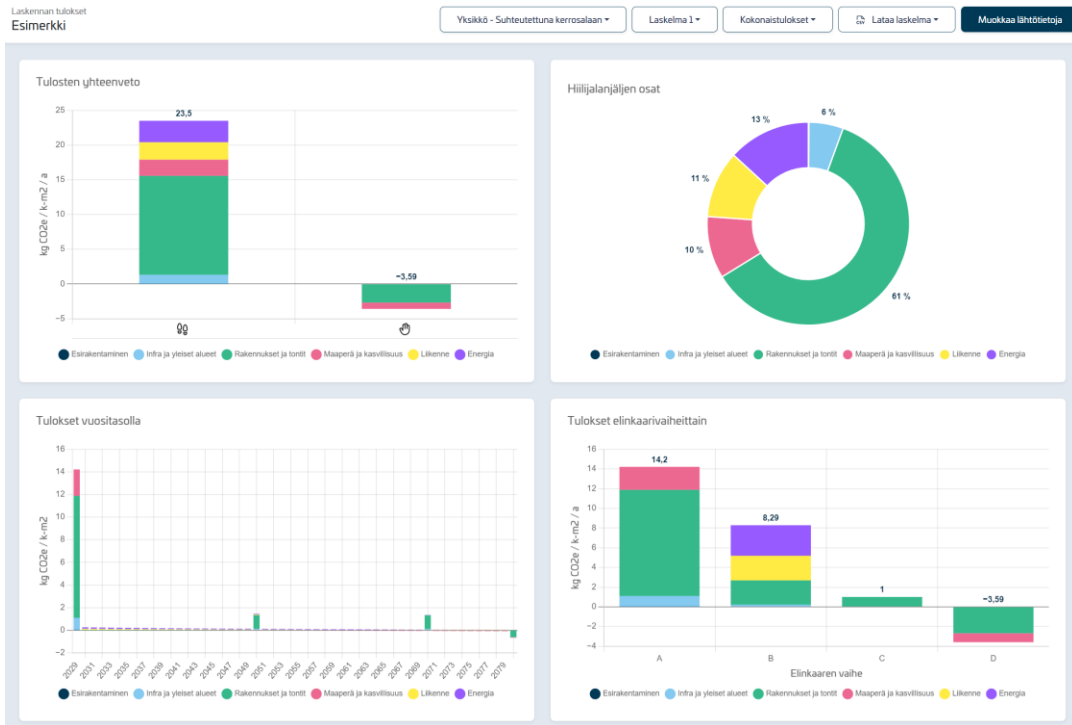
Tuloksia voi tarkastella joko kokonaisvaikutuksina tai suhteutettuna kaava-alueelle rakennettavaan kerrosalaan.

Tulososiossa voidaan tarkastella myös laskennan eri osa-alueiden (esirakentaminen, liikenne jne.) tuloksia yksityiskohtaisemmin.

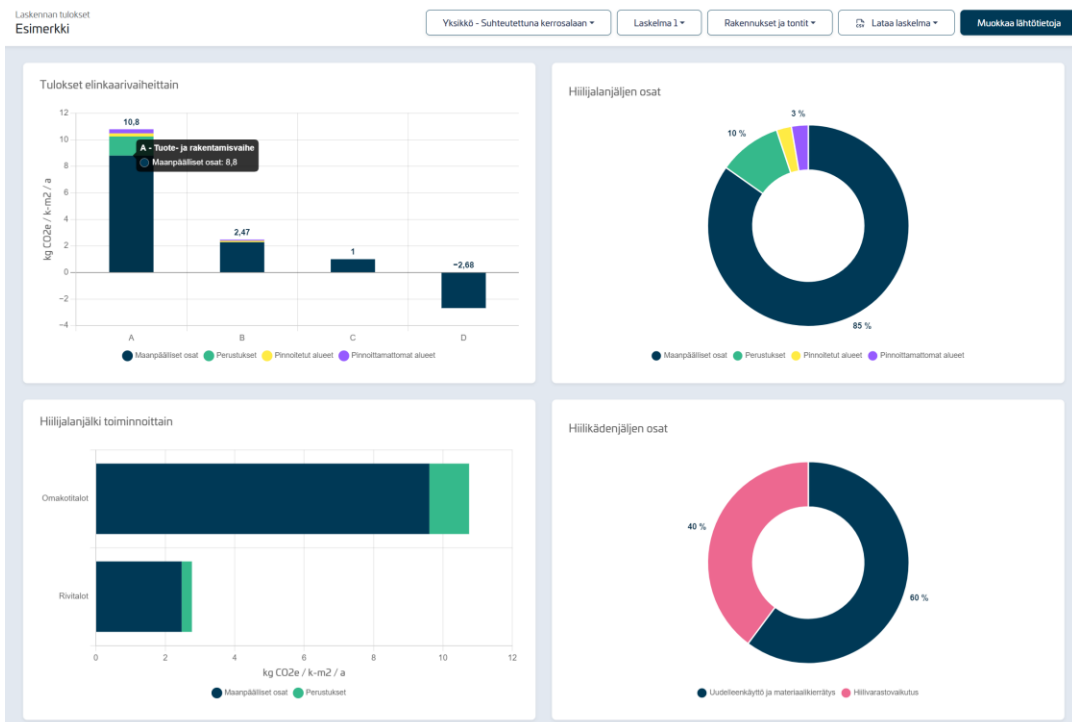


Vaihtoehtolaskelmien tulosten vertailu





Yksittäisen laskelman tulosten yhteenveto



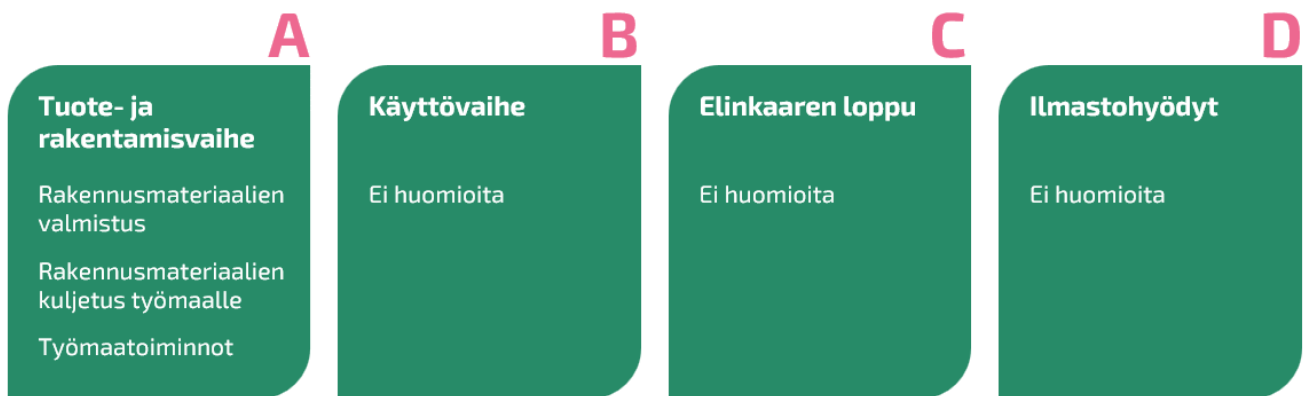
Yksityiskohtaisemmat tulokset: Rakennukset ja tontit



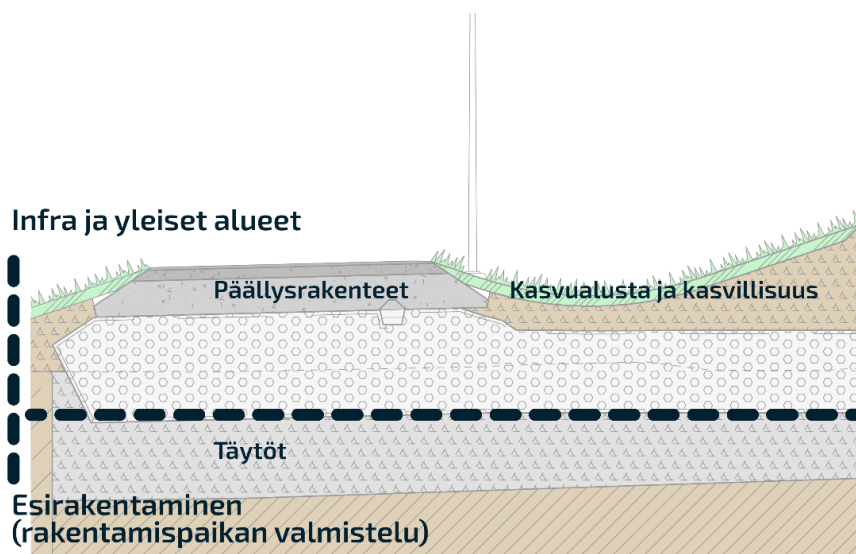
5 Arvioinnin osa-alueiden laskentaperiaatteet ja tausta-aineistot

5.1 Esirakentaminen

Esirakentaminen -osio huomioi seuraavat elinkaaren vaiheet ja näihin liittyvät toimenpiteet:



Planect erottelee esirakentamisen laskennan tuloksissa omaksi, infrarakentamisesta erilliseksi osa-alueeksi. Oheinen kaavio kuvaa tätä periaatetta. Esirakentamisen erottelu omaksi osiokseen auttaa käyttäjää hahmottamaan tuloksista nopeasti, kuinka suuri osa alueen päästöistä liittyy rakentamispaikan valmisteluun. Esirakentamisen vaikutusten suuruus pohjautuu pitkälti alueen sijaintiin.



Esirakentaminen eroteltuna infrasta ja yleisistä alueista



versio 1.0

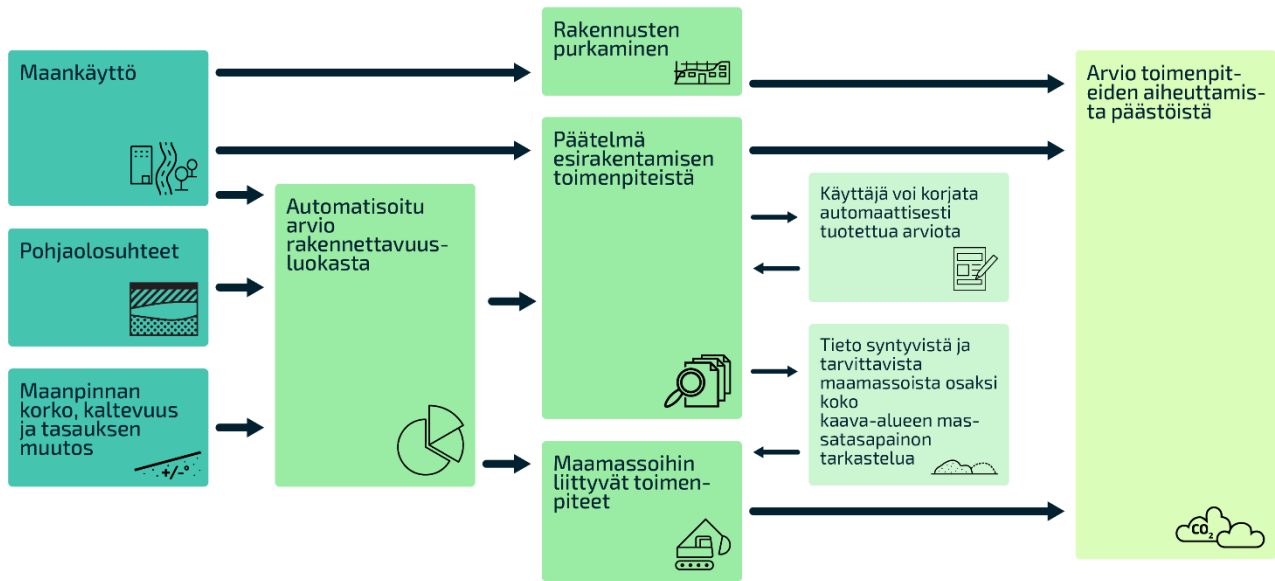
14.5.2024

Esirakentaminen kattaa rakennuspaikan valmistelun, sisältäen seuraavan taulukon mukaiset toimenpiteet.

Päästöjen alakategoria	Laskennan taso	Kuvaus sisällöstä
Rakennusten purkaminen	Käyttötarkoitusalue	
Kaivutyöt	Käyttötarkoitusalue	<ul style="list-style-type: none"> • Massanvaihdot • Maanpinnan tasauksen laskemisesta johtuva kaivaminen • Rinteissä tapahtuva kaivaminen
Louhinnat	Käyttötarkoitusalue	<ul style="list-style-type: none"> • Kallioille rakentaminen (mukaan lukien tasauksen laskemisesta johtuva louhiminen)
Pilaristabilointi	Käyttötarkoitusalue	
Paalulaatat	Käyttötarkoitusalue	
Maa-aineksen tuottaminen ja kuljetukset	Koko kaava-alue (Planect käsittelee maamassoja kokonaisuutena, joten näitä vaikutuksia ei eritellä käyttötarkoitusalueille)	<ul style="list-style-type: none"> • Murskeen tuottaminen • Murskeen tai uusiomateriaalin kuljetus alueelle • Paikallisesti hyödynnettävän maa-aineksen kuljettaminen välivarastoon ja takaisin kaava-alueelle • Paikallisesti hyödynnettävän louheen murskaaminen • Paikallisesti hyödynnettävän murskeen kuljettaminen välivarastoon ja takaisin kaava-alueelle • Louheen ja muun maa-aineksen kuljetus pois alueelta

Planect antaa automaattisesti tuotetut oletukset esirakentamisen toimenpiteistä. Rakennuspaikan valmistelussa vaadittavien toimenpiteiden arviointi lähtee maaperäolosuhteista ja pinnan kaltevuudesta muodostetuista rakennettavuusluokista. Käyttäjällä on mahdollisuus muuttaa Planectin tuottamaa arviota esirakentamisen toimenpiteistä. Oheinen kaavio kuvaa arvioinnin pääperiaatteet.





Esirakentamisen arvioinnin peruseriaate

Planect mahdollistaa maamassojen paikallisen hyödyntämisen huomioimisen laskennassa. Käyttäjällä on myös mahdollisuus määrittää, kuinka kauas maamassoja kuljetetaan ja onko alueelle tuotava murske neitseellisestä lähteestä vai uusiomateriaalia.

5.1.1 Rakennettavuusluokkien määrittely

Planect määrittelee jokaiselle kaava-alueen käyttötarkoitusalueelle prosentuaaliset osuudet sen eri rakennettavuusluokkiin kuuluvasta pinta-alasta. Arvio tehdään leikkaamalla käyttötarkoitusalue rakennettavuuskartta-paikkatietoaineistosta.

Rakennettavuuskartta-paikkatietoaineisto on luotu laskennan tausta-aineistoksi erikseen jokaiselle kunnalle. Aineiston pohjana on käytetty joko kansallisia lähtöaineistoja (ks. taulukko alla) tai tarkempia kaupunkikohtaisia lähteitä. Liitteessä Rakennettavuuskartta-paikkatietoaineisto esitetään rakennettavuuden esimerkkiaineisto.



versio 1.0

14.5.2024

Rakennettavuuskartan lähtöaineistot

Rakennettavuuskartan tausta-aineistot	Lähde
Maaperäkartta (maalajit)	GTK: Maaperä 1:20 000 / 1:50 000 GTK: Maaperä 1: 100 000 GTK: Maaperä 1: 200 000
Maapeitteen paksuus	GTK: Maapeitepaksuus 1: 1 000 000
Maaston korkeusmalli	MML: Korkeusmalli 10 m

Luokituksen tuloksena saadaan karkeasti maapinnan rakennettavuutta kuvaava paikkatietoaineisto (ks. liite 1), joka kuvaa 10 metrin pikselikoolla maanpinnan jakautumista seuraaviin rakennettavuusluokkiin.

Rakennettavuusluokitus

- 1 Helposti rakennettava
- 2 Normaalisti rakennettava
- 3a Vaikeasti rakennettava pehmeikkö
- 3b Vaikeasti rakennettava rinnemaasto
- 4 Vaikeasti rakennettava syvä pehmeikkö
- 5a Erittäin vaikeasti rakennettava syvä pehmeikkö
- 5b Erittäin vaikeasti rakennettava jyrkkä rinne
- 6 Rakentamiseen erittäin huonosti soveltuva
- 7 Rakentamiseen erittäin huonosti soveltuva erityisalue

Planect hakee paikkatietoaineistosta myös oletukset maanpinnan kaltevuudesta, pohjamaalajeista sekä maapeitepaksuudesta ja pehmeikkökerroksen paksuudesta. Arvio pehmeikkökerroksen paksuudesta on muodostettu olettamalla, että pehmeikön syvyys on keskimäärin puolet koko maapeitepaksuudesta, ellei saatavilla ole ollut tarkempaa kaupunkikohtaista tietoa. Paalutussyvyyden automaattisena arviona käytetään aineiston mukaista maapeitepaksuutta ja pilaristabiloinnin syvyyden oletusarvona pehmeikön paksuutta.

5.1.2 Esirakentamisen toimenpiteiden arviointi

Esirakentamisen toimenpiteiden arviointi koostuu toimenpidekokonaisuuksista, jotka puretaan laskennassa yksittäisiin toimenpiteisiin, kuten kaivaminen, louhinta, jne. Seuraavassa esitetään toimenpidekokonaisuuksien arvioinnin yleiset periaatteet. Toimenpidekokonaisuuksien purkaminen yksittäisiin toimenpiteisiin esitetään luvussa "Esirakentamisen toimenpiteet".



versio 1.0

14.5.2024

5.1.2.1 Pintamaan poistaminen

Pintamaata arvioidaan poistettavan eri käyttötarkoituksialueilta seuraavasti:

- Liikennealueilla ja aukioilla pintamaan poisto koskee koko käyttötarkoituksialuetta.
- Viher- ja virkistysalueilla pintamaan poistaminen ei koske tyyppejä *”avoin viheralue”* ja *”puustoinen viheralue”*. Tyyppissä *”urheilupuisto tai muu intensiivisesti rakennettu alue”* pintamaan poisto koskee koko käyttötarkoituksialuetta.
- Korttelialueilla pintamaa poistetaan rakennusosalta sekä tonttien pinnoitetulta osalta.

