

# Hiilikartta – hiilivarastoaineistojen ja laskennan kuvaus

12.2.2024

Vuokko Heikinheimo<sup>1</sup>, Antti Rehunen<sup>1</sup>, Markus Haakana<sup>2</sup>, Hannu Salminen<sup>2</sup>, Juha-Pekka Myllykangas<sup>2</sup>, Sampo Pihlainen<sup>1</sup>, Kari Oinonen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Suomen ympäristökeskus

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus

## Sisältö

1. Johdanto .....	2
2. Kasvillisuuden hiilivarasto .....	2
2.1 Metsätalousmaan puuston hiilivarasto .....	3
2.2 Maatalousmaa .....	4
2.3 Muut kuin metsä- ja maatalousmaat.....	5
3. Maaperän hiilivarasto .....	6
3.1 Turvemaa .....	7
3.2 Kivennäismaa .....	9
3.3 Rakennettu alue .....	9
4. Hiilivaraston muutoksen laskenta metsäalueilla .....	10
4.1 Segmentoidut metsikköalueet .....	10
4.2 Biomassan ja hiilivaraston kehityskäyrät .....	11
5. Kaavan vaikutusten laskenta.....	12
5.1 Hiilivaraston ja hiilivaraston muutoksen laskenta kaava-alueella .....	12
5.2 Aluevarausten aiheuttama maankäytön muutos .....	12

## 1. Johdanto

Tässä dokumentissa esitellään Hiilikartan laskennan tietoaineistot ja kuvataan hiilikartan laskennan toteuttaminen. Lähtöaineistot on jaettu kasvillisuuden ja maaperän hiilivarastoaineistoihin. Eriksien esitetään hiilivaraston muutoksen laskenta metsäalueilla eli metsien hiilinielut. Kaavan vaikutus hiilivarastoihin määritetään aluevarausten käyttötarkoituksiluokkohtaisilla kertoimilla, jotka kuvaavat kaavan aiheuttamaa maanpeitteen muutosta.

Hiilikartan aineistoja ja laskentaa täydennetään vielä vuoden 2024 aikana. Hiilivaraston muutoksen laskentaan liitetään myöhemmin mm. turvemaiden hiilipäästöt ja rakennettavien alueiden uusien kasvipeitteisten alueiden hiilipäästöjen ja hiilensidonnan laskenta.

## 2. Kasvillisuuden hiilivarasto

Hiilikartta-työkalun tiedot kasvillisuuden hiilivarastosta on koostettu useasta eri lähteestä. Metsämaan osalta tiedot perustuvat monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) puuston biomassateemakarttoihin vuodelta 2021. Maatalousmaan osalta tiedot perustuvat maatalousmaiden paikkatietoaineistoon, YASSO-laskentoihin, ELY-keskuskohtaisiin satotietoihin 2012–2021 ja kuntakohtaiseen viljelypinta-alaan vuonna 2021. Rakennetun ympäristön kasvillisuuden osalta hiilivaraston määrä on karkeampi arvio, joka perustuu kirjallisuuden, paikkatietoaineistojen ja asiantuntija-arvioiden perusteella määriteltyihin oletusarvoihin korkean ja matalan kasvillisuuden keskimääräisestä hiilivarastosta.

Taulukko 1. Kasvillisuuden hiilivaraston tietolähteet.

Aineiston nimi	Lähdeviite	Aineiston formaatti
<b>Segmentoitu MVMI kartta-aineisto: Puuston hiilivaraston kokonaismäärä metsätalousmaalla, 16m, 2021</b>	©Luonnonvarakeskus, 2023, Segmentoitu kartta-aineisto: Puuston hiilivaraston kokonaismäärää metsätalousmaalla, 16m, 2021. Aineistolähde: Monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2021.  ©Luonnonvarakeskus, 2023. Segmentit 2021, rasterikuviokartta, 10m. HoliSoils-hanke. Hiilikarttahankeessa aineisto muutettu MVMI 2021 hilaan, 16m.  ©Luonnonvarakeskus, 2023. Ojituskartta 2020, 10m. Maati-hanke. Hiilikarttahankeessa aineisto muutettu MVMI 2021 hilaan, 16m.  Haakana ym. 2023 <a href="https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2023.100036">https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2023.100036</a>	Rasteri (16 m x 16 m)
<b>Maatalousmaa 2021 - paikkatietoaineisto</b>	Maatalousmaa 2021: Syke (perustuu Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin)	Vektori (polygoni)
<b>ELY-keskuskohtaiset satotiedot ja kuntakohtaiset viljelypinta-aratiedot + YASSO07 -mallinnus</b>	Suomen virallinen tilasto (SVT): Käytössä oleva maatalousmaa ja Satotilasto. Luonnonvarakeskus. <a href="https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa">https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa</a> ; Suomen virallinen tilasto (SVT): Satotilasto. Luonnonvarakeskus. <a href="https://www.luke.fi/fi/tilastot/satotilasto">https://www.luke.fi/fi/tilastot/satotilasto</a> ; Palosuo ym. 2012	Taulukko

