

Vastuuvapauslauseke

Tämä raportti on tuotettu AFRY Management Consulting Smart Forestryn (“AFRY”) toimesta yksinomaan Lappeenrannan kaupungin käyttöön. **Hyväksymällä tämän raportin vastaanottamisen, vastaanottaja tunnustaa ja hyväksyy tämän vastuuvapauslausekkeen ehdot.**

MIHINKÄÄN TÄSSÄ RAPORTISSA EI TULE LUOTTA LUPAUKSENA TAI ESITYKSENÄ MENNEISTÄ TAI TULEVISTA TAPAHTUMISTA TAI TULOKSISTA. AFRY ON VALMISTANUT TÄMÄN RAPORTIN PERUSTUEN SILLE SAATAVILLA OLEVAAN TIETOON SEN VALMISTELUAIKANA, EIKÄ SILLÄ OLE VELVOLLISUUTTA PÄIVITTÄÄ TÄTÄ RAPORTTIA.

AFRY ei anna mitään esitystä tai takuuta, ilmaistua tai implisiittistä, raportissa annettujen tietojen tarkkuudesta tai täydellisyydestä tai mistään muusta raporttiin liittyvästä esityksestä tai takuusta. Tämä raportti perustuu osittain tietoihin, jotka eivät ole AFRYn hallinnassa. Raportissa esitetyt arviot voivat muuttua, ja todelliset määrät voivat poiketa merkittävästi raportissa kuvatuista riippuen monista tekijöistä. AFRY nimenomaisesti kieltäytyy kaikesta vastuusta, joka perustuu kokonaan tai osittain AFRYlle annettuihin virheellisiin tai puutteellisiin tietoihin tai joka johtuu AFRYn tai sen toimihenkilöiden, johtajien, työntekijöiden tai edustajien huolimattomuudesta, virheistä tai laiminlyönneistä. Tämän raportin ja sen sisältämien arvioiden käyttö on käyttäjien omalla vastuulla.

AFRY nimenomaisesti kieltäytyy kaikesta vastuusta, joka johtuu tai liittyy tämän raportin käyttöön, paitsi siinä määrin kuin toimivaltainen tuomioistuin on lopullisella tuomiolla (ei muutoksenhakukelpoinen) todennut, että tällainen vastuu johtuu AFRYn tahallisuudesta, väärinkäytöksestä tai törkeästä huolimattomuudesta. AFRY kieltäytyy myös kaikesta vastuusta erityisistä, taloudellisista, satunnaisista, rangaistuksellisista, epäsuorista tai välillisistä vahingoista. **Missään olosuhteissa AFRYllä ei ole vastuuta raportin käytöstä, joka ylittää raportin tuottamisesta saadut maksut.**

Copyright © 2026 AFRY Management Consulting Oy

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) pidätetään AFRYlle. Raporttia ei saa jäljentää missään muodossa tai millään tavalla ilman AFRYn etukäteen antamaa kirjallista lupaa. Kaikki tällainen sallittu käyttö tai jäljentäminen on nimenomaisesti ehdollista tämän vastuuvapauslausekkeen ehtojen ja rajoitusten jatkuvalla soveltamisella.

Lappeenrannan mankäyttösektorin hiilitase 2025

Syyskuu 2026

Nico Österberg



Esityksen sisältö

1. Johdanto
2. Hiilitaselaskennan ja aineistojen epävarmuuksista
3. Laskentamenetelmä
4. Lappeenrannan maankäyttöluokitus 2025
5. Lappeenrannan maankäyttösektorin hiilitase 2025
 - 5.1 Hiilitaseen alueellinen jakautuminen ja vertailu maakunnan keskiarvoon
6. Lappeenrannan maankäyttösektorin hiilivara-
stot 2025
7. Lappeenrannan maankäyttösektorin pinta-
alat, hiilivara-
stot ja -taseet maankäyttöluokittain
8. Toimenpidesuosituks



1. Johdanto

- Lappeenrannan ilmasto- ja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttaminen edellyttävät ymmärrystä maankäyttösektorin roolista.
- Selvitys tuottaa kokonaiskuvan kaupungin hiilitaseesta ja hiilivarastoista vuonna 2025.
- Metsämaa muodostaa kaupungin tärkeimmän hiilinielun.
- Viljelysmaat, turvemaat ja turvetuotantoalueet muodostavat merkittäviä päästölähteitä.



