

# Metsätalousmaan puuston ja maaperän hiilivarastot ja -tase Turun kaupungin alueella 2019 – 2035

Hilasvuori, Emmi  
Salminen, Hannu  
Tuominen, Sakari  
Aro, Lasse

Luonnonvarakeskus (Luke)

8.3.2022



**TURKU**  
**ÅBO**



# Sisältö

Tutkimuksen lähtökohdat

Aineisto

- Turun kaupungin omistamat metsät; Muiden maanomistajien metsät

Menetelmät

- Kaupungin metsät: kuvioittainen skenaario- ja maahiililaskenta, koostaminen aluetasolle
- Muut metsät: rajaus, MVMI-aineiston muokkaus, ojitustilanteen arviointi, metsävaratietojen kalibrointi, KHK-laskenta

Tulokset

- Puuston tilavuus, biomassa ja hakkuukertymät
- Hiilivarasto
  - Nykytila puustossa ja maassa
  - Kehityssennusteet metsämaalle (pystypuuston hiili, maahiili) kaupungin omistamissa metsissä (sis. pellonmetsitys)
- Hiili- ja kasvihuonekaasutaseet

Yhteenveto

Lähdekirjallisuus

Liitteet

# Tutkimuksen lähtökohdat

- Työssä arvioitiin metsien puuston ja maaperän hiilivarastot nykytilanteessa ja niiden muutos eli hiilitase Turun kaupungin alueella olevalla metsätalousmaalla. Aluerajaus määriteltiin näin, koska toimeksiannossa haluttiin selvittää hiilitase kuntarajojen sisäpuolella haltijatahosta riippumatta.
- Kaupungin omistamalle metsätalousmaalle laskettiin myös kuvioittaiset kehitysennusteet.
- Kaupungin omistamille metsille muodostettiin uusi skenaario, sillä edellisen laskennan (Salminen ym. 2019) jälkeen kaupungin metsien käsittelysuositukset ovat muuttuneet huomattavasti (mm. hakkuusuunnite on pudonnut 60:stä 40:een prosenttiin puuston kasvusta).
- Lisäksi laskettiin vertailuksi kehitysennusteet ilman metsien hakkuuta (0-skenaario). Tuloksiin lisättiin myös taloudellisen tuloksen maksimoivan metsien käsittelyn ennusteet.
- Kaupungin metsätaloussuunnitelmassa (2019) esitetty pellonmetsitysala ja sen metsityksen vaikutus hiilensidontaan hyödynnettiin sellaisenaan edellisestä toimeksiannosta (Salminen ym. 2019).
- Muut metsät sisältää kaikkien muiden maanomistajien kuin kaupungin metsätalousmaan.
- Puuston kokonaisbiomassan hiilivarastoon sisältyy runko, oksat, lehdet ja neulaset, kanto ja karkeat juuret.
- Maaperän hiilivarastoa tarkasteltiin kivennäismaametsien osalta pintamaassa (40-100 cm maakerros menetelmästä riippuen). Muiden maanomistajien turvemaiden osalta tarkastelu tehtiin turvekerroksen arvioidussa kokonaispaksuudessa, mitä sovellettiin myös kaupungin omistamille turvemaille.

# Aineisto: Turun kaupungin omistamat metsät

Metsätietostandardin mukainen XML-muotoinen metsävaratieto Turun kaupungin metsistä  
Turun kaupungin omistamien metsien rajaus kaupungin alueella paikkatietona

## Metsätalousmaan metsät

- Aineisto 11 osassa (Lohkot 1–9, Ruissalo, Saaristo); poistettiin kaupungin rajojen ulkopuoliset kuviot
- Metsien yhteispinta-ala on 4132 ha, josta hakkuiden piirissä 86 % ja hakkuukiellossa 14 %.
- Puuntuotokseltaan metsät jakautuvat metsämaahan (82 %), kitumaahan (11 %) ja joutomaahan (7 %).
- Turvemaita on noin 3 %.

## Metsämaan metsät

- Puuntuotokseltaan metsämaan luokkaan kuuluvia kuvioita on aineistossa 3676 (pinta-ala 3380 ha).
- Metsämaan rajoittamattoman puuntuotannon pinta-ala on 3303 ha.