Pintamaata ei poisteta avokallioalueilta. Pintamaata poistetaan 20 cm syvyydeltä.

5.1.2.2 Tasauksen muutos

Jos maanpinnan tasaus nousee kaavan myötä, lasketaan tarvittava tilavuus täyttöö. Jos maanpinnan tasaus laskee, Planect erottelee kallioalueet, pehmeiköt ja muut alueet. Kallioilla tasauksen lasku tarkoittaa louhintaa, muilla alueilla kaivamista. Kallioalueilla louhinta ulotetaan 0,5 m tulevan maan pinnan alapuolelle.

Pehmeiköistä kaivettava maa erotellaan, koska sen paikallinen hyödyntäminen ei ole Planectissa mahdollista. Muilta alueilta kaivettava maa-aines voidaan haluttaessa arvioida hyödynnettäväksi paikallisesti.

5.1.2.3 Rakennettavuuteen liittyvät toimenpiteet

Planect tarjoaa automaattisen arvion pohjanvahvistuksista ja muista vastaavista rakennettavuuteen liittyvistä toimenpiteistä. Planect tuottaa arvion tausta-aineistona olevan paikkatietoaineiston pohjalta (katso luku Rakennettavuusluokkien määrittely). Tämä arvio soveltuu erityisesti kavasuunnittelun alkuvaiheessa tehtävään karkeaan arviointiin.

Rakennettavuuteen liittyviä toimenpiteitä arvioidaan eri tavoin eri käyttötarkoituksialueille. Arviointiin sisältyvät toimenpiteet ovat:

- Massanvaihto
- Kevennys
- Pilaristabilointi
- Paalulaatta
- Rinnemaastojen tasaus
- Louhinta tasamaalla (pintakallion poisto)



versio 1.0

14.5.2024

Planectin tuottamaa automaattista arviota on mahdollista tarkentaa ja korjata käyttöliittymässä geoasiantuntijan lausunnon pohjalta. Tämä on suositeltavaa erityisesti vaikeasti rakennettavaksi tunnistetuilla alueilla.

5.1.3 Massatasapainon laskenta

Massatasapaino, eli alueelta poistettavien maa-ainesten ja sinne tuotavien maa-ainesten tasapaino tarkastellaan koko kaava-alueen tasolla, yhdistäen tiedot eri käyttötarkoituksialueilta. Planect mahdollistaa myös maa-ainesten paikallisen hyödyntämisen huomioimisen laskennassa. Massatasapainon arviointia varten yhdistetään tietoja tasauksen muutoksesta johtuvista ja rakennettavuuteen liittyvistä toimenpiteistä.

Alueella syntyvät maa-ainekset ja alueella tarvittava täyttömaa

Alueella syntyvät ja alueella tarvittavat maamassat muodostuvat seuraavista kokonaisuuksista.

- Tarvittavat täytöt
- Syntyvä louhe
- Kaava-alueelta kaivettavat maamassat jaoteltuna hyödyntämiskelpoisiin ja hyödyntämiseen kelpaamattomiin maa-aineksiin.¹

Louheen paikallinen hyödyntäminen

Käyttäjä voi halutessaan määritellä, että alueen louheet pyritään hyödyntämään paikallisesti. Jos näin määritellään, olettaa Planect, että kaikki alueella syntyvä louhe murskataan paikallisesti. Planect pyrkii hyödyntämään kaiken murskeen edellä esitettyihin täyttöihin. Mikäli mursketta jää yli, loput kuljetetaan pois alueelta.

Mikäli louhetta ei pyritä hyödyntämään paikallisesti, se toimitetaan pois alueelta louheena. Kuljetuksen päästöt pohjautuvat kiviaineksen tilavuuteen.

Muun maa-aineksen paikallinen hyödyntäminen

Käyttäjä voi lisäksi määritellä, että alueen hyödyntämiskelpoiset maa-ainekset (muu kuin louhe) pyritään hyödyntämään paikallisesti. Planect pyrkii hyödyntämään kaiken maa-aineksen edellä esitettyihin täyttöihin. Paikallinen murskeen käyttö (edellinen kohta) saa kuitenkin etusijan. Mikäli maa-ainesta jää yli, loput kuljetetaan pois alueelta.

Alueelle tuotava uusi täyttö

Mikäli alueella ei ole ylimääräistä hyödyntämiskelpoisia maa-aineksia, paikallisesti hyödynnettävää maa-ainesta ei ole riittävästi, tai käyttäjä määrittelee, että maa-

¹ Arvioidaan maaperäkartta-paikkatietoaineiston pohjalta. Hyödyntämiskelpoiset maalajit: sora, hiekka, moreeni ja kallio. Hyödyntämiseen kelpaamattomat maa-ainekset: Siltti, savi, turve, lieju, täytemaa.



versio 1.0

14.5.2024

aineksia ei pyritä hyödyntämään paikallisesti, tuodaan maa-ainesta alueen ulkopuolelta.

Alueelle tuotava täyttömaa (murske) voidaan määritellä neitseelliseksi materiaaliksi tai uusiomateriaaliksi. Mikäli hyödynnetään uusiomateriaalia, tämän oletetaan olevan materiaalin valmistamisen vaikutuksiltaan nollapäästöistä.

5.1.4 Esirakentamisen päästöjen laskenta

5.1.4.1 Esirakentamisen toimenpiteet

Esirakentamisesta syntyy ainoastaan elinkaaren vaiheen A (rakentamisvaihe) päästöjä. Maa-ainesten tuottaminen ja kuljetukset käsitellään kokonaisuutena koko kaava-alueella. Muut esirakentamisen toimenpiteet arvioidaan kullekin käyttötarkoituksialueelle erikseen. Esirakentamisen toimenpiteitä ovat kaivutyöt, louhinta, pilaristabilointi, paalulaatat, maa-aineksen, louheen ja murskeen kuljetukset pois alueelta, paikallinen murskaaminen, paikallisesti syntyvän murskeen ja muun hyödyntämiskelpoisen maa-aineksen kuljetus välivarastoon, uuden täytön tuottaminen ja alueelle tuotavan täytön kuljetus.

Oletusarvo maamassojen kuljetusmatkalle on 40 km ja kuljetusetäisyydelle välivarastointipaikkaan 10 km. Käyttäjä voi tarkentaa näitä oletusarvoja, mikäli tarkemmat etäisyydet ovat tiedossa.

Toimenpiteiden määrän arviointi

Planect tuottaa rakennettavuuskartta-aineiston pohjalta automaattisen arvion eri esirakentamisen toimenpiteiden määrästä kaava-alueella ja kertoo toimenpiteiden määrät kunkin toimenpiteen päästökertoimella. Käyttäjä voi tarkentaa Planectin automaattisia arvioita esirakentamisen toimenpiteistä.

Esirakentamisen toimenpiteiden päästökertoimet

Muiden esirakentamisen toimenpiteiden päästöt lasketaan kertomalla arvioidut tai käyttäjän tarkentamat määrät päästökertoimilla. Päästökertoimet perustuvat päästölaskentaohjelmistojen (etupäässä FORE ja IHKU) kautta tuotettuihin arvioihin.

5.1.4.2 Rakennusten purkaminen

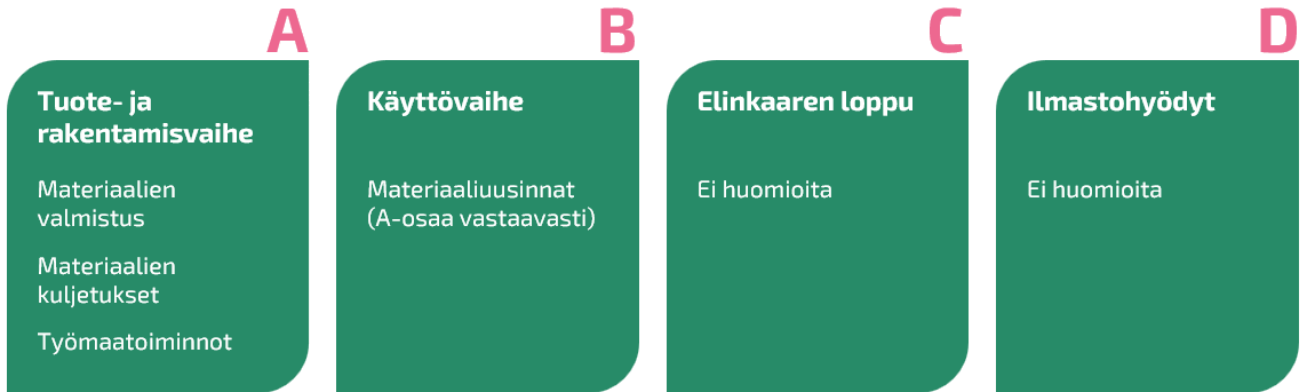
Olemassa olevien rakennusten purkamisen päästöt arvioidaan purettavan kerrosalan perusteella, eritellen eri käyttötyyppien rakennukset.

Päästöarvio sisältää purkamisen, kuljetusten, kierrätyksen ja loppusijoittamisen vaikutuksia. Arviot on tuotettu yhdistämällä Rakentamisen päästötietokannan (co2data.fi) arvoja esimerkkikohteiden laskelmista saatuihin tietoihin.



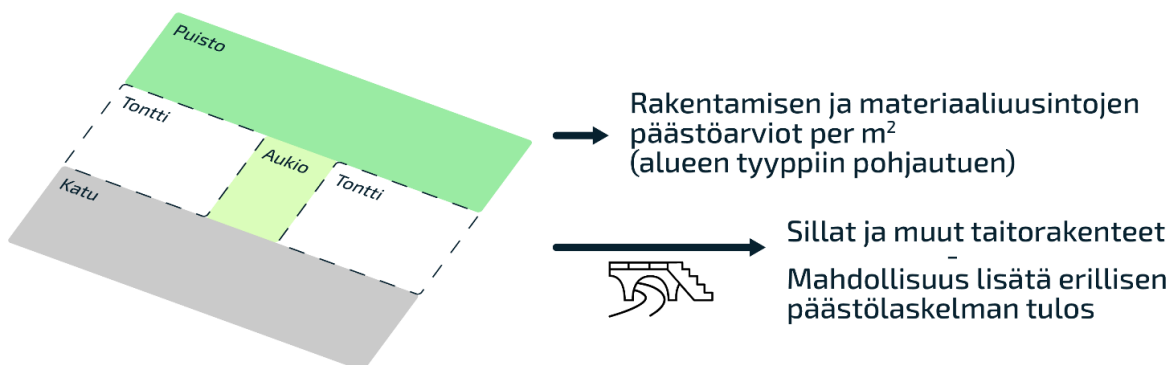
5.2 Infra ja yleiset alueet

Infra ja yleiset alueet -osio huomioi seuraavat elinkaaren vaiheet ja näihin liittyvät toimenpiteet:



Planect tarjoaa lähtökohdat viher- ja virkistysalueiden, sekä liikennealueiden ja aukoiden rakentamisen ja materiaalivaihtojen päästöjen arviointiin. Planect ei sisällä oletuksia muun infran vaikutusten arviointiin. "Muuta infraa", esimerkiksi taitorakenne tai tekninen verkosto, voidaan kuitenkin lisätä kokonaisuuteen erillislaskelman pohjalta. Teknisten verkostojen osuus aluehankkeen kokonaispäästöistä on aiempien selvitysten pohjalta hyvin pieni.

Yleisten alueiden päästöt lasketaan kertomalla tiettyyn käyttötyyppiin kuuluvan alueen pinta-ala kyseiselle toiminnolle tyypillisellä päästökertoimella. Koska täytöt ja muu rakennuspaikan valmistelu liittyvät toimenpiteet lasketaan osaksi esirakentamista, kuvaa tyyppipäästökerron yleisten alueiden rakentamisen vaikutuksia riittävän tarkasti kaavoitusta vastaavaan hankevaiheeseen.



Infra ja yleisten alueiden laskennan perusperiaate



versio 1.0

14.5.2024

Yleisten alueiden laskenta jakautuu viher- ja virkistysalueisiin sekä liikennealueisiin ja aukioihin. Molemmille käyttötarkoitusalueille määritellään Planectin käyttöliittymässä tarkempi tyyppi, joka vaikuttaa infran ja yleisten alueiden rakentamisen päästöjen arviointiin.

Kullekin käyttötyypille on omat päästökertoimensa, jolla alueen pinta-ala kerrotaan. Infran ja yleisten alueiden osalta Planectissa ei voi toistaiseksi määrittellä vähähiilisiä materiaaleja tai muita toimenpiteitä.

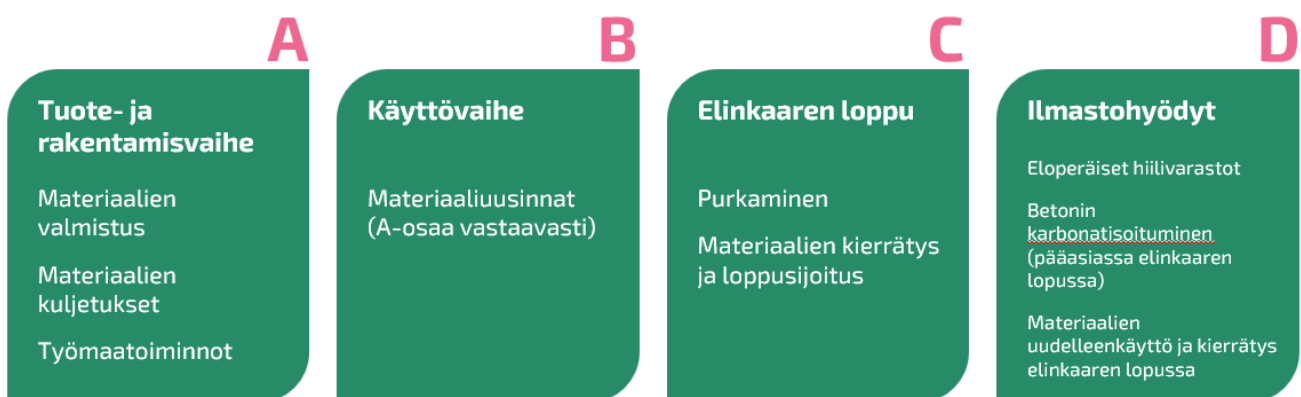
Planect sijoittaa materiaaliuusintoihin liittyvät päästöt (elinkaaren vaihe B – käyttövaihe) ajallisesti siten, että kokonaispäästö jaetaan kahdella ja nämä päästöt sijoitetaan vuosille 20 ja 40 laskien alueen valmistumisvuodesta. Tämä kuvaa karkeasti materiaalien uusimissykliä.

Planect ei tuota automaattisia arvioita infran erikoisrakenteiden (esim. sillat ja tukimuurit) ilmasto vaikutuksista, mutta jos niiden osalta on laadittu ilmasto vaikutusten erillisselvitys, voidaan sen tulokset lisätä mukaan laskentaan.

Päästöarvot on tuotettu luomalla tyypillisiä kohteita kuvaavat projektit Fore-kustannuslaskentaohjelmistoon ja laskemalla näiden ominaispäästöt (eli päästöt per neliometri rakennettua pinta-alaa).

5.3 Rakennukset ja tontit

Rakennukset ja tontit -osio huomioi seuraavat elinkaaren vaiheet ja näihin liittyvät toimenpiteet:



Rakennusten päästöarvioon vaikuttavat keskeisimmin kerrosala ja käyttötyyppi. Myös rakennusten korkeuden vaikutusta rakennepaksuuksiin arvioidaan. Tämä vaikutus näkyy yli kahdeksankerroksisissa rakennuksissa.

Rakennukset esitetään Planectissa "rakennusyksikköinä", jotka edustavat joko yksittäistä rakennusta tai useampaa rakennusta. Jos korttelialue sisältää esimerkiksi kolme saman käyttötyypin rakennusta, voidaan nämä esittää joko yhtenä rakennusyksikkönä tai kolmena rakennusyksikkönä. Tietojen syöttäminen yhtenä

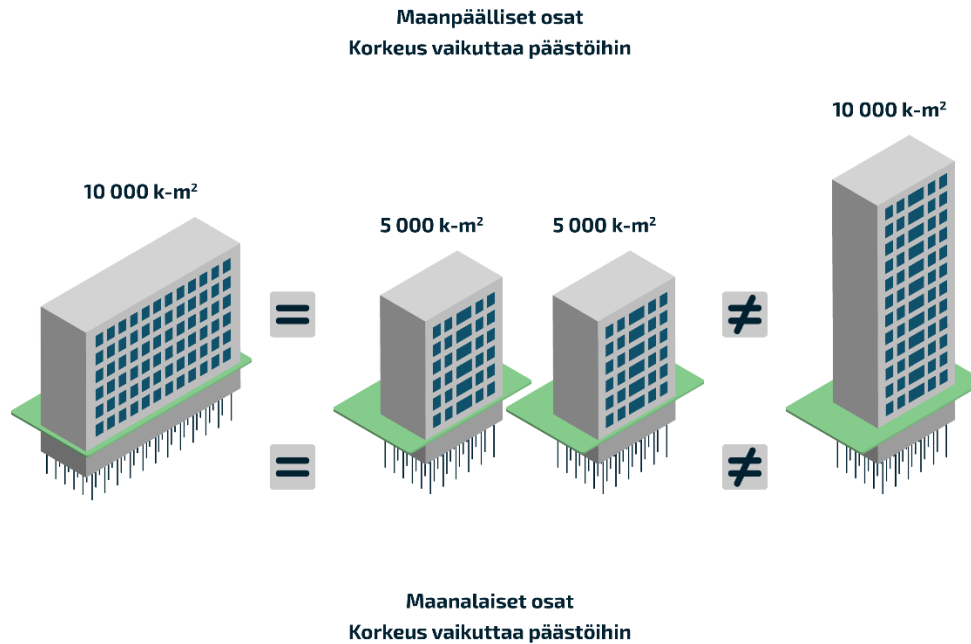


versio 1.0

14.5.2024

yksikkönä on nopeampaa, mutta tällöin rakennusten ominaisuuksien tulee olla keskenään samanlaiset.