2. Hiilita selaskennan ja aineistojen epävarmuuksista

Metsät muodostavat maakunnan tärkeimmän hiilinielun ja turvemaat suurimman päästölähteen. Tulosten tarkkoihin lukuarvoihin liittyy epävarmuutta, mutta niiden osoittama suunta on selkeä: hiilinielujen vahvistaminen edellyttää metsien kasvun turvaamista ja turvemaiden päästöjen vähentämistä.

Tulosten tarkkoihin lukuarvoihin liittyy epävarmuutta, jota aiheuttavat erityisesti lähtöaineistot, puuston kasvun mallinnus sekä maaperän hiilen kiertoa kuvaavat mallit. Metsämaan laskenta perustuu **Suomen metsäkeskuksen (SMK) kuvioaineistoon** ja sitä täydentävään, SMK:n aineistolla kalibroituun **MVMI - aineistoon**. SMK:n hila-aineistossa epävarmuus liittyy ensisijaisesti kaukokartoituksen ja koeala-aineiston perusteella estimoituihin puustotunnuksiin, kun taas MVMI-aineistossa epävarmuus syntyy VMI-koealojen, satelliittiaineistojen ja tilastollisen estimoinnin yhdistelmästä. Molemmissa aineistoissa yksittäisten 16 × 16 metrin rasteriruutujen virhe voi olla huomattava, vaikka tarkkuus paranee merkittävästi tarkastelualaueen koon kasvaessa.

Merkittävin yksittäinen epävarmuustekijä liittyy **maaperän hiilitaseeseen**. Maaperän hiilen muutoksia ennustetaan Yasso15-, Ojanen ym. (2014) ja Alm ym. (2023) -malleilla, joiden tulokset riippuvat voimakkaasti maaperän alkuhiilivaraston arvioista, karikesyötteiden määrästä sekä mallien rakenteellisista oletuksista. Lisäksi **metsämaan hiilitase sisältää laskentavuoden hakkuutähde - ja luonnonpoistumasyötteen kokonaisuudessaan**, mikä kasvattaa laskennallista hiilinielua merkittävästi. Toisin kuin puuston määrää, maaperän hiilivarastoa ei Suomessa mitata toistuvasti koko maan kattavasti, minkä vuoksi maaperän hiilivaraston muutoksiin liittyy puustoa suurempi epävarmuus.

Siksi tuloksia tulisi käyttää ennen kaikkea **päätöksenteon strategisena työkaluna** maankäyttöluokkien väliseen vertailuun, toimenpiteiden kohdentamiseen ja kehityssuuntien arviointiin. Tulokset kuvaavat luotettavasti, missä päästöt ja hiilinielut syntyvät sekä mihin toimenpiteet kannattaa kohdistaa, mutta yksittäisiä hiilitasearvoja ei tule tulkita täsmällisinä ennusteina tai absoluuttisina totuuksina.





3. Laskentamenetelmä

Maankäyttösektorin hiilitaselaskenta toteutetaan **paikkatietopohjaisesti** AFRY Smart Forestryyn omalla **simulointi** - ja **optimointiohjelmistolla** perustuen alueesi tunnistettuun maankäyttöön. Maankäytön muutokset on rajattu laskennan ulkopuolelle. Laskennan tarkkuustaso on **16x16 metrin rasteriruudukko**.



METSÄMAA

Puuston mallinnus perustuu Suomen metsäkeskuksen kuvioaineistoon ja sillä kalibroituun **VMI** -aineistoon sekä Luonnonvarakeskuksen **Motti** -kasvumalleihin. Puuston kehitys muunnetaan kokonaisbiomassaksi **Repola** (2008, 2009) ja Repola ym. (2007) malleilla.

Tilastolliset hakkuutilavuuden kohdennetaan **metsänkäyttöilmoitusten** perusteella.

Maaperä mallinnetaan **Yasso15** -, **Ojanen** ym. (2014) ja **Alm** et al. (2023) malleilla. Maaperän CH₄- ja N₂O-päästöt lasketaan vakiokertoimilla.



