

Mikkelin kaupungin metsien hiilitaselaskenta

Raportti

20.3.2025

Mikkelin kaupunki

Tapio Palvelut Oy (myöhemmin Toimittaja) laskentapalvelun toteuttajana ja raportin laatijana vastaa siitä, että on suorittanut raportin laatimiseen johtaneen toimeksiannon ammattitaitoisesti, huolellisesti ja alalla vallitsevaa hyvää ammattikäytäntöä noudattaen. Raportti vastaa tilannetta sen antamishetkellä, eikä Toimittaja siten ole vastuussa myöhemmin esim. olosuhteiden muuttumisesta johtuneista seikoista. Toimeksiannon suorittamista varten Toimittaja on saanut toimeksiantajalta tai kolmansilta aineistoa ja laskentamalleja, joiden oikeellisuuteen ja todenmukaisuuteen Toimittaja on luottanut ilman eri tutkimusta tai todentamista, ellei kyse ole aineistosta, jonka oikeellisuuden tai todenmukaisuuden selvittäminen on nimenomaisesti kuulunut toimeksiantoon. Toimittaja ei vastaa missään tapauksessa välillisistä eikä epäsuorista vahingoista. Toimittajan vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa sille toimeksiannosta maksettuun määrään, ellei Toimittajan osoiteta menetelleen tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. Kolmannella taholla on oikeus luottaa lausuntoon vain siinä tarkoituksessa, mihin lausunto on nimenomaisesti pyydetty. Toimittajan vastuu kolmatta tahoa kohtaan ei voi olla suurempi, kuin mitä se on lausunnon pyytäneellä taholla kohtaan.

Sisällysluettelo

JOHDANTO	3
1. LASKENNAN PERUSTEET	4
1.1. LASKENNASSA KÄYTETYT MALLIT JA LÄHTÖTIEDOT	4
1.2. TULOSTEN LUOTETTAVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ.....	4
2. METSIEN NYKYTILA.....	6
3. LASKENTASKENAARIOIDEN MUODOSTAMINEN JA SKENAARIOIDEN KUVAUS.....	7
4. SKENAARIOIDEN KESKEISET TULOKSET JA VERTAILU	8
4.1. PUUSTON KEHITYS JA HAKKUUMÄÄRÄ SUHTEESSA KASVUUN.....	8
Puuston tilavuuden, kasvun ja ikärakenteen kehitys	8
Puuston tilavuuden, kasvun ja luonnonpoistuman yhteenveto	10
Hakkuumäärät ja hakkuiden osuus kasvusta.....	10
4.2. METSIEN HIILITUNNUSTEN KEHITYS	11
Puuston hiilivarasto ja varaston muutokset	11
Maaperän hiilivarasto ja varaston muutos.....	13
Metsien kokonaishiilivarasto ja varaston muutos	14
Mikkelin kaupungin metsien osuus kaupungin hiilineutraaliustavoitteissa	16
Hiilitunnusten kehityksen yhteenveto	16
5. TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET	17
5.1. KESKEISET TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	17
5.2. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	17
VIITTAUKSET.....	18
LIITE 1. SKENAARION 3 MUKAISET SUOJELUALUEET KARTALLA.....	19

Johdanto

Mikkelin kaupungin omistamien metsien hiilitaselaskennan tavoitteena oli arvioida, miten metsien hiilivarasto ja hiilensidonta kehittyvät vuoteen 2034 mennessä, sekä pidemmällä, 50 vuoden aikajänteellä tarkasteltuna erilaisten metsänhoitostrategioiden mukaisesti. Laskennan lopputuloksena tuotettiin ennuste metsien hiilivaraston ja hiilinielun muutoksista kolmessa eri hakkuuskenaariossa, mikä tarjoaa tietoa metsien roolista kaupungin ilmastotavoitteiden saavuttamisessa.

Tässä raportissa vastataan tarkennetun tarjouspyynnön kysymyksiin liittyen kaupungin metsien hiilinielun suuruuteen vuosina 2025 ja 2035 sekä siihen, kuinka suuren osuuden kaupungin jäljellä olevista päästöistä metsät voivat sitoa perusskenaarion mukaisella hakkuukertymällä. Lisäksi tarkastellaan vaihtoehtoisia hakkuumalleja, joissa hakkuukertymä on joko metsäsuunnitelmaa pienempi tai suurempi, ja niiden vaikutuksia metsien hiilivarastoihin ja hiilensidontaan.

Laskennan lähtötietoina on käytetty Mikkelin kaupungin päivitettyjä metsävaratietoja sekä tietoja Mikkelin kaupungin metsänhoidon periaatteista ja rajoitteista. Laskentojen toteutuksessa käytetty työkalu perustuu Luonnonvarakeskuksen MOTTI-kasvumalleihin, sekä Ilmatieteen laitoksen ylläpitämiin Yasso15 -maaperän hiilenkiertomalliin, joiden avulla on ennustettu puuston ja maaperän hiilivaraston kehitystä vuoteen 2074 saakka. Tarkastelussa huomioitiin näin ollen puuston ennustettu kasvu, luonnonpoistuma, hakkuupoistuma sekä maaperän hiilivarastojen kehitys.

Tulokset osoittavat, että kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa metsien kokonaishiilivarasto kasvaa pitkällä aikavälillä, vaikka lyhyellä aikavälillä maaperän hiilivaraston kehitys on osittain negatiivinen. Hakkuumäärän lisääminen heikentää metsien hiilinielua, kun taas hakkuumäärän vähentäminen ja suojelualueiden lisääminen parantavat hiilivarastojen kasvua. Näiden analyysien perusteella raportti tarjoaa Mikkelin kaupungille arvokasta tietoa päätöksenteon tueksi, jotta metsien käyttö voidaan sovittaa yhteen sekä taloudellisten että ilmastotavoitteiden kanssa.

1. Laskennan perusteet

1.1. Laskennassa käytetyt mallit ja lähtötiedot

Laskentojen lähtötietona käytettiin Mikkelin kaupungin omia, vuoden 2024 aikana päivitettyjä metsävaratietoja. Laskelmien tavoitteena oli ennustaa Mikkelin kaupungin metsäomaisuuden hiilitunnusten kehitystä seuraavien 50 vuoden aikana (2025-2074).

Laskennassa käsiteltiin ainoastaan tuottavan metsämaan kuviot. Toteutukseen käytetyssä simulointityökalussa puuston kasvun mallinnuksessa käytetään Luonnonvarakeskuksen laatimia, alueellisesti kalibroituja MOTTI-kasvumalleja. Metsänhoitotyöt ja hakkuumahdollisuudet puolestaan perustuvat metsänhoidon suositusten mukaiseen metsien käsittelyyn. Eri-ikäisrakenteiseksi luokitelluille kuvioille simulaattori tuottaa poiminta- ja pienaukkohakkuita niin, että pienaukkohakkuissa puita poistetaan kaikista läpimittaluokista, mutta aukkojen kokoon ja sijaintiin ei oteta tuloksissa kantaa. Hakkuupoistuma määräytyy metsänhoidon suositusten mukaan: leimausrajan pohjapinta-ala on noin 20 m², ja jäävän puuston pohjapinta-ala noin 10 - 12 m². Tiheimmät ja harvemmat puustot huomioiden minimipoistuma on 70 m³/ha, ja toisaalta maksimi 60 % pohjapinta-alasta. Paras toimenpideohjelma valitaan taloudellista tuottoa optimoivalla lineaarisella optimointimallilla, ja laskentaa ohjataan erilaisilla rajoitteilla, esimerkiksi hakkuutapojen ja vuotuisten hakkuumäärien suhteen.

Hiilitaselaskelmissa puuston ja aluskasvillisuuden hiilimäärä johdetaan puuston tilavuudesta laskentaan implementoitujen biomassamallien avulla (Helmisaari ym. 1998, Liski ym. 2006 & Repola ym. 2007). Maaperän hiilivarastojen osalta kivennäismaiden maaperän hiilitaseen muutoksia kuvataan Yasso15-mallien avulla. Turvemaiden maahiilen muutoksen mallintamisessa käytetään Kansallisen kasvihuonepäästöselvityksen lukuja. Keskeiset termit hiilitaselkontojen osalta on esitetty kuvassa 1.

Hiilivarasto: Hiilivarastolla tarkoitetaan tässä tapauksessa puustoon ja maaperään sitoutuvaa kumulatiivista hiilen kokonaisvarastoa. Hiilivaraston kasvu määräytyy vuosittaisen hiilitaseen mukaan. Ilmoitetaan muodossa (t CO₂).

Hiilensidonta: Hiilensidonnalla kuvataan puuston ja maaperän kykyä sitoa hiiltä. Hiilensidonta on bruttoarvo, josta ei ole vähennetty hiilenpoistumaa. Hiilensidonta ilmoitetaan muodossa (t CO₂/vuosi).

Hiilitase: Hiilitaseella kuvataan tässä tapauksessa puustoon ja maaperään sitoutuvan ja siitä poistuvan hiilen yhteenlaskettua määrää. Hiilitase ilmoitetaan muodossa (t CO₂/vuosi).

Hiilinielu: Hiilinielu syntyy, mikäli vuosittainen puustoon ja maaperään sitoutuvan hiilen määrä ylittää siitä poistuvan hiilen määrän. Päinvastaisessa tilanteessa puhutaan hiililähteestä. Ilmoitetaan myös muodossa (t CO₂/vuosi).

Kuva 1. Keskeiset hiilitaselkentaan liittyvät termit.

1.2. Tulosten luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Malleilla tuotettuihin ennusteisiin liittyy aina epävarmuustekijöitä, jotka huomioiden tuloksia tulee tarkastella kriittisesti. Keskeisiä tuloksiin vaikuttavia tekijöitä ovat

I. Lähtöaineiston tarkkuus

Puuston kehitysennusteet perustuvat laskennan syötetietona toimiviin metsävaratietoihin, joten lähtötiedon tarkkuus korreloi suoraan tulosten luotettavuuden kanssa.