<b>Maanpeite 2 m 2022 ja jatkojaloste kasvillisuuden korkeudella (n.s. "MAMMUTTI-data") rakennusten väliin jäävien viheralueiden tunnistamiseen</b>	Scalgo ja Syke (osittain MML, Metsäkeskus, Väylävirasto)	Rasteri (2 m x 2 m)
<b>Oletuskertoimet rakennetun viheralueen kasvillisuudelle</b>	Osittain MVMI kartta-aineistosta: Luonnonvarakeskus 2023; osittain kirjallisuudesta Lindén ym. 2020	Taulukko

Aineistot on yhdistetty rasteriaineistoksi, jonka hilakoko on 16\*16 m ja koordinaattijärjestelmä ETRS89 / ETRS-TM35FIN (EPSG:3067). Lähtöaineistot, joiden mittayksikkö oli 10 kg C/ ha muutettiin muotoon t C / ha ennen yhdistämistä. Rakennetun viheralueen osalta oletusarvot yleisestettiin 16\*16m hilaan 2\*2m maanpeiterasterin tietojen pohjalta. Lähtöaineistojen yhdistäminen tehtiin hierarkkisesti pinoamalla tasot päällekkäin seuraavassa järjestyksessä: metsätalousmaa, maatalousmaa ja rakennettu alue.

## 2.1 Metsätalousmaan puuston hiilivarasto

*Segmentoitu MVMI kartta-aineisto: Puuston hiilivaraston kokonaismäärä metsätalousmaalla, 16m, 2021*  
Aineisto kuvaa puuston hiilivaraston kokonaismäärää metsätalousmaalla. Kartan arvot kuvaavat puuston hiilivaraston määrää hiilenä (10 kg C/ha). Puuttuva tieto on arvoa 32766 ja muu kuin metsätalousmaa ja tausta 32767.

Kartta perustuu monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) puuston biomassateemakarttoihin, jotka segmentointiin. Satelliittikuvien ajankohta on 2021. Tarkemmat tiedot MVMI-2021:n lähtöaineistosta löytyvät paikkatietoikkunasta <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/> ja Luken avoimien aineistojen tiedostopalvelusta <http://kartta.luke.fi/>, josta voi ladata alkuperäisiä MVMI-teemakarttoja. Ladattavassa indeksikartassa *Tietolähdeindeksi, MVMI 2021* on esitetty pikselitasolla käytetyt MVMI-aineistot, joita on hyödynnetty esimerkiksi satelliittikuvissa pilvisyyden aiheuttamien puutteiden kohdalla tietojen täydennykseen.

Segmenttirajojen muodostamisessa käytettiin MVMI-2021 aineistoa ja sen mukaista metsätalousmaaraajausta. Segmentointialgoritmin avulla tunnistettiin metsiköiden rajoja ja eroteltiin homogeenisia metsikköalueita omiksi kohteiksi. Segmentoinnissa hyödynnettiin puulajitilavuuksia, maalajia (kivennäismaa, ojittamaton turvemaa, ojitettu turvemaa), puuston pituutta ja Suomen metsäkeskuksen laseraineiston latvusmallia (CHM canopy height model 2010-2020).

Hiilivaraston määrä on johdettu biomassateemakartoista, jotka sisältävät puuston maanpäällisen biomassan sekä kanto- ja juuribiomassan. Hiilen osuus on 0.5 kokonaisbiomassasta. Tarkempi menetelmäkuvaus löytyy alla olevasta tutkimusartikkelista (Haakana ym. 2023). Julkaisussa data oli MVMI-2009 ja MVMI-2015, tässä MVMI-2021. Tutkimusartikkelista poiketen tässä on käytetty uudempiä segmenttirajoja vuodelta 2021 HoliSoils-hankeen pohjalta ja uutta vuoden 2020 ojituskarttaa, joka tuotettiin Maati-hankkeessa.

*Aineiston muokkaus hiilikarttaa varten*

Hiilikartta-työkalun aineistoa varten arvot on muutettu yksikköön t C/ha ja puuttuvat arvot sekä tausta-arvot muutettu arvoksi NULL.

#### *Lisenssi*

Tämä Luonnonvarakeskuksen aineisto on lisensoitu Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä.

Lisätietoja tästä lisenssistä: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>

This dataset by Natural Resources Institute is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Additional information about this license: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

#### *Viittaus*

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

©Luonnonvarakeskus, 2023. Segmentit 2021, rasterikuviokartta, 10m. HoliSoils-hanke. Hiilikarttahankeessa aineisto muutettu MVMI 2021 hilaan, 16m.

©Luonnonvarakeskus, 2023. Ojituskartta 2020, 10m. Maati-hanke. Hiilikarttahankeessa aineisto muutettu MVMI 2021 hilaan, 16m.

Haakana, M., Tuominen, S., Heikkinen, J., Peltoniemi, M., & Lehtonen, A. (2023). Spatial patterns of biomass change across Finland in 2009–2015. ISPRS Open Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 8, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2023.100036>

## 2.2 Maatalousmaa

### *Peltojen kuntakohtaiset hiilivarastot ja päästökertoimet*

Maatalousmaan osalta tiedot kasvibiomassan hiilivarastosta perustuvat ELY-keskuskohtaisiin satotietoihin 2012–2021 ja kuntakohtaiseen viljelypinta-alaan vuonna 2021. Kasvikohtaiset hiilivarastot on arvioitu Yasso07-mallilla jokaiselle kunnalle kuten Palosuo ym. (2013).

### *Aineiston muokkaus hiilikarttaa varten*

Oletusarvot on yhdistetty maatalousmaa-polygoneihin paikkatieto-ohjelmistossa ja muutettu rasteriaineistoksi MVMI-aineiston kanssa yhtenevään 16 m x 16 m hilaan.

#### *Viittaus*

Suomen virallinen tilasto (SVT): Käytössä oleva maatalousmaa. Luonnonvarakeskus.

<https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa>

Suomen virallinen tilasto (SVT): Satotilasto. Luonnonvarakeskus.

<https://www.luke.fi/fi/tilastot/satotilasto>

*Palosuo, T., Heikkinen, J., & Regina, K. (2015). Method for estimating soil carbon stock changes in Finnish mineral cropland and grassland soils. Carbon Management, 6(5–6), 207–220.*

<https://doi.org/10.1080/17583004.2015.1131383>

### 2.3 Muut kuin metsä- ja maatalousmaat

Metsätalousmaan ja maatalousmaan hiilivarastoaineistoa hyödynnettiin mahdollisimman laajasti myös taajama-alueilla (esim. puustoiset laajemmat viheralueet ovat pääosin mukana MVMII-aineistossa).

Erilliseen tarkasteluun otettiin maa-alueet, jotka eivät olleet metsätalousmaata (eivät sisällyneet MVMII-aineistoon) eivätkä maatalousmaata. Näille alueille hiilivarasto laskettiin Syken ja Scalgon 2 m maanpeiteaineiston perusteella. Laskennassa käytettiin maanpeiteaineistoa, jossa kasvillisuus oli korkeusluokiteltu. Kullekin maanpeiteluokalle on määritetty hiilivarastokerroin ja kertoimen perusteella hiilivarasto on laskettu 2 m ruuduista 16 m ruutuihin.

Maanpeiteluokkien hiilivarastokertoimet on laskettu tutkimalla metsä- ja peltomaiden ulkopuolisia alueita ja tunnistamalla siellä 16 m ruutuja, jotka edustavat yli 90 %:sesti tiettyä korkean kasvillisuuden maanpeiteluokkaa. Näille valituille ruuduille on haettu hiilivaraston keskimääräinen arvo sellaisesta Luken MVMII-aineistosta, josta ei ole leikattu pois metsätalousmaan ulkopuolisia alueita. Kun ruudut ovat puustoisia, oletettiin, että Luken MVMII-mallinnus antaa näille varsin luotettavan hiilivarastoarvion. Tarkastelu tehtiin vain taajama-alueilta, jotta keskiarvot kuvaavat paremmin rakennettujen alueiden lähikasvillisuutta. Keskiarvolaskenta tehtiin maakunnittain ja tulosarvot yleistettiin kolmeen eri alueluokkaan: Uudellemaalle, muualle Etelä-Suomeen ja Pohjois-Suomeen (Lappi, Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa). Uusimaa erosi hiilivarastoarvojen suhteen muista Etelä-Suomen maakunnista. Alle 2 m kasvillisuudelle annettiin kaikilla alueilla arvo 4 tn C / ha, joka vastaa maatalousmaan kasvillisuuden hiilivarastoa.

Keskimääräiset hiilikertoimet kasvillisuuden korkeusluokille on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 2).

*Taulukko 2. Keskimääräiset hiilikertoimet kasvillisuuden korkeusluokille.*

Korkeusluokka	Uusimaa	Muu Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
<b>Alle 2 m</b>	4 t C / ha	4 t C / ha	4 t C / ha
<b>2 - 5 m</b>	19 t C / ha	16 t C / ha	18 t C / ha
<b>5 - 10 m</b>	32 t C / ha	30 t C / ha	28 t C / ha
<b>10 – 15 m</b>	49 t C / ha	42 t C / ha	38 t C / ha
<b>15 – 20 m</b>	59 t C / ha	51 t C / ha	45 t C / ha
<b>20 m -</b>	79 t C / ha	59 t C / ha	45 t C / ha

Kasvillisuuden korkeusluokkien keskimääräisiä hiilikertoimia verrattiin Luken käytössä olevan iTree-aineiston mittauksiin 92 puustoiselta koealalta Helsingissä. Hiilikertoimien ja maanpeiteaineiston perusteella koealoille lasketut hiilimäärät olivat vain 5 % pienempiä kuin koealoilla tehdyt mittaukset eli hyvin samansuuruisia. Tuloksia verrattiin myös tutkimuskirjallisuudessa esitettyihin kaupunkipuistojen hiiliarvoihin, jotka olivat keksimäärin suuruusluokkaa 22-28 t C / ha (Lindén ym. 2020). Vertailussa on hyvä ottaa huomioon, että kaupunkipuistoissa on tyypillisesti eri korkuisen kasvillisuuden alueita ja usein osittain myös avointa kasvillisuutta.

#### *Viittaus*

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

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

Scalگو ja Syke (osittain MML, Metsäkeskus, Väylävirasto 2023. Maanpeite 2 m 2022 ja jatkojaloste kasvillisuuden korkeudella.

Lindén, L., Riikonen, A., Setälä, H., & Yli-Pelkonen, V. (2020). Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49, 126633.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126633>

### 3. Maaperän hiilivarasto

Tiedot maaperän hiilivarastosta koostettiin useasta eri aineistosta 16 m x 16 m rasteriaineistoksi. Turvemaiden osalta hyödynnettiin suoallaskohtaista turpeen hiilivarastoaineistoa GTK:n tutkimille soille (n. 2,3 milj. ha), sekä valtakunnallisen ravinteisuustaso -aineistoa ja siihen liitettyjä oletusarvoja Korhonen ym. (2013) perusteella. Turvemaiden ulkopuolelle jäävän metsämaan osalta maaperän hiilivarasto määriteltiin Luonnonvarakeskuksen MVMI Kasvupaikkatyyppiaineiston, sekä siihen liitettyjen oletusarvojen perusteella (Heikkinen 2008). Turvemaiden ulkopuolelle jäävän maatalousmaan osalta hiilivarasto määriteltiin Suomen ympäristökeskuksen, Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin perustuvaan maatalousmaa-aineistoon ja siihen liitettyihin oletusarvoihin (Heikkinen ym. 2021) perustuen. Metsä- ja maatalousmaan ulkopuolisten alueiden eli lähinnä rakennetun alueen osalta maaperän hiilivarasto määriteltiin Syken ja Scalgon tuottaman 2m maankäyttöaineiston korkean ja matalan kasvillisuuden luokille tutkimuskirjallisuuden perusteella (Lindén ym. 2020) ja yleistettiin 16 m x 16 m hilaan.

Aineistot yhdistettiin yhteneväksi 16 x 16 m aineistoksi hierarkkisesti oheisessa taulukossa osoitetussa järjestyksessä (Taulukko 3), eli niin että suoallaskohtaista turpeen hiilivarastoaineistoa käytettiin aina kun sitä oli saatavilla ja aineistoon jäivät aukot täydennettiin ensin ravinteisuustasoista johdetuilla tiedoilla, sitten MVMI kasvupaikkatiedoista johdetuilla tiedoilla, sitten maatalousmaan tiedoilla ja lopuksi rakennetun ympäristön kasvipeitteisten alueiden hiilivarastotiedoilla. Yhdistetyssä aineistossa saattaa esiintyä epäjatkuvuuspintoja etenkin suoaltaiden reunoilla kohdissa, joissa esimerkiksi

ravinteisuustaso tai maatalousmaa-aineisto ulottuu laajemmalle alueelle kuin suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto GTK:n tutkimille soille.

Taulukko 3. Maaperän hiilivaraston tietolähteet.

Aineiston nimi	Lähdeviite	Aineiston formaatti
<b>Suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto (rasteri 25x25 m), GTK:n tutkimille soille n. 2,3 milj. ha.</b>	© Geologian tutkimuskeskus 2023	Rasteri (25m x 25m)
<b>MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso -aineisto (rasteri 10x10m), ojitettu + oletusarvot</b>	© Geologian tutkimuskeskus 2023; Korhonen 2013	Rasteri (10 m x 10 m)
<b>MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso -aineisto (rasteri 10x10m), ojittamaton + oletusarvot</b>	© Geologian tutkimuskeskus 2023; Korhonen 2013	Rasteri (10 m x 10 m)
<b>MVMI Kasvupaikkatyyppi (1-10) + oletusarvot</b>	©Luonnonvarakeskus 2023; Heikkinen 2008	Rasteri (16 m x 16 m)
<b>Maatalousmaa + Oletusarvot</b>	Maatalousmaa: Syke (perustuu Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin), Oletusarvot: Heikkinen ym. 2021	Vektori (polygoni)
<b>Rakennettu alue + oletusarvot (kasvullinen alue 104 tC/ha; pinnoitettu 0 tC/ha).</b>	Maanpeiteluokitus: Scalgo ja Syke (osittain MML, Metsäkeskus, Väylävirasto), Arvio hiilivarastosta tutkimuskirjallisuuden perusteella (Lindén ym. 2020)	Rasteri (16 m x 16 m)

### 3.1 Turvema

Turvemaan osalta maaperän hiilivarasto perustuu seuraaviin aineistoihin:

- Suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto (rasteri 25x25 m), GTK:n tutkimille soille n. 2,3 milj. ha.
- MaaTi -projektin valtakunnalliset Ravinteisuustaso -aineistot. Ojitettu (rasteri 10x10m) ja Ojittamaton (rasteri 10x10m)

Suoallaskohtaisen turpeen hiilivarastoaineiston alkuperäiset pikseliarvot muutettiin yksikköön t C/ha ja otostettiin hilakokoon 16 m x 16 m lähimmän naapurin menetelmällä.

Ravinteisuustasojen luokituksen mukaiset hiilivarastoarvot liitettiin aineistoon oheisten taulukkojen mukaisesti (Taulukko 4, Taulukko 5). Arvot perustuvat tutkimuskirjallisuuteen (Korhonen ym. 2013). Aineisto muunnettiin 16 m x 16 m hilaan lähimmän naapurin menetelmällä.

Ravinteisuustasot sisälsivät mineraalimaita. Nämä alueet saavat arvon kivennäismaan mukaisesti eli MVMI aineiston kasvupaikkatyyppiluokkien mukaisten oletusarvojen perusteella (Heikkinen 2008).

Taulukko 4. Oletusarvot ravinteisuustason luokille – ojittamaton.

Ravint. tas. Ojittamaton luokat		Old Value	New value t C /ha
<b>Ruohoturvekangas</b>		<b>14</b>	757,35
	Lehtokorpi	10	757,35
	Ruohokorpi	10	757,35
	Ruohoinen sarakorpi	10	757,35
	Ruohoturvekangas	14	757,35
	Varsinainen lettokorpi	20	757,35
	Koivuletto	20	757,35
<b>Mustikkaturvekangas</b>		<b>33</b>	668,25
	Kangaskorpi	30	668,25
	Mustikkakorpi	30	668,25
	Mustikkaturvekangas	33	668,25
	Ruohoinen saraneva	40	668,25
	Varsinainen letto	40	668,25
	Rimpiletto	40	668,25
	Ruohoinen rimpineva	40	668,25
	Ruohoinen sararäme	40	668,25
	Lettoräme	40	668,25
	Varsinainen sarakorpi	40	668,25
<b>Puolukkaturvekangas</b>		<b>56</b>	742,5
	Puolukkakorpi	50	742,5
	Korpiräme,	50	742,5
	Kangasaräme	50	742,5
	Pallosararäme	50	742,5
	Pallosarakorpi	50	742,5
	Varsinainen rimpineva	60	742,5
	Varsinainen sararäme	60	742,5
	Tupasvillasararäme	60	742,5
	Varsinainen saraneva	60	742,5
<b>Varputurvekangas</b>		<b>72</b>	942,975
	Isovarpuräme	70	942,975
	Lyhytkorsikalvakkaneva	80	942,975
	Tupasvillaräme	80	942,975
	Lyhytkorsiräme	80	942,975
<b>Jäkäläturvekangas</b>		<b>92</b>	1299,375
	Rahkaräme	90	1299,375
	Rahkaneva	100	1299,375
	Keidasräme	100	1299,375
	Lyhytkorsineva	100	1299,375

Taulukko 5. Oletusarvot ravinteisuustason luokille – ojitettu.

Ravint.tas._ojitettu luokat	Old value	new value t C /ha
Ruohoturvekangas	14	757
Mustikkaturvekangas	33	668
Puolukaturvekangas	56	743
Varputurvekangas	72	943
Jäkäläturvekangas	92	1299
Turvepelto	120	567
Kytöheitto	130	567

### Lähteet

© Geologian tutkimuskeskus 2023. Suoallaskohtainen turpeen hiilivarastoaineisto (rasteri 25x25 m), GTK:n tutkimille soille n. 2,3 milj. ha. aineistoa muokattu.

© Geologian tutkimuskeskus 2023. MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso -aineisto (rasteri 10x10m), ojitettu. aineistoa muokattu.

© Geologian tutkimuskeskus 2023. MaaTi -projektin valtakunnallinen Ravinteisuustaso -aineisto (rasteri 10x10m), ojittamaton. aineistoa muokattu.

Korhonen, K. T., Ihalainen, A., Viiri, H., Heikkinen, J., Henttonen, H. M., Hotanen, J.-P., Mäkelä, H., Nevalainen, S., & Pitkänen, J. (2013). Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008. *Metsätieteen Aikakauskirja*, 3/2013, 269–608.

### 3.2 Kivennäismaa

Turvemaan hiilivarastoa kuvaavien aineistojen ulkopuolelle jäävän metsämaan osalta maaperän hiilivarasto määriteltiin Luonnonvarakeskuksen MVMi Kasvupaikkatyyppiaineiston, ja siihen liitettyjen oletusarvojen perusteella. Oletusarvot perustuvat Biosoil-aineistoiin joka on esitelty Heikkinen 2008 Pro gradu-tutkielmassa. Aineisto oli valmiiksi 16 m x 16 m hilakoossa.

### Lähteet

©Luonnonvarakeskus, 2023. Kasvupaikka 2021. Monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMi) kartta-aineisto 2021.

Heikkinen, J. 2008. Hiilen määrän maantieteellinen ja vertikaalinen vaihtelu maaperän pintaosassa. Pro gradu, Oulun yliopisto.

### 3.3 Rakennettu alue

Rakennetun alueen osalta maaperän hiilivarasto määriteltiin Syken ja Scalgon tuottaman 2m maankäyttöaineiston korkean ja matalan kasvillisuuden luokille.

Korkean ja matalan kasvillisuuden maaperän osalta oletusarvoksi määriteltiin 104 t C/ ha tutkimuskirjallisuuden perusteella (Lindén ym. 2020). Arvot yleistettiin 16 m x 16 m hilaan.

Muilta osin rakennetun alueen maaperän hiilivarastolle annettiin arvo 0 t C/ha.

## Lähteet

Scalgo ja Syke (osittain MML, Metsäkeskus, Väylävirasto 2023. Maanpeite 2 m 2022 ja jatkojaloste kasvillisuuden korkeudella.

Lindén, L., Riikonen, A., Setälä, H., & Yli-Pelkonen, V. (2020). Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49, 126633.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126633>

## 4. Hiilivaraston muutoksen laskenta metsäalueilla

### 4.1 Segmentoidut metsikköalueet

Hiilivaraston muutos on laskettu Hiilikartan ensimmäisessä versiossa ainoastaan metsämaille. Laskenta perustuu samaan segmentoituun MVMI kartta-aineistoon kuin metsätalousmaan puuston hiilivaraston laskenta. Segmentoidussa aineistossa on rajattu ominaisuuksiltaan mahdollisimman yhdenmukaisia metsikköalueita. Aineiston on rasterimuotoinen ja hilakoko on 16 m x 16 m. Koordinaattijärjestelmä on ETRS89 / ETRS-TM35FIN (EPSG:3067)

Segmenttirajojen muodostamisessa käytettiin MVMI-2021 aineistoa ja sen mukaista metsätalousmaaraajausta. Segmentointialgoritmin avulla tunnistettiin metsiköiden rajoja ja eroteltiin homogeenisia metsikköalueita omiksi kohteiksi. Segmentoinnissa hyödynnettiin puulajitilavuuksia, maalajia (kivennäismaa, ojittamaton turvemaa, ojitettu turvemaa), puuston pituutta ja Suomen metsäkeskuksen laseraineiston latvusmallia (CHM canopy height model 2010-2020). Segmentoinnin menetelmät on esitelty tutkimusartikkelissa (Haakana ym. 2023). Tutkimusartikkelista poiketen tässä on käytetty uudempia segmenttirajoja vuodelta 2021 HoliSoils-hankeen pohjalta ja uutta vuoden 2020 ojituskarttaa, joka tuotettiin Maati-hankeessa.

Segmentoitu metsikkökuvioaineisto sisältää noin 30 miljoonaa erillistä aluetta. Alueiden keskimääräinen koko on alle hehtaarin.

Alueita määrittäviä luokkamuuttujia metsikkökuvioaineistossa ovat sijaintimaakunta, maaluokka (metsä-, kitu- ja joutomaa), päätyyppi (kivennäismaa, räme, korpi ja avosuo), ojitustilanne (ojitettu ja ojittamaton), ravinteisuustaso, pääpuulaji (mänty, kuusi, koivu ja muu lehtipuu) ja puuston keski-ikä.