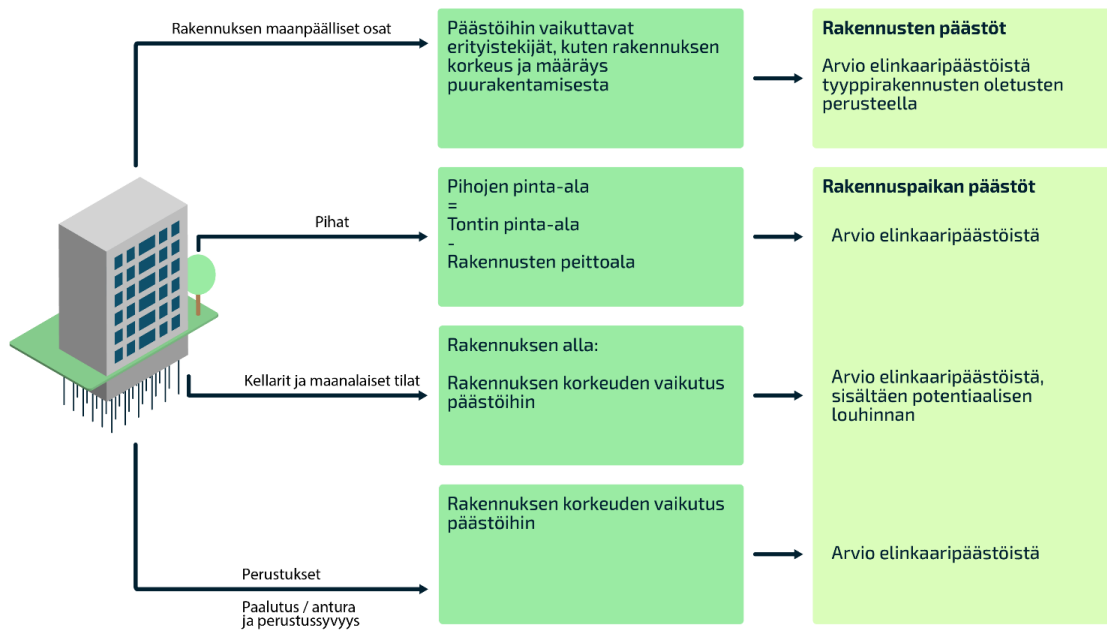
Oheinen kaavio kuvaa tilannetta, jossa tietyn käyttötyypin kerrosneliöitä sijoitetaan tontille sama määrä, kolmella eri tavalla. Jos rakennusten muut ominaisuudet ovat samat, syntyy eroa Planect-laskennassa vain siinä tapauksessa, että rakennuksen korkeus muuttuu.



Rakennusten tietojen syöttäminen rakennusyksikköinä ja syöttötavan vaikutus päästöarvioon

Oheinen kuva esittää rakennusten laskennan peruseriaatetta, jossa rakennuksen maanpäälliset osat erotetaan rakennuksen maanalaisista osista ja pihoista. Tämä periaate noudattaa Ympäristöministeriön Rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmän luonnosta (2021).





Arvioinnin peruseriaatteet rakennukset ja tontit -osiossa

Rakennusten vähähiilisistä ratkaisuista keskeisimmät ovat määräys puurakentamisesta (puurunko) ja hiilijalanjäljen katto, jonka avulla voidaan ohjata uudisrakennuksen elinkaaren päästöjä vuoden 2026 alussa voimaan tulevien määräysten pohjalta.

Planect tuottaa automaattisen arvion rakennuksen perustamistavasta ja perustamissyvyydestä. Käyttäjä voi korjata näitä arvioita, jos tarkempaa tietoa on tarjolla.

Arviointi sisältää myös olemassa olevien rakennusten laajat muutostyöt. Arviointi koskee käyttötarkoituksen muutoksia ja sellaisia laajoja perusparannuksia, joiden voidaan katsoa syntyvän kaavamuutoksen seurauksena.

Pihojen rakentamisen päästöt arvioidaan pinnoitetun alueen määrän perusteella. Kullekin rakennuksen käyttötyypille on arviot pinnoitetun alueen määrästä suhteessa korttelialueen pinta-alaan. Pinnoitettujen alueiden vaatima maaperän rakennettavuuden parantaminen arvioidaan esirakentaminen-osiossa. Myös maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen muutokset arvioidaan erillisessä osiossa.

5.3.1 Uudisrakennusten rakentamisen päästöt

5.3.1.1 Rakennusten maanpäällisten osien rakentamisen päästöt

Laskennan lähtökohtana on rakennusten kerrosalan kertominen päästökertoimella, joka on määritetty erikseen kullekin rakennusten käyttötyypille. Planect sisältää päästökertoimet kahdelle rakennuksen runkotyypille: tyyppillinen ja puurunko.



versio 1.0

14.5.2024

Tyypillisen rakennustavan mukaisesti rakennettujen rakennusten päästöarviot perustuvat raporttiin *Carbon Footprint Limits for Common Building Types – methodology update revision* (Ympäristöministeriö, 2023). Annetut arvot kuvaavat viimeaikaisten Suomessa rakennettujen rakennusten tyyppipäästöjä.

Näitä tuloksia on täydennetty elinkaaren vaiheiden A4-A5 (kuljetukset työmaalle ja työmaatoiminnot) päästöillä. Nämä päästöt on määritetty Rakentamisen päästötietokannan (co2data.fi) vakioarvoilla. Osalle rakennustyypeistä ei ollut tarjolla kattavaa lähtötietoa. Näissä tapauksissa päästöjä on arvioitu lähimmin vastaavien rakennustyyppien perusteella.

Tyypillisen rakennustavan mukaisten päästökertoimien taustalla on arvio siitä, miten yleisiä eri runkomateriaalit ovat eri käyttötyypeissä. Käytännössä tämä näkyy esimerkiksi pientalojen kerrostaloja pienemmässä päästökertoimessa. Pientaloissa käytetään kerrostaloja huomattavasti yleisemmin vähähiilistä puurunkoa.

Planectin päästöarviot ovat luotettavimpia asuinkerrostaloille ja toimistoille. Näitä rakennustyyppisiä rakennetaan paljon ja näihin tyyppisiin on myös toteutettu paljon päästölaskelmia. Lisäksi näiden rakennustyyppien tyypillinen toteutustapa on varsin yhtenäinen. Muissa rakennustyypeissä yksittäisten rakennusten väliset erot voivat olla paljon suurempia. Esimerkiksi teollisuusrakennusten päästöt voivat vaihdella valtavasti jo yksin kerroskorkeuden vaihtelun perusteella.

Mikäli käyttäjä määrittelee, että kaava-alueella on määräys puurakentamisesta, käyttää Planect puurunkoon pohjautuvaa päästöarviota. Se on muodostettu suhteuttamalla tyypillisten rakennusten päästöarvioita YM:n raportin (Ympäristöministeriö, 2023) arvioon puurakentamisen vaikutuksista sekä Sitowisen tuottamiin laskelmiin puurakennuksista.

5.3.1.2 Rakennuksen hiilijalanjäljen katto

Käyttäjä voi määritellä rakennuksille hiilijalanjäljen katon, joka rajaa rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen tiettyyn maksimiin per kerrosneliö. Tällöin rakennusten maanpäällisten osien rakentamisen päästöt lasketaan seuraavalla kaavalla:

*Rakennuksen maanpäällisten osien rakentamisen päästöt = Rakennuksen kerrosala * (hiilijalanjäljen katto – arvio energiankulutuksen päästöistä²) – perustamistavan päästöt – päästöt rakennusosien vaihdoille ja elinkaaren lopulle.*

Toisin sanoen Planect laskee ensin muut rakennuksen elinkaaren päästöihin vaikuttavat tekijät, vähentää nämä päästökattoarvosta ja olettaa loppujen päästöjen kohdistuvan rakentamisvaiheeseen.

Mikäli päästökatto asetetaan Planectin rakennustyyppikohtaista oletuspäästöä korkeammaksi, olettaa Planect, että rakennus toteutetaan päästökaton mukaisesti.



versio 1.0

14.5.2024

Päästökatto voi siis periaatteessa myös kasvattaa rakennuksen laskennallisia ilmastopäästöjä.

5.3.1.3 Rakennusten perustusten päästöt

Planect tuottaa automaattisen arvion rakennusten perustamistavasta sekä paaluperustuksen syvyydestä. Koska rakennukset ovat Planectissa toistaiseksi abstrakteja yksiköitä, joilla ei ole tarkkaa sijaintia, perustuu perustamistavan arviointi korttelialueen keskimääräiseen perustamistapaan.

Perustamistavan arviointi pohjautuu samaan rakennettavuusluokkien määrittelyyn, joka esitellään Esirakentaminen-luvussa (katso kohta Rakennettavuusluokkien määrittely). Seuraavassa taulukossa on esitetty tausta-aineistosta löytyvät rakennettavuusluokat ja näihin yhdistettävät perustamistoimenpiteet.



versio 1.0

14.5.2024

Rakennettavuusluokkien pohjalta määritettävät oletusarvot rakennusten perustamistavalle

Perustamistoimenpide	Rakennettavuusluokka
Anturaperustus	1 Helposti rakennettava 2 Normaalisti rakennettava
Paaluperustus	3a Vaikeasti rakennettava pehmeikkö 4 Vaikeasti rakennettava syvä pehmeikkö 5a Erittäin vaikeasti rakennettava syvä pehmeikkö 6 Rakentamiseen erittäin huonosti soveltuva 7 Rakentamiseen erittäin huonosti soveltuva erityisalue
Rakennuspaikan valmistelu rinteeseen käsitellään osana esirakentaminen-osiota	3b Vaikeasti rakennettava rinnemaasto 5b Erittäin vaikeasti rakennettava jyrkkä rinne

Mikäli korttelialue sijoittuu useammalle kuin yhdelle rakennettavuusluokituksen alueelle, arvioidaan perustamistavat niiden prosenttiosuuksina korttelialueen pinta-alasta. Esim. alueella, joka sijoittuu 40 % rakennettavuusluokkaan 2 ja 60 % rakennettavuusluokkaan 3a oletettaisiin, että 40 % rakennusala perustetaan antura- ja 60 % paaluperustuksilla. Perustusten päästöt arvioidaan jakamalla rakennusten kerrosala perustustyyppin (antura tai paalu) mukaisiin osuuksiin ja kertomalla nämä alat perustustyyppien mukaisilla päästökertoimilla.

Käytetyt päästökertoimet pohjautuvat arvioihin, jotka tuotettiin rakennushankkeiden päästölaskelmien tietoja hyödyntäen. Lähteinä toimivat Sitowisen tuottamat, sekä Helsingin kaupungin asunnot Oy / Hekan ja Helsingin kaupungin toimittamat laskelmat. Anturaperustuksen tyyppipäästöt on määritetty erikseen rakennettavuusluokille 1 ja 2. Paaluperustuksissa huomioidaan puolestaan paalutussyvyys.

Paalutussyvyyden vaikutus paaluttamisen päästöihin arvioidaan metrin askelin. Lisäksi paalutussyvyyttä lyhennetään 3 m jokaista kellarikerrosta kohden.

5.3.1.4 Rakennusten maanalaisten tilojen rakentamisen päästöt

Planectissa rakennuksiin ei oletusarvoisesti sisälly maanalaisia tiloja. Käyttäjä voi kuitenkin määritellä rakennuksen yhteyteen sekä rakennuksen alle sijoittuvia kellareita että maanpäällisten osien ulkopuolelle sijoittuvia maanalaisia tiloja. Tämä erottelu on tehty, jotta rakennuksen alle sijoittuvien kellaritilojen arvioinnissa voidaan huomioida rakennuksen korkeuden vaikutus päästöihin. Katso seuraava luku tähän liittyen.

Lukuun ottamatta maanalaista pysäköintiä, maanalaisen rakentamisen päästöt oletetaan vakioksi kaikille käyttötyypeille. Ero maanalaisen pysäköinnin kohdalla



versio 1.0

14.5.2024

johtuu oletetusta korkeammasta kerroskorkeudesta. Maanalainen pysäköinti käsitellään omana rakennustyyppinä (katso kohta Rakennusten maanpäällisten osien rakentamisen päästöt).

Maanalaisen rakentamisen päästöjen arviointia varten korttelialueen pinta-ala jaetaan kallioalueisiin ja muihin alueisiin. Maanalaisen rakentamisen oletetaan vaativan louhintaa tai kaivamista näiden pinta-alojen suhteen mukaisesti. Louhinnan ja kaivamisen päästökertoimien ero perustuu tukiseinien tarpeeseen, kun maanalaisia tiloja rakennetaan muualle kuin kalliolle. Päästöarvio perustuu Sitowisen tuottamiin laskelmiin.

5.3.1.5 Rakennuksen korkeuden vaikutus päästöihin

Planect huomioi rakennuksen korkeuden vaikutusta päästöihin. Vaikutus pohjautuu rakennuksen korkeuden myötä kantavaan runkoon kohdistuvien voimien kasvuun ja tästä syntyvään tarpeeseen kasvattaa rakenteiden mittoja. Rakennuksen kerrosluvun vaikutuksen päästöihin arvioidaan olevan prosenttiosuutena sama maanpäällisissä osissa, kellareissa ja perustuksissa.

Kerrosluvun vaikutus alkaa yhdeksännestä kerroksesta. Yli kahdeksankerroksisten rakennusten rakentamisen päästöjen oletetaan kasvavan suhteessa kerroslukuun. Vaikutus on laskettu kaikille kerrosluvuille. Kerrosluvun vaikutus on arvioitu asiantuntijatyönä, hyödyntäen Sitowisen käytössä olevia laskelmia.

5.3.2 Uudisrakennusten osien vaihdon päästöt

Uudisrakennuksille arvioidaan myös osien vaihdon päästöjä. Päästöjä syntyy esimerkiksi LVIS-järjestelmien uudistamisen yhteydessä. Päästöarviot perustuvat raporttiin Carbon Footprint Limits for Common Building Types – methodology update revision (Ympäristöministeriö, 2023) ja Sitowisen tekemiin laskelmiin. Arvot kuvaavat viimeaikaisten Suomessa rakennettujen rakennusten tyyppipäästöjä.

Vain rakennuksen maanpäälliset osat huomioidaan osien vaihdon päästöissä. Rakennuksen kerrosala kerrotaan rakennustyyppin päästökertoimella, ja osien vaihdon päästöt sijoitetaan elinkaaren vaiheeseen B.

Päästöt sijoitetaan ajallisesti siten, että puolet päästöistä sijoittuu elinkaaren vuoteen 20 ja puolet vuoteen 40. Tämä kuvaa karkeasti sitä, että materiaaliuusinnat tapahtuvat vähitellen rakennuksen elinkaaren aikana.

Mikäli rakennukselle asetettu elinikäodote on alle 50 vuotta, jätetään jälkimmäinen (vuoden 40) materiaaliuusintakokonaisuus huomioimatta. Mikäli rakennukselle asetettu elinikäodote on alle 30 vuotta, oletetaan, että rakennuksessa ei tehdä lainkaan osien vaihtoja.



5.3.3 Uudisrakennusten elinkaaren lopun päästöt

Elinkaaren lopussa syntyviä päästöjä arvioidaan kerrosalan ja käyttötarkoitukseluokan perusteella määrittyvän päästökertoimen avulla. Elinkaaren lopun päästöt liittyvät purkamiseen, materiaalien pois kuljettamiseen, uudelleenkäyttöön, kierrättämiseen, hyödyntämiseen energialähteenä (polttamiseen) ja loppusijoittamiseen. Elinkaaren lopun päästöihin liittyy paljon epävarmuutta.

Elinkaaren lopun ominaispäästöt on arvioitu erikseen eri rakennustyypeille. Käyttäjän määrittelemät vähähiiliset toimenpiteet eivät vaikuta elinkaaren lopun päästöihin. Päästöarviot perustuvat raporttiin *Carbon Footprint Limits for Common Building Types – methodology update revision* (Ympäristöministeriö, 2023) ja Sitowisen tekemiin laskelmiin.

Elinkaaren lopun päästöt ovat teoreettisia ja ne arvioidaan kaikille rakennuksille niiden elinikäodotteesta riippumatta. Päästöt arvioidaan siis 50 vuoden tarkastelujaksolla myös silloin, kun rakennuksen elinikäodote on yli 50 vuotta. Päästöt sijoitetaan elinkaaren vaiheeseen C rakennuksen elinkaaren päättymisvuodelle. Käytännössä päästöt sijoitetaan vuoteen 50, ellei kyseessä ole tilapäinen rakennus.

5.3.4 Uudisrakennusten hiilikädenjäljen laskenta (ilmastohyödyt)

Uudisrakennusten hiilikädenjälki eli ilmastohyödyt lasketaan kerrosalojen ja käyttötyyppikohtaisten kertoimien perusteella. Ilmastohyötyjen tyypit ja niiden ajallinen sijoittaminen Planectissa on esitetty seuraavassa taulukossa.

Uudisrakennusten ilmastohyötyjen osat ja niiden ajallinen sijoittuminen



versio 1.0

14.5.2024

Moduuli	Selite	Ilmastohyötyjen toteutumivuosi
D1 + D2	Materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys, sekä hyödyntäminen energiana (elinkaaren loppu)	Rakennuksen elinkaaren päättymisvuosi
D4	Eloperäiset hiilivarastot	Puurakenteisiin sitoutunut eloperäinen hiili jaetaan vuosille 1-50, uuden metsän kasvua kuvaavaan käyrään pohjautuen ³
D5	Betonin karbonatisoituminen	Rakennuksen elinkaaren päättymisvuosi (Todellisuudessa merkittävää karbonatisoitumista tapahtuu pääasiassa, kun betoni murskataan ja se saa olla ilman kanssa kosketuksissa pitkiä aikoja)

Ilmastohyödyt lasketaan kertomalla kerrosalat tyypillisten rakennustyyppien hiilikädenjäljen laskentakertoimilla. Tyypillisen rakennustavan mukaisesti rakennettujen rakennusten ilmastohyötyjen arviot perustuvat raporttiin *Carbon Footprint Limits for Common Building Types – methodology update revision* (Ympäristöministeriö, 2023).