II. Mallien epävarmuustekijät

Kaikki laskennassa saadut tulokset perustuvat tilastollisiin kasvu-, luonnonpoistuma-, bio-massa- ja hiilitasemalleihin, joiden tuloksiin liittyy aina epävarmuutta. Merkittävimpiä virhelähteitä ovat metsien kasvuennusteiden epävarmuus (erityisesti jatkuva kasvatus), jatkuvan kasvatuksen uudiskohteiden taimettumisen epävarmuus, maaperän nykyisen hiilivaraston ja hiilivaraston kehityksen ennustamisen suuruuden epävarmuus etenkin turve-mailla ja jatkuvassa kasvatuksessa sekä metsätuhojen ja luonnonpoistuman ennustami-nen.

III. Oletus toimenpiteiden toteutuksen ajantasaisuudesta

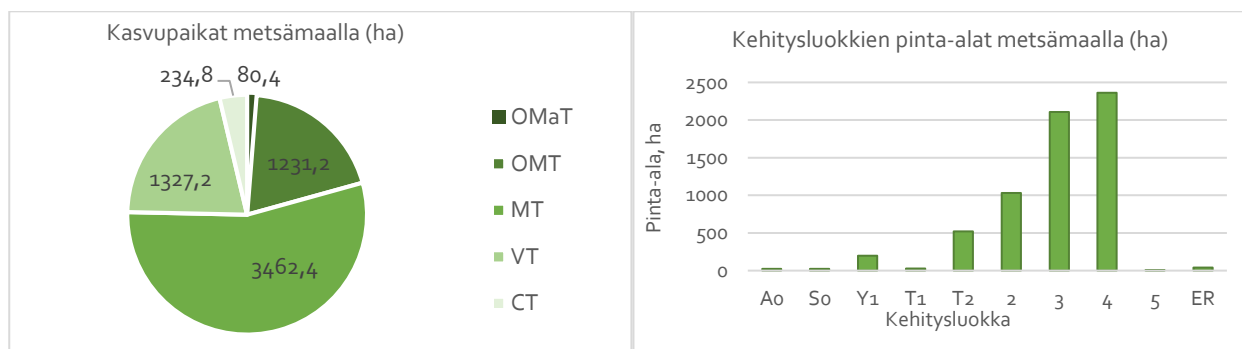
Skenaarioiden antamat kehitysennusteet perustuvat siihen oletukseen, että toimenpiteet toteutetaan ajallaan, ja metsänhoitorästejä ei muodostu.

2. Metsien nykytila

Mikkelin kaupunki omistaa yhteensä noin 6740 hehtaaria inventoitua metsää, joista 6 338 hehtaaria lasketaan tuottavaksi metsämaaksi. Tässä laskentatyössä tarkastelun kohteena olivat metsämaan kuviot, joten myös nykytilan tunnuksot on esitetty vastaavalla rajauksella (taulukko 1). Puuston laskennallinen keski-ikä on 56 vuotta, ja lähes 50 % metsistä on joko varttunutta kasvatusmetsää (03) tai uudistuskypsäksi luokiteltavaa metsää (04) (kuvaaja 2). Puuston nykytilan mukainen keskitilavuus on 181 m³/ha, mikä on jonkin verran korkeampi kuin viimeisimmän valtakunnan metsien inventoinnin (VMI 13, 2019 – 2023) mukainen keskitilavuus Etelä-Savossa (157,7 m³/ha). Kasvun suhteen vertailutilanne on puolestaan päinvastainen, ja Mikkelin metsien nykytilan vuotuinen keskikasvu 6,6 m³/ha/v jää Valtakunnan metsien inventointia (VMI 13, 2019 – 2023) alhaisemmalle tasolle. VMI-keskasvu Etelä-Savossa on noin 7 m³/ha. Kasvupaikkajakauman suhteen noin 75 % pinta-alasta on luokiteltu tuoreeksi kankaaksi tai rehevämmäksi kasvupaikaksi (kuvaaja 1), mikä luo hyvät edellytykset puuston kasvuille. Puuston kokonaishiilivarasto nykytilassa on laskennallisesti noin 1,33 miljoonaa t CO₂ (hiilidioksidiekvivalenssitonnia), maaperän noin 3,79 miljoonaa t CO₂ ja metsien kokonaishiilivarasto näistä yhteenlaskettuna noin 5,13 miljoonaa t CO₂ (taulukko 1).

Taulukko 1. Keskeiset nykytilatunnukset metsämaan kuviolla.

Mikkelin kaupungin metsien nykytila (metsämaan kuviot)	
Pinta-ala	6338 ha
-- kangasmaata	5382 ha
-- turvemaata	956 ha
Puuston keski-ikä	56 vuotta
Puuston keskitilavuus	181 m ³ /ha
Puuston kokonaistilavuus	1149034 m ³
Puuston keskikasvu	6,6 m ³ /ha/v
Puuston kokonaiskasvu	41884 m ³ /v
Puuston hiilivarasto	1,33 milj. t CO ₂
Maaperän hiilivarasto	3,79 milj. t CO ₂
Metsien kokonaishiilivarasto	5,13 milj. t CO ₂



Kuvaaja 1 (vasemmalla) Kasvupaikkajakauma metsämaan kuviolla nykytilassa (OMaT = Lehto, letto ja lehtomainen suo (ja ruohoturvekangas), OMT = Lehtomainen kangas, vastaava suo ja ruohoturvekangas, MT = Tuore kangas, vastaava suo ja mustikkaturvekangas, VT = Kuivahko kangas, vastaava suo ja puolukaturvekangas, CT = Kuiva kangas, vastaava suo ja varpaturvekangas).

Kuvaaja 2 (oikealla). Kehitysluokkajakauma metsämaan kuviolla nykytilassa (Ao = Aukea, So = Siemenpuumetsikkö, Y1 = Ylispuustoinen taimikko, T1 = Taimikko alle 1,3 m, T2 = Taimikko yli 1,3 m, 2 = Nuori kasvatusmetsikkö, 3 = Varttunut kasvatusmetsikkö, 4 = Uudistuskypsä metsikkö, 5 = Suojuspuumetsikkö, ER = Eri-ikäisrakenteinen metsikkö).

3. Laskentaskenaarioiden muodostaminen ja skenaarioiden kuvaus

Laskennan perusteeksi määriteltiin kolme laskentaskenaariota yhteistyössä Mikkelin kaupungin edustajien kanssa. Tavoitteena oli vertailla kaupungin nykyisen toimintamallin, sekä intensiivisemmän ja kevennetyn metsänkäsitteilyn vaikutuksia kaupungin metsien ja metsien hiilitunnusten kehitykseen.

Skenaariossa 1 pyrittiin kuvaamaan kaupungin nykyisen toimintamallin ja valmistelun loppuvaiheessa olevan uuden, seuraavan kymmenen vuoden metsäsuunnitelman mukaista metsänkäsitteilyä, ja tarkastelemaan sen vaikutuksia metsien ja niiden hiilitunnusten kehitykseen. Vuotuiseksi hakkuumääräksi talous- ja taajamametsissä asetettiin noin 21 000 – 22 000 m³ vuodessa, mikä vastaa noin 55 prosenttia puuston kasvusta MOTTI-malleihin perustuvan tilavuuden- ja kasvunlaskennan perusteella. Taajamametsissä ei tehdä uudistushakkuita, ja myös talousmetsissä niiden pinta-alaa rajoitettiin vuositasona.

Skenaariossa 2 ("Lisätyt hakkuut") tarkasteltiin, miten hakkuumäärän nostaminen perustasosta vaikuttaisi metsien ja hiilivarastojen sekä hiilensidonnan kehitykseen. Tavoitteena oli luoda reaaliaikaisen rajoitteet huomioiva skenaario, joten hakkuumäärää ei nostettu rajatta suurimpaan laskennallisesti kestäväseen tasoon, vaan Mikkelin kaupungin edustajien näkemyksen tuella uudistushakkuiden ylärajaksi asetettiin 55 hehtaaria vuodessa. Tämän rajoitteen puitteissa vuotuinen hakkuumäärä asetui noin 28 000 kuutiometriin vuodessa.

Skenaariossa 3 ("Lisätyt suojele & kevennetty hakkuut") pyrittiin tarkastelemaan suojelualueiden ja vapaaehtoisen suojelun piirissä olevien metsien pinta-alan lisäämisen vaikutuksia. Yhteistyössä Mikkelin kaupungin edustajien kanssa määriteltiin noin 250 hehtaaria metsämaan kuvioita, jotka on joko luokiteltu mahdollisiksi METSO-ohjelmaan soveltuviksi kohteiksi, tai jotka muista syistä olisivat potentiaalisia toimenpiteiden ulkopuolelle jätettäviä kohteita. Kyseiset kuviot siirrettiin laskennassa talous- ja taajamametsistä suojelualueisiin (kartta liitteessä 1). Lisäksi talous- ja taajamametsien hakkuumäärää laskettiin suhteessa perusskenaarioon, kuitenkin niin, että metsien kasvukunto pyrittiin ottamaan huomioon.

Taulukko 2. Laskentaskenaarioiden pinta-alajaottelu ja laskennassa käytetyt tavoitteet ja rajoitteet.