Ravinteisuustason luokittelu sisältää seuraavat luokat:

- 1 lehdot, lehtomaiset suot, lettosuot
- 2 lehtomaiset kankaat, ruohoiset suot ja turvekankaat
- 3 tuoreet kankaat, suursaraiset ja mustikkaiset suot ja turvekankaat
- 4 kuivahkot kankaat, piensaraiset ja puolukkaiset suot ja turvekankaat
- 5 kuivat kankaat, tupasvillaiset ja isovarpuiset suot ja turvekankaat
- 6 karukkokankaat, rahkaiset suot ja turvekankaat
- 7 kalliomaat ja hietikot sekä vesijättömaat
- 8 lakimetsät ja tuntureiden heikkokasvuiset havumetsät
- 9 tunturikoivikot

### *Lisenssi*

Tämä Luonnonvarakeskuksen aineisto on lisensoitu Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen - lisenssillä.

Lisätietoja tästä lisenssistä: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>

This dataset by Natural Resources Institute is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Additional information about this license: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

### *Viittaus*

Haakana, M., Tuominen, S., Heikkinen, J., Peltoniemi, M., Lehtonen A. (2023). Spatial patterns of biomass change across Finland in 2009–2015. *ISPRS Open Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 8, 2023, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.ophoto.2023.100036>

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

©Luonnonvarakeskus, 2023. Segmentit 2021, rasterikuviokartta, 10m. HoliSoils-hanke. Hiilikartta-hankeessa aineisto muutettu MVMI 2021 hilaan, 16m.

©Luonnonvarakeskus, 2023. Ojituskartta 2020, 10m. Maati-hanke. Hiilikartta-hankeessa aineisto muutettu MVMI 2021 hilaan, 16m.

## 4.2 Biomassan ja hiilivaraston kehityskäyrät

Kasvillisuuden hiilivaraston laskennassa segmentoitu metsikköalueaineisto yhdistetään biomassan ja hiilivaraston kehitystä kuvaaviin käyriin luokkamuuttujien perusteella. Luokkamuuttajat on esitelty luvussa 4.1. Kullekin luokkamuuttujien erottamalle aluetyypille on määritetty erikseen biomassan ja hiilivaraston kehitys puuston iän funktiona sekä koko kiertoajan mukainen keskimääräinen vuotuinen biomassan ja hiilivaraston muutos. Käyrien pohjana on Luonnonvarakeskuksen Motti-ohjelmistolla tuotettu aineisto.

Biomassan ja hiilivaraston kehityksen laskenta ottaa huomioon rungon, kuolleet ja elävät oksat, neulaset/lehdet, kannon sekä hieno- ja paksujuuret. Laaditut käyrät perustuvat talousmetsien puuston kehitykseen onnistuneen uudistumisen ja suosituksia mukailevan kasvatuksen jälkeen. Tietynlaisella metsikköalueella oletetaan esiintyvän pääpuulajin lisäksi sivupuulajeja kasvupaikalle tyypilliseen tapaan. Laskennassa oletetaan metsien kehittyvän tasaikäiskasvatuksen mukaan maltillisesti jatketuilla kiertoajoilla eli hakkuutasot ovat hivenen suosituksia lievempiä. Biomassakäyrissä oletuksena on normaalien suomalaisten talousmetsien kehitys. Puistoille ja harvinaisemmille puulajeille tulokset sopivat huonommin.

Biomassan ja hiilivaraston kehitys vaihtelee merkittävästi kasvupaikan ominaisuuksien mukaan. Etelä-Suomen maakunnissa vuosittainen lämpösumma on suurempi ja kasvu nopeampaa kuin Pohjois-Suomen maakunnissa. Samoin ravinteisella maaperällä puuston kasvu on selvästi nopeampaa kuin karulla maaperällä. Vuotuisen keskimääräisen biomassan muutos vaihtelee kasvupaikan mukaan välillä 0,48 – 2,31 t biomassaa /v ja hiilivaraston muutos välillä 0,24 – 1,16 t C / ha.

Työkalun ensimmäisessä versiossa käytetään kiertoajan keskimääräistä varaston muutosta. Tämä tarkoittaa sitä, että käytettyjen luokkamuuttujien (sijaintimaakunta, maaluokka, päätyyppi, ojitustilanne, ravinteisuustaso, pääpuulaji) yksilöimällä alueella oletetaan biomassan ja hiilivaraston vuosimuutos samansuuruisiksi riippumatta puuston iästä. Käytetty laskentamenetelmä aliarvioi hiilen sidontaa nopeakasvuisissa nuorissa metsissä ja yliarvioi hiilensidontaa hitaasti kasvavissa vanhoissa metsissä, mutta tuottaa pitemmällä tarkasteluajalla varsin oikeansuuntaisen arvion. Laskenta olettaa biomassan ja hiilivaraston kertyvän alueelle ajan myötä eikä oleta päätehakkuun tapahtuvan tiettyä aikana. Näin ollen Hiilikartan laskenta keskittyy kaavoituksen vaikutuksiin eikä metsätaloustoimien vaikutuksiin.

## 5. Kaavan vaikutusten laskenta

### 5.1 Hiilivaraston ja hiilivaraston muutoksen laskenta kaava-alueella

Kaava-aineisto leikataan kasvillisuuden ja maaperän hiilivarastoaineistoilla sekä segmentoidulla metsikkökuvioaineistolla. Näin voidaan laskea hiilivaraston nykyinen koko kaava-alueella ja kaavan eri aluevarausten alueella. Kaava-aineiston ja segmentoidun metsikkökuvioaineiston leikkaus tuottaa tiedon siitä, miten paljon kunkin kaavakohteen alueella on tiettyä metsikköaluetta. Yhdistämällä biomassan ja hiilivaraston kehityskäyrät metsikkökuvioihin, voidaan laskea hiilivaraston kehitys kaavan kunkin aluevarauksen kohdalla.

### 5.2 Aluevarausten aiheuttama maankäytön muutos

Kaavan aiheuttaman muutosten laskennassa hyödynnetään eri käyttötarkoituksille muodostettuja kertoimia siitä, miten paljon aluevarauksen alueelle jää keskimäärin aiempaa maankäyttöä, miten paljon uusi maankäyttö on kasvipeitteetöntä ja miten paljon kasvipeitteistä. Prosenttiosuudet perustuvat paikkatietoanalyysiin viimeisen 10 vuoden aikana rakennetuista alueista ja kaavoitetuista kohteista. Analyysissä on tarkasteltu asemakaavan seurantalomakkeita ja uusien rakennusten sijaintikiinteistöjä ja niiden maanpeitettä. Kertoimet soveltuvat parhaiten asemakaava- ja osayleiskaavatasoille. Prosenttiosuudet kuvaavat erityisesti aiemmin rakentamattomalla maalla tapahtuvaa maankäytön muutosta.

Jäljelle jäävän maankäytön perusteella lasketaan, miten paljon alueella säilyy nykyistä kasvillisuuden hiilivarastoa ja hiilensidontaa. Maaperän hiilivaraston oletetaan säilyvän myös kasvipeitteisen uuden maankäytön alueella.

Taulukko 6. Eri käyttötarkoituksille muodostetut kertoimet alueelle jäävästä aiemmasta maankäytöstä, uuden maankäytön kasvipeitteisyydestä.

Luokka	Lyhenne	Jäljelle jäävää aiempaa maankäyttöä	Kasvi- peitteetöntä uutta maankäyttöä	Kasvi- peitteistä uutta maankäyttöä
Asuinalueet	A	8 %	55 %	37 %
Kerrostaloalueet	AK	5 %	72 %	23 %
Pientaloalueet	AP	10 %	40 %	50 %
Keskustatoiminnot	C	0 %	80 %	20 %
Palvelut	P	6 %	80 %	14 %
Yleiset rakennukset	Y	6 %	80 %	14 %
Elinkeinot	K	6 %	80 %	14 %
Liike- ja toimistorakennukset	K	6 %	80 %	14 %
Teollisuus- ja varastoalueet	T	6 %	80 %	14 %
Virkistys	V	100 %	0 %	0 %
Puisto, leikkipuisto	VP	80 %	7 %	13 %
Lähivirkistysalue, lähimetsä	VL	100 %	0 %	0 %
Urheilualue	VU	50 %	25 %	25 %
Retkeily- ja ulkoilualue	VR	100 %	0 %	0 %
Loma-asuminen ja matkailu	R	20 %	30 %	50 %
Loma-asuntojen alue	RA	25 %	30 %	45 %
Matkailualue	RM	7 %	40 %	53 %
Liikennealue	L	0 %	60 %	40 %
Erytisalue	E	0 %	50 %	50 %
Yhdyskuntatekniikan alueet	ET	0 %	60 %	40 %
Energiahuollon alueet	EN	0 %	50 %	50 %
Jätteenkäsittelyalueet	EJ	0 %	70 %	30 %
Maa-ainestenotto- ja kaivosalueet	EO	0 %	70 %	30 %
Hautausmaat	EH	0 %	20 %	80 %
Suojaviheralueet	EV	80 %	10 %	10 %
Suojelualueet	S	100 %	0 %	0 %
Luonnon suojelualueet	SL	100 %	0 %	0 %
Rakennussuojelulain mukaiset suojelualueet	SR	5 %	43 %	52 %
Maa- ja metsätalous	M	100 %	0 %	0 %
Maatalousalue	MT	100 %	0 %	0 %
Kotieläintalous, puutarha, kasvihuone	ME	0 %	60 %	40 %
Vesialueet	W	100 %	0 %	0 %