Mikäli kaava-alueella on määräys puurakentamisesta, käyttää Planect erillistä, puurunkoon pohjautuvaa ilmastohyötyjen arviota. Se on arvioitu suhteuttamalla tyypillisten rakennusten ilmastohyötyjen arvioita YM:n raportin (Ympäristöministeriö, 2023) arvioon puurakentamisen vaikutuksista sekä Sitowisen tuottamiin laskelmiin puurakennuksista.

5.3.5 Korjausrakentamisen ja käyttötarkoituksen muutosten vaikutukset

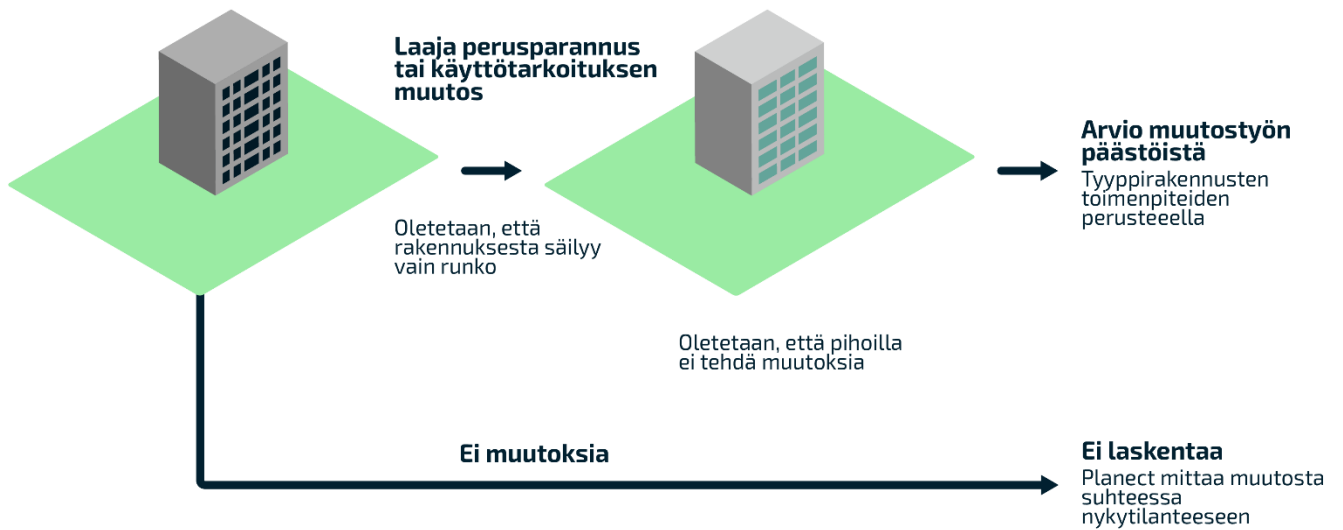
Planect laskee vain laajojen korjaustöiden vaikutuksia. Nämä vaikutukset koskevat käyttötarkoituksen muutoksia ja sellaisia laajoja perusparannuksia, joiden voidaan katsoa syntyvän kaavamuutoksen seurauksena. Tällaisten laajojen muutostöiden päästöjä arvioidaan oheisen kaavion periaatteiden mukaisesti.

³ Ympäristöministeriön ohjeistus eloperäisen hiilen käsittelyyn on epäselvä. Käsittelytapa tulee todennäköisesti vielä muuttumaan.



versio 1.0

14.5.2024



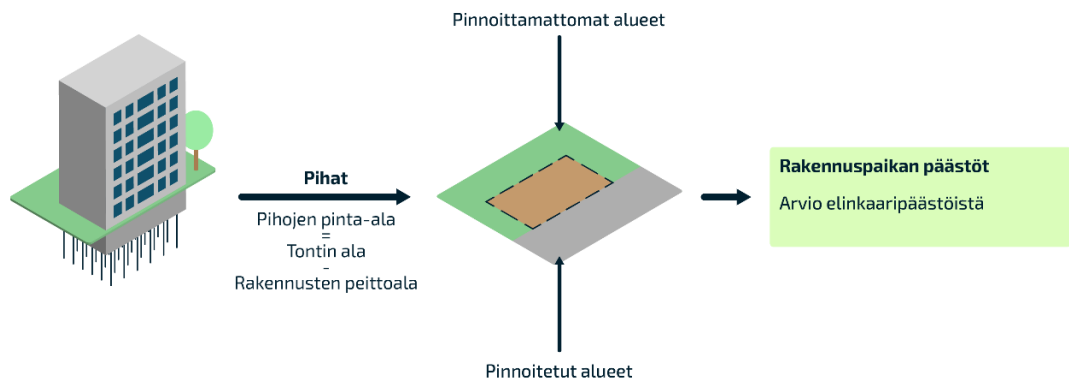
Olemassa olevien rakennusten arvioinnin periaatteet

Laajoille muutostöille on uudisrakennuksia vastaavat kertoimet eri elinkaaren vaiheisiin. Käyttötarkoituksen muutoksessa käytetään uuden käytön mukaista kerrointa. Päästöarviot perustuvat samoihin lähteisiin kuin uudisrakentamisessa. Uudisrakentamisen päästöistä on vähennetty arviotu runkorakenteiden vaikutus Sitowisen tuottamien laskelmien perusteella.

Vaikutukset sijoitetaan ajallisesti samalla periaatteella kuin uudisrakennuksille. Ainoa ero on, että rakennuksen elinikäodote korjausrakentamisessa on aina 50 vuotta.

5.3.6 Pihojen rakentamisen päästöt

Pihojen laskenta tehdään oheisen kuvan periaatteiden mukaisesti koko käyttötarkoitusalueelle, hyödyntäen käyttötarkoitusalueen kaikkien rakennusten tietoja.



Pihojen arvioinnin periaate



versio 1.0

14.5.2024

Pihojen pinta-ala lasketaan vähentämällä korttelialueen pinta-alasta Planectiin syötettyjen uudisrakennusten, peruskorjausten ja käyttötarkoitusten muutosten yhteen laskettu peittoala. Mikäli korttelissa on myös sellaisenaan säilytettäviä rakennuksia, nämä tulee rajata omaksi korttelialueekseen, jotta pihojen rakentamisen laskenta toimii oikein.

Pihojen rakentamisen päästöissä huomioidaan erikseen pinnoitetut ja pinnoittamattomat alueet. Niiden osuudet piha-alasta arvioidaan automaattisesti korttelialueen rakennustyyppien pohjalta. Arvio pihojen pinnoitetusta alueesta saadaan kertomalla pihan pinta-ala arviolla pihojen pinnoitetun alueen osuudesta rakennustyypeittäin. Kertoimet ovat karkeita asiantuntija-arvioita. Jos korttelialueeseen kuuluu useamman kuin yhden käyttötyyppin rakennuksia, arvioidaan pihan pinnoitettujen alueiden osuus rakennustyyppien kerrosalan mukaisesti painotettuna.

Tonttien pinnoitettujen alueiden vaatima maaperän rakennettavuuden parantaminen arvioidaan esirakentaminen-osiossa. Myös maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen muutokset arvioidaan erillisessä osiossa. Kansipihoilla ei ole vaikutusta itse pihojen rakentamisen päästöihin.

Piha-alueiden rakentamisen päästöt lasketaan pihojen pinnoitettujen alueiden ominaispäästöjen perusteella elinkaarivaiheittain. Päästöarviot on tuotettu Sitowisen asiantuntijatyönä luomalla tyyppikohteiden elinkaarilaskelmia.

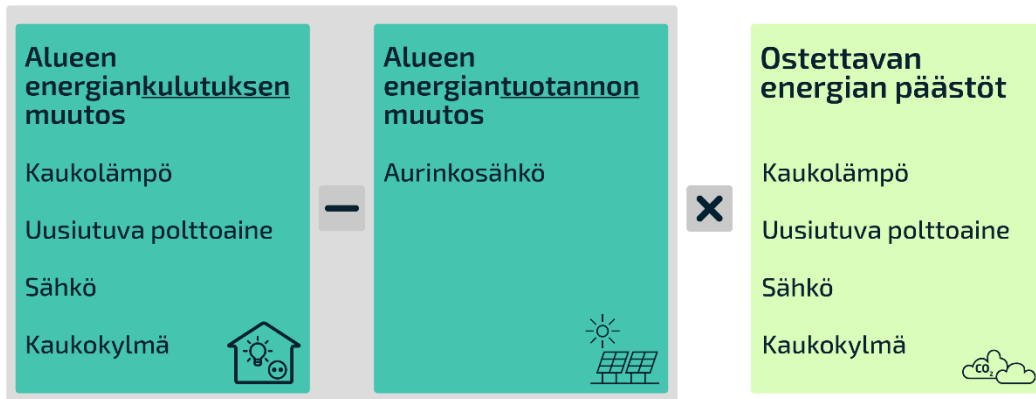
5.4 Energia

Energian päästöjen arvioinnin pohjana on arvio alueen rakennusten sekä katujen ja yleisten alueiden energiankulutuksesta. Tämän lisäksi alueelle voidaan määrittellä uusiutuvaa energiantuotantoa (aurinkosähkö ja lämmitys lämpöpumpulla), joka vähentää ostettavan energian määrää ja sen myötä päästöjä. Alueen bruttoenergiankulutuksen ja alueella tuotetun energian vähennyksestä saatu ostoenergiankulutus lasketaan erikseen neljälle eri energiamuodolle: kaukolämmölle, sähkölle, uusiutuvalla polttoaineelle ja kaukokylmälle. Kulutus lasketaan muodossa kWh / vuosi.



versio 1.0

14.5.2024



Energian päästöjen laskennan peruseriaate

Energiankulutus lasketaan erikseen kaava-alueen jokaiselle rakennusyksikölle⁴ sekä katualueelle 50 vuoden aikasarjana⁵. Rakennusten vuositason energiankulutuksen oletetaan pysyvän samana niiden koko elinkaaren ajan. Koko alueen energiankulutus voi kuitenkin vaihdella vuositasolla, jos rakennuksia rakennetaan alueelle vaiheittain tai niiden eliniät poikkeavat toisistaan.

Koska Planect-laskennassa tarkastellaan kaavan aikaansaamaa päästöjen muutosta verrattuna ns. nollavaihtoehtoon (kehitys nykytilanteen pohjalta ilman kaavaa), ei muuttumattomina säilyvien rakennusten ja liikennealueiden energiankulutus sisälly laskentaan. Laskentaan sisältyy toisin sanoen vain alueen energiankulutuksen muutos:

- uudisrakennusten ja uusien liikennealueiden energiankulutus
- kaavoituksen mahdollistaman korjausrakentamisen (peruskorjaukset ja käyttötarkoituksen muutokset) myötä muuttuva energiankulutus
- rakennusten purkamisen myötä säästyvä energiankulutus

Energiankulutuksen päästöt arvioidaan rakennuksen tai liikennealueen elinkaaren pituisena aikasarjana. Eri energiamuotojen (kaukolämpö, sähkö, uusiutuva polttoaine ja kaukokylmä) kulutusarviot muunnetaan päästöiksi kertomalla vuositason energiankulutus (kWh/a) kutakin elinkaaren vuotta vastaavalla energiamuodon yksikköpäästökertoimella.

⁴ Samalla käyttötarkoituksella sijaitseva, samaa rakennustyyppiä edustava rakennusten kokonaisuus

⁵ Poikkeuksena jos rakennuksen eliniäksi on määritelty alle 50 vuotta, lasketaan energiankulutus vain rakennukselle määritellyn eliniän ajalle.



versio 1.0

14.5.2024

5.4.1 Energiankulutuksen arviointi

Rakennusten luokittelu energiankulutuksen laskennassa

Rakennusten energiankulutuksen arviointiin käytetään kahta eri tapaa rakennuksen tyyppin mukaan. Jos rakennustyyppi kuuluu energiatodistuslainsäädännön piiriin, sovelletaan siihen E-lukupohjaista laskentaa.

Energiatodistuslainsäädännön piiriin kuuluvat rakennukset on luokiteltu yhdeksään eri luokkaan. Ne edustavat keskenään energiankulutuksen puolesta samankaltaisia rakennuksia, joille on annettu laissa yhteinen E-luvun raja-arvo. Jokaiselle rakennusyksikölle määritellään laskennassa sen Energiatodistuslainsäädännön mukainen rakennusluokka.

Energiatodistuslainsäädännön ja Planectin rakennustyyppien vastaavuus

Energiatodistuslainsäädännön mukainen rakennusluokka	Rakennustyyppi Planect-laskennassa
1A-C. Pienet asuinrakennukset	Omakotitalot
1D. Rivitalot ja 2-kerroksiset asuinkerrostalot	Rivitalot
2. Asuinkerrostalot	Asuinkerrostalot
3. Toimistorakennukset	Toimistot Terveyskeskukset
4. Liikerakennukset	Päivittäistavarakaupat Paljon tilaa vaativat erikoistavarakaupat Muut julkiset palvelurakennukset
5. Majoitusliikerakennukset	Hotellit Vanhainkodit, hoitolaitokset ja palvelutalot
6. Opetusrakennukset ja päiväkodit	Koulut Päiväkodit
7. Liikuntahallit, lukuun ottamatta uimahalleja ja jäähalleja	Liikuntahallit
8. Sairaalat	Sairaalat
9. Muut rakennukset	Varastorakennukset
<i>Ei Energiatodistuslainsäädännön mukaista rakennusluokkaa, laskentaan standardiarvojen pohjalta</i>	Pienteollisuus Raskas teollisuus Maanalaiset pysäköintilaitokset Maanpäälliset pysäköintilaitokset (myös kansipihat)



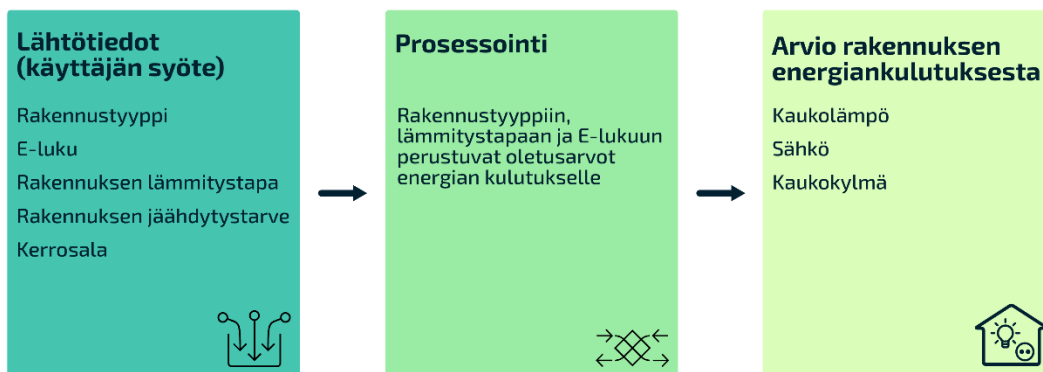
versio 1.0

14.5.2024

Planect-laskennassa käytettävistä rakennustyypeistä varastorakennukset, teollisuuslaitokset ja pysäköintilaitokset eivät kuulu energiatodistuslainsäädännön piiriin. Tästä huolimatta myös varastorakennusten energiankulutus lasketaan E-lukupohjaisesti energiatodistusrekisterin ”Muut rakennukset” luokkaan kuuluvien rakennusten energiankulutusdatan pohjalta. Teollisuuden ja pysäköintilaitosten energiankulutus arvioidaan tätä vastoin asiantuntija-arviona tuotettujen standardiarvojen pohjalta, sillä ”Muut rakennukset”-luokan ei arvioitu kuvaavan niiden energiankulutusta riittävän hyvin.

5.4.1.1 Uudisrakennusten energiankulutus

Uudisrakennusten energiankulutus arvioidaan seuraavien lähtötietojen ja tausta-aineistojen pohjalta:



Rakennuksen lämmitystavan määrittely

Käyttäjä voi määrittellä uudisrakennuksille lämmitystavan (kaukolämpö tai lämpöpumppu), mikäli rakennuksen lämmitystapa on jo kaavavaiheessa tiedossa.

Jos käyttäjä ei määrittele rakennukselle lämmitystapaa, laskenta olettaa rakennuksen lämpöpumppulämmitteiseksi seuraavissa tapauksissa:

- alueella ei ole eikä sinne rakenneta kaukolämpöverkkoa (määritellään käyttäjän syöteen pohjalta)
- rakennukselle määritelty E-luku on niin pieni, että sen alittaa Energiatodistusrekisteriin merkittyjen, rakennustyyppiä edustavien kaukolämmitteisten rakennuksen pienimmän E-luvun

Muussa tapauksessa laskenta olettaa, että osa rakennusten kerrosalasta on kaukolämpö- ja osa lämpöpumppulämmitteistä. Lämmitystapojen osuudet perustuvat energiatodistusrekisterin avoimen datan pohjalta laskettuihin keskimääräisiin lämmitystapaosuuksiin eri rakennusluokissa. Uudisrakennusten lämmitystavat on laskennassa yksinkertaistettu kahteen vaihtoehtoon: kaukolämpöön ja lämpöpumppuun.



versio 1.0

14.5.2024

Lämmitystapojen osuudet on laskettu kuntakohtaisesti, jos rakennusluokkaan kuuluvia uudisrakennuksia löytyi kunnasta vähintään 20 kpl. Muussa tapauksessa laskennassa käytetään koko Suomen rakennuksille laskettuja lämmitystapaosuuksia.

E-lukupohjainen laskenta

Valtaosa rakennuksista kuuluu energiatodistuslainsäädännön mukaisiin rakennusluokkiin. Näille rakennuksille haetaan energiankulutusarvot E-lukupohjaisesti rakennustyyppiin, rakennuksen E-lukuun ja lämmitystapaan pohjautuen.