VILJELYSMAA JA RUOHIKKOALUEET

Maaperän mallinnus perustuu **Yasso15** -malleihin kivennäismailla. Oletus kasvibiomassan vuotuisesta kierrosta muodostaa syötteen maaperämalliin, mutta omana varastonaan sen oletetaan olevan tasapainossa. Turvemaille sovelletaan vakiokertoimia.



KOSTEIKOT

Kosteikoiden laskenta rajautuu nykyisiin ja käytöstä poistuneisiin turvetuotantoalueisiin. Turvetuotantoalueille sovelletaan vakiokertoimia.



RAKENNETUT ALUEET JA MUU MAA

Rakennettujen alueiden ja muun maan oletetaan olevan tasapainossa, jolloin niiden hiilitase raportoidaan muuttumattomana.

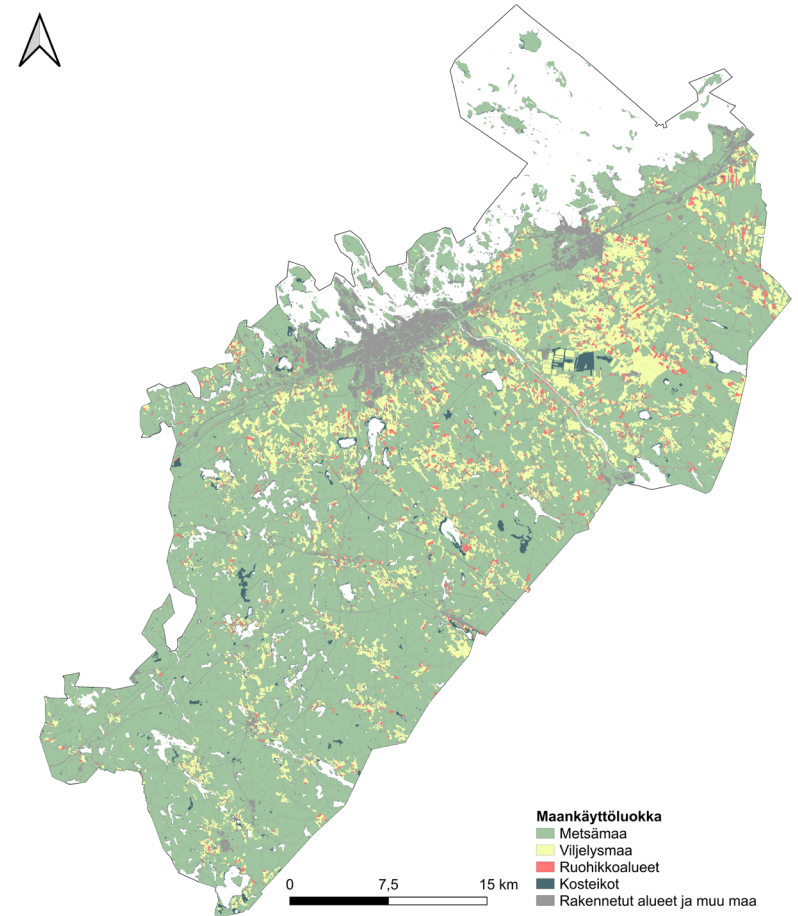
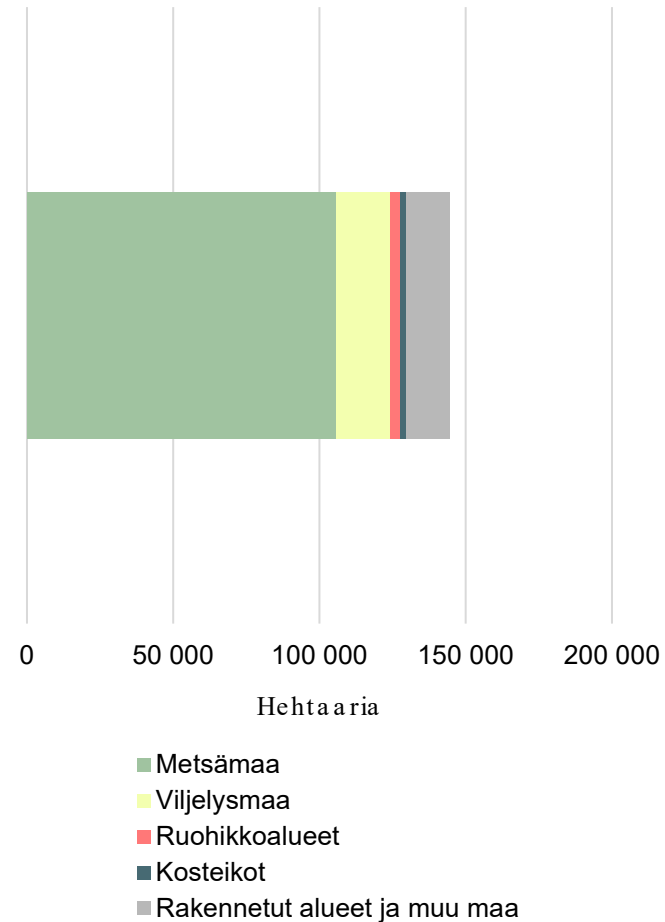


PUUTUOTTEET

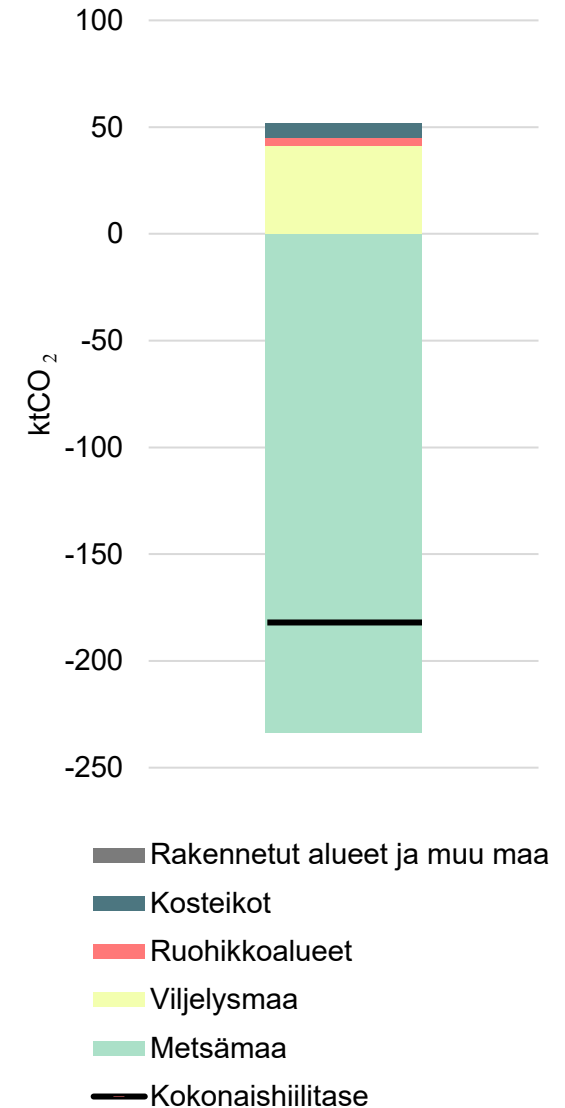
Laskenta perustuu kansallisen KHK-inventaarion kertoiin, tilastolliseen jakaumaan eri tuotantolinjoille (sahatavara, puulevyt ja paperi/kartonki) ja Liski ym. (2001) kertoiin. Puutuotemalli on alustettu vuodesta 1918 alkaen.

4. Lappeenrannan maankäyttöluokitus 2025

- Metsämaa on Etelä -Karjalassa pinta-alaltaan ylivoimaisesti merkittävin maankäyttöluokka.
- Maankäyttöluokitus muodostettiin usean paikkatietoaineiston yhdistelmänä seuraavassa järjestyksessä:
 1. MVMII3
 2. Peltolohkorekisteri
 3. Turvetuotantoalueet ja niiden jälkikäyttö-aineisto
 4. Maannostietokanta
 5. Corine 2018-aineisto
- Kullekin maankäyttöluokalle sovellettiin omia laskentamenetelmiä ja päästökertoimia.



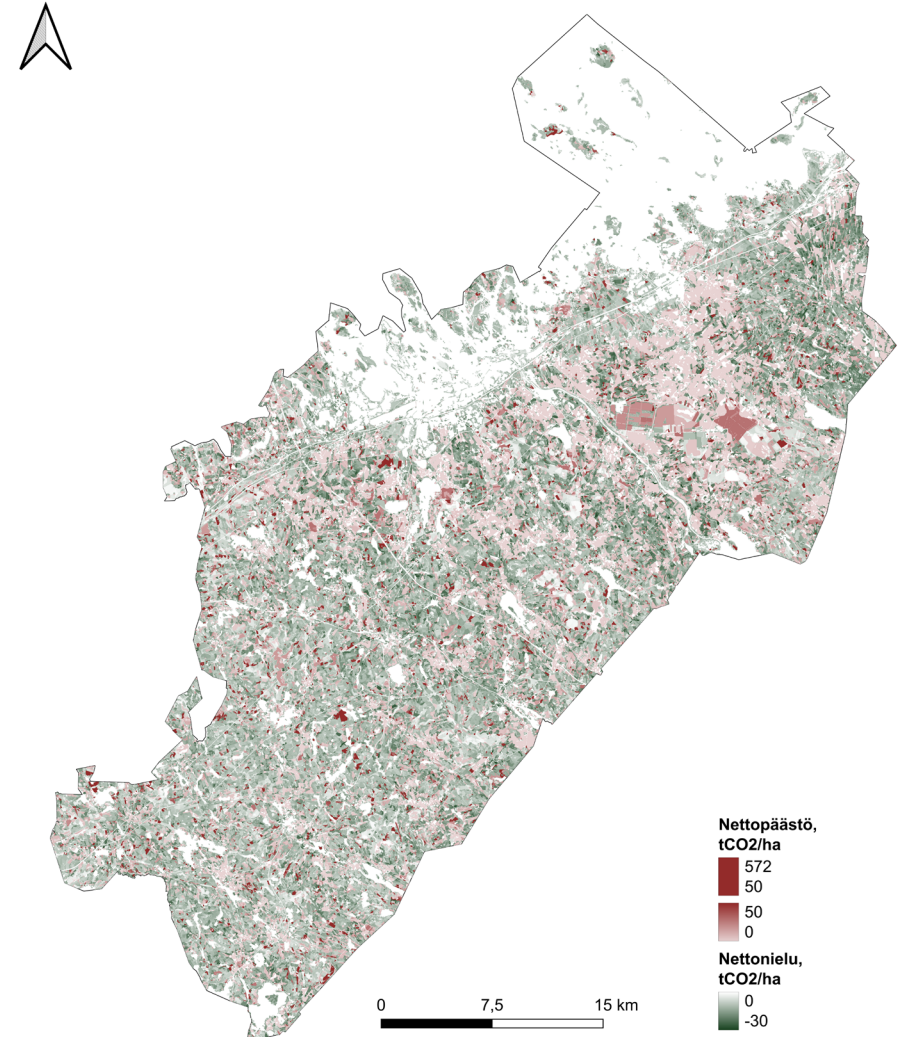
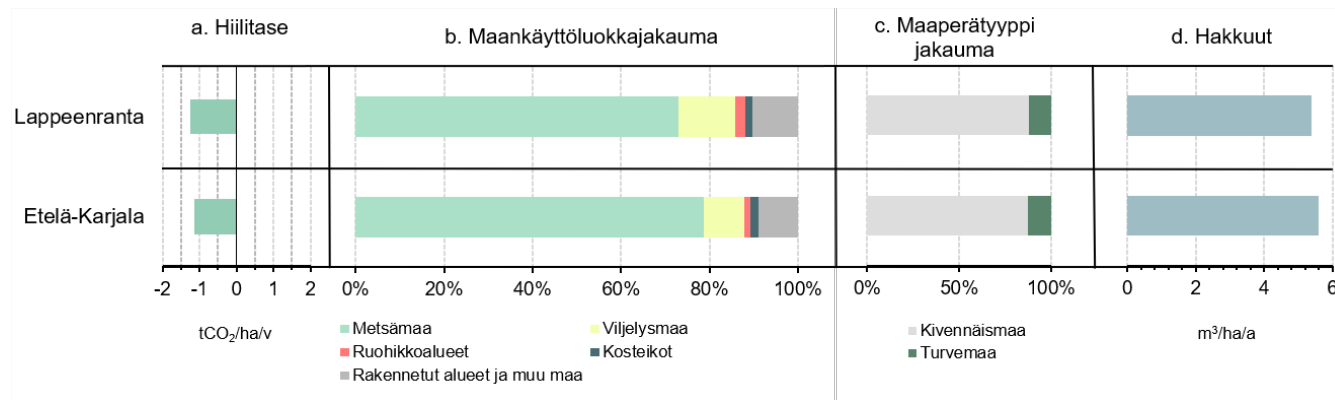
5. Lappeenrannan maankäyttösektorin hiilitase 2025



¹ Puutuotteiden hiilitasetta ei sisällytetty kokonaishiilitaseeseen.

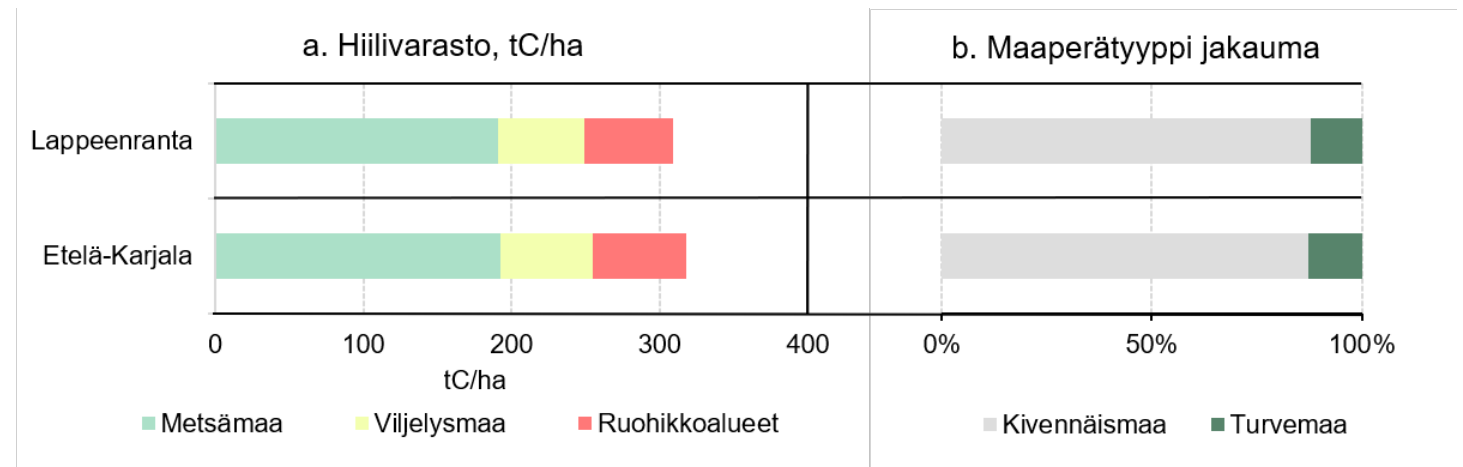
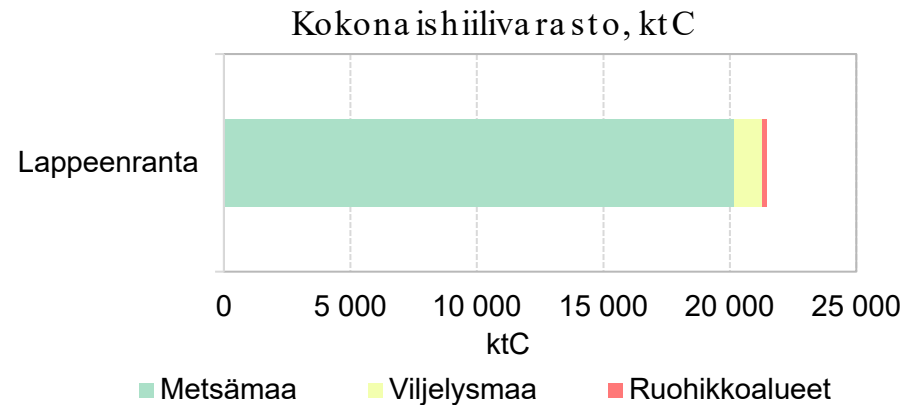
5.1 Hiilitaseen alueellinen jakauminen ja vertailu maakunnan keskiarvoon

- Alla olevissa kuvaajissa verrataan Lappeenrannan suhteellista hiilitasetta tCO_2/ha maakunnan keskiarvoon. Karttakuva näyttää nettopäästöt ja -nielut kaupungin alueella.
- Lappeenrannan hiilitase ($-1,3 \text{ tCO}_2/\text{ha}$) on hieman maakunnan keskiarvoa ($-1,1 \text{ tCO}_2/\text{ha}$) suurempi huolimatta pienemmästä metsämaan osuudesta (b), koska pinta-alasta keskimääräistä suurempi osuus sijaitsee kivennäismailla (c) ja kaupungin hakkuut olivat keskimääräistä pienemmät.
- Suurempi viljelysmaan ja ruohikkoalueiden osuus pinta-alasta sekä hehtaaria kohden suuremmat hakkuut nostaa nettopäästöjä. Vastaavasti suurempi kivennäismaaperän osuus kasvattaa nettonieluja.



6. Lappeenrannan maankäyttösektorin hiilivarastot 2025

- Hiilivarastojen koko laskettiin metsämaalla, viljelysmaalla ja ruohikkoalueilla.
- Ylimmässä kuvassa on kuvattu Lappeenrannan hiilivarastot maankäyttöluokittain.
- Alempi kuva vertailee hehtaarikohtaista hiilivarastoa kaupungin ja maakunnan välillä.
- Lappeenrannan hehtaarikohtainen hiilivarasto (148 tC/ha) on hieman maakuntaa (158 tC/ha) pienempi johtuen pienemmästä turvemaiden osuudesta.
- Lappeenrannan maankäyttösektorin kokonaishiilivarasto vuonna 2025 oli 21 443 ktC. Etelä-Karjalan hiilivarasto oli 85 284 ktC.



7. Lappeenrannan maankäyttösektorin pinta-alat, hiilivara-astot ja -taseet maankäyttöluokittain

Kunta	Metsämaa	Viljelysmaa	Ruohikko-alueet	Kosteikot	Rakennetut alueet ja muu maa	Pinta-ala yhteensä
Lappeenranta	105 726 (17%)	18 590 (8%)	3 227 (9%)	2 124 (51%)	9 631 (2%)	144 659 (12%)
Etelä-Karjala	424 941 (17%)	48 979 (12%)	7 420 (12%)	9 633 (47%)	26 927 (2%)	539 341 (13%)

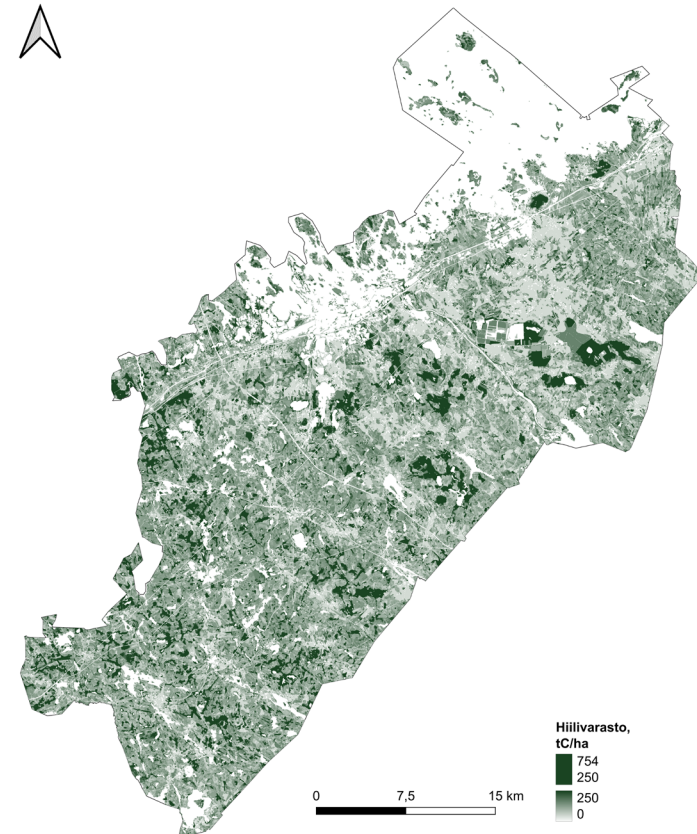
Yhteenveto Lappeenrannan ja Etelä -Karjalan maankäyttöluokkien pinta -aloista (suluissa turvemaiden suhteellinen osuus maankäyttöluokan pinta -alasta).

Kunta	Metsämaan hiilivarasto, ktC	Viljelysmaan hiilivarasto, ktC	Ruohikkoalueiden hiilivarasto, ktC	Kosteikoiden hiilivarasto, ktC	Rakennettujen alueiden ja muun maan hiilivarasto, ktC	Kokonais-hiilivarasto, ktC
Lappeenranta	20 163	1 089	192	0	0	21 443
Etelä-Karjala	81 746	3 069	468	0	0	85 284

Yhteenveto Lappeenrannan ja Etelä -Karjalan maankäyttöluokkien hiilivarastoista.

Kunta	Metsämaan hiilitase, ktCO ₂ e/v	Viljelysmaan hiilitase, ktCO ₂ e/v	Ruohikkoalueiden hiilitase, ktCO ₂ e/v	Kosteikoiden hiilitase, ktCO ₂ e/v	Rakennettujen alueiden ja muun maan hiilitase, ktCO ₂ e/v	Kokonaishiilitase, ktCO ₂ e/v
Lappeenranta	-233,6	41,3	3,7	6,6	0,0	-182,0
Etelä-Karjala	-806,5	152,9	11,6	30,7	0,0	-611,3

Yhteenveto Lappeenrannan ja Etelä -Karjalan maankäyttöluokkien hiilitaseista.



8. Toimenpidesuosituksukset

Lappeenrannan suurimmat mahdollisuudet hiilitaseen vahvistamiseen liittyvät metsien hiilinielujen säilyttämiseen, turvemaiden päästöjen vähentämiseen sekä pitkäikäisten puutuotteiden käytön lisäämiseen.

Metsämaa

- Metsänhoitotoimenpiteiden tulisi hiilivaraston kasvun lisäksi tukea olemassa olevien varastojen säilymistä.
- Hiilitaseeseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi: maan muokkauksen voimakkuudella, ripeällä uudistamisella, jaloitetulla taimi- ja siemenmateriaalilla, oikea-aikaisella taimikonhoidolla ja harvennushaakuilla, sekapuustoisuudella, harvennusvoimakkuudella, kiertoajojen pidentämisellä, lannoituksella ja turvemaan metsien vesitalouden hallinnalla.

Viljelysmaat ja ruohikkoalueet

- Vähennetään turvepeltojen päästöjä sääntösalajoituksella ja vedenpinnan hallinnalla.
- Lisätään hiiltä sitovia viljelykäytäntöjä, kuten nurmikiertoa, keräjäkasveja ja maan kasvukunnosta huolehtimista.
- Säilytetään pitkäaikainen kasvillisuuspeitteisyys ruohikkoalueilla.
- Kohdennetaan ilmastotoimia erityisesti runsaspäästöisille turvepelloille.

Kosteikot

- Ennallistetaan soveltuvia käytöstä poistuneita turvetuotantoalueita.
- Kehitetään kosteikkoja ja vettämiskohteita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.
- Arvioidaan kosteikkoviljelyn ja muun vähäpäästöisen jälkikäytön mahdollisuuksia.

Puutuotteet

- Lisätään pitkäikäisten puutuotteiden käyttöä rakentamisessa.
- Pidennetään puumateriaalien käyttöikää korjaamalla, uudelleenkäyttämällä ja kierrättämällä.
- Ohjataan puuraaka-ainetta mahdollisimman korkean ja lostusasteen ja pitkän käyttöiän tuotteisiin.