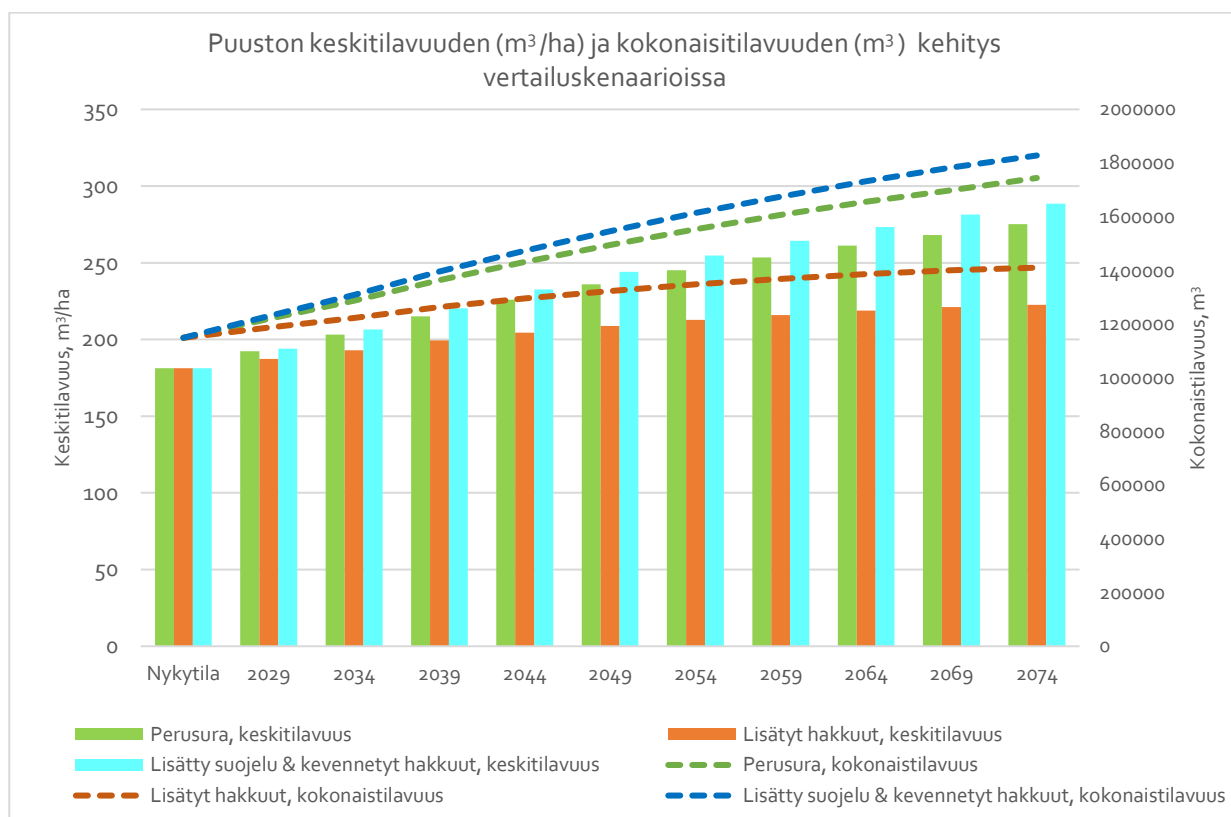
	Kunnossapitoluokkien pinta-alat metsämaalla	Rajoitteet ja tavoitteet
Skenaario 1: Perusura	Talousmetsät 4142 ha Taajamametsät 1803 ha Suojelualueet 391 ha	- Talousmetsien ja taajamametsien vuotuinen hakkuumäärä yhteensä noin 22 000 m³. - Taajamametsissä ei uudistushakkuita. - Talousmetsissä kaikki hakkuutavat sallittu, mutta uudistushakkuita korkeintaan 40 hehtaaria vuodessa. - Suojelualueilla ei hakkuita tai metsänhoitotöitä.
Skenaario 2: Lisätyt hakkuut	Talousmetsät 4142 ha Taajamametsät 1803 ha Suojelualueet 391 ha	- Talousmetsissä ja taajamametsissä lisätty hakkuumäärä suhteessa perusskenaarioon (noin 28 000 m³/vuosi). - Taajamametsissä ei uudistushakkuita. - Talousmetsissä kaikki hakkuutavat sallittu, mutta uudistushakkuita korkeintaan 55 hehtaaria vuodessa. - Suojelualueilla ei hakkuita tai metsänhoitotöitä.
Skenaario 3: Lisätyt suojele & kevennetty hakkuut	Talousmetsät 3962 ha Taajamametsät 1740 ha Suojelualueet 636 ha	- Suojelualueisiin (hakkuiden ulkopuolelle) noin 250 hehtaaria lisää potentiaalisia METSO-kohteita, rantakuvioita ja muita potentiaalisia suojelualueita talous- ja taajamametsistä. - Talous- ja taajamametsissä kevennetty hakkuumäärä suhteessa perusskenaarioon (noin 20 000 m³/vuosi). - Taajamametsissä ei uudistushakkuita. - Talousmetsissä kaikki hakkuutavat sallittu, mutta uudistushakkuita korkeintaan 40 hehtaaria vuodessa. - Suojelualueilla ei hakkuita tai metsänhoitotöitä.

4. Skenaarioiden keskeiset tulokset ja vertailu

4.1. Puuston kehitys ja hakkuumäärä suhteessa kasvuun

Puuston tilavuuden, kasvun ja ikärakenteen kehitys

Kaikissa vertailuskenaarioissa puuston määrän ennustetaan kasvavan läpi 50 vuoden tarkastelujakson. Puuston tilavuus kasvaa eniten skenaariossa 3, jossa tilavuuden muutos yhteensä ensimmäisellä 10-vuotiskaudella ennustetaan olevan noin 160 140 m³. Vastaavasti perusskenaariossa kymmenen vuoden muutos on noin 130 780 m³ ja ”Lisätyt hakkuut”-skenaariossa noin 73 450 m³. Tilavuuden kehitys jatkuu laskentatulosten perusteella samansuuntaisena koko 50 vuoden tarkastelujakson ajan, ja jakson lopussa ”Lisätty suojelu & kevennetyt hakkuut” -skenaarion kokonais- ja keskitilavuus ovat laskentatulosten perusteella korkeimmat.



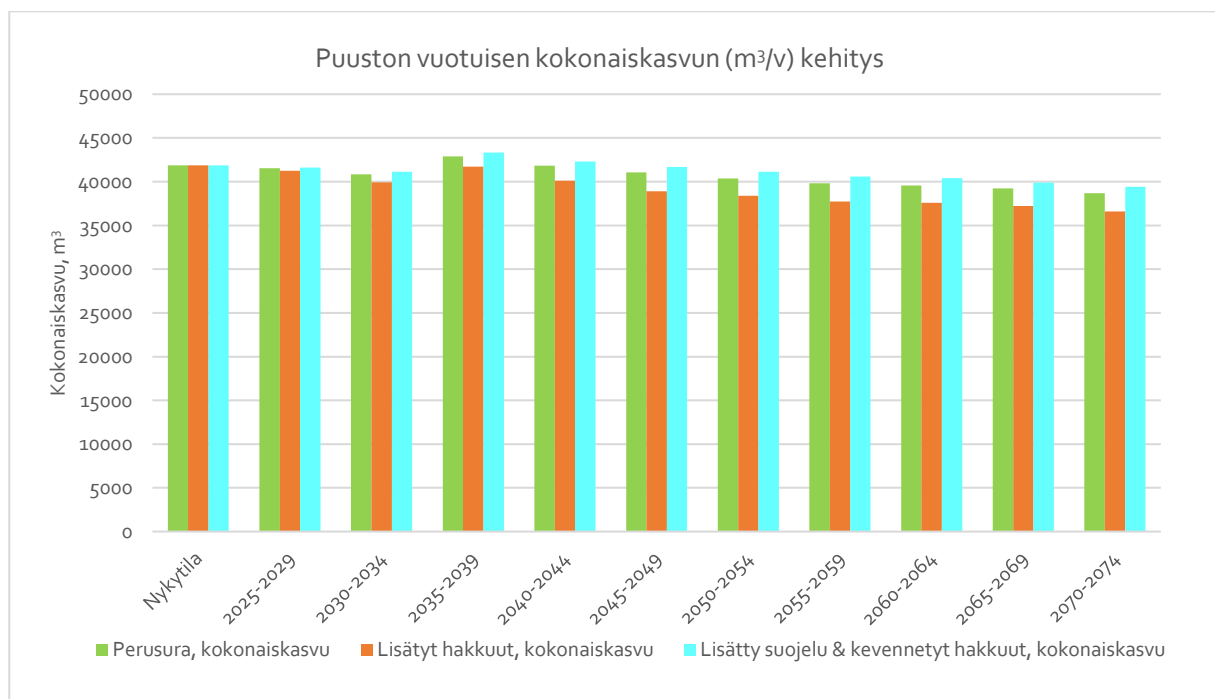
Kuvaaja 3. Puuston keski- ja kokonaistilavuuden kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074. Keskitilavuuden kehitys on esitetty pylväinä (vasen pystyakseli) ja kokonaistilavuuden katkoviivalla (oikea pystyakseli).

Nykytilassa puuston vuotuinen keskikasvu on laskentatulosten perusteella noin 6,6 m³/ha, ja puuston kasvun ennustetaan hidastuvan kaikissa skenaarioissa. Ensimmäisen 10-vuotiskauden aikana ”Perusuran” ja ”Lisätty suojelu & kevennetyt hakkuut” -skenaarion mukainen keskimääräinen kokonaiskasvu on hieman yli 41 000 kuutiometriä vuodessa (keskikasvu 6,5 m³/ha) ja ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa noin 40 600 kuutiometriä vuodessa (keskikasvu 6,4 m³/ha). Puuston ennustetaan ikääntyvän kaikissa vertailuskenaarioissa, ja yli 80-vuotiaiden metsien osuus kasvaa kiihtyvällä tahdilla kohti laskentajakson (2025-2074) loppua. Suurinta vanhojen metsien osuuden kasvu on ”Perusura”- ja ”Lisätty suojelu & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa, joissa osuus lähes kaksinkertaistuu jakson loppuun mennessä, 25 prosentista noin 46 - 47 prosenttiin (taulukko 3).

Taulukko 3. Yli 80 vuotiaiden metsien pinta-alaosuuden kehitys vertailuskenaarioissa laskentajakson 2025-2074 aikana. Pinta-alaosuuksissa huomioidaan kuviot, joiden keski-ikä on yli 80 vuotta.

		2025	2029	2034	2039	2044	2049	2054	2059	2064	2069	2074
Yli 80-vuotiaiden metsien osuus kokonaispinta-alasta	Perusura	25 %	25 %	27 %	29 %	32 %	36 %	39 %	40 %	42 %	44 %	46 %
	Lisätyt hakkuut	25 %	25 %	26 %	27 %	30 %	32 %	35 %	36 %	37 %	36 %	38 %
	Lisätty suojelu & kevennetyt hakkuut	25 %	25 %	27 %	29 %	32 %	36 %	40 %	41 %	43 %	44 %	47 %

Koko laskentajaksoa tarkasteltaessa puuston kasvun kehityssuunnassa tapahtuu pientä vaihtelua, mutta jakson lopussa vuotuinen kasvu on kaikissa skenaarioissa lähtötilannetta alahaisemmalla tasolla, mikä on linjassa metsien ikä- ja kehitysluokkarakenteen kehityksen kanssa. Jakson lopussa kasvun ennustetaan olevan alhaisinta lisättyjen hakkuiden skenaariossa, ja korkeinta kevennetyjen hakkuiden skenaariossa (kuvaaja 4).



Kuvaaja 4. Puuston kokonaiskasvun kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074. Yksittäinen pylväs kuvaa keskimääräistä vuotuista kokonaiskasvu tietyin viisivuotiskauden aikana.

Puuston tilavuuden, kasvun ja luonnonpoistuman yhteenvedo

Taulukossa 4 on esitetty kokonaisuudessaan puuston tilavuuden, kasvun ja luonnonpoistuman kehitys 10-vuotiskausittain.

Taulukko 4. Yhteenvedo puuston tilavuuden, kasvun ja luonnonpoistuman kehityksestä vertailuskenaarioissa. Tulokset on esitetty nykytilassa, sekä 10-vuotiskausittain keskiarvoina (kasvu ja luonnonpoistuma) tai 10-vuotiskauden lopun arvona (tilavuus).

		Nykytila	2025-2034	2035-2044	2045-2054	2055-2064	2065-2074
Puuston tilavuus kauden lopussa (m ³)	Perusura	1 149 034	1 287 809	1 432 162	1 553 512	1 655 407	1 744 598
	Lisätyt hakkuut	1 149 034	1 222 482	1 295 779	1 348 002	1 386 638	1 410 433
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	1 149 034	1 309 174	1 474 041	1 613 901	1 732 089	1 828 247
Puuston keskitilavuus kauden lopussa (m ³ /ha)	Perusura	181	203	226	245	261	275
	Lisätyt hakkuut	181	193	204	213	219	223
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	181	207	233	255	273	288
Puuston kasvu keskimäärin vuodessa (m ³ /v)	Perusura	41 884	41 183	42 370	40 716	39 696	38 951
	Lisätyt hakkuut	41 884	40 605	40 928	38 662	37 653	36 917
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	41 885	41 369	42 804	41 415	40 503	39 659
Puuston keski-kasvu keskimäärin vuodessa (m ³ /ha/v)	Perusura	6,6	6,5	6,7	6,4	6,3	6,1
	Lisätyt hakkuut	6,6	6,4	6,5	6,1	5,9	5,8
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	6,6	6,5	6,8	6,5	6,4	6,3
Luonnonpoistuma keskimäärin vuodessa (m ³ /v)	Perusura	- 1 662	- 4 289	- 5 233	- 6 016	- 6 998	- 8 231
	Lisätyt hakkuut	- 1 662	- 4 013	- 4 600	- 4 674	- 5 034	- 5 713
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	- 1 662	- 4 425	- 5 677	- 6 890	- 8 204	- 9 530

Hakkuumäärät ja hakkuiden osuus kasvusta

Mallinnetun kasvun lisäksi puuston kehitykseen eri skenaarioissa vaikuttavat niissä mallinnetut hakkuu- ja metsänhoitotoimenpiteet. ”Perusurassa” vuotuinen hakkuumäärä asetettiin kaupungin nykyisen toimintamallin mukaisesti noin 21 000 - 22 000 kuutiometriin, tarkoittaen ensimmäisen 10-vuotiskauden aikana noin 53 prosenttia puuston vuotuisesta kasvusta. Sekä ”Perusura”-skenaarioissa että kevennetyjen hakkuiden skenaariossa uudistushakkuiden pinta-alaa on rajattu vuosittain 40 hehtaariin, ja lisättyjen hakkuiden tapauksessa 55 hehtaariin. Lisättyjen hakkuiden skenaariossa hakkuumääräksi asetettiin noin 28 000 m³/vuodessa, ja kevennetyjen hakkuiden tapauksessa noin 20 000 m³ vuodessa. Kaikissa skenaarioissa hakkuiden osuus kasvusta kasvaa hieman tarkastelujakson loppua kohden kasvun hidastumisen myötä (taulukko 5).

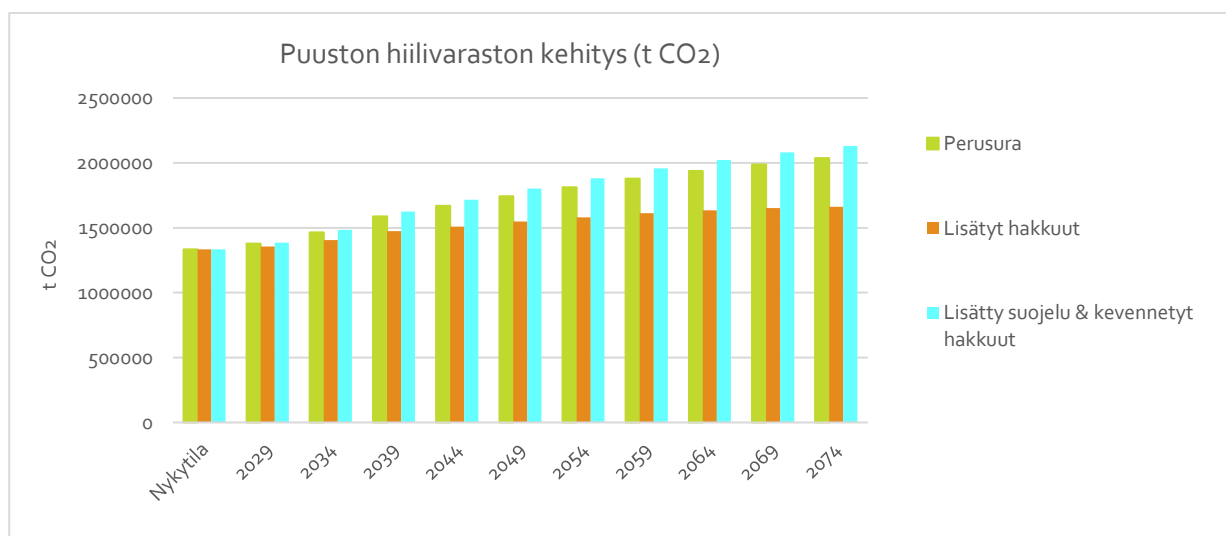
Taulukko 5. Hakuutilavuuksien ja hakkuiden osuuden kasvusta kehitys 50 vuoden laskentajaksolla vertailuskenaarioissa. Hakkumäärät ja pinta-alat kuvaavat keskimääräistä vuotuista arvoa tietyllä 10-vuotiskaudella.

		2025-2034	2035-2044	2045-2054	2055-2064	2065-2074
Hakkuukertymä keskimäärin (m ³ /vuosi)	Perusura	22 000	22 000	22 000	22 000	21 264
	Lisätyt hakkuut	28 000	28 000	28 000	28 000	28 000
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Hakkuiden osuus vuotuisesta kasvusta (%/vuosi)	Perusura	53 %	52 %	54 %	55 %	55 %
	Lisätyt hakkuut	69 %	68 %	72 %	74 %	76 %
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	48 %	47 %	48 %	49 %	50 %
Hakkuupinta-ala keskimäärin (ha/vuosi)	Perusura	155	136	110	96	90
	Lisätyt hakkuut	195	192	158	144	173
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	129	116	94	73	78

4.2. Metsien hiilitunnusten kehitys

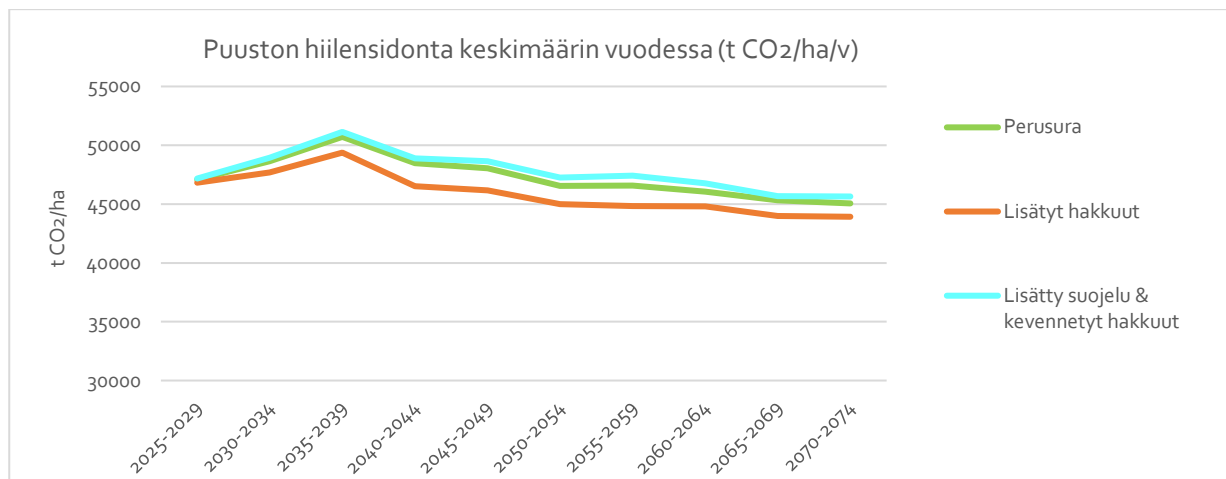
Puuston hiilivarasto ja varaston muutokset

Laskentatulosten perusteella puuston hiilivarasto kasvaa kaikissa skenaarioissa läpi koko 50-vuotisen laskentajakson. Nykytilassa puuston laskennallinen hiilivarasto on noin 1,33 miljoonaa t CO₂ (hiilidioksidiekvivalenssitonnina), ja sen kehitys korreloi voimakkaasti puuston tilavuuden kehityksen kanssa. Näin ollen tilavuuden tapaan suurinta puuston hiilivaraston kasvu on ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut”-skenaariossa. ”Perusura”-skenaariossa ensimmäisen vuosien 2025-2034 aikana puuston hiilivaraston ennustetaan kasvavan noin 130 740 hiilidioksidiekvivalenssitonnin verran (t CO₂), kevennettyjen hakkuiden skenaariossa noin 150 190 t CO₂ ja lisättyjen hakkuiden skenaariossa noin 72 190 t CO₂. Koko laskentajakson loppuun (2074) mennessä perusuran ja kevennettyjen hakkuiden skenaarion puuston hiilivaraston ennustetaan kasvavan yli 2 miljoonaan tonniin, ja lisättyjen hakkuiden mukaisessa skenaariossa noin 1,66 miljoonaan tonniin (kuvaaja 5, taulukko 7).



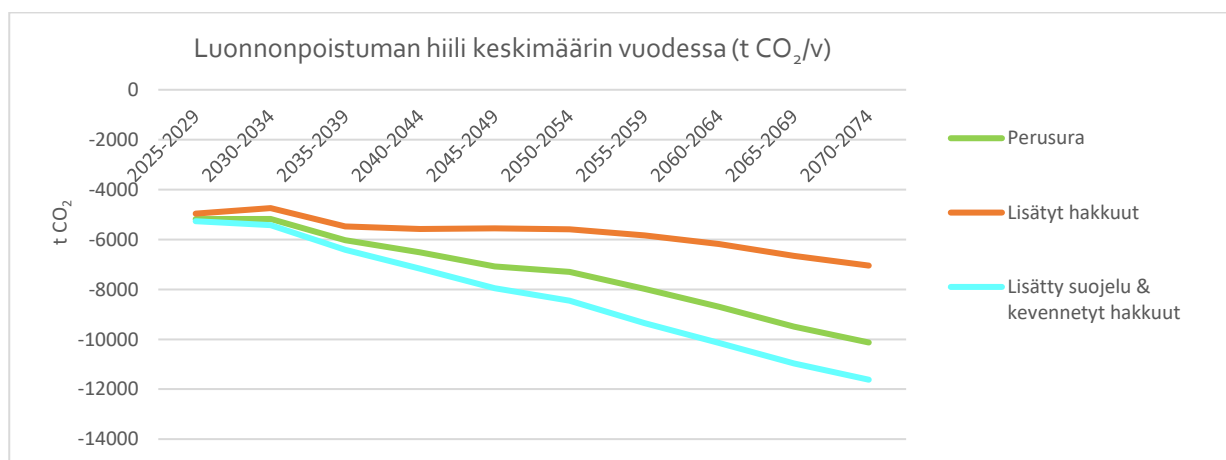
Kuvaaja 5. Puuston hiilivaraston kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

Puuston hiilivaraston muutos muodostuu puuston kasvun seurauksena sidotusta hiilidioksidista, sekä luonnonpoistuman ja hakkuiden myötä puustosta poistuvasta hiilestä. Ensimmäistä 10-vuotiskautta (2025-2034) lukuun ottamatta puuston kasvu hidastuu kohti laskentajakson loppua, ja puuston hiilensidonta noudattaa samaa trendiä. Keskimääräinen puuston vuotuinen hiilensidonta ”Perusura”-skenaariossa vuosina 2025-2034 on noin 47 870 t CO₂, ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa noin 47 250 t CO₂ ja ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut”-skenaariossa noin 47 249 t CO₂. (kuvaaja 6, taulukko 7).



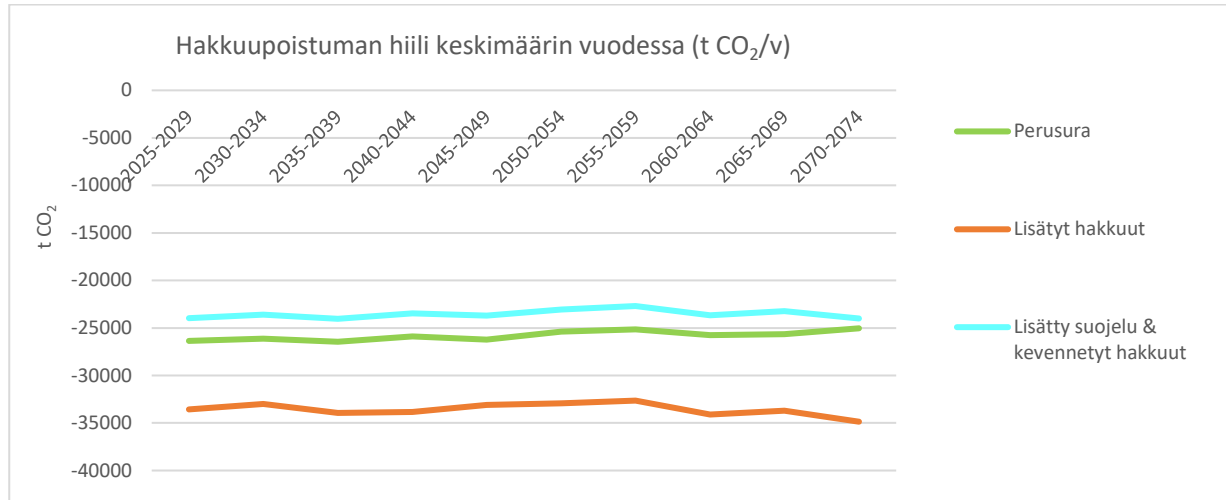
Kuvaaja 6. Puuston hiilensidonnan kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

Puuston tilavuuden kasvun myötä myös puuston luonnonpoistuma ja edelleen puustosta vuosittain poistuvan hiilen määrä kasvaa jakson aikana. Skenaarioiden väliset erot luonnonpoistuman hiilen suhteen korreloivat skenaarioiden välisten tilavuuserojen kanssa, ja suurinta poistuma on ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa, jossa vuosien 2025-2034 keskimääräinen vuosittainen luonnonpoistuman hiilimäärä on noin 5340 t CO₂, ja poistuma yli kaksinkertaistuu viimeiselle laskentajakson 10-vuotiskaudelle (2070-2074). ”Perusura”-skenaariossa vuosien 2025-2034 keskimääräinen vuosittainen poistuma on noin 5180 t CO₂, ja viimeisellä 10-vuotiskaudella hieman alle kaksinkertainen tähän nähden. ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa luonnonpoistuma ja luonnonpoistuman sisältämän hiilen määrä on vertailuskenaarioista matalimmalla tasolla, ja vuotuinen keskimääräinen poistuma myös kasvaa hitaimmin laskentajakson aikana (kuvaaja 7).



Kuvaaja 7. Puuston luonnonpoistuman sisältämä hiili vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

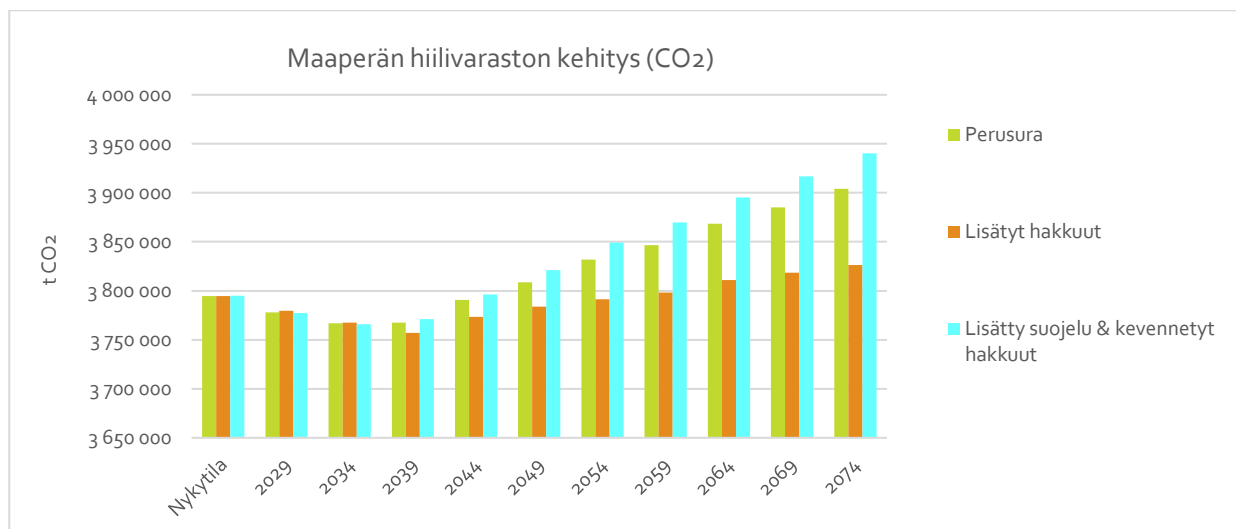
Luonnonpoistuman lisäksi puuston hiilivarastoa pienentävät hakkuut, joiden määrä pysyy tasaisten hakkuumäärien takia melko vakiona kaikissa skenaarioissa (kuvaaja 8). Lisättyjen hakkuiden skenaariossa vuotuinen hakkuumäärä 28 000 m³ vastaa keskimäärin 33 000 t CO₂:n, perusuran 22 000 m³ keskimäärin 25 000 tCO₂:n ja kevennettyjen hakkuiden skenaarion 20 000 m³ noin 23 000 t CO₂:n vuotuista poistumaa. Puuston hiilivarastojen poistumien kehitys on esitetty myös taulukossa 7.



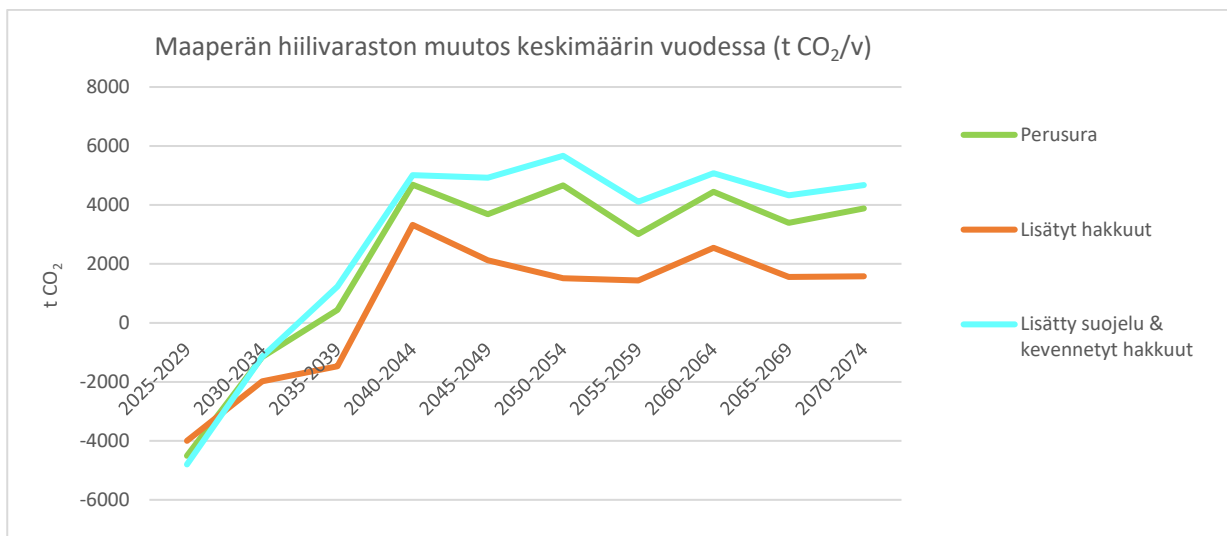
Kuvaaja 8. Puuston hakkuupoistuman sisältämä hiili vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

Maaperän hiilivarasto ja varaston muutos

Maaperän hiilivarasto nykytilassa on laskennallisesti noin 3,79 miljoona t CO₂ ja koko laskentajakson tasolla tarkasteltuna maaperän hiilivarasto kasvaa kaikissa skenaarioissa. Lyhyemmän aikavälin tarkastelussa kehitys on kaikissa skenaarioissa negatiivista ensimmäisen 10-15 vuoden ajan, eli maaperän ennustetaan vapauttavan enemmän hiiltä, mitä siihen vastaavassa ajassa sitoutuu. ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa varaston ennustetaan pienenevän vuosien 2025-2034 aikana noin 288 000 t CO₂, ”Perusura”-skenaariossa noin 279 000 t CO₂ ja ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa noin 273 000 t CO₂ (kuvaaja 9). Tämän jälkeen varastojen kehitys kuitenkin kääntyy positiiviseksi, ja maaperä toimii hiilinieluna kaikissa skenaarioissa. Suurinta vuotuinen hiilivaraston kasvu on ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa (kuvaaja 10).



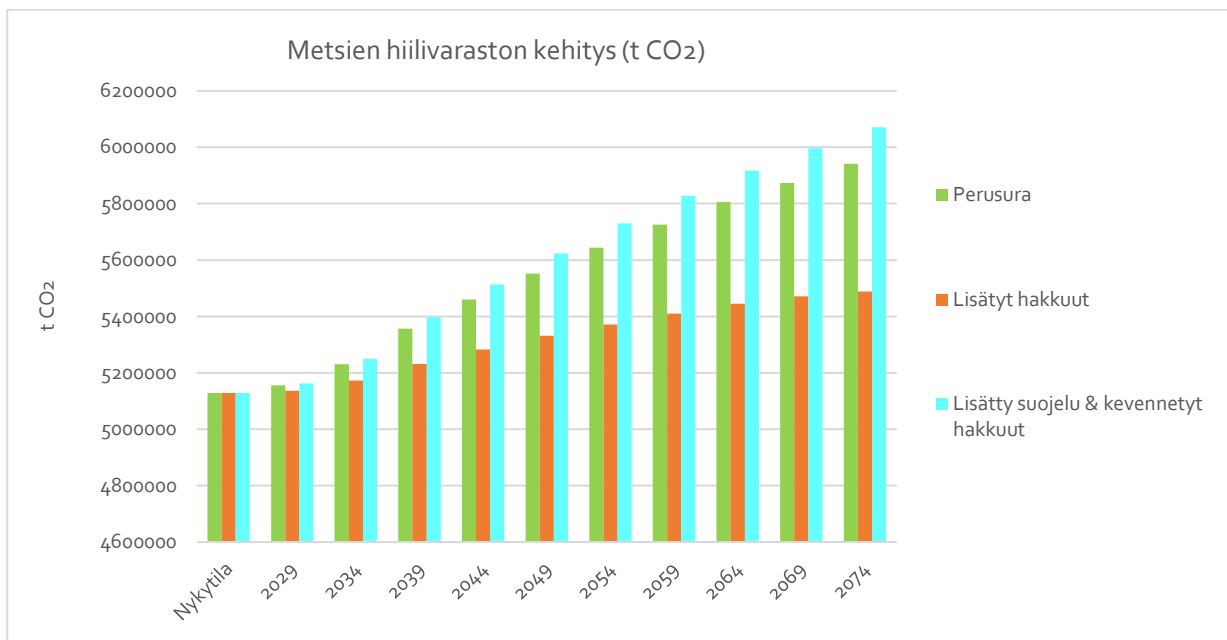
Kuvaaja 9. Maaperän hiilivaraston kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.



Kuvaaja 10. Maaperän hiilivaraston vuotuisen muutoksen kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

Metsien kokonaishiilivarasto ja varaston muutos

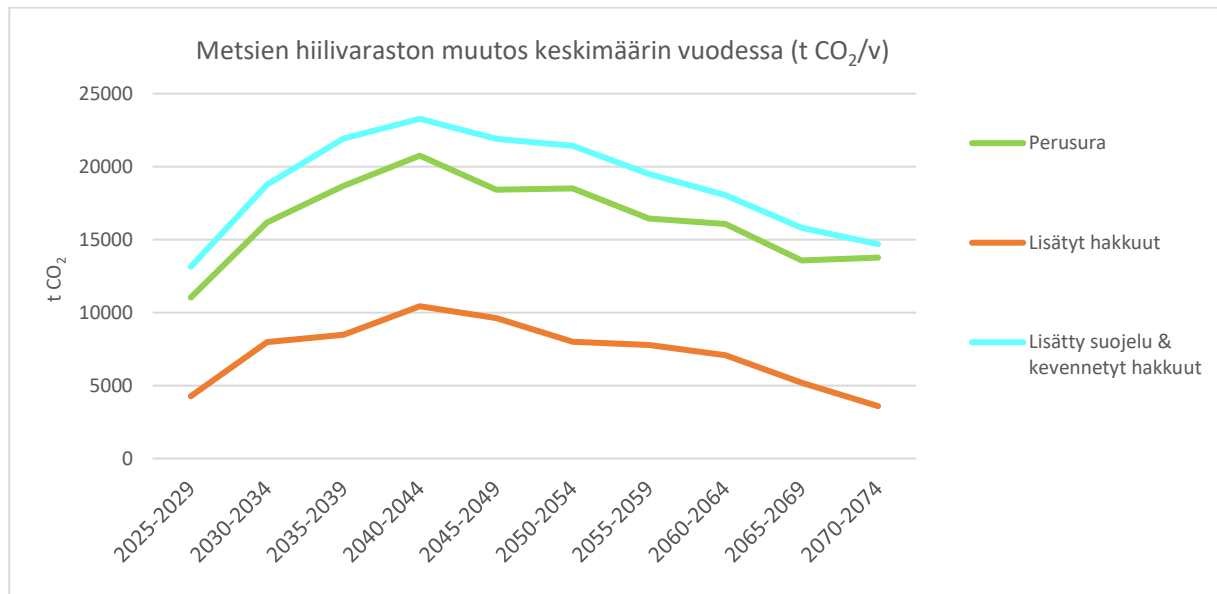
Metsien kokonaishiilivarastolla tarkoitetaan tässä puuston ja maaperän hiilivarastojen summaa, ja nykytilassa se on laskennallisesti noin 5,13 miljoonaa t CO₂. Laskentatulosten perusteella varasto kasvaa kaikissa skenaarioissa. Suurin hiilivarasto jakson lopussa on "Lisätyt suojele & kevennetyt hakkuut" -skenaariossa (6,07 milj. t CO₂). "Perusuran" mukaisessa ennusteessa kokonaishiilivarasto on lähes kevennetyjen hakkuiden skenaarion tasolla (5,94 milj. t CO₂) ja "Lisätyt hakkuut" -skenaariossa varasto jää jonkin verran alhaisemmalle tasolle, 5 49 miljoonaa t CO₂:een (kuvaaja 11).



Kuvaaja 11. Metsien kokonaishiilivaraston kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

Hiilivarastojen muutoksen osalta havaitaan, että maaperän hiilivarastojen negatiivinen kehitys laskentajakson alussa kompensoituu puuston varastojen kasvulla niin, että kokonaishiilivaraston muutos on positiivista kaikissa skenaarioissa läpi laskentajakson (kuvaaja 12). Ensimmäisen 10 vuoden ajan metsien hiilivaraston muutoksen ennustetaan olevan "Perusura"-skenaariossa noin + 13 600 t CO₂ vuodessa,

”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa noin + 15 900 t CO₂ vuodessa ja ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa noin + 6 100 t CO₂ vuodessa. Hiilivarastojen ja niiden muutosten kehitys on esitetty myös taulukossa 5.



Kuvaaja 12. Metsien kokonaishiilivaraston keskimääräisen vuotuisen muutoksen kehitys vertailuskenaarioissa laskentajaksolla 2025-2074.

Tämän työn tavoitteena oli lisäksi tarkastella nykyisen toimintamallin (Perusura) mukaisen metsien hiilinielujen kehitystä seuraavan 10 vuoden (2025-2034) aikajaksolla. Vuonna 2025 maaperän ja puuston poistuma ja sidonta yhteenlaskettuna metsien hiilinielun ennustetaan olevan noin 2 203 t CO₂. Vuosittaisen hiilinielun ennustetaan kasvavan melko tasaisesti seuraavan 10 vuoden aikana, ja vuonna 2034 kokonaishiilivaraston muutos on noin 14 179 t CO₂. Perusura-skenaarion mukainen vuosittainen hiilivarastojen muutos eriteltynä on esitetty taulukossa 6. Taulukon 6 sarakkeessa ’Muutos 2025-2034’ on esitetty vuosien 2034 ja 2025 välinen erotus.

Taulukko 6. Metsien hiilivaraston muutoksen kehitys vuositason kaudella 2025-2034. Negatiivinen arvo tarkoittaa hiilen vapautumista, ja positiivinen arvo hiilen sitoutumista.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Muutos 2025- 2034
Puuston hiilensidonta (t CO ₂ /v)	44 429	43 927	44 080	44 003	45 133	46 337	46 903	44 917	45 776	45 627	1 198
Luonnonpoistuman hiili (t CO ₂ /v)	- 5 219	- 4 556	- 4 377	- 4 169	- 4 322	- 4 426	- 4 606	- 4 659	- 4 623	- 4 698	521
Hakkuupoistuman hiili, koko biomassa (t CO ₂ /v)	- 27 617	- 26 334	- 26 440	- 25 446	- 26 020	- 25 736	- 25 996	- 26 076	- 26 558	- 26 301	1 316
Maaperän hiilivaraston muutos (t CO ₂ /v)	- 9 391	- 5 192	- 3 872	- 1 468	- 3 426	- 2 383	- 2 611	- 1 615	- 207	- 450	8 941
Metsän hiilivaraston muutos YHTEENSÄ (t CO ₂ /v)	2 203	7 845	9 390	12 920	11 365	13 791	13 691	12 567	14 387	14 179	11 976

Mikkelin kaupungin metsien osuus kaupungin hiilineutraaliustavoitteissa

Mikkelin kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035. Tähän liittyen kaupungin päästövähennystavoite vuodesta 1990 (492 200 t CO₂) vuoteen 2035 on 70 %, ja jos tämä taso saavutetaan, hiilinieluihin sidottava päästömäärä vuonna 2035 hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi on 147 700 t CO₂ vuodessa. Perusskenaarion mukaisen kehityksen ennustetun hiilinielun suuruus vuonna 2035 on 14 179 t CO₂, joten laskentatulosten perusteella Mikkelin kaupungin omistamat metsät voivat kattaa noin 9,6 % kaupungin kokonaishiilinielutavoitteesta.

Hiilitunnusten kehityksen yhteenveto

Taulukossa 7 on esitetty kokonaisuudessaan puuston, maaperän ja metsien kokonaishiilivarastojen kehitys sekä varastojen keskimääräinen muutos 10-vuotiskausittain. Varastot on esitetty miljoonina tonneina, ja negatiivinen arvo muutoksissa tarkoittaa vapautuvaa hiiltä.

Taulukko 7. Yhteenveto hiilivarastojen ja varastojen muutoksista vertailuskenaarioissa 50-vuotisen laskentajakson aikana.

		Nykytila	2025-2034	2035-2044	2045-2054	2055-2064	2065-2074
Puuston hiilivarasto kauden lopussa (milj. tCO ₂)	Perusura	1,33	1,46	1,67	1,81	1,94	2,04
	Lisätyt hakkuut	1,33	1,41	1,51	1,58	1,63	1,66
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	1,33	1,48	1,72	1,88	2,02	2,13
Maaperän hiilivarasto kauden lopussa (milj. tCO ₂)	Perusura	3,79	3,77	3,79	3,83	3,87	3,9
	Lisätyt hakkuut	3,79	3,77	3,77	3,79	3,81	3,83
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	3,79	3,77	3,8	3,85	3,9	3,94
Metsän (puusto + maaperä) hiilivarasto kauden lopussa (milj. tCO ₂)	Perusura	5,13	5,23	5,46	5,64	5,81	5,94
	Lisätyt hakkuut	5,13	5,17	5,28	5,37	5,44	5,49
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	5,13	5,25	5,51	5,73	5,92	6,07
Kokonaishiilivaraston muutos keskimäärin vuodessa (tCO ₂ /v)	Perusura	.	13 606	19 715	18 457	16 257	13 672
	Lisätyt hakkuut	.	6 124	9 464	8 805	7 425	4 395
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	.	15 949	22 596	21 660	18 765	15 250
Puuston hiilensidonta vuodessa keskimäärin (tCO ₂ /v)	Perusura	.	47 869	49 597	47 283	46 322	45 184
	Lisätyt hakkuut	.	47 249	47 950	45 572	44 816	43 957
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	.	48 059	50 011	47 948	47 091	45 666
Luonnonpoistuman hiili vuodessa keskimäärin (tCO ₂ /v)	Perusura	.	- 5 180	- 6 274	- 7 186	- 8 339	- 9 808
	Lisätyt hakkuut	.	- 4 852	- 5 530	- 5 568	- 6 009	- 6 852
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	.	- 5 344	- 6 793	- 8 208	- 9 743	- 11 293
Hakkuupoistuman hiili vuodessa keskimäärin (tCO ₂ /v)	Perusura	.	- 26 252	- 26 175	- 25 815	- 25 454	- 25 342
	Lisätyt hakkuut	.	- 33 283	- 33 882	- 33 016	- 33 374	- 34 280
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	.	- 23 792	- 23 745	- 23 378	- 23 176	- 23 622
Maaperän hiilivaraston muutos vuodessa keskimäärin (tCO ₂ /v)	Perusura	.	- 14 153	12 832	20 875	18 639	18 188
	Lisätyt hakkuut	.	- 14 954	4 631	9 086	9 964	7 851
	Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut	.	- 14 872	15 615	26 488	22 967	22 497

5. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

5.1. Keskeiset tulokset ja tulosten tarkastelu

- Puuston kasvun ennustetaan nopeutuvan kaikissa skenaarioissa tarkastelujaksolla 2025-2034, ja alkavan tämän jälkeen hidastua. Tämä selittyy ennen kaikkea puuston ikääntymisellä.
- Puuston kasvu heijastuu puuston hiilensidonnän kehitykseen, joten puuston vuodessa sitoma hiilimäärä kasvaa ensin, ja alkaa pienentyä ensimmäisen 10-vuotiskauden jälkeen.
- Kasvun hidastuminen on voimakkainta ”Lisätyt hakkuut” -skenaarioissa.
- Hakkuupoistuman mukana puustosta poistuvan hiilen vuosittainen määrä pysyy kaikissa skenaarioissa melko tasaisena, ja on suoraan suhteessa skenaarioiden hakkuumäärään. Suurin poistuma on näin ollen ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa, ja pienin ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa.
- Tilavuuden kasvun myötä myös luonnonpoistuma kasvaa tasaisesti kaikissa skenaarioissa, suurin poistuma on ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa.
- Kasvu, hakkuupoistuma ja luonnonpoistuma huomioiden puusto toimii kaikissa skenaarioissa jaksolla 2025-2074 hiilinieluna, eli hiiltä sitoutuu vuosittain poistumaa enemmän. Suurin hiilinielu on ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa, ja lähes samalla tasolla ”Perusura” -skenaariossa. Lisättyjen hakkuiden osalta nielu on huomattavasti alhaisempi.
- Maaperän hiilivaraston vuotuinen muutos on laskentatulosten perusteella negatiivinen kaikissa skenaarioissa tarkastelujaksolla 2025-2034, eli maaperä toimii hiilen lähteenä. Koko laskentajakson (2025-2074) loppua kohden maaperä muuttuu hiilinieluksi, ja vuosittain sitoutuvan hiilen määrä kasvaa.
- Myös kokonaishiilivarasto kasvaa kaikissa skenaarioissa. Nopeinta kasvun ennustetaan olevan ensimmäisen 20 vuoden aikana, jonka jälkeen kasvu hidastuu kaikissa skenaarioissa.
- Kokonaishiilivarasto on nykytilassa laskennallisesti noin 5,1 miljoonaa t CO₂. ”Perusura”-skenaariossa mukaisella toimintamallilla hiilivaraston ennustetaan kasvavan vuoteen 2034 noin 5,23 miljoonaan ja vuoteen 2074 mennessä 5,94 miljoonaan tonniin. ”Lisätty suojele & kevennetyt hakkuut” -skenaariossa varastot ovat hieman korkeammat, 2,25 t CO₂ vuonna 2034 ja 6,04 tCO₂ vuonna 2074. Selkeästi matalimmat varastot ovat ”Lisätyt hakkuut” -skenaariossa: 5,17 t CO₂ vuonna 2034 ja 5,49 tCO₂ vuonna 2074.

5.2. Yhteenveto ja johtopäätökset

- Hiilivarastojen ennustetaan kasvavan kaikissa skenaarioissa sekä 10 vuoden että 50 vuoden aikajännteellä tarkasteltuna.
- Kaudella 2025-2034 Mikkelin kaupungin omistamat metsät sitovat nykyisen toimintamallin mukaisessa skenaariossa (”Perusura”) keskimäärin 13 606 t CO₂ vuodessa. Vuonna 2025 laskennallinen hiilinielu on 2 203 t CO₂ ja vuonna 2034 noin 14 179 t CO₂.
- Vertailuskenaarioissa tarkasteltiin hakkuiden lisäämisen ja keventämisen vaikutuksia. Lisättyjen hakkuiden skenaariossa sekä kasvun että hiilitunnusten kehitys on vertailuskenaarioista selkeästi heikointa, ja kevennetyt hakkuiden tapauksessa hieman perusskenaariota paremmalla tasolla.
- Edellinen havainto antaa ymmärtää, että metsien ikärakenne huomioiden hakkuumäärän lisääminen ei ole kestävä ratkaisu, jos otetaan huomioon kaupungin toimintaympäristön asettamat uudistushakkuurajoitteet.

- Nykyistä toimintamallia noudattamalla puuston kasvun ennustetaan hidastuvan hieman pidemmällä aikajänteellä, mutta hiilivarastot kuitenkin kasvavat, ja metsät säilyvät hiilinieluna.
- Tulosten perusteella suojelualueiden lisääminen ei vaikuttaisi merkittävästi nykyisen hakkuumäärän ylläpitämisen edellytyksiin, ja toisaalta maltillisella hakkuutaso laskulla voitaisiin kaupungin uudistushakkuurajoitukset huomioiden saavuttaa positiivisia hiilivaikutuksia.

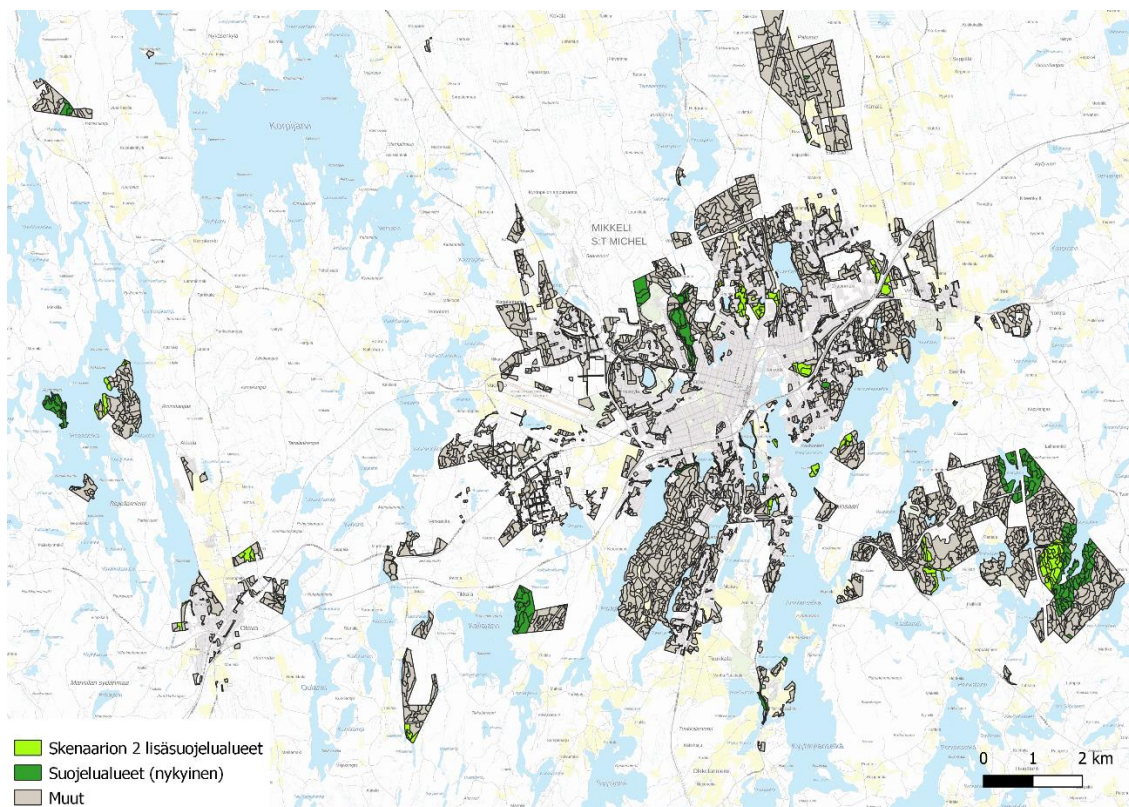
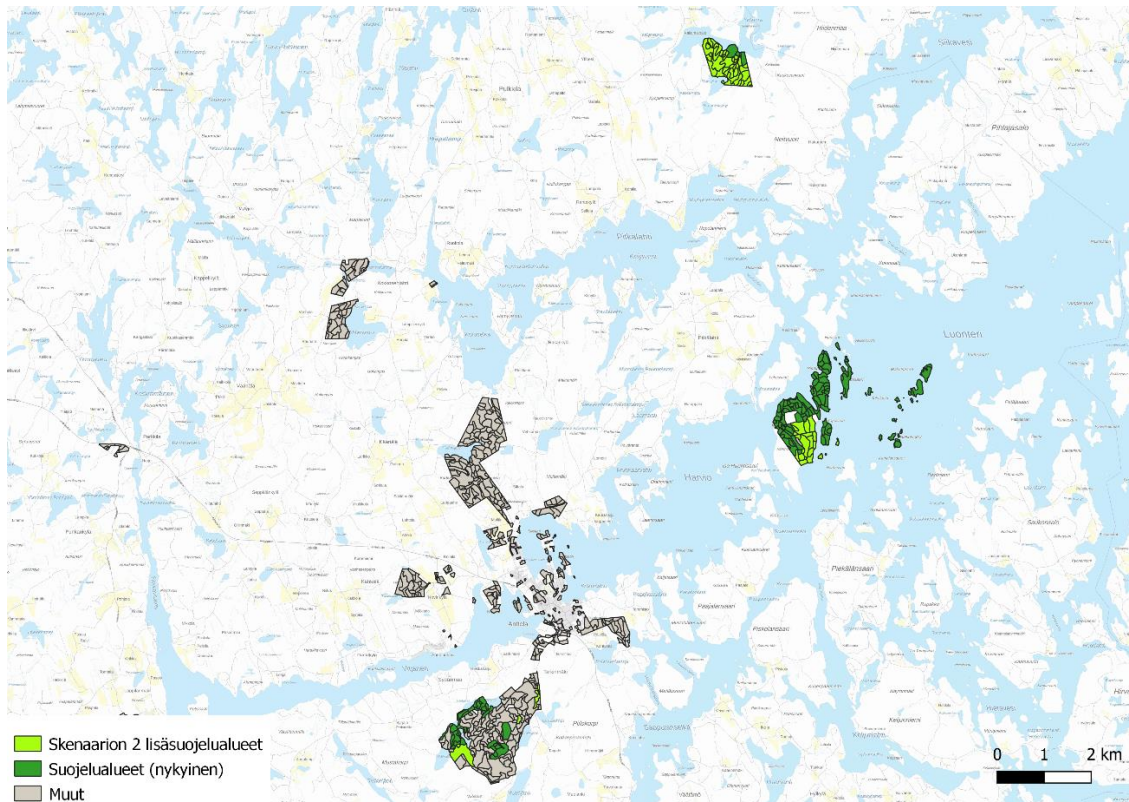
Viittaukset

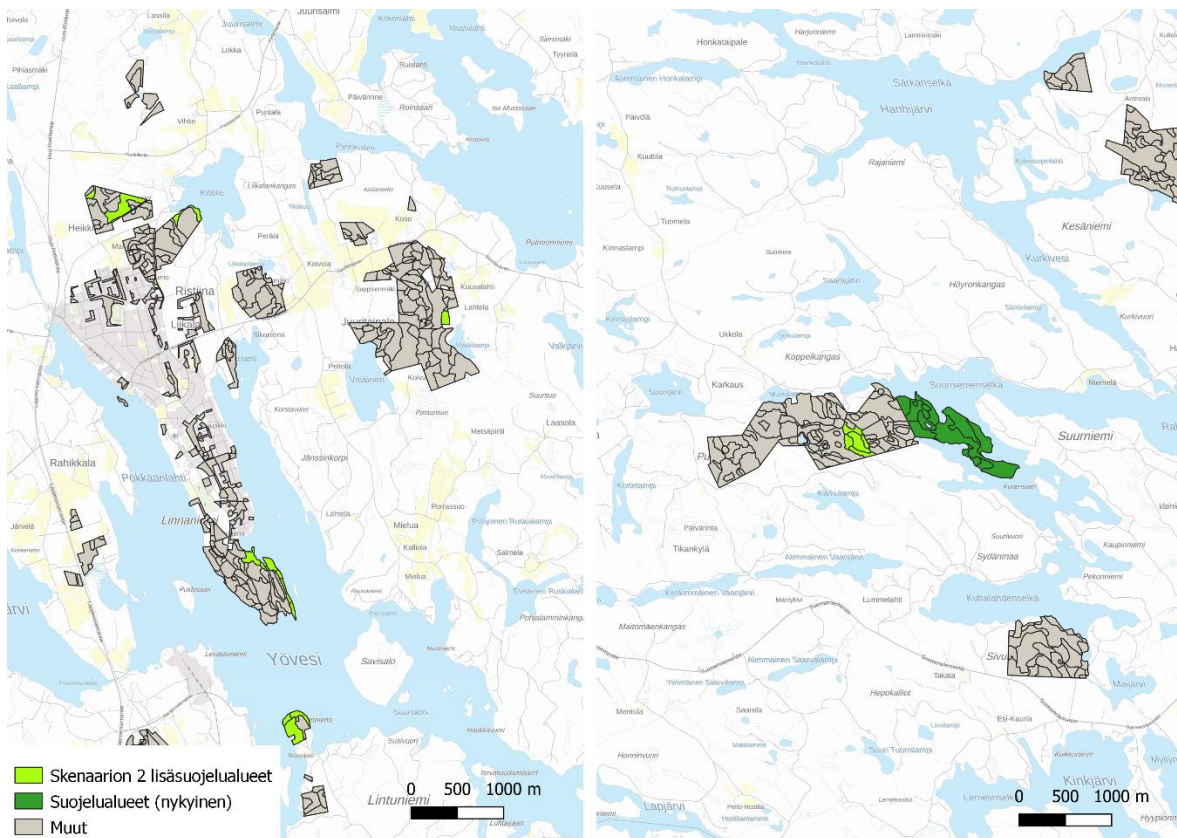
Helmisaari, H.-S. and Hallbäcken, L. 1998. Tree biomass belowground. In: Andersson, F., Brække, F.H. & Hallbäcken, L. (eds.) Nutrition and growth of Norway spruce forests in a Nordic climatic and deposition gradient. Tema Nord 566:80-90. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Liski, J., Lehtonen, A., Palosuo, T., Peltoniemi, T., Eggers, T., Muukkonen, P., & Mäkipää, R., 2006. Carbon accumulation in Finland's forests 1922–2004 – an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil. Ann. For. Sci. 63: 687–697.

Repola, J., Ojansuu, R. & Kukkola, M. 2007. Biomass functions for Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 53. [<http://tinyurl.com/33ecpb4>].

LIITE 1. Skenaarion 3 mukaiset suojelualueet kartalla







Maistraatinportti 4 A

00240 Helsinki

tapio@tapio.fi

www.tapio.fi