E-lukupohjaisen laskennan tausta-arvot on tuotettu Energiatodistusrekisterin avoimen datan pohjalta. Tämä data ei vastaa rakennusten todellista energiankulutusta, mutta se on tuotettu YM:n rakennusten ilmastaselvityksen mukaisesti ja vastaa rakennusluvan hakemisen yhteydessä arvioitavaa energiankulutusta.

Energiankulutuksen suhde rakennuksen E-lukuun

Uudisrakennusten energiankulutuksen arviointia varten on tuotettu Energiatodistusrekisterin avoimen datan pohjalta lineaariset mallit, jotka kuvaavat eri rakennustyyppejä edustavien uudisrakennusten lämpö- ja sähköenergian kulutusta suhteessa rakennuksen E-lukuun. Mallin pohjana on käytetty vuonna 2020 tai sen jälkeen rakennettujen rakennusten energiankulutusdataa niiden rakennusten osalta, joiden lämmitystapa on joko kaukolämpö tai lämpöpumppu, ja joiden E-luku ei ylitä lainsäädännön mukaista raja-arvoa.

Erillispientaloista ei ole julkaistu Energiatodistusrekisterissä avointa dataa tietosuojasyistä. Kaukolämmitteisille erillispientaloille käytetään tämän takia samoja energiankulutuksen laskenta-arvoja kuin rivitaloille. Kuitenkin koska todellisuudessa erillistalojen energiankulutus on hieman rivi- ja ketjutaloja suurempaa, skaalataan niiden energiankulutusarviota erillispientaloille hieman ylöspäin. Skaalauskerroin on muodostettu suhteuttamalla vuonna 2021 tai sen jälkeen valmistuneiden pienten asuinrakennusten keskimääräinen E-luku rivitalojen ja 2-kerroksisten kerrostalojen keskimääräiseen E-lukuun ARAn tilastojen pohjalta.

E-luvun määrittely laskennassa

Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) on määritelty raja-arvot rakennusten energiatehokkuuden vertailuluvulle (E-luku) käyttötarkoitukseluokittain. Mikäli käyttäjä haluaa määrittellä rakennuksen E-luvulle kansallista raja-arvoa tiukemman raja-arvon (esim. kaavamääräykseen tai kaupungin tontinluovutusehtoihin pohjautuen), hän voi määrittellä rakennuksille E-lukuvaatimuksen joko absoluuttisena E-lukuna tai muodossa "-X% kansallisesta E-luvun raja-arvosta".

Jos käyttäjä ei määrittele rakennukselle E-lukuvaatimusta, haetaan rakennukselle energiankulutus rakennustyyppin oletusarvoisen E-luvun pohjalta. Kunkin rakennusluokan E-luvun oletusarvot pohjautuvat siihen kuuluvien uudisrakennusten



versio 1.0

14.5.2024

keskimääräiseen E-lukuun Energiatodistusrekisterissä. Suurempiin kuntiin nämä oletusarvot on laskettu kuntakohtaisesti.

Standardiarvoihin pohjautuva energiankulutuksen laskenta

Rakennustyypeille ”Pienteollisuus”, ”Raskas teollisuus”, ”Maanalaiset pysäköintilaitokset” ja ”Maanpäälliset pysäköintilaitokset” ei arvioida energiankulutusta E-lukuperusteisesti, sillä ne eivät kuulu energiatodistuslainsäädännön piiriin eikä Energiatodistusrekisterin luokka ”Muut rakennukset” kuvaa niiden energiankulutusta riittävän tarkasti. Kyseisille rakennustyypeille ei ole standardoitua tapaa laskea E-lukulaskennan mukaista energiankulutusta, vaan laskenta pohjautuu rakennusten oletettuun käyttöön ja tekniikkaan.

Laskennassa käytettävät energiankulutuksen oletusarvot perustuvat pysäköintirakennusten osalta asiantuntija-arvioon eri pysäköintirakennustyyppien tavanomaisista teknisistä vaatimuksista ja käyttöajoista. Pysäköintilaitosten energiankulutusarvot on eritelty laskennassa sen mukaan, onko pysäköintilaitos lämmin, puolilämmin vai lämmittämätön. Teollisuusrakennuksissa energian tarve voi vaihdella paljon toiminnan luonteeseen perustuen. Kulutukset määritettiin työkaluun Sitowisen suunnittelemien teollisuuskohteiden kulutusten perusteella.

Näiden rakennustyyppien oletuksena on, että rakennusten lämmitystapa on kaukolämpö. Mikäli rakennusten lämmitystavaksi määritellään lämpöpumppu, lasketaan niiden lämmitysjärjestelmän sähkönkulutus lämpöpumpun arvioidun hyötysuhteen pohjalta.

5.4.1.2 Korjausrakentamisen ja purkamisen vaikutus energiankulutukseen

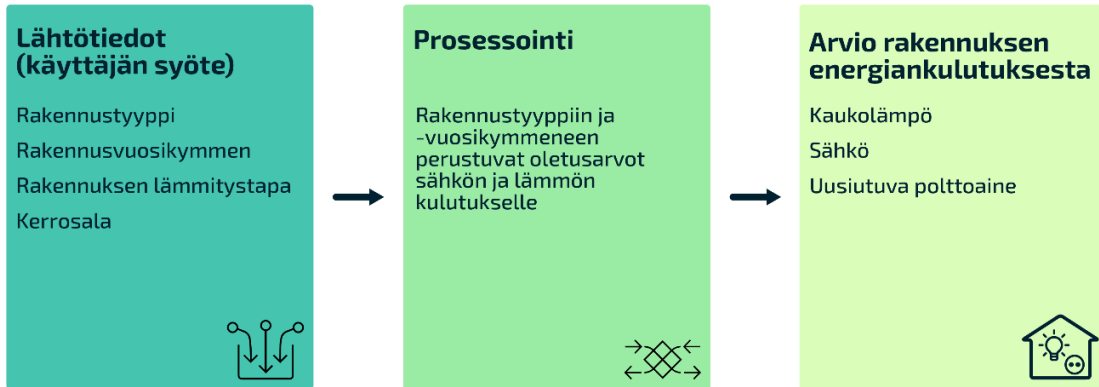
Purettavien ja muutettavien tai peruskorjattavien rakennusten energiankulutus sisältyy arviointiin, sillä Planect tarkastelee kaavan aiheuttamaa muutosta verrattuna ns. nollavaihtoehtoon, jossa kaava-alueella ei toteuteta muutoksia. Rakennuksen purkaminen tai merkittävä saneeraus on muutos, joka vaikuttaa kyseisen rakennuksen ja sen myötä kaava-alueen energiankulutuksen päästöihin verrattuna nollavaihtoehtoon. Vastaavasti muuttumattomina säilyvien rakennusten energiankulutusta ei arvioida, sillä se ei muutu kaavan myötä nollavaihtoehtoon verrattuna.

Kaavan myötä purettavien rakennusten purkamisen myötä säästyvä energiankulutus arvioidaan seuraavien lähtötietojen ja tausta-aineistojen pohjalta. Purettavien rakennusten kohdalla laskennan tulos on negatiivinen, sillä alueen energiankulutus vähenee purkamisen myötä.

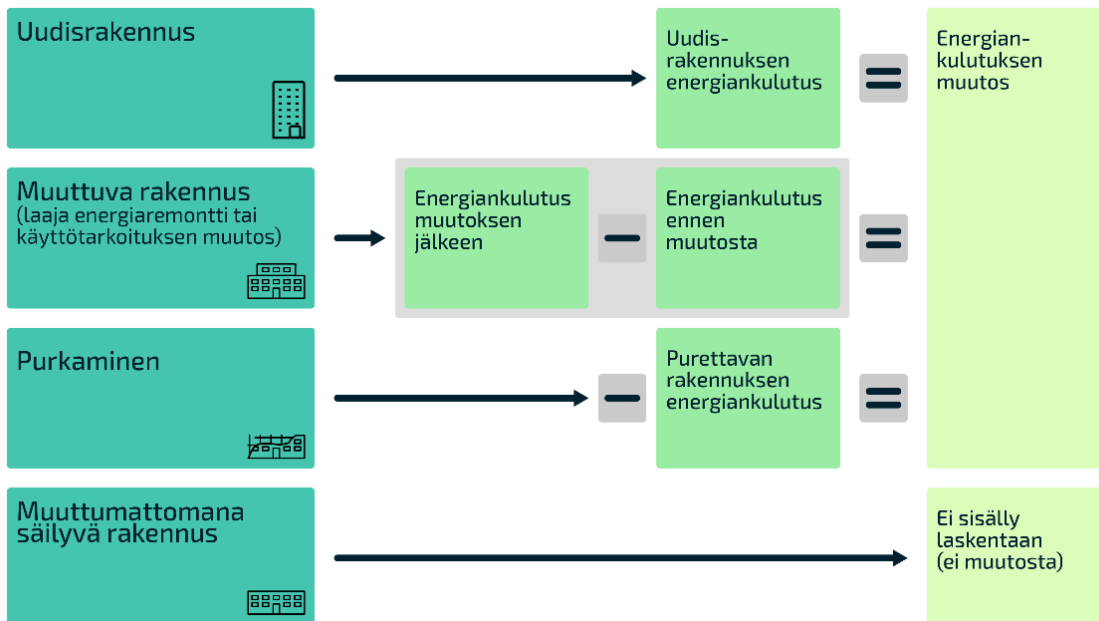


versio 1.0

14.5.2024



Muuttuville rakennuksille (peruskorjaukset ja käyttötarkoituksen muutokset) lasketaan muutosta edeltävä energiankulutus samalla tavoin kuin purettaville rakennuksille, ja muutoksen jälkeinen energiankulutus samalla tavoin kuin uudisrakennuksille. Näiden erotuksena saadaan muutostoimenpiteen vaikutus kaava-alueen energiankulutukseen. Peruskorjauksen kohdalla tulos on negatiivinen, sillä rakennuksen energiankulutus vähenee korjauksen myötä. Käyttötarkoituksen muutos voi teoriassa aiheuttaa myös lisääntyvää energiankulutusta siinä tapauksessa, että uusi käyttötarkoitus on vanhaa energiaintensiivisempi.



Energiankulutuksen muutoksen laskenta

Olemassa olevien rakennusten lämmitystavan määrittely

Muuttuvien rakennusten lämmitystapa otetaan huomioon energiankulutuksen laskennassa. Rakennuksille voi määritellä lämmitystavan seuraavista vaihtoehdoista: kaukolämpö, lämpöpumppu, sähkölämmitys, fossiilinen polttoaine, uusiutuva polttoaine tai ei tiedossa.



versio 1.0

14.5.2024

Jos lämmitystavaksi määritellään ”ei tiedossa”, määritetään lämmitystapa laskentaan eri vuosikymmeninä rakennettujen rakennusten tilastollisen lämmitystapajakauman pohjalta. Tilasto on koottu Energiatodistusrekisteriin ilmoitettujen, ennen vuotta 2020 rakennettujen rakennusten tiedoista.

Jos alueella ei ole kaukolämpöverkkoa, lasketaan lämmitystapaosuudet muiden lämmitystapojen kuin kaukolämmön osuuksien pohjalta. Lisäksi laskennassa oletetaan, että fossiilisella polttoaineella lämpiävät rakennukset siirtyvät lähitulevaisuudessa kaukolämpöön ja/tai lämpöpumppulämmitykseen rakennustyyppiä vastaavien uudisrakennusten lämmitystapaosuuksien mukaisesti.

Olemassa olevien rakennusten sähkön ja lämmön kulutuksen arviointi

Olemassa oleville rakennuksille on laskettu Energiatodistusrekisterin datan pohjalta keskiarvot eri vuosikymmeninä rakennettujen, eri rakennustyyppisiin kuuluvien rakennusten kaukolämmön ja sähkön kulutuksesta. Keskiarvot on laskettu vuosikymmenille 1920–2010, minkä lisäksi ennen vuotta 1920 rakennetuille rakennuksille on laskettu yhteinen keskiarvo.

Mikäli rakennustyyppi ei kuulu E-lukupohjaisen laskennan piiriin (ks. Rakennusten luokittelu), käytetään olemassa oleville rakennuksille samoja energiankulutuksen standardiarvoja kuin uudisrakennuksillekin.

Mikäli rakennuksen lämmitystapa on sähkö, oletetaan rakennukselle lämmönkulutuksen sijaan tausta-arvojen lämmönkulutusta vastaava määrä sähkönkulutusta. Jos rakennuksen lämmitystapa on lämpöpumppu, oletetaan asiantuntija-arvion pohjalta sen sähkönkulutuksen vastaavan tyyppillistä kaukolämmön kulutusta jaettuna lämpöpumpun arvioidulla hyötysuhteella.

5.4.1.3 Liikennealueiden energiankulutus

Liikennealueiden energiankulutus arvioidaan toistaiseksi samoin periaattein kuin HAVA-menetelmässä⁶:

Helsingin kaupunkiympäristön toimialan arvio katualueiden sähkönkulutuksesta vuonna 2020 oli 12,51 kWh/a/m. Tyyppillisen kadun leveys on 24 m. Tämä perustuu arvioon, että tyyppillisimmät katutyypit (katumetreissä mitattuna) ovat alueelliset ja paikalliset kokoojakadut. Kokoojakatujen keskileveys on otettu ohjeessa Katutilan mitoitus (Helsingin kaupunki 2014) olevista tyyppipoikkileikkauksista. Kun edellinen arvo jaetaan tällä leveydellä, saadaan arvio katujen pinta-alaan pohjautuvasta sähkönkulutuksesta: 0,52 kWh/a/m². Tätä arvoa käytetään laskelmassa kaikille yleisille alueille, paitsi virkistysalueille.

Helsingin kaupunkiympäristön toimialan antaman arvion mukaan katujen sähkönkulutus tulee pienemään 2,5 % vuodessa. Vaikka annettu arvio valaistuksen sähkönkulutuksesta on hyvin karkea, antaa tämän pohjalta tehty

⁶ Helsingin kaupungille vuosina 2019–2020 toteutettu Planectia edeltänyt laskentamenetelmä.



versio 1.0

14.5.2024

laskelma kokonaisvaltaisemman kuvan alueen energiankulutuksesta, kuin arvio, jossa katuvalaistus puuttuu kokonaan.

5.4.2 Rakennusten aurinkosähkön tuotanto

Planect-laskurissa voi määrittellä vaatimuksen aurinkosähkön tuotannosta kaava-alueella uudisrakennuksille sekä peruskorjauksille ja käyttötarkoituksen muutoksille. Mikäli vaatimus määritellään, oletetaan aurinkosähkön tuotannon määräksi kullekin rakennustyyppille tyypillinen tuotantomäärä, joka on enintään 10 % rakennuksen sähkönkulutuksesta. Oletusarvoa voi tarkentaa korkeammaksi, mikäli kaava-alueella vaaditaan sitä suurempaa aurinkosähkön tuotantoa. Aurinkosähkön tuotantoa ei toistaiseksi voi määrittellä yli 100 prosenttiin rakennusten sähkönkulutuksesta, jolloin tuotettu ylijäämäenergia käsiteltäisiin laskennassa ilmastohyötynä.

Jos aurinkosähkön tuotannosta ei ole määritetty lainkaan vaatimusta, oletetaan rakennuksiin joka tapauksessa vähäistä aurinkosähkön tuotantoa. Sen määrän arviointi perustuu Energiatodistusrekisterin tilastot-julkaisun rakennusluokkakohtaisiin tietoihin niiden uudisrakennusten osuudesta, joissa on aurinkosähkön tuotantoa. Osuus haetaan kuntakohtaisesti niihin kuntiin, joihin tilasto oli kuntakohtaisesti saatavilla. Tämä arvo kerrotaan rakennustyyppille oletusarvoisella aurinkoenergian tuotannon määrällä.

5.4.3 Energiankulutuksen päästöt

Energiankulutuksen päästöt arvioidaan rakennuksen tai liikennealueen elinkaaren pituisena aikasarjana. Elinkaaren oletuspituus on laskennassa 50 vuotta, mutta rakennuksille voidaan määrittellä myös tätä lyhyempi käyttöikä. Eri energiamuotojen kulutusarvot muunnetaan päästöiksi kertomalla vuositason energiankulutus (kWh/a) kutakin elinkaaren vuotta vastaavalla energiamuodon yksikköpäästökertoimella.

5.4.3.1 Kansalliset päästökehitysennusteet

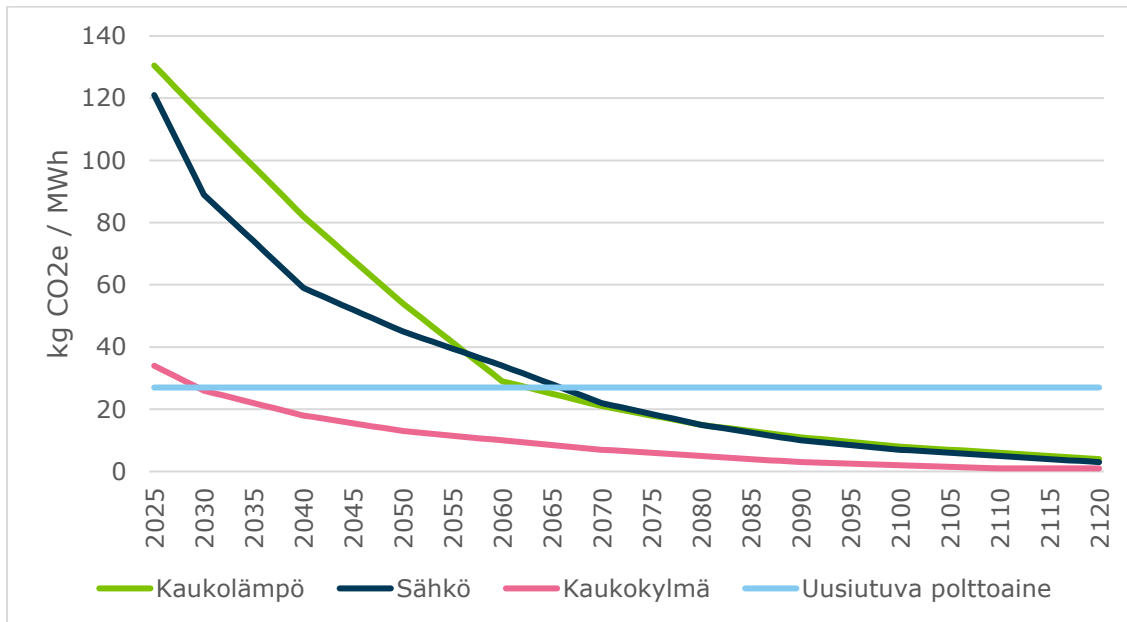
Energiankulutuksen päästöjen laskennassa käytetään Kansallisen rakentamisen päästötietokannan (co2data.fi) vuositasolle muunnettuja päästökehitysennusteita kaukolämmölle, sähkölle, uusiutuvalla polttoaineelle ja kaukokylmälle. Nämä päästökehitysennusteet ovat käytössä myös ympäristöministeriön rakennusten ilmastaselvityksessä. Kaukolämmön, sähkön ja kaukokylmän osalta laskennassa käytetään hyödynjakomenetelmän mukaisesti laskettuja ennusteita.

Kansalliset energiantuotannon päästökehitysennusteet on visualisoitu alla olevassa kuvaajassa. Uusiutuvan polttoaineen päästöjen on arvioitu pysyvän vuositasolla samana, siinä missä muiden laskennassa käytettyjen energiamuotojen päästöjen on arvioitu vähenevän vuositasolla puhtaampiin energianlähteisiin siirryttäessä.



versio 1.0

14.5.2024



Energiantuotannon kansalliset päästökkehitysennusteet (co2data.fi)

5.4.3.2 Kaukolämmön kaupunkikohtaiset päästöt

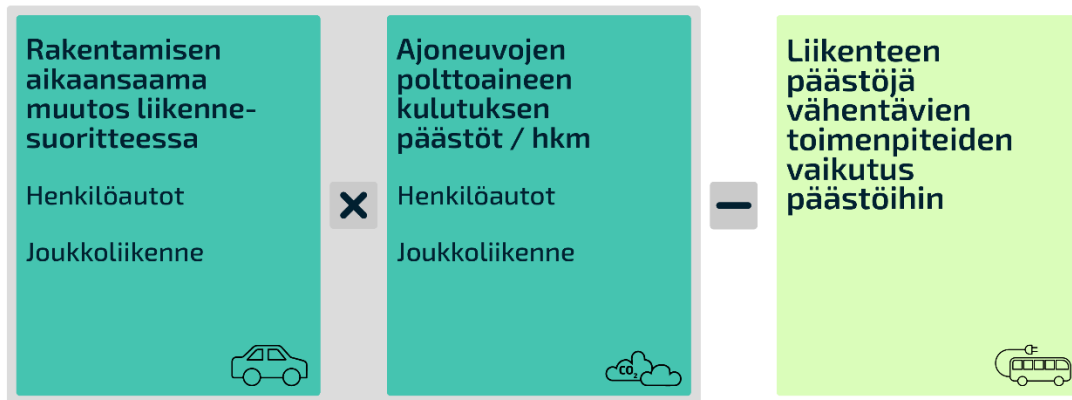
Kaukolämmön päästöt vaihtelevat paljon alueittain riippuen kaukolämpöyhtiön tuotannon energiamuotojakaumasta. Tästä syystä laskennassa huomioidaan kunnan kaukolämpöyhtiön tuotannon päästöt seuraavasti. Laskentatapa pohjautuu FIGBC:n Hiilineutraalin rakennetun alueen määritelmässä (2023) esitettyihin periaatteisiin.

- 1 Kaupungin kaukolämpöyhtiön tuorein hyödynjakomenetelmän mukaisesti laskettu päästökerroin ja kaukolämmön tuotantojakauma haetaan Paikallisvoiman Kaukolämmön päästölaskurista (klpaastolaskuri.fi).
- 2 Kaukolämmön päästölaskurissa ilmoitettu päästökerroin sisältää vain Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaiset CO₂-päästöt, joten päästökerrointa täydennetään arviolla poltossa syntyvistä muiden kasvihuonekaasujen päästöistä sekä polttoaineiden ja voimalaitosten tuotannon elinkaaripäästöistä. Tämä tehdään Kaukolämmön päästölaskurissa ilmoitetun tuotantojakauman sekä kansallisen päästötietokannan ennusteiden laskennassa käytettyjen kertoimien pohjalta. Näin tulokseksi saatava, myös lämmöntuotannon epäsuorat päästöt sisältävä CO₂e-päästökerroin on vertailukelpoinen kansallisen ennusteen kanssa.
- 3 Laskennassa käytetään kohdassa 2 määriteltyä kaupungin kaukolämpöyhtiön nykyhetken päästökerrointa niin kauan, kuin se on kansallista ennustetta (ks. edellinen luku) matalampi.



5.5 Liikenne

Liikenteen päästöjen arvioinnin pohjana on arvio muutoksesta kaava-alueen liikennesuoritteessa. Kertomalla henkilöautojen ja joukkoliikenteen suoritteiden muutos eri kulkumuotojen polttoaineen kulutuksen yksikköpäästöillä saadaan tulokseksi kaavan vaikutus alueen tuottaman liikenteen päästöihin. Käyttäjä voi määrittellä Planectissa myös liikenteen päästöjä vähentäviä toimenpiteitä, joiden perusteella arviota alueen tuottamista liikenteen päästöistä skaalataan alaspäin.



Toimintojen tuottaman liikenteen päästöt lasketaan erikseen kaava-alueen jokaiselle rakennusyksikölle⁷ 50 vuoden aikasarjana⁸. Niiden pohjalta lasketaan liikenteen päästöt vuositasolla. Toimintojen aikaansaaman liikennesuoritteiden ja sen kulkutapaosuuksien oletetaan laskennassa pysyvän samana niiden koko elinkaaren ajan. Koko alueen tuottama liikennesuorite voi kuitenkin vaihdella vuositasolla, jos rakennuksia rakennetaan alueelle vaiheittain ja niiden eliniät poikkeavat toisistaan.

Koska Planect-laskennassa tarkastellaan kaavan aikaansaamaa päästöjen muutosta verrattuna ns. nollavaihtoehtoon (kehitys nykytilanteen pohjalta ilman kaavaa), ei muuttumattomina säilyvien rakennusten tuottama liikenne sisälly laskentaan.

Laskentaan sisältyy toisin sanoen vain alueen toimintojen tuottaman liikennesuoritteiden ja sen päästöjen muutos:

- uudisrakennusten toimintojen tuottama liikenne
- kaavoituksen mahdollistaman korjausrakentamisen (käyttötarkoituksen muutokset) myötä muuttuva liikennetuotos
- rakennusten ja liikennealueiden purkamisen myötä poistuva liikennetuotos

Laskentaan sisältyvät vain yhdensuuntaiset matkat. Tämä oletus perustuu siihen, että valtaosan alueen henkilöauto- ja joukkoliikennematkoista oletetaan suuntautuvan kaava-alueen ulkopuolelle tai lähtevän sieltä. Tällöin kaksoislaskennan

⁷ Samalla käyttötarkoituksella sijaitseva, samaa rakennustyyppiä edustava rakennusten kokonaisuus

⁸ Poikkeuksena jos rakennuksen eliniäksi on määritetty alle 50 vuotta, lasketaan liikenteen päästöt vain rakennukselle määritellyn eliniän ajalle.

välttämiseksi alueelta lähtevät matkat lasketaan alueen liikennetuotokseksi, kun taas alueelle muualta saapuvat matkat lasketaan niiden lähtöalueen liikennetuotokseksi.

Liikenteen päästölaskentaan sisältyy toistaiseksi vain henkilöliikenne (ei tavara- eikä huoltoliikennettä). Henkilöliikenteen laskentaan sisältyvät kulkumuodot ovat joukkoliikenne ja henkilöauto - kävelyllä ja pyöräilyllä ei arvioida ilmastovaikutuksia.

Liikenteen päästöt lasketaan alueen henkilöauto- ja joukkoliikennesuoritteiden pohjalta kertomalla kulkumuodon vuosisuorite kulkumuodon vuosikohtaisella päästökertoimella, joka muuttuu vuositason ajoneuvokannan kehitysennusteen mukaisesti. Laskentaan lisätään polttoaineiden pakoputkipäästöjen lisäksi myös arvio liikenteen kuluttaman sähkön ja polttoaineiden tuotannon päästöistä.



Liikenteen päästöjen laskennan peruseriaate

5.5.1 Alueen liikennesuoritteiden laskenta

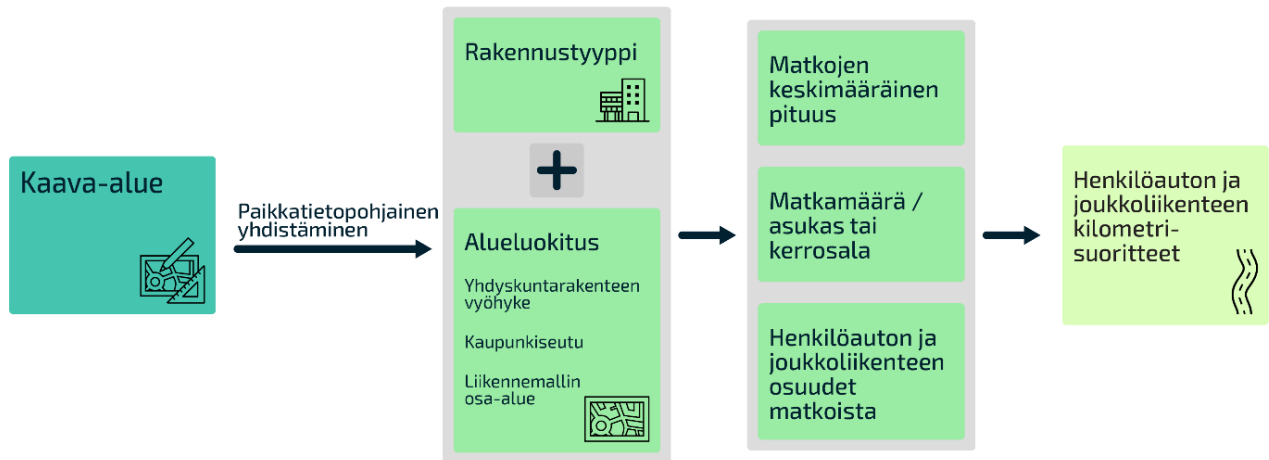
Rakentamisen aikaansaama muutosta kaava-alueen liikennesuoritteissa arvioidaan yhdistämällä kaava-alue paikkatietopohjaisesti alueluokitukseen. Yhdistämällä alueluokitukset käyttäjän syöttämiin tietoihin rakentamisesta kaava-alueella haetaan laskennan tausta-aineistoista tunnuslukuja liikennesuoritteiden laskentaan.

Laskennan tausta-aineistona hyödynnetään seudullisista liikennemalleista saatua dataa Helsingin (HSL- alue ja KUUMA-kunnat), Lahden, Tampereen, Turun, Jyväskylän, Joensuun ja Oulun kaupunkiseuduilla. MuillMuilla alueilla laskenta pohjautuu kansallisiin seutu- ja vyöhykeluokitukseen. Liikennemallien tunnusluvut kuvaavat vuotta 2040, muut aineistot nykyhetkeä tai tutkimuksen tekohetkeä.

Liikennesuoritteiden laskennassa on seuraavat vaiheet, jotka avataan tarkemmin seuraavissa kappaleissa:

versio 1.0

14.5.2024



Liikennesuoritteiden laskennan vaiheet.

5.5.1.1 Kaava-alueen paikkatietopohjainen yhdistäminen alueluokituksiin

Kaava-alue yhdistetään liikennesuoritteiden laskennan tunnuslukujen hakemista varten paikkatietopohjaisesti seuraaviin alueluokituksiin:

Paikkatietoaineisto	Kuvaus
SYKEN matkasuoriteaineiston alueluokitus	”Päivittäisen liikkumisen tunnusluvut ja hiilidioksidipäästöt kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen vyöhykkeillä 2017 sekä maaseutualueilla”-julkaisuun (Rehunen, 2019) pohjautuva alueluokitus, joka on luotu SYKEN avoimien paikkatietoaineistojen pohjalta.
Matkatuotokäsikirjan kuntaryhmät	”Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa”-julkaisuun (Kalenoja ym., 2008) pohjautuva kaupunkiseutuluokitus, joka on luotu Tilastokeskuksen avoimien paikkatietoaineistojen pohjalta.
HLT2021-tutkimuksen seutujako	Henkilöliikennetutkimuksen 2021 kaupunkiseutujulkaisuihin pohjautuva seutujako.
Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet	SYKEN avoin Yhdyskuntarakenteen vyöhykkeet 2021 -paikkatietoaineisto.
Liikennemallien osa-alueet	Laskennassa käytettävien liikennemallialueiden osa-aluejakoa kuvaavista paikkatietoaineistoista koostettu aineisto.

Käyttäjä voi määritellä, että alueen joukkoliikenteen palvelutasoa kehitetään kaavoituksen myötä. Tämän tiedon pohjalta arvioidaan, muuttuuko alueen yhdyskuntarakenteen vyöhyke nykyhetkestä.



versio 1.0

14.5.2024

5.5.1.2 Liikenteen tunnuslukujen ja suoritteen laskenta

Kun kaava-alue on yhdistetty paikkatietopohjaisesti alueluokituksiin, Planect hakee taustatietokannasta niihin pohjautuvat tunnusluvut liikennesuoritteen laskentaan. Laskenta-arvot haetaan erikseen jokaiselle rakennustyypille.

Tunnuslukujen lähteet ja laskentamenetelmät on kuvattu tarkemmin alla. Moni tunnusluvusta haetaan eri lähteistä eri rakennustyypeille. Viitatu tunnuslukujen lähteet ovat:

Lyhenne	Lähde
Liikennemallit	Seudullisten liikennemallien tarkastelu vuosi 2040
SYKE matkasuoriteanalyysit	Rehunen (2019). Päivittäisen liikkumisen tunnusluvut ja hiilidioksidipäästöt kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen vyöhykkeillä 2017 sekä maaseutualueilla. Suomen ympäristökeskus.
Matkatuotokäsikirja	Kalenoja ym. (2008). Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa. Ympäristöministeriö.
HLT 2021	Traficom (2023) Henkilöliikennetutkimus 2021.
Helsingin kaupunki-suunnitteluvirasto	Kaupun kaavoitus Helsingissä, osa 1. Päivittäistavarakauppa. (2008)

Matkaluku

Matkaluku on kulkumuodosta riippumaton luku, joka kuvaa kuinka monta (lähtevää/yhdensuuntaista) matkaa rakennustyypin mukaiset toiminnot tuottavat vuorokaudessa 100 kerrosneliötä kohden.

Rakennustyyppi	Tunnusluvun lähde
Asuinrakennukset	SYKE-matkasuoriteanalyysit, matkojen lukumäärä/as./vrk <ul style="list-style-type: none"> Skaalataan koskemaan vain kotiperäisiä matkoja HLT 2021:stä saadun kertoimen avulla Muutetaan asukaskohtainen matkamäärä (matk./as./vrk) kerrosneliöitä koskevaksi matkamääräksi (matk./100km²/vrk) Tilastokeskuksen asumisväljyytilaston pohjalta Huomioidaan Matkatuotokäsikirjan mukainen vierailumatkojen korjauskerroin (asuinrakennus synnyttää muutakin liikennettä kuin vain siinä asuvien matkoja) Huomioidaan vain toinen suunta (/2)
Muut rakennustyypit	Matkatuotokäsikirja, käyntiä/100k-m ²



versio 1.0

14.5.2024

Matkaluvun laskentamenetelmä on yhtenäinen sekä liikennemallialueilla että niiden ulkopuolella. Tähän on päädytty, koska eri liikennemalleista saatujen matkalukujen muuttamiseen koskemaan vain kotiperäisiä matkoja liittyy liikaa epävarmuuksia luotettavien ja vertailukelpoisten tulosten saamiseksi.

Kulkumuoto-osuus (henkilöauto ja joukkoliikenne)

Kulkumuoto-osuus kuvaa henkilöauton (ml. matkustajat) ja joukkoliikenteen osuuksia kaikista rakennustyyppiin liittyvistä matkoista.

Rakennustyyppi	Tunnusluvun lähde
Asuinrakennukset	Liikennemallialueet: Liikennemallista saatu kyseiseltä osa-alueelta lähtevien matkojen (HELMET/TALLI) tai osa-alueella asuvien asukkaiden tekemien matkojen (Brutus-mallit) kulkumuotojakauma. Muut alueet: SYKE-matkasuoriteanalyysit, alueella asuvien tekemien matkojen kulkumuotojakauma.
Kaupat	Matkatuotoskäsikirja, kaupan tyyppin mukaisella jaottelulla. Pt-kaupan kulkumuoto-osuuksia kaupan koon perusteella Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuun perustuen
Muut rakennustyypit	Lähtökohtana asuinrakennuksille laskettu kaikkia matkoja koskeva kulkumuotojakauma, jota skaalataan HLT 2021:n mukaisella kyseisen matkatyyppin kulkumuotojakauman suhteella kaikkien matkojen kulkumuotojakaumaan.

Henkilöauton keskikuormitus

Henkilöauton keskimääräinen kuormitusaste (hlö/ajoneuvo) kyseiseen rakennustyyppiin liittyvillä matkoilla.

Rakennustyyppi	Tunnusluvun lähde
Asuinrakennukset	Matkatuotoskäsikirja, henkilöauton keskikuormitus kotiperäisillä matkoilla
Kaupat, toimistot, koulut, liikuntahallit, julkiset palvelurakennukset, teollisuus	Matkatuotoskäsikirja, henkilöauton keskikuormitus eri matkatyypeillä
Muut rakennustyypit	HLT 2021, henkilöauton keskikuormitus eri matkatyypeillä

Matkan keskipituus (henkilöauto ja joukkoliikenne)

Matkan keskipituus kuvaa henkilöauton ja joukkoliikenteen keskimääräistä matkapitua kyseiseen rakennustyyppiin liittyvillä matkoilla.



versio 1.0

14.5.2024

Rakennustyyppi	Tunnusluvun lähde
Asuinrakennukset	<p>Liikennemallialueet: Liikennemallista saatu kyseiseltä osa-alueelta lähtevien matkojen (HELMET/TALLI) tai osa-alueella asuvien asukkaiden tekemien matkojen (Brutus) keskimääräiset matkapituudet henkilöautolle ja joukkoliikenteelle.</p> <p>Muut alueet: SYKE-matkasuoriteanalyysit, alueella asuvien tekemien matkojen keskimääräiset matkapituudet henkilöautolle ja joukkoliikenteelle.</p>
Muut rakennustyypit	Lähtökohtana asuinrakennuksille laskettu kaikkia matkoja koskeva keskimääräinen matkapituus (liikennemalli tai SYKE), jota skaalataan HLT 2021:n mukaisella kyseisen matkatyyppin keskipituuden suhteella kaikkien matkojen keskipituuteen.

Liikennesuorite

Liikennesuorite lasketaan edellä esitettyjen tunnuslukujen pohjalta seuraavasti:

- **Henkilöauton liikennesuorite (km/vrk)** = Matkaluku * HA kulkumuoto-osuus / HA keskikuormitus * HA matkan keskipituus
- **Joukkoliikenteen liikennesuorite (hkm/vrk)** = Matkaluku * JL kulkumuoto-osuus * JL matkan keskipituus

Keskimääräinen vuorokausisuorite skaalataan vuosisuoritteeksi kertomalla vuorokausisuorite kertoimella 365 (vuorokausien määrä vuodessa).

5.5.2 Liikenteen päästöjen laskenta

Liikenteen päästöt lasketaan alueen henkilöauto- ja joukkoliikennesuoritteen pohjalta kertomalla kulkumuodon vuosisuorite kulkumuodon vuosikohtaisella päästökertoimella. Liikenteen ilmastopäästöt lasketaan kaava-alueen elinkaaren pituisena aikasarjana, jossa liikennesuorite oletetaan vuositasolla vakioksi, mutta päästökertoimen oletetaan muuttuvan vuosittain ajoneuvokannan kehitysennusteen mukaisesti.

5.5.2.1 Henkilöautoliikenteen päästöt

Henkilöautoliikenteen päästöt lasketaan seuraavasti:

- **Henkilöautojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km]** = Polttomoottoriautojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km] * Polttomoottoriautojen osuus HA-ajosuoritteesta + Sähköautojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km] * Sähköautojen osuus HA-ajosuoritteesta
- **Henkilöautojen päästöt [kg CO₂e/a]** = henkilöautojen ajoneuvosuorite [km/a] * Henkilöautojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km]



versio 1.0

14.5.2024

Polttomoottoriautojen ja sähköautojen yksikköpäästöjen ennusteet muodostetaan kuntakohtaisesti seuraavien muuttujien pohjalta:

Polttomoottoriautojen ja sähköautojen osuudet HA-ajosuoritteesta

Sähköautojen osuus henkilöautojen ajosuoritteesta arvioidaan Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) kansallisen perusennusteen pohjalta. Sähköautojen osuutta skaalataan huomioimaan kaupunkikohtaiset erot autokannan kehityksessä Traficom ajoneuvorekisterin pohjalta muodostetuilla arvioilla siitä, mikä on sähköautojen osuus nykyhetken autokannasta eri kaupungeissa. Se osa autokannasta, joka ei ole sähköautoja, oletetaan laskennassa polttomoottoriautoiksi.

Polttomoottoriautojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km]

Laskennassa käytettävä ennuste polttomoottoriautojen yksikköpäästöjen kehityksestä pohjautuu LVM:n kansalliseen ajoneuvokannan kehitysennusteeseen (2021) sekä Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattorin polttoaineiden yksikköpäästökertoimiin. Ennustetta on jatkettu lineaarisesti vuoden 2050 jälkeisille vuosille.

Bensiinin ja dieselin bio-osuuksien kehitys on arvioitu tulevan polttoaineiden jakeluvaihteen pohjalta (Hallitusohjelma 2023). Jakeluvaihteen mukainen biopolttoaineiden kokonaisuus on oletettu saavutettavan niin, että bensiinin bio-osuus on 10 % (ajoneuvotekninen maksimi), kaasun 100% (vastaa vuoden 2023 tilannetta) ja loput jakeluvaihteesta saavutetaan biodieselin avulla.

Näin muodostettua ennustetta polttomoottoriautojen yksikköpäästöistä on skaalattu kuntakohtaisesti Traficom ajoneuvorekisterin avoimen datan pohjalta. Suhteuttamalla kunnan polttomoottorikäyttöisen ajoneuvokannan keskimääräiset hiilidioksidipäästöt koko Suomen keskimääräisiin henkilöautojen hiilidioksidipäästöihin saadaan muodostettua suhdeluku, joka kuvaa kunnan ajoneuvojen keskimääräisiä päästöjä suhteutettuna valtakunnalliseen keskiarvoon.

Sähköautojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km]

Sähköautojen yksikköpäästöt arvioidaan kertomalla arvio sähköautojen energiankulutuksesta (kWh/km) sähkön valmistuksen ja hankinnan päästöillä (kg CO₂e/kWh). Arvio sähköautojen energiankulutuksesta on peräisin VTT:n ALIISA-autokantamallista (2019). Sähkön tuotannolle käytetään samaa kansallista päästökehitysennustetta kuin Energia-osion laskennassa (co2data.fi).

5.5.2.2 Joukkoliikenteen päästöt

Myös joukkoliikenteen päästöt lasketaan kaava-alueen elinkaaren pituisena aikasarjana, jossa jokaisen vuoden päästöt lasketaan erikseen seuraavasti:



versio 1.0

14.5.2024

- **Linja-autoliikenteen päästöt [kg CO₂e/a]** = linja-autojen henkilösuorite [hkm/a] / linja-autojen keskiuormitus [hlö/km] * linja-autojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km]
- **Raideliikenteen päästöt [kg CO₂e/a]** = raideliikenteen henkilösuorite [hkm/a] * raideliikenteen yksikköpäästöt [kg CO₂e/hkm]
- **Joukkoliikenteen päästöt [kg CO₂e/a]** = Linja-autoliikenteen päästöt [kg CO₂e/a] + Raideliikenteen päästöt [kg CO₂e/a]

Laskennan muuttujat muodostetaan seuraavasti:

Linja-autojen ja raideliikenteen henkilösuoritteet [hkm/a]

Laskentaa varten joukkoliikenteen henkilökilometrisuorite muunnetaan arvioksi linja-autojen/kaupunkibussien ja raideliikenteen suoritteista. Tämä arvio pysyy vuositasolla samana koko arviointiajan. Laskenta tehdään seuraavilla kaavoilla:

- **Linja-autojen henkilösuorite [hkm/a]** = joukkoliikenteen henkilösuorite [hkm/a] * linja-autoliikenteen osuus suoritteesta
- **Raideliikenteen henkilösuorite [hkm/a]** = joukkoliikenteen henkilösuorite [hkm/a] * raideliikenteen osuus suoritteesta

Linja-autoliikenteen ja raideliikenteen osuudet joukkoliikenteestä arvioidaan erikseen kaava-alueen jokaiselle käyttötarkoitusalueelle niiden Yhdyskuntarakenteen vyöhykeluokituksen sekä SYKEN matkasuoriteanalyysien (Rehunen, 2019) pohjalta.

Linja-autojen keskiuormitus [hlö/km]

Linja-autojen keskiuormituksena käytetään VTT:n LIPASTO-tietokantaan (2017) pohjautuvia arvioita. Kerroin valitaan laskentaan sen perusteella, sijaitseeko kaava-alue kaupunkiseudulla (kaupunkibussien kerroin) vai kaupunkiseutujen ulkopuolella (pitkän matkan linja-autojen kerroin).

Linja-autojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/hkm]

Laskennassa käytettävä ennuste linja-autojen yksikköpäästöjen kehityksestä pohjautuu LVM:n kansalliseen ajoneuvokannan kehitysennusteeseen (2021), Suomen ilmastopaneelin Autokalkulaattorin polttoaineiden yksikköpäästökertoimiin sekä puhtaiden ajoneuvojen direktiivin⁹ (2021) kuntakohtaisiin vaatimuksiin päästöttömien linja-autojen vähimmäisosuuksista.

Yksikköpäästöt on laskettu seuraavasti:

- **Linja-autojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km]** = Polttomoottorilinja-autojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km] * Polttomoottoriautojen osuus linja-autojen ajosuoritteesta + Sähkölinja-autojen yksikköpäästöt [kg CO₂e/km] * Sähköautojen osuus linja-autojen ajosuoritteesta

9 Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista 740/2021



versio 1.0

14.5.2024

Laskennassa käytetty polttomoottorilinja-autojen yksikköpäästöjen kehityssennuste on muodostettu seuraavien muuttujien pohjalta:

Muuttuja	Lähde
Linja-autojen keskipäästö per km käyttövoimittain	VTT:n ALIISA-autokantamalli (2019)
Eri polttoaineiden käyttövoimaosuudet linja-autojen ajosuoritteesta	LVM:n ennuste (2021) linja-autojen km-suoritteista käyttövoimittain. Ennustetta on jatkettu lineaarisesti vuoden 2050 jälkeisille vuosille.
Polttoaineiden bio-osuuksien kehitys	Arvioitu LVM:n ennusteen ajoneuvojen km-suoritteista käyttövoimittain sekä polttoaineiden jakeluvelvoitteen (Hallitusohjelma 2023) pohjalta.
Eri polttoaineiden päästökertoimet	Autokalkulaattori (Suomen ilmastopaneeli, 2023)

Arvio sähkökäyttöisten linja-autojen yksikköpäästöistä on muodostettu kertomalla sähkökäyttöisten linja-autojen keskipäästösuhde kansallisella ennusteella sähköntuotannon yksikköpäästöistä (sama vuosikohtainen kerroin kuin Energia-osion laskennassa).

Ennustetta on skaalattu kuntakohtaisesti pohjautuen lainsäädännön vaatimusten mukaiseen arvioon sähkökäyttöisten linja-autojen osuuden kehityksestä eri kunnissa. Sähkökäyttöisten linja-autojen osuuden oletetaan noudattavan puhtaiden ajoneuvojen direktiivin (740/2021) mukaisia kuntakohtaisia vähimmäisvaatimuksia vuosille 2025 ja 2030. Vuoden 2030 jälkeen sähköisten linja-autojen määrän oletetaan kasvavan kaikilla alueilla samalla prosentuaalisella vuosimuutoksella kuin kansallisessa ennusteessa. Muille alueille kuin HSL-alueelle sekä Lahden, Jyväskylän, Oulun, Turun ja Tampereen seuduille käytetään koko maan ennustetta.

Raideliikenteen yksikköpäästöt [kg CO₂e/hkm]

Raideliikenteen yksikköpäästöt on arvioitu laskentaan Sm5-lähijunan energiankäytön ja keskimääräisen täyttöasteen pohjalta (VTT LIPASTO, 2017). Junan keskimääräiseksi täyttöasteeksi on lähteessä arvioitu 35 % ja sähkön kulutukseksi 0,071 kWh/hkm. Arvio yksikköpäästöistä muodostetaan kertomalla henkilökilometriin suhteutettu keskipäästösuhde kansallisella ennusteella sähköntuotannon yksikköpäästöistä (sama vuosikohtainen kerroin kuin Energia-osion laskennassa).

5.5.3 Tavoitteellisten toimenpiteiden vaikutus liikenteen päästöihin

Jos kaava-alueen suunnittelussa toteutetaan tavoitteellisia paikallisia toimenpiteitä liikenteen ilmastovaikutusten hillintään, skalataan automaattisesti arvioituja liikenteen päästöjä tämän mukaisesti alaspäin.



versio 1.0

14.5.2024

Planectissa määriteltävät mahdolliset toimenpiteet ja niiden laskennallinen vaikutus liikenteen päästöihin on esitetty oheisessa taulukossa. Päästövähennysarvioiden lähde on *Kohti hiilineutraalia kaupunkia – millä on merkitystä?* (Helsingin kaupunki 2020) -selvityksen liite *Uuden asuinalueen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arviointi*. Siinä esitetyt arviot perustuvat suppeaan kirjallisuuskatsaukseen.

Toimenpide	Elinkaarivaikutus (päästövähennys)
eriytetty (keskitetty) pysäköinti	-7,2 %
sähköautojen latausmahdollisuudet	-5,2 %
pyöräilyn edellytyksiin panostaminen	-3,6 %
paikalliset jaetut työtilat	-1,7 %
laadukkaat kävely-ympäristöt	-0,5 %
laadukkaat pysäkkiympäristöt	-1,0 %

5.6 Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastot

Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen muutoksia tapahtuu, kun viheralueita raivataan rakentamisen tieltä. Planectissa olemassa olevien hiilivarastojen oletetaan poistuvan kokonaisuudessaan rakennettavilta liikennealueilta ja aukioilta. Tonteilta, viheralueilta ja virkistysalueilta olemassa oleva hiilivarasto ei välttämättä poistu kokonaisuudessaan.

Olemassa olevien hiilivarastojen muutoksen arviointi pohjautuu paikkatietomuotoiseen tausta-aineistoon, joka kuvaa sekä nykyisiä hiilivarastoja että viheralueiden tulevaa hiilen sidontaa. Rakennettaviin puistoihin ja piha-alueille syntyy myös uutta hiilivarastoa.

Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen arvioinnin lähtökohta

Muutos	Vaikutus arvioinnissa
Häviävä viheralueilta poistuva hiilivarasto	Lisää hiilijalanjälkeä
Häviävä viheralueilta poistuva (tulevaisuuden) hiilinielu	Poistaa hiilikädenjälkeä
Uusille viheralueille syntyvä hiilinielu	Lisää hiilikädenjälkeä
Ei muutosta viheralueella	Ei vaikutusta (ei sisälly arviointiin)

Yllä olevan taulukon kohta ”poistaa hiilikädenjälkeä” voi tuntua hankalasti hahmotettavalta. Kaavan vaikutuksesta poistuvalla viheralueella katoaa nykyisen hiilivaraston lisäksi tulevaisuuden potentiaali tuottaa uutta hiilivarastoa. Tällainen

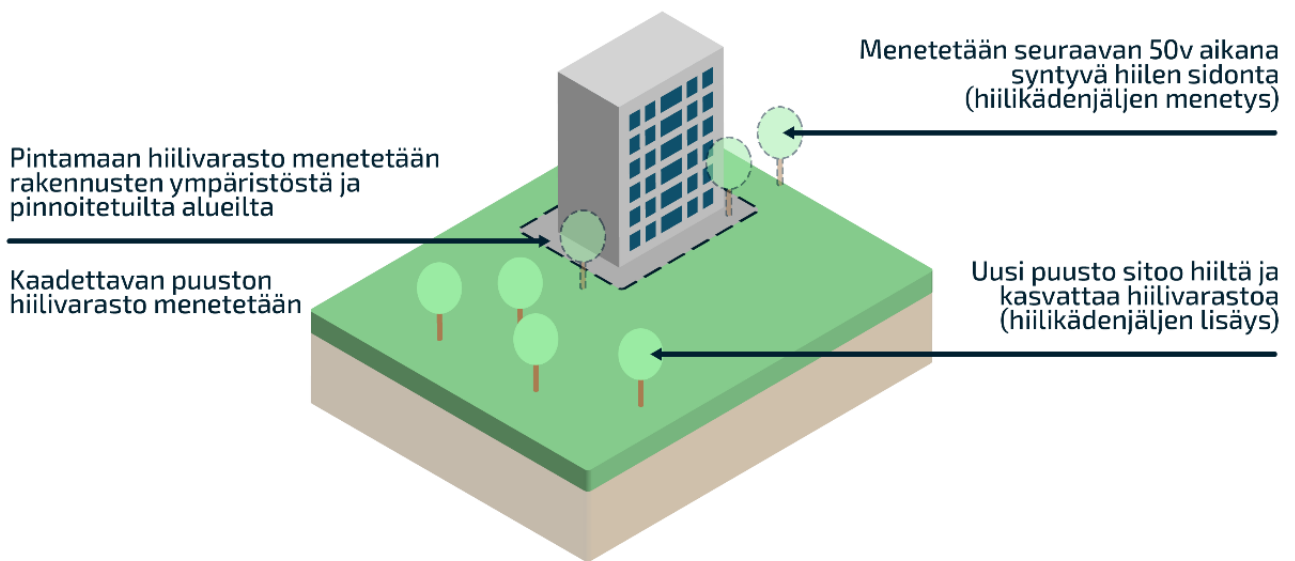


potentiaalinen hyöty olisi periaatteessa hiilikädenjälkeä (ilmastohyöty), mutta tässä tapauksessa hyötyä ollaankin poistamassa.

Oheinen kuva esittää maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen arvioinnin pääperiaatteet.

Hiilijalanjälki

Hiilikädenjälki



Maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen arvioinnin periaatteet

5.6.1 Arvioinnin tausta-aineisto

Olemassa olevien hiilivarastojen arviointia varten laskennan taustalle on luotu kuntakohtainen paikkatietoaineisto, joka kuvaa alueellisesti viheralueiden nykyisiä hiilivarastoja sekä niiden kehitystä tulevaisuudessa olettaen, että kasvillisuusalueille ei tehdä muutoksia.

5.6.1.1 Metsäisten alueiden hiilivarastot

Metsäisten alueiden hiilivarastot on laskettu tausta-aineistossa erikseen:

- Suomen Metsäkeskuksen määritelmän mukaisille metsävaroille, ja
- Muille metsäisille ja puustoisille alueille.

Metsävaroihin lasketaan alueet, jotka Suomen Metsäkeskus määrittelee metsävaroiksi ja joista on näin ollen tarkat lähtötiedot metsän tilasta. Metsävara-



versio 1.0

14.5.2024

aineistossa maan pinta on jaettu niin sanottuihin metsäkuviioihin. Kullakin metsäkuviolla on omat lähtötietonsa, joiden pohjalta niiden hiilivarastoja arvioidaan.



Metsäkuvioita ilmakuvan päällä

Näin määritettyjen metsäalueiden hiilivarastoja on arvioitu Bitcompin (nykyisin osa Sitowiseä) kehittämällä laskentamenetelmällä (jatkossa "metsämalli"). Mallin toimintaperiaate on kuvattu seuraavassa kaaviossa.

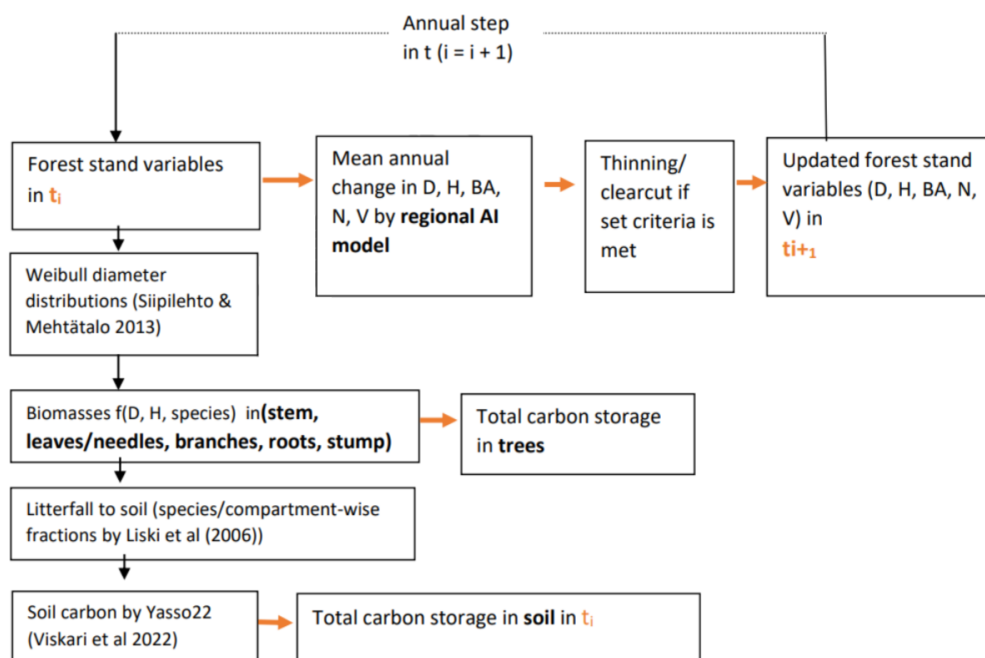


Figure 2. Simulation logic, t_i denotes year i .

Metsien hiilivarastojen kehitystä arvioivan laskentamallin toimintaperiaatteen kuvaus (AI Growth Estimation Service – Documentation, Bitcomp 2022)



versio 1.0

14.5.2024

Muihin metsäisiin/puustoisiin alueisiin lasketaan alueet, joissa laserkeilauksesta tuotetun latvusmallin perusteella on yli viisi metriä korkeata kasvustoa, tai jotka kuuluvat metsäkeskuksen metsämaskiin tai puustomaskiin. Tähän luokkaan kuuluvia alueita voivat olla mm. tonttien metsäiset osat, puustoiset ulkoilu- ja virkistysalueet, ja liikenteen suojametsät.

Koska alueet ovat puustoisia, mutta niistä ei ole olemassa metsämallin tarvitsemia tarkkoja puuston lähtötietoja, ei niille voida tuottaa täsmällistä arviota hiilivarastosta. Näillä alueilla metsämallin avulla luotava arvio hiilivarastosta perustuu kasvillisuuden korkeusluokkaan, maaperän laatuun ja maantieteelliseen sijantiin.

5.6.1.2 Muiden alueiden hiilivarastot

Muihin alueisiin luetaan sellaiset alueet, jotka eivät ole metsiä, tai joita ei maanpeitteen avulla ole tunnistettu puustoisiksi. Näiden alueiden hiilivarastojen arvioinnissa käytetään pääasiassa yleisiä kirjallisuusparametreja, kuten suomalaisen viljelysmaan ja järvien hiilivarastoja. Maanmittauslaitoksen suotietokannan mukaisille soille käytetään metsämallia, koska se soveltuu myös suomaille. Monilla tämän luokan alueilla, kuten avokallioilla ja teillä, ei lähtökohtaisesti ole hiilivarastoa.

Puustoisten alueiden ulkopuolella hiilivarastojen arvioinnin lähtökohtana on Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) aineisto *Maanpeite 2 m 2022 ja jatkojaloste kasvillisuuden korkeudella*¹⁰. Tässä koko Suomen kattavassa aineistossa maan pinta on jaettu 2 m x 2 m ruudukkoon, jossa jokaiselle ruudulle (eli pikselille) on määritetty pintamaalajin tyyppi ja kasvillisuuden korkeus.



Esimerkkikuva maanpeitteistä SYKEN aineistossa

10 <https://ckan.ymparisto.fi/en/dataset/maanpeite-2-m-2022-ja-jatkojaloste-kasvillisuuden-korkeudella>

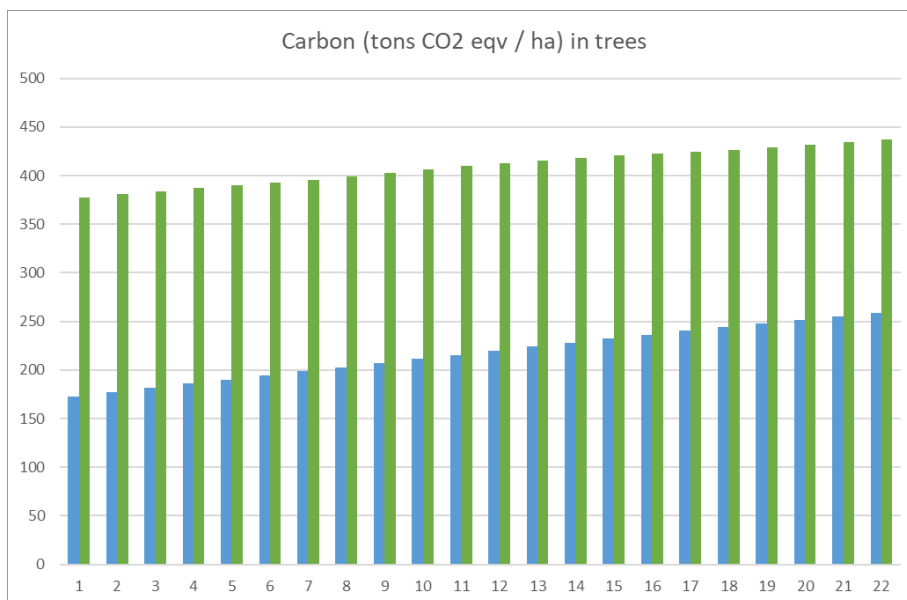
5.6.1.3 Hiilivarastojen kehitys tulevaisuudessa

Olemassa olevien kasvipeitteisten alueiden tulevia hiilinieluja (jotka voidaan ymmärtää myös kasvavana hiilivarastona) arvioidaan samoin menetelmin kuin varastojakin.

Metsille ja soille arviointi tehdään samalla Bitcompin metsämallilla, joka on esitetty luvussa Metsäisten alueiden hiilivarastot. Metsämallin avulla pystytään laskemaan aikasarjoja metsäkuvioiden tulevista hiilinieluista. Metsäkuvioiden kohdistuvissa metsänhoitotoimenpiteissä sovelletaan taajama-alueiden ulkopuolella Tapion hyvän metsänhoidon periaatteita. Taajama-alueilla metsäkuvioiden kohdistetaan hakkuita tai harvennuksia.

Muilla puustoisilla alueilla käytetään vastaavaa puuston korkeusluokkaan, maaperään ja maantieteelliseen sijaintiin perustuvaa yleistystä kuin niiden hiilivaraston arvioinnissakin hyödynnetään. Muilla alueilla arvio menetettävästä hiilinielusta perustuu kirjallisuusarvoihin.

Oheinen kuva on esimerkki Bitcompin metsämallilla kahdelle metsäkuviolle arvioidusta hiilivaraston kasvusta. Vihreät arvot ovat rehevällä kasvupaikalla kasvavalle kuusikolle, joka on alussa iältään 64 vuotta. Siniset arvot ovat männikölle, joka on alussa 45 vanha. Vastaava arvio tehdään myös metsäkuvioiden ulkopuolella oleville kasvillisuuspeitteisille alueille.



Esimerkki kahden metsikön hiilivaraston kehityksestä



5.6.2 Menetettävien hiilivarastojen ja hiilinielujen laskenta

5.6.2.1 Häviävän viherpinta-alan arviointi

Olemassa olevilta viheralueilta poistettavan viherrakenteen pinta-ala riippuu paikalle tulevasta uudesta käyttötarkoituksesta. Poistuvan viherpinta-alan arviointi tapahtuu seuraavasti:

- **Korttelialueilla poistettavan viherpinta-alan osuus** = Rakennusten yhteenlaskettu peittoala + (tontin pinnoitettu alue * 1,5¹¹)
- Muilla käyttötarkoitusalueilla poistettavan viherpinta-alan osuus on aluetyyppiin pohjautuva vakio, joka määritetään seuraavasti:

Arvio poistuvan viherpinta-alan osuudesta muilla kuin korttelialueilla

Käyttötarkoitusalueen tyyppi	Tarkempi tyyppi	Poistettavan viherpinta-alan osuus alueen pinta-alasta
Viher- ja virkistysalueet	Avoin viheralue	15 %
	Puustoinen viheralue	15 %
	Urheilupuisto tai muu voimakkaasti rakennettu viheralue	100 %
Liikennealueet ja aukiot		100 %
Säilyvät alueet		0 %

5.6.2.2 Menetettävän hiilivaraston laskenta

Menetettävä hiilivarasto lasketaan seuraavasti kullekin käyttötarkoitusalueelle:

- Käyttötarkoitusalueen keskimääräinen hiilivarasto (kg CO₂e/m²) lasketaan paikkatietomuotoisen tausta-aineiston pohjalta (ks. Arvioinnin tausta-aineisto). Planect ei toistaiseksi arvioi tarkasti sitä, mistä osasta korttelialuetta viheralueiden hiilivarasto tarkalleen menetetään.
- Menetettävä viherpinta-ala lasketaan kertomalla käyttötarkoitusalueen pinta-ala siltä poistettavan viherpinta-alan osuudella (ks. edellinen kappale).
- Menetettävä hiilivarasto arvioidaan kertomalla käyttötarkoitusalueen keskimääräinen hiilivarasto (kg CO₂e/m²) menetettävällä viherpinta-alalla (m²).

¹¹ Annettu kerroin (1,5) on karkea arvio, joka kuvaa sitä, että hiilivarasto menetetään 50 % pinnoitettua aluetta suuremmalta piha-alueelta rakentamisen yhteydessä. Laajoilla korttelialueilla osan hiilivarastosta oletetaan näin ollen säilyvän.



versio 1.0

14.5.2024

Laskettava hiilivarastojen menetys on osa alueen hiilijalanjälkeä ja se sijoitetaan elinkaaren vaiheeseen A (alueen rakentamisvaihe).

5.6.2.3 Menetetävän hiilinielun laskenta

Kaavan vaikutuksesta poistuvalla viheralueelta katoaa nykyisen hiilivaraston lisäksi tulevaisuuden potentiaali tuottaa uutta hiilivarastoa. Tällainen potentiaalinen hyöty olisi periaatteessa hiilikädenjälkeä (ilmastohyöty), mutta tässä tapauksessa hyötyä ollaankin poistamassa. Laskettava hiilinielujen menetys arvioidaan siksi hiilikädenjäljen vähennyksenä, ja se sijoitetaan hiilikädenjäljen osioon D4.

Menetetävä hiilinielu lasketaan seuraavasti kullekin käyttötarkoituksialueelle:

- Lasketaan viheralueen potentiaalinen hiilivarasto laskennan tarkasteluajan päättymisvuonna samalla periaatteella kuin menetettävän hiilivaraston laskennassa (ks. yllä)
- Lasketaan alueen rakentamisvuoden ja tarkasteluajan päättymisvuoden hiilivarastojen erotus: hiilivarasto tarkasteluajan päättymisvuonna – alueen rakentamisvaiheessa menetettävä hiilivarasto.
 - Jos tämä erotus on negatiivinen (alueen hiilivaraston on ennustettu pienenevän tarkasteluajana), ei lasketa lainkaan kaavan vaikutuksesta poistuvaa hiilinielua
 - Jos erotus on positiivinen (alueen hiilivaraston on ennustettu kasvavan tarkasteluajana, mikäli viheraluetta ei häviäisi), lasketaan tämän hiilinielun poistuvan kaavan vaikutuksesta. Poistuva hiilinielu jaetaan tasaisesti koko tarkasteluajalle.

5.6.3 Uusien viheralueiden hiilinielun laskenta

Menetetävien hiilivarastojen ja -nielujen lisäksi Planect arvioi uusina rakennettavien viheralueiden hiilinieluja. Nämä lasketaan tuloksissa ilmastohyödyksi ja sijoitetaan elinkaaren vaiheeseen D4. Uusiksi viheralueiksi lasketaan viher- ja virkistysalueiden lisäksi uusien korttelialueiden tonttien päällystämättömät osat.

Yksinkertaisuuden vuoksi uusien viheralueiden hiilinielujen arvioinnissa ei toistaiseksi huomioida olemassa olevan kasvillisuuden säilyttämistä ja tästä johtuvaa erityyppistä hiilivarastojen kehitystä: uusien viheralueiden hiilivarastojen oletetaan kehittyvän kokonaisuudessaan vasta istutetun alueen ominaisuuksia vastaavasti. Uusien viheralueiden hiilinielujen laskenta toteutetaan seuraavasti:

- 4 Uutta viheraluetta arvioidaan syntyvän seuraavalla pinta-alalla käyttötarkoituksialueen tyyppin mukaisesti:



versio 1.0

14.5.2024

- Korttelialueilla tonttien pinnoittamattomilla alueilla
 - Urheilupuistoissa tai muilla voimakkaasti rakennetuilla viheralueilla koko alueen pinta-alalla
 - Avoimilla ja puustoisilla viheralueilla 85 % osuudella alueen pinta-alasta (osan olemassa olevasta kasvillisuudesta arvioidaan säilyvän näillä alueilla)
 - Liikennealueilla ja aukioilla 0 % pinta-alasta (Liikennealueille ei toistaiseksi arvioida hiilen sidontaa)
- 5 Kerrotaan uuden viheralueen pinta-ala arviolla sen hiilen sidonnasta 50 vuoden aikavälillä (kg CO₂e/m²). Hiilen sidonnan arviot ovat erilaiset käyttötarkoituksen tyypistä riippuen: puustoiset viheralueet sitovat enemmän hiiltä kuin pihat, avoimet viheralueet tai urheilupuistot. Yleistetyt arviot uusien viheralueiden tyyppikohtaisesta hiilen sidonnasta perustuvat tutkimuskirjallisuuden pohjalta johdettuun asiantuntija-arvioon.
- 6 Uusi vuositaso hiilinielu arvioidaan jakamalla 50 vuodessa syntyvä hiilen sidonta elinkaaren vuosille 1–50 siten, että jakauma seuraa tyyppillisen uuden viheralueen hiilivaraston kasvua.



Lähteet

Energiatodistusrekisteri: Energiatodistukset. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Saatavilla: <https://www.energiatodistusrekisteri.fi/api/public/energiatodistukset/csv/energiatodistukset.csv>

Energiatodistusrekisteri: Tilastot. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Saatavilla: <https://www.energiatodistusrekisteri.fi/tilastot>

FIGBC (2023) Hiilineutraalin rakennetun alueen määritelmä. Saatavilla: <https://figbc.fi/yhteinen-hiilineutraaliuden-maaritelma-edistaa-ilmastotyota-alueraikentamisessa>

Flou Oy (2020). Uuden asuinalueen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen arviointi. Osana selvitystä: Kohti hiilineutraalia kaupunkia – millä on merkitystä? Helsingin kaupunki, 2020.

Green Building Council Finland ja A-Insinöörit (2023) Hiilineutraalin rakennetun alueen määritelmä. Saatavilla: <https://figbc.fi/media/figbc-hiilineutraalin-alueen-maaritelma-2023.pdf>

Hallitusohjelma (2023) Vahva ja välittävä Suomi. Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-763-8>

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto (2008) Kaupan kaavoitus Helsingissä, osa 1. Päivittäistavarakauppa.

Kalenoja, H., Vihanti, K, Voltti, V., Korhonen, A. ja Karasmaa, N. (2008) Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa. Ympäristöministeriö.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2021) Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen perusennuste 2020-2045. Taulukot. Saatavilla: <https://lvm.fi/-/ennuste-tieliikenteen-paastot-laskevat-hieman-ennakoitua-nopeammin-syyna-sahkoautojen-yleistyminen-1509917>

Paikallisvoima (2023). Kaukolämmön päästölaskuri. Saatavilla: <https://www.klpaastolaskuri.fi>

Rakentamisen päästötietokanta. Suomen Ympäristökeskus & Väylävirasto (2022). Saatavilla: <https://co2data.fi/rakentaminen>

Rehunen, A. (2019). Päivittäisen liikkumisen tunnusluvut ja hiilidioksidipäästöt kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenteen vyöhykkeillä 2017 sekä maaseutualueilla. Suomen ympäristökeskus.

Suomen ilmastopaneeli (2023). Autokalkulaattori. Saatavilla: <https://www.autokalkulaattori.fi/>

Traficom (2023). Henkilöliikennetutkimus 2021.

VTT (2019) ALIISA-autokantamallin ennusteet ajoneuvojen yksikköpäästöjen päästökehityksestä.

Ympäristöministeriö (2021). Rakennusten vähähiilisyiden arviointimenetelmä 2021. Luonnos lausuntokierrosta varten.

Ympäristöministeriö (2023). Carbon Footprint Limits for Common Building Types – methodology update revision. PDF vastaanotettu sähköpostilla.



Liitteet

Rakennettavuuskartta-paikkatietoaineisto

Esimerkki aineistosta Joensuun kunnan alueelle:

