

Maankäyttö-, maanpeite- ja biomassatiedot Hiilikartta-työkalun pohjatieloina

Antti Rehunen
Suomen ympäristökeskus
11.4.2024

Miksi?

- Ilmastonmuutoksen ja luontokadon selätys
- Kaavoituksen merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä
- Tarvitaan välineitä
 - Suomen ilmastotavoitteisiin liittyvien sitoumusten ja muiden tavoitteiden toteuttamiseen
 - Lämpäisevän ilmastonäkökulman tuomiseen alueidenkäytön suunnitteluun
 - Nykyistä tehokkaampaan tapaan arvioida ilmastovaikutuksia
 - Viestintään ja vuorovaikutukseen ilmastokeskustelussa ja päätöksenteossa



Miten?

- Uuden tutkimustiedon ja monipuolisen aineistokehityksen hyödyntäminen
- Paikkatietolähtökohta
- Käyttäjien ja käyttötarpeiden ymmärrys, palvelumuotoilu
- Yhteisrahoitus: Hiilestä kiinni, Syke, Luke, Avoin ry.
- Liki 20 tutkijaa ja tutkijaa mukana
- Pilotteja, sparraajia, Tampere, Turku, Porvoo, Varsinais-Suomen liitto jne.
- Avoimuus, ilmaisuus, vaikuttavuus
- Yhteistyö

Mitä?

- Kaavoittajille helppokäyttöinen työkalu suunnittelukohteen hiilivaikutusten arviointiin
 - Kaavan toteuttamisen vaikutukset alueen hiilivarastoon ja hiilinieluun
 - Vaihtoehtojen vertailu
 - Visuaalisuus ja karttapohjaisuus
 - Kymmenien vuosien kehityksen tarkastelu
- Helppo ylläpidettävyys
- Keskeisiä asioita
 - Tarkat ja yhteismitalliset maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoa kuvaavat paikkatietoaineistot
 - Biomassan kehityksen mallinnus
 - Skaalautuvuus
 - Riippumattomuus hallinnollisista aluejaoista
 - Osa ilmastonmuutoksen hillinnän työkalupakkia
 - Keskustelevuus

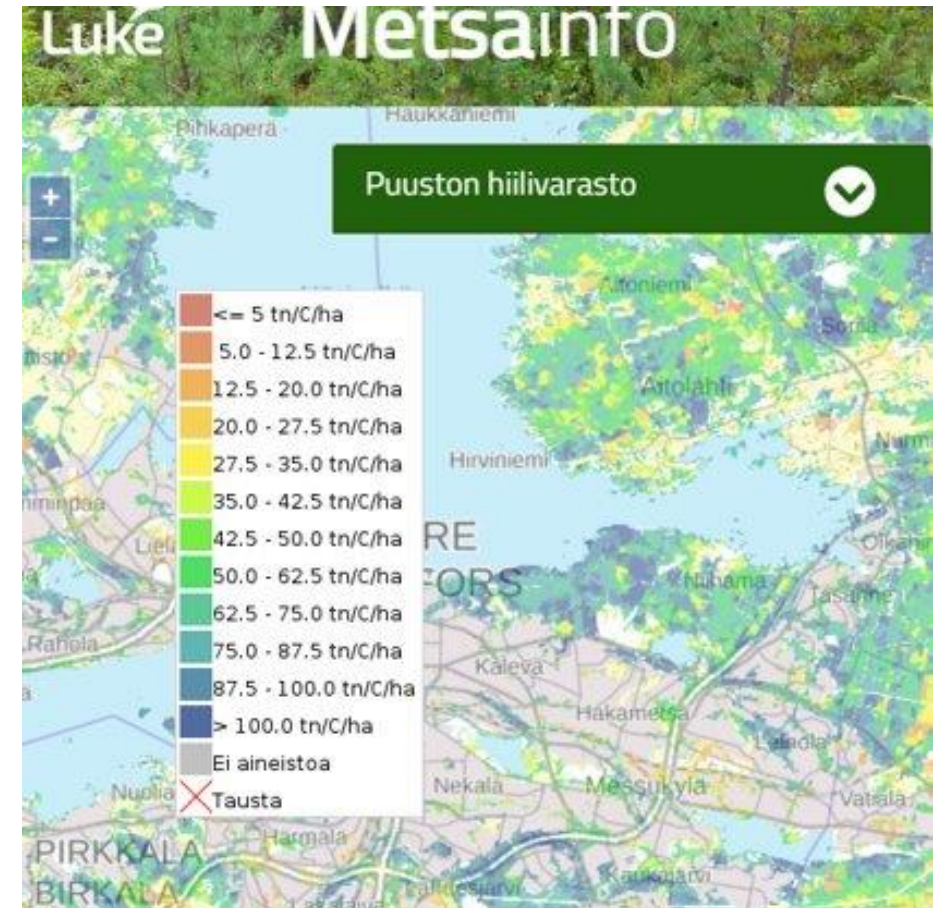
Kasvillisuuden hiilivaraston aineistot

Aineisto	Lähde
Segmentoitu MVMi kartta-aineisto: Puuston hiilivaraston kokonaismäärä metsätalousmaalla, 16m, 2021	©Luonnonvarakeskus 2023 (MVMi kartta-aineisto 2021; HoliSoils-hankkeen segmenttirajat 2021; Maati-hankkeen ojituskartta 2021) Haakana ym. 2023
Maatalousmaa 2021 (Mammutti-hankkeesta)	Syke (perustuu Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin)
ELY-keskuskohtaiset satotiedot ja kuntakohtaiset viljelypinta- alatiedot + YASSO07 -mallinnus	SVT: Käytössä oleva maatalousmaa ja Satotilasto. Luonnonvarakeskus. SVT: Satotilasto. Luonnonvarakeskus. Palosuo ym. 2013
Maanpeite 2 m 2022 ja jatkojaloste kasvillisuuden korkeudella (Mammutti-hankkeesta) rakennusten väliin jäävien viheralueiden tunnistamiseen	Scalgo ja Syke (osittain MML, Metsäkeskus, Väylävirasto)
Oletuskertoimet rakennetun viheralueen kasvillisuudelle	Osittain MVMi kartta-aineisto 2021: Luonnonvarakeskus 2023; osittain Lindén ym. 2020

Metsätalousmaa

MVMI segmentoitu puuston hiili 2021

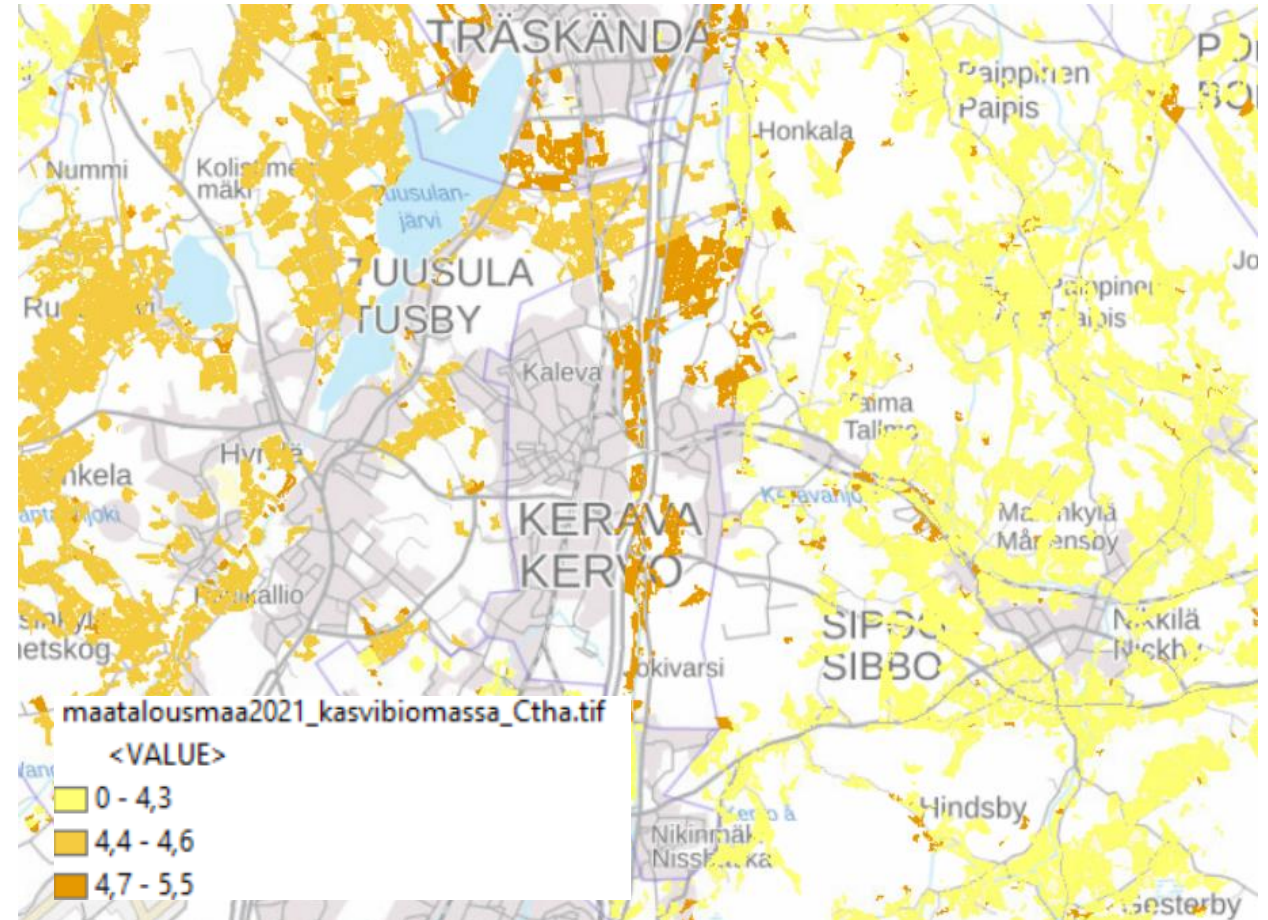
- Aineisto kuvaa puuston hiilivaraston kokonaismäärää metsätalousmaalla.
- Aineisto perustuu monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) puuston biomassateemakarttoihin. Satelliittikuvien ajankohta on 2021.
- Alkuperäiset 16 x 16 m pikselin tiedot on segmentoitu Lukessa (homogeeniset metsikköalueet omiksi kohteiksi).
- Tarkempaa tietoa segmentoidusta datasta erillisessä metadatatiedostossa, sekä MVMI 2021 lähtöaineiston osalta <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>
<http://kartta.luke.fi/>



©Luonnonvarakeskus, 2023, Segmentoitu kartta-aineisto: Puuston hiilivaraston kokonaismäärää metsätalousmaalla, 16m, 2021. Aineistolähde: Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2021.

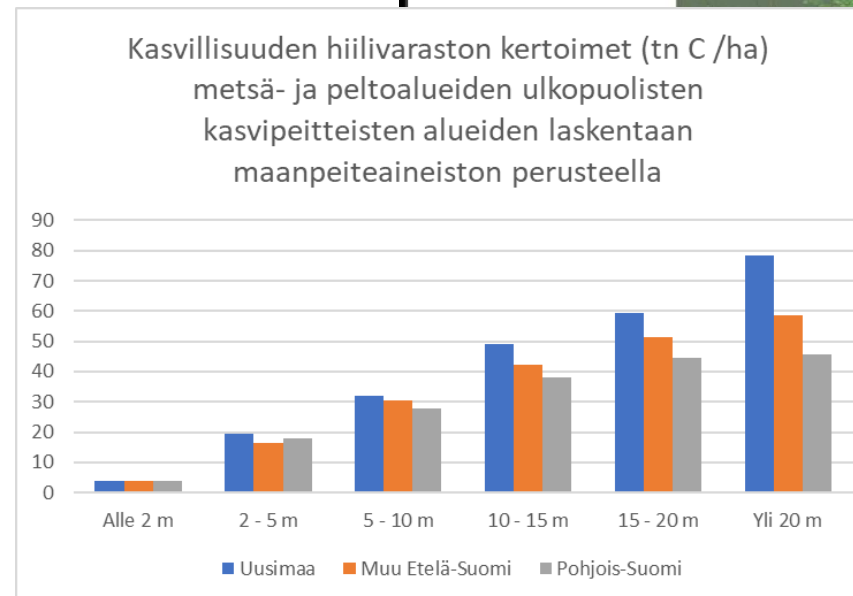
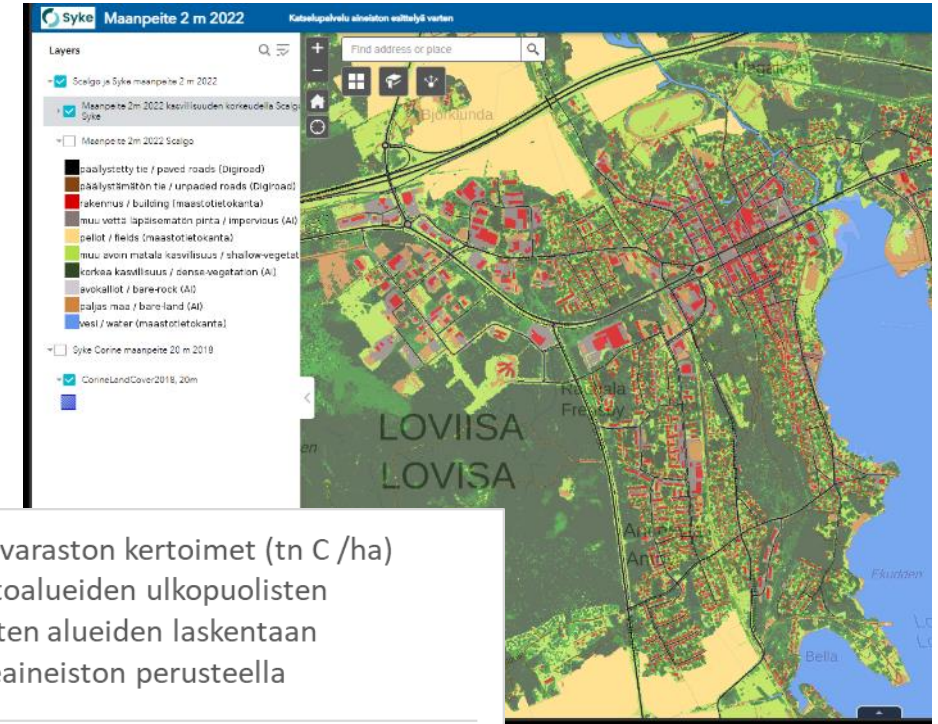
Maatalousmaa

- Peltojen kuntakohtaiset hiilivarastot ja päästökertoimet (Luke)
- Maatalousmaiden kasvien hiilivarasto perustuu ELY-keskuskohtaisiin satotietoihin 2012 – 2021 ja kuntakohtaiseen viljelypinta-alaan vuonna 2021.
- Lähde Suomen virallinen tilasto (SVT): Käytössä oleva maatalousmaa ja Satotilasto. Luonnonvarakeskus. Näillä aineistoilla kasvikohtaiset hiilivarastot jokaiselle kunnalle on arvioitu Yasso07-mallilla kuten [Palosuo ym. \(2013\)](#)
- Oletusarvot yhdistetty maatalousmaa-polygoneihin paikkatieto-ohjelmistossa ja muutettu rasteriaineistoksi.



Rakennettu ympäristö

- Hyödynnettiin mahdollisimman laajasti MVMI-aineistoa myös kaupunkialueilta (puustoiset laajemmat viheralueet ovat pääosin mukana MVMI aineistossa)
- Metsämaan ulkopuolelta eri korkuinen puusto tunnistetaan Scalgon ja Syken maanpeite 2m -aineistoista (ns. ”Mammutti” -aineisto)
- Pienemmät viheralueet, rakennusten väliin jäävä kasvillisuus puuston korkeusluokittain. Korkeusluokkien kertoimet edellisen kohdan puustoisten alueiden (ks. oheinen diagrammi) ja tutkimuskirjallisuuden mukaan; Lindén ym. 2020)

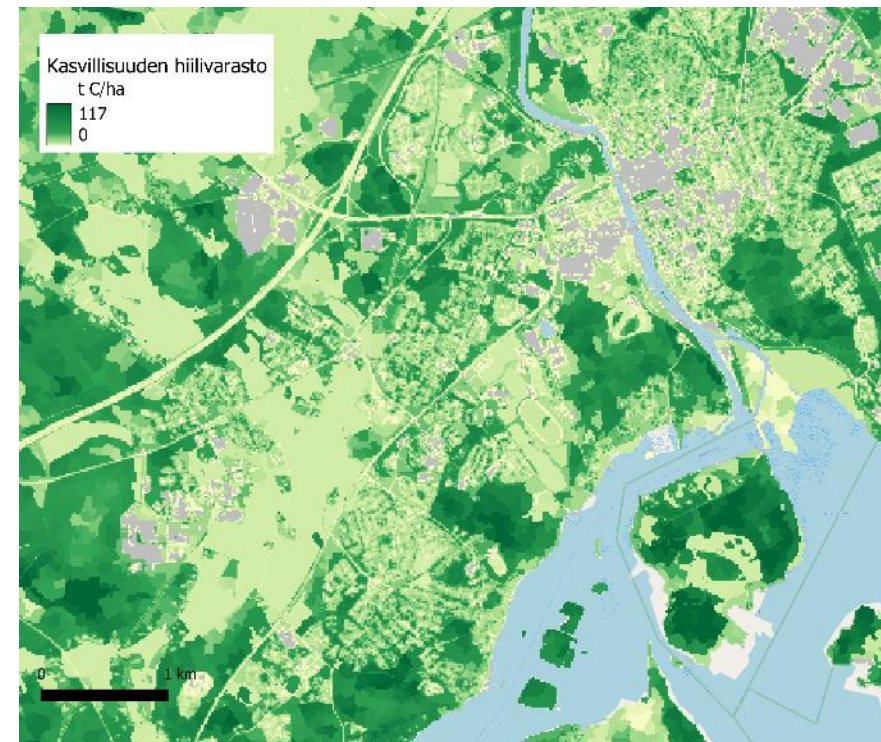


Analyysi; Syke
Lähtödata: Luken ns. Raaka-MVMI, Syken maanpeite ja asemakaava-alue

Kasvillisuuden hiilivarastoaineiston yhdistäminen eri aineistoista

Aineistot yhdistetty hierarkisesti yhdeksi 16 m x 16 m rasteriaineistoksi:

1. Metsämaan puuston hiilivarasto (MVMI)
2. Peltojen kasvillisuuden hiilivarasto (maatalousmaa ja kuntakohtaiset kertoimet)
3. Laajemmat puustoiset alueet taajamissa, jotka eivät metsämaata (tunnistettu Scalgon ja Syken maanpeiteaineiston perusteella, hiiliarvot raaka-MVMI:stä)
4. Muut rakennettujen alueiden kasvipeitteiset alueet (Scalgon ja Syken maanpeiteaineisto ja kasvillisuuden korkeusluokille kertoimet Kohdan 3 aineistosta)

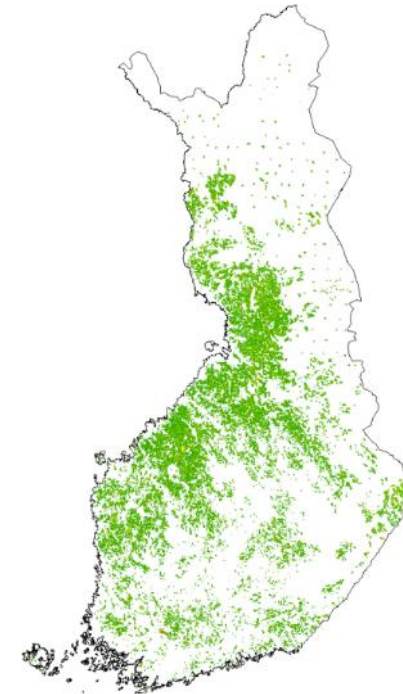


Puuston / kasvillisuuden hiilivarasto koostettuna eri aineistoista: Metsämaan (Luke; MVMI2021), maatalousmaan (Luke 2021; Palosuo ym. 2013 mukaan) ja rakennetun alueen puustoisten alueiden kasvillisuus (Luke; rawMVMI2021, Syke & Scalgo 2022 maanpeite 2m).

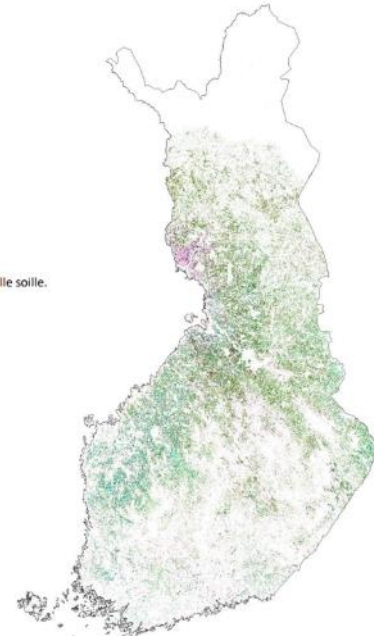
Maaperän hiilivaraston aineistot

Seuraavat tasot on yhdistelty hierarkkisesti 16 m x 16 m rasteriaineistoksi:

Aineisto	Lähde
Suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto (rasteri 25x25 m), GTK:n tutkimille soille n. 2,3 milj. ha.	Geologian tutkimuskeskus 2023
MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso -aineisto (rasteri 10x10m), ojitettu + oletusarvot	Geologian tutkimuskeskus 2023; Korhonen 2013
MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso -aineisto (rasteri 10x10m), ojittamaton + oletusarvot	Geologian tutkimuskeskus 2023; Korhonen 2013
MVMI Kasvupaikkatyyppi (1-10) + oletusarvot	Luonnonvarakeskus 2023; Heikkinen 2008
Maatalousmaa + Oletusarvot	Syke (perustuu Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin); Heikkinen ym. 2021
Rakennettu alue + oletusarvot (kasvullinen alue 104 tC/ha; pinnoitettu 0 tC/ha).	Scalگو ja Syke (osittain MML, Metsäkeskus, Väylävirasto), Hiilivarasto tutkimuskirjallisuuden perusteella (Lindén ym. 2020)



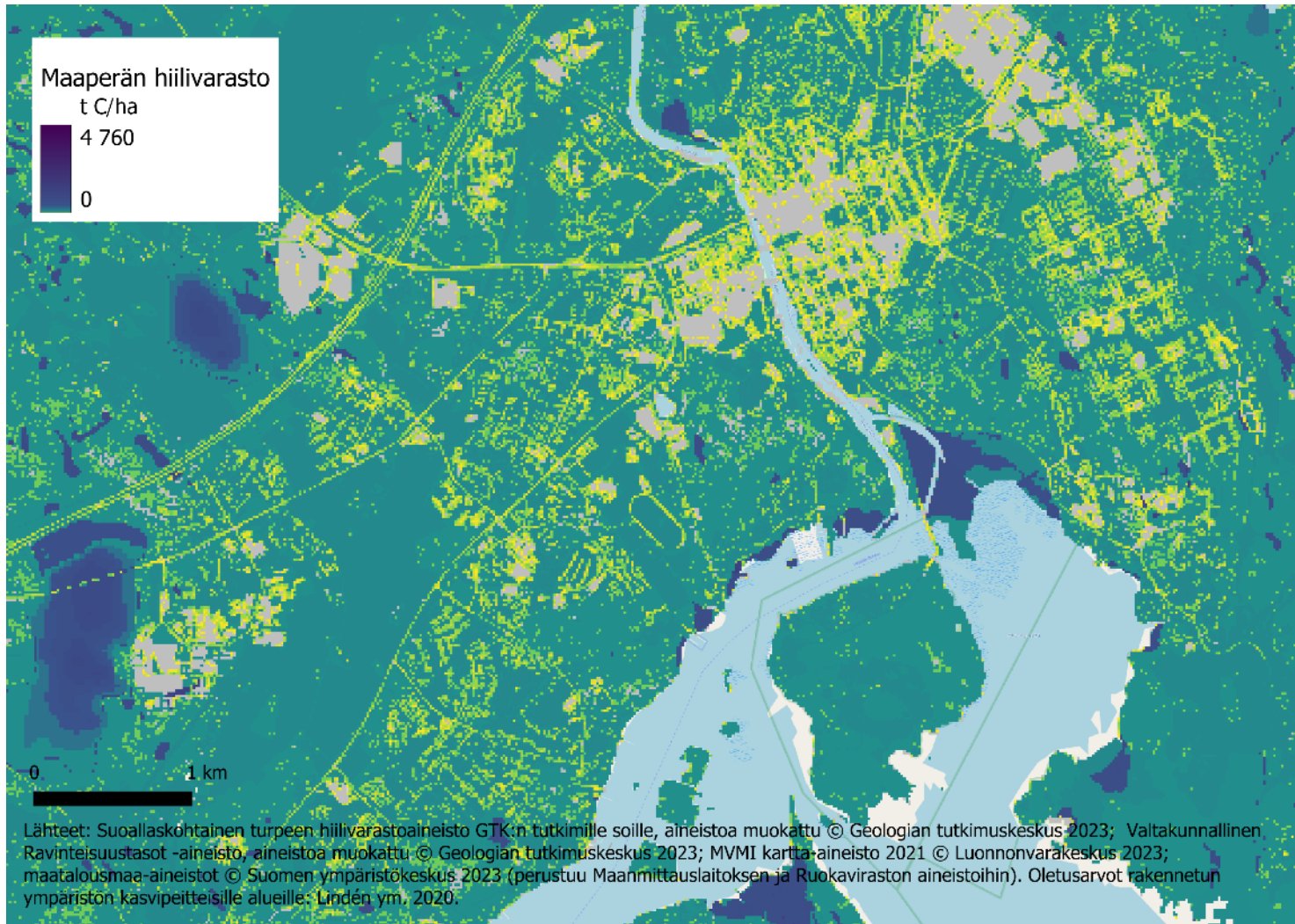
Kuva 1. Suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto (rasteri 25x25 m), GTK:n tutkimille soille.



Kuva 3. Valtakunnallinen Ravinteisuustasot -aineisto (rasteri 10x10m).

Suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto GTK:n tutkimille soille ja MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso-aineisto
© Geologian tutkimuskeskus 2023

Yhdistetty maaperän hiilivarasto



Maaperän hiilivarasto – koostettu eri aineistoista. Esimerkkikartta Porvoosta.

Kvintiililuokitus
Harmaa = 0 t C/ha

Biomassaennusteet ja hiilinielun arviointi

Kuviokohtaiset tiedot (Maakunta: Tilastokeskus 2023; Muut muuttujat: Luke/MVMI 2021)

kuvio	Region	Subgroup	Fertility	Species	Structure	Regime	Age	Biomassa
1	1	1	9	1	1	1	42	
3	1	1	10	1	1	1	76	
4	1	1	5	3	1	1	86	
5	1	1	4	1	1	1	47	
...	

1. Tunnistetaan paikkatietoanalyysillä analysoitavat segmentit eli kuviot



Segmenttirajat. Jokaisella segmentillä on yksilöivä kuvio id (Luke/MVMI 2021)

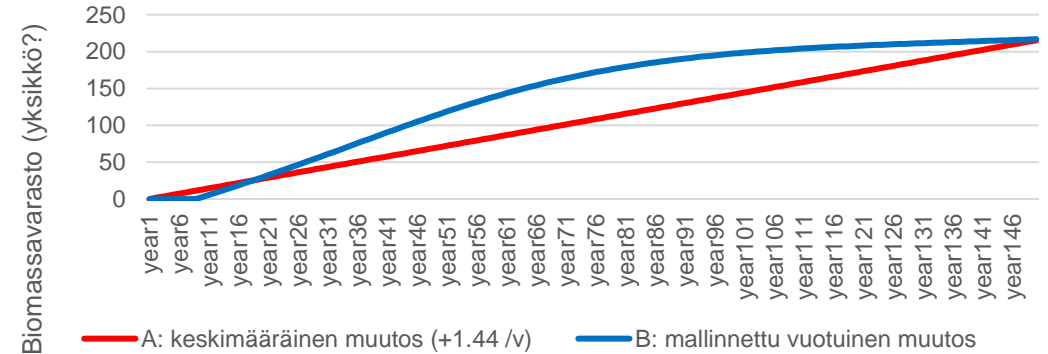
Biomassaennusteet ja hiilinielun arviointi

Kuviokohtaiset tiedot (Maakunta: Tilastokeskus 2023; Muut muuttujat:Luke/MVMI 2021)

kuvio	Region	Subgroup	Fertility	Species	Structure	Regime	Age	Biomassa
1	1	1	6	1	1	1	42	xx
3	1	1	10	1	1	1	76	xx
4	1	1	5	3	1	1	86	xx
5	1	1	4	1	1	1	47	xx
...	xx

1. Tunnistetaan paikkatietoanalyysillä analysoitavat segmentit
2. Haetaan tiedot biomassakärästä
3. Piirretään biomassavaraston muutos
 1. **Versio A: keskimääräinen vuotuinen biomassavaraston muutos**
 2. **Versio B: biomassakäyrän mukainen muutos**

Esimerkkigraafi yhdelle kasvupaikalle, kiertoaika 150v.