## Metsitettävä peltomaa

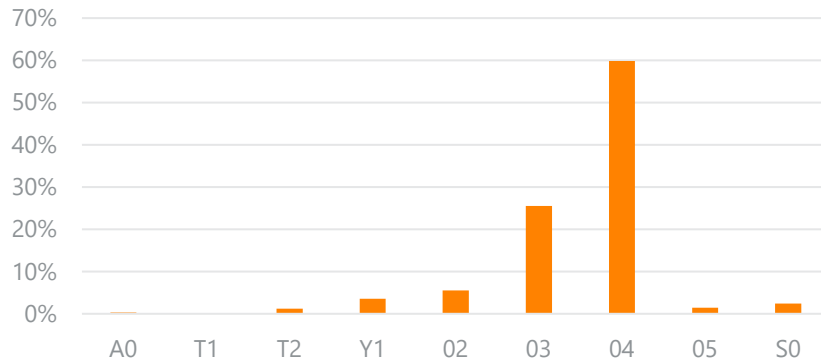
- Metsäsuunnitelmaan on rajattu metsittämiseen 20,56 ha, josta 12,97 ha sijoittuu entiselle maanlajitysalueelle ja loput entisille peltoalueille

# Turun kaupungin omistamat metsät Turussa

	Hakkuukielto		Hakkuiden piirissä		Yhteensä	
	Pinta-ala, ha	Kuvioiden lukumäärä, kpl	Pinta-ala, ha	Kuvioiden lukumäärä, kpl	Pinta-ala, ha	Kuvioiden lukumäärä, kpl
<b>Metsämaa</b>	<b>76,8</b>	<b>99</b>	<b>3302,7</b>	<b>3577</b>	<b>3379,5</b>	<b>3676</b>
Kangas	72,0	85	3207,2	3439	3279,2	3524
Korpi	2,8	10	57,3	79	60,1	89
Räme	2,0	4	38,2	59	40,2	63
<b>Kitumaa</b>	<b>288,1</b>	<b>322</b>	<b>173,5</b>	<b>218</b>	<b>461,6</b>	<b>540</b>
Kangas	284,4	310	158,8	196	443,2	506
Korpi	0,6	3	1,8	8	2,4	11
Räme	3,1	9	12,9	14	16,0	23
<b>Joutomaa</b>	<b>226,4</b>	<b>390</b>	<b>64,2</b>	<b>215</b>	<b>290,6</b>	<b>605</b>
Kangas	206,2	322	57,2	194	263,4	516
Korpi	2,1	9	0,9	8	3,0	17
Räme	5,0	12	4,8	6	9,8	18
Neva	12,5	44	1,2	7	13,7	51
Letto	0,6	3			0,6	3
<b>Yhteensä</b>	<b>591,4</b>	<b>811</b>	<b>3540,3</b>	<b>4010</b>	<b>4131,7</b>	<b>4821</b>

# Puuston rakenne metsämaalla (ei hakkuurajoituksia)

Puuntuotannon metsämaan metsien pinta-alan jakautuminen kehitysluokkiin



A0	Aukea
T1	Taimikko alle 1,3 m
T2	Taimikko yli 1,3 m
Y1	Ylispuustoinen taimikko
O2	Nuori kasvatusmetsikkö
O3	Varttunut kasvatusmetsikkö
O4	Uudistuskypsä metsikkö
O5	Suojuspuumetsikkö
S0	Siemenpuumetsikkö

	Hakkuiden piirissä	
	Pinta-ala, ha	Kuvioiden lukumäärä, kpl
<b>Metsämaa</b>	<b>3302.7</b>	<b>3577</b>
Kangas	3207.2	3439
Korpi	57.3	79
Räme	38.2	59

Turun kaupungin omistamien metsien ikärakenne painottuu uudistuskypsiin metsiin. Taimikoiden ja nuorten kasvatusmetsien pieni osuus heijastuu kasvussa ja vanhojen metsien määrä puolestaan puuston kokonaistilavuudessa.

# Aineisto: Muut metsät Turun alueella

## MVMI-aineisto

- Monilähteisellä valtakunnan metsien inventointimenetelmällä (MVMI) tuotetaan karttamuotoista tietoa metsävaroista yhdistämällä VMI:n mittauksia satelliittikuvatulkintaan (Luke 2021)
- Tässä työssä käytettiin vuosien 2015, 2017 ja 2019 MVMI-aineistoja Turun alueelta
- Turun kaupungin alueella sijaitsevat kaupungin omistamat metsät rajattiin MVMI-aineistosta pois
- MVMI-aineiston turvemaat jaettiin ojittettuihin ja ojittamattomiin alueisiin

## Luken viralliset kuntatilastot 2019

- MVMI Kuntatilastot, joilla tarkistettiin, onko muiden metsien biomassossa kalibrointitarvetta suhteessa kaupungin omistamien metsien biomassaan. Kaupungin metsät erosivat niin selvästi muista metsistä, että kalibrointia ei tehty.

# Menetelmät: Turun kaupungin omistamat metsämaan metsät

## Skenaariolaskenta metsämaan kuvioille

- Puustojen kehitys ennustettiin metsävaratiedon lähtötilanteesta alkaen Motti-ohjelmistolla (skenaariolaskentaa varten laadittu Motti3.x, jonka kasvumallit vastaavat Motti-simulointiytimen versiota 21.5.0)
- Kullekin metsikkökuvioille simuloitiin useita vaihtoehtoisia puulaji- ja kasvupaikkakohtaisia kasvatusketjuja
- Kasvatusketjuissa
  - metsänhoito ja hakkuut metsänhoitosuosituksen periaattein, toimenpiteiden ajoituksia ja voimakkuuksia vaihdellen
  - myös vaihtoehtoja, joissa ei mitään toimenpiteitä
- Erilaisia kasvatusketjuja oli kaikkiaan 528
- Kehityssennusteet simuloitiin 100 vuodelle, josta varsinaiseen tulostarkasteluun otettiin 25 vuoden jakso
- Lineaarisen optimoinnin avulla poimittiin kunkin kuvion vaihtoehtoisten metsänkasvatusketjujen joukosta sellainen yhdistelmä, joka toteutti kunkin skenaarion tavoitteet sille valittujen rajoitteiden vallitessa



# Menetelmät: Turun kaupungin omistamat metsämaan metsät

## Skenaariolaskenta metsämaan kuvioille, neljä skenaariota

- **Max;** tavoitteena nettotulojen nykyarvon maksimointi (korkokanta 3%), hakkuiden maksimin viitetasoksi valittiin 12 000 m<sup>3</sup>/v
- Noin **“60% kasvusta”**; vuotuisen hakkuupoistuman viitetasoksi valittiin metsäsuunnitelman mukaisesti 7900 m<sup>3</sup>, jota pienennettiin kaupungin rajojen ulkopuolisten alueiden pinta-alaosuuden verran eli 10%, jolla perusteella hakkuiden maksimitasoksi valittiin 7100 m<sup>3</sup>/v, ja jokaisella metsänkäsittelyketjulla oli yhtä suuri todennäköisyys tulla valituksi
- Noin **“40% kasvusta”**; vuotuisen hakkuupoistuman maksimin viitetasoksi valittiin 4400 m<sup>3</sup>/v, ja jokaisella metsänkäsittelyketjulla oli yhtä suuri todennäköisyys tulla valituksi
- **Ei hakkuita**

## Skenaarioiden reunaehdot

- Puuston kokonaistilavuus ei saa laskea 100 vuoden jakson aikana
- Hakkuiden ulkopuolelle jätetään kuviot, joille on merkitty hakkuukielto
- Hakkuiden ulkopuolelle jätetään kuviot, joiden pääpuulaji inventointitietojen perusteella on saarni, serbiankuusi, tammi, tuomi, vaahtera, visakoivu tai vuorijalava
- Vuotuisten hakkuupoistumien sallittiin poikkeavan viitetasosta ±1%
- Lineaarisen ohjelmoinnin ratkaisussa sallittiin kuvioiden jakaminen kahteen tai useampaan käsittelyohjelmaan, mutta ainoastaan kuviolla vallitseva vaihtoehto otettiin mukaan lopulliseen ratkaisuun; tämän vuoksi lopullisissa tuloksissa voidaan hieman poiketa viitetaso 1%:n rajoista

# Menetelmät: Turun kaupungin omistamat metsät

## Puuston hiili

- Puuston biomassa ennustettiin biomassamalleilla, ja biomassa (kuivapaino) muunnettiin hiileksi suhdeluvulla 1:2 (biomassan hiilipitoisuus 50%), hiili muunnettiin hiilidioksidiekvivalenteiksi (CO<sub>2</sub>-ekv) atomipainojen suhteella (44/12)
- Kitu- ja joutomaiden alkutilanteen puuston hiilimäärä arvioitiin suoraan inventointitiedoista muuttamalla tilavuus suhdeluvulla biomassaksi ja edelleen hiileksi, varsinaisia puuston biomassamalleja ei käytetty
- Kitu- ja joutomaiden puuston hiilimäärät oletettiin vakioksi ajan suhteen (puuston kehitystä ei ennustettu)
- Männylle, kuuselle ja koivuille sovellettiin puulajikohtaisia kasvumalleja, mutta muiden lehtipuiden kasvuennusteet on laadittu koivun kasvumalleilla, jotka on kalibroitu VMI:ssä havaituilla muiden lehtipuiden kasvuilla; haapa on kalibroitu erikseen ja muut lehtipuut yhtenä ryhmänä

## Maaperän hiili

- Metsämaan hiilivaraston alkutilanteen oletettiin olevan suuruudeltaan Etelä-Suomen keskimääräistä tasoa
- Metsämaan maaperän hiilimuutos metsämaalla ennustettiin kasvihuonekaasujen inventaarion menetelmillä; lähtötietoina olivat metsien pinta-ala, puuston määrä, luonnonpoistuma ja hakkuutähteet; ennusteet laadittiin Yasso07-maaperämallilla
- Kitu- ja joutomaiden maaperän hiilimäärät oletettiin vakioksi ajan suhteen

# Menetelmät: Muut metsät Turun alueella

## Puuston hiili

- MVMI-aineistosta saatiin biomassan määrät puulajeittain ja biomassaositteittain
- Biomassaan sitoutuneen hiilen määrä laskettiin samoin oletuksin kuin kaupungin omistamissa metsissä
- Puuston hiilivaraston muutos laskettiin kolmen viimeisimmän MVMI-aineiston perusteella, jotka ovat vuosilta 2015, 2017 ja 2019; em. ajankohtien hiilivaraston arvioihin sovitettiin lineaarinen trendi, josta arvioitiin puuston hiilivaraston vuosittainen muutos

## Maaperän hiili

- Kivennäis- ja turvemaiden pinta-alajakaumat saatiin MVMI-aineistosta
- Kivennäismaille (0-40 cm kerros) arvioitiin hiilivarasto Heikkisen (2008) julkaisemien mittaustulosten perusteella
- Arviossa käytettiin Etelä-Suomen arvoja (karukkokankaille koko Suomen arvoa)
- Soiden hiilivarasto arvioitiin keskimääräisen turpeen paksuuden (Lounais-Suomi, Korhonen ym. 2013), tiheyden ja hiilipitoisuuden (Turunen ym. 2002, Turunen & Valpola 2002; ojitetuille turvemaille Minkkinen ja Laine 1998) perusteella
- Näin tehty laskenta on hyvin karkea tapa määrittää maaperän hiilivarasto, mutta sillä päästään kiinni suuruusluokkiin

# Menetelmät: Muut metsät Turun alueella

## Kasvihuonekaasutase

- Maaperän CO<sub>2</sub>-tase arvioitiin erikseen kivennäismaalle sekä kasvupaikkakohtaisesti ojitetuille turvemaille
- MVMI:stä saadut pinta-alat kerrottiin Kasvihuonekaasuinventaarissa (KHKI) Etelä-Suomelle lasketuilla kertoimilla (Liite 1, liitetaulukko 1; Tilastokeskus 2021)
- Ojittamattomat turvemaat jätettiin laskuista pois, sillä niiden oletetaan KHKI:n mukaisesti olevan tasapainossa
- Turvemaiden typpioksiduulipäästöt (N<sub>2</sub>O) arvioitiin ojitetuille turvemaille kasvupaikkakohtaisesti KHKI:n päästökertoimien mukaan (Liite 1, liitetaulukko 2)
- Metaanipäästöt (CH<sub>4</sub>) arvioitiin ojitetuille turvemaille KHKI:n päästökertoimien mukaan
  - turvekankaalle kerroin oli -2,8 kg/ha
  - ojikolle ja muuttumalle kerroin oli 11,6 kg/ha
  - turvekankaiden osuus arvioitiin Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI 12) Etelä-Suomen arvion mukaan
  - oja oletettiin olevan 2,5 % ojitetun turvemaan pinta-alasta ja näille käytettiin kerrointa 217 kg/ha
- N<sub>2</sub>O muunnettiin vastaamaan CO<sub>2</sub>-ekv:a sen ilmastovaikutuksen mukaan kertoimella 298
- CH<sub>4</sub> muunnettiin vastaamaan CO<sub>2</sub>-ekv:a sen ilmastovaikutuksen mukaan kertoimella 25
- CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O laskettiin yhteen maaperän KHK-taseeksi (CO<sub>2</sub>-ekv)

# Tulokset:

## Puuston tilavuus ja biomassa

Vuoden 2018 lopun metsävaratietojen mukaan Turun kaupungin alueen

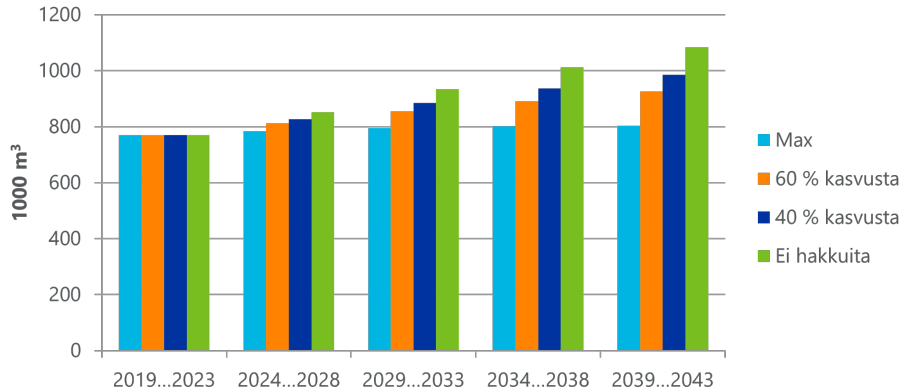
- Kokonaistilavuus (kaikki metsät) 0,77 milj. m<sup>3</sup>, josta hakkuiden piirissä olevalla metsämaalla 0,74 milj. m<sup>3</sup> (96 %)
- Puuston keskitilavuus metsä- ja kitumaalla on 201 m<sup>3</sup>/ha, kun vastaava VMI11/12 –mittauksissa määritetty Varsinais-Suomen keskiarvo on 158 m<sup>3</sup>/ha.
- Puuntuotannon metsämaan keskitilavuus on 221 ja metsämaan hakkuukieltoalueiden vastaava luku 226 m<sup>3</sup>/ha.
- Elävän puuston biomassa (kaikki metsät) 0,51 milj. tn, josta hakkuiden piirissä olevalla metsämaalla 0,48 milj. tn (94 %).

Muut metsät (2019)

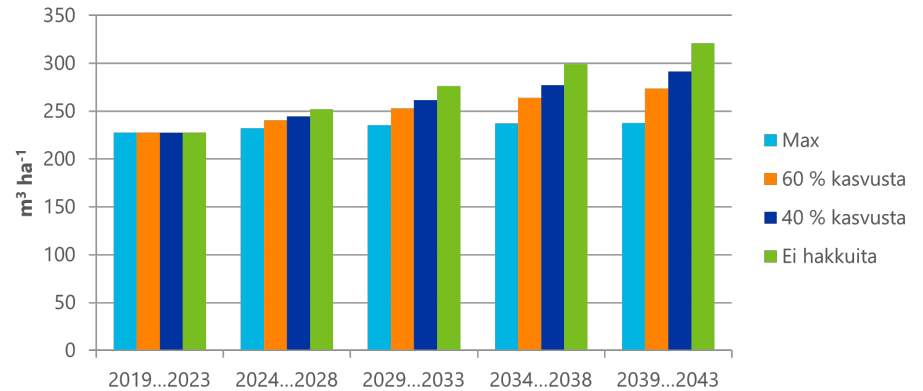
- Kokonaistilavuus (kaikki metsät) 0,77 milj. m<sup>3</sup>
- Puuston keskitilavuus metsä- ja kitumaalla on 107 m<sup>3</sup>/ha
- Elävän puuston biomassa (kaikki metsät) 0,53 milj. tn

# Metsämaan puuston tilavuuden kehitys 2019 – 2043 eri hakkuuvaihtoehdoilla kaupungin metsissä Turussa

## Puuston tilavuus