Vuotuinen biomassavarasto maakunnan, kasvupaikan ja puulajitiedon perusteella (Luke)

Region	Soiltype	Fertility_class	Species_c..	Forest_structure	Silvicultural_regime	Rotation	year1	year2	year..	year9	year10	year...	year99	year100	year...	year150	manbp
1	1	6	1	1	401	100	0	0	...	2.16	3.34	...	134.38	135.06	...		1.35
1	2	6	1	1	401	150	0	0	...	0.16	2.76	...	197.22	197.92	...	216.74	1.44
1	3	6	1	1	401	150	0	0	...	0.00	1.44	...	193.09	193.79	...	212.65	1.42
1	1	9	3	1	401	128	0	0	...	1.77	3.08	...	142.39	143.47	...		1.26
...
2	2	6	1	1	401	150	0	0	...	1.64	3.95	...	157.58	157.74	...	152.62	1.02
2	3	6	1	1	401	150	0	0	...	0.25	2.46	...	156.93	157.11	...	151.08	1.01

Maaperän päästökertoimet –lähtöaineistot: tulossa Hiilikarttaan

Kivennäismaalla sijaitsevien peltojen päästökerroin	Luke; Heikkinen ym. 2013
Turvemaiden päästökertoimet	KHK inventaario, Tilastokeskus 2022
Pohjois- Etelä-Suomi -jako	

Kaavan vaikutusten laskenta

Hiilikartan laskennassa on kertoimet eri käyttötarkoituksiluokille, jotka eroavat maanpeitevaikutuksiltaan muista luokista.

Käyttötarkoituksiluokille on muodostettu kolme eri kerrointa:

- **Kasvipeitteetön uusi maankäyttö** -> sekä maaperän että kasvillisuuden hiilivarasto häviää
- **Kasvipeitteinen uusi maankäyttö** -> maaperän hiilivarasto säilyy, mutta kasvillisuuden hiilivarasto häviää
- **Jäljellä jäävä aiempi maankäyttö/metsä** -> aiempi hiilivarasto ja metsien hiilensidonta säilyy

Alueen käyttötarkoitus

Asuinalueet

Kerrostaloalueet

Pientaloalueet

Keskustatoiminnot

Palvelut

Elinkeinoalue

Liike- ja toimistorakennukset

Teollisuus- ja varastoalueet

Virkistys

Puisto, leikkipuisto

Lähivirkistysalue, lähimetsä

Urheilualue

Retkeily, ulkoilu

Loma-asuminen ja matkailu

Loma-asuntojen alue

Matkailualue

Liikenne

Erityisalueet

Yhdysk. tekn. ja energihuollon alueet

Jätt. käs., maa-ain. otto- ja kaivosalueet

Hautausmaat

Suojaviheralueet

Suojelualueet

Luonnon suojelualueet

Rakennussuojelulain mukaiset suojelualueet

Maa- ja metsätalous

Maatalousalue

Kotielintalous, puutarha, kasvihuone

Vesialueet

A

AK

AP

C

P

K

T

V

VP

VL

VU

VR

R

RA

RM

L

E

ET

EN

EJ

EO

EH

EV

S

SL

SR

M

MT

ME

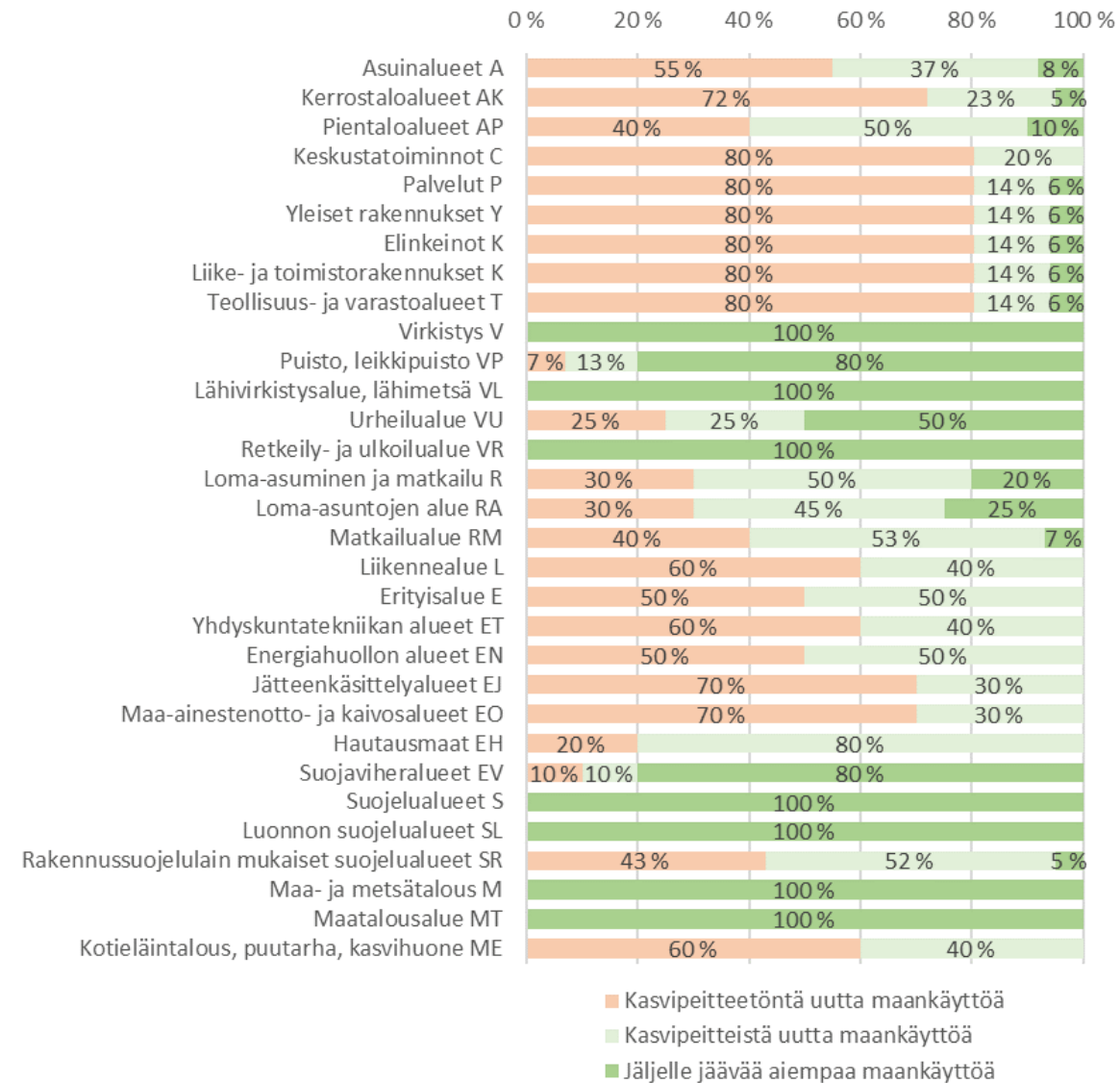
MP

W

Kaavojen aluevarausten käyttötarkoituksiluokkien maanpeitekertoimet

- Käyttötarkoitukseluokittaiset kertoimet ovat prosenttiosuuksia ja perustuvat paikkatieto-analyysiin viimeisen 10 vuoden aikana rakennetuista alueista ja asemakaavojen aluevarausten aluetehokkuudesta.
- Oletusarvot toimivat asema- ja yleiskaavatasolla.
- Työkaluun on vielä tulossa käyttäjälle mahdollisuus säätää prosenttiosuuksia tai aluetehokkuutta.
- Myös oletusarvoina olevia osuuksia voidaan tarkentaa eri kaavatasoille, kun pohjatietoa saadaan lisää.
- Jo rakennettujen alueiden viherryttämisen laskenta ei tällä hetkellä toimi parhaalla tavalla. Siihen tarvittaisiin kerroin uudelle kasvipeitteiselle tai metsäalueelle.
- Esim. tuulivoima-alueiden ja siirtoyhteyksien vaikutusten laskenta ei toimi oletuskertoimilla.

Maanpeitekertoimia eri kaavamerkinnöille



Maakuntakaavojen arviointi

Maakuntakaavojen välillä on eroja yleistysasteessa ja merkinnöissä.

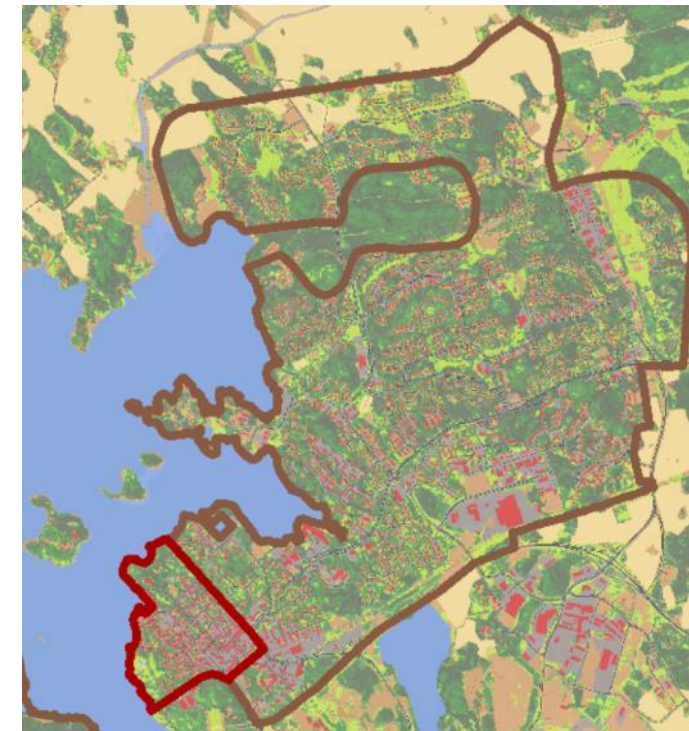
Erityisesti taajamatointojen alueelle sijoittuu montaa erilaista maankäyttömuotoa ja maanpeitettä.

Hiilikartan arviointi pitäisi kohdentaa taajaman koon ja tiiviyyden mukaan, ja tällaista laskentapohjaa ei ole toistaiseksi valmiina.

Maakuntakaavojen arviointia on mahdollista tehdä taajamakohtaisesti laskemalla hiilivaraston muutos Hiilikartalla esim. asuinalueiden kertoimella ja arvioimalla miten suuri osa taajamasta vastaa asuinalueen kaltaista maankäyttöä.

Maankäyttöjakaumaan saa tietopohjaa mm. Liiteri-tietopalvelusta.

Hiilikartta-hankkeessa on myös laskettu yleistetty maanpeiteaineisto 16 m hilassa (rakennettu alue, maatalousmaa, metsämaa, suo, kallio). Aineistoon pohjautuva taustatieto on mahdollista liittää työkaluun myöhemmin.



Kuva: Auran ja Naantalın taajamatoimintojen ja keskusta-alueen aluevaraukset Varsinais-Suomen maakuntakaava-aineistoissa. Maapeiteaineisto: Scalgo ja Syke.

Tulosten vertailu ja suhteuttaminen

Tuloksia voidaan verrata mm. siihen, miten paljon alueella on tapahtunut maankäytön muutoksia ja hiilivaraston vähenemistä aiemmin.

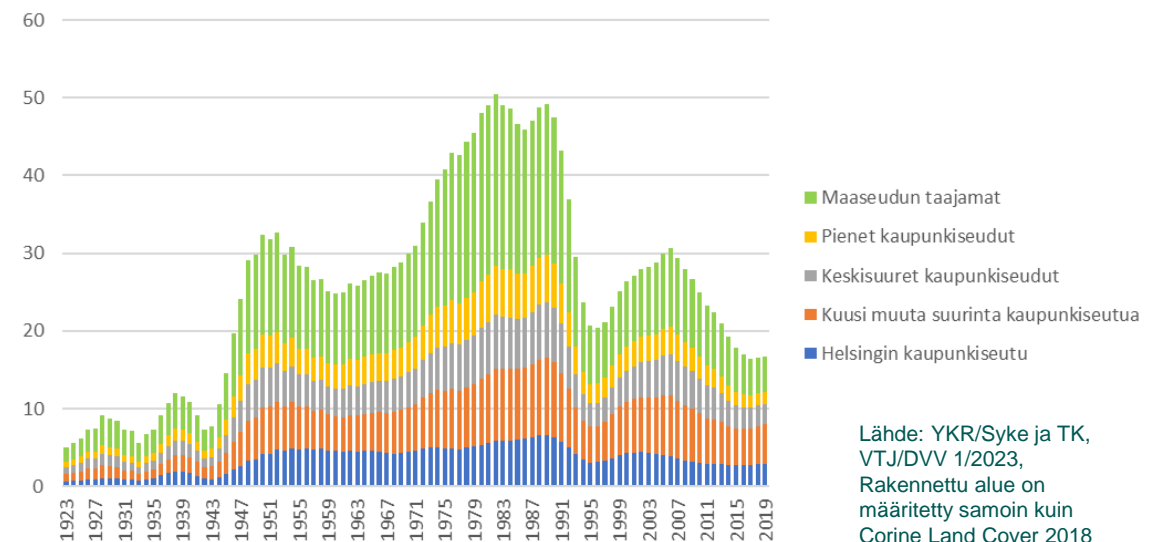
Hiilivaraston muutoksia voidaan myös suhteuttaa rakennettavan kerrosalan määrään tai alueen asukas- ja työpaikkamäärään.

Pääosa uudesta rakentamisesta sijoittuu metsämaalle, jossa menetetään maaperän hiilivarasto sekä kasvillisuuden hiilivarasto ja tuleva hiilensidonta. Maatalousmaalla kokonaisvaikutus on hieman pienempi, mutta sielläkin maaperän keskimääräinen hiilimäärä on suuri.

Turvemaille on sijoittunut karkeasti arvioiden muutama prosentti viime vuosien rakentamisesta, mutta hiilivaraston muutoksesta osuus voi olla huomattavasti suurempi.

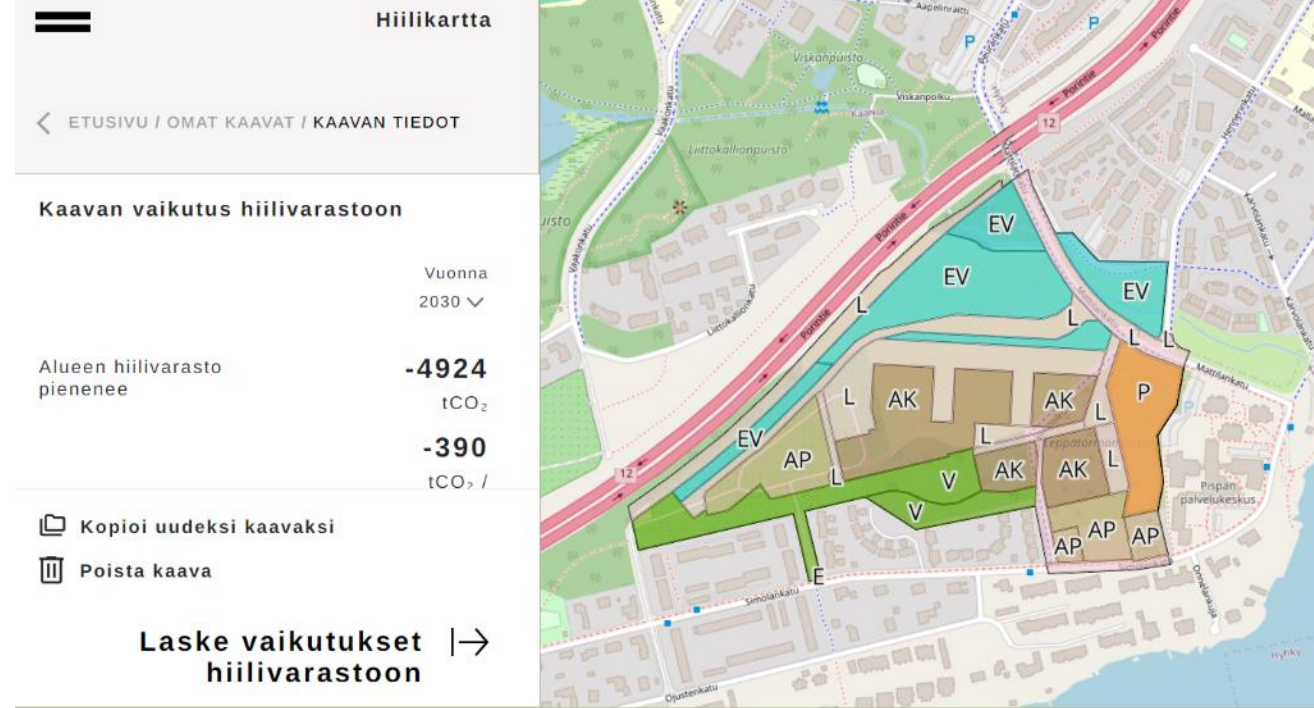
Metsämaan vähenemistä on viime vuosina tapahtunut Suomessa keskimäärin noin 3 m² / rakennettu kerros-m² ja tästä aiheutuva hiilivaraston väheneminen karkeasti arvioiden noin 100 kg CO₂ / k-m² ja hiilen sidonnan väheneminen noin 25-50 kg / CO₂ / 50 v. / k-m².

Rakenneusten rakennetun alueen (km²) laajeneminen taajamissa 1921-2021, viiden vuoden keskiarvo, rakennusten valmistumisvuoden mukaan



Miten eteenpäin?

- Perustoiminnallisuus kunnossa
- Aineistot jakoon
- Käyttönoton tuki
- Menetelmäkehitystarpeet
 - Rakennetun ympäristön vielä tarkempi huomioiminen
 - Kaavan toteutumisen tarkempi ja tilanneherkempi mallintaminen
 - Metsänhoitotoimenpiteisiin ja kaavan toteutumiseen liittyvät parametrintimahdollisuudet
 - Uusiutuvan energian hankkeet ja siirtoyhteydet – REPower CEST -hanke
- Tulosten soveltaminen ja suhteuttaminen



Kiitos!



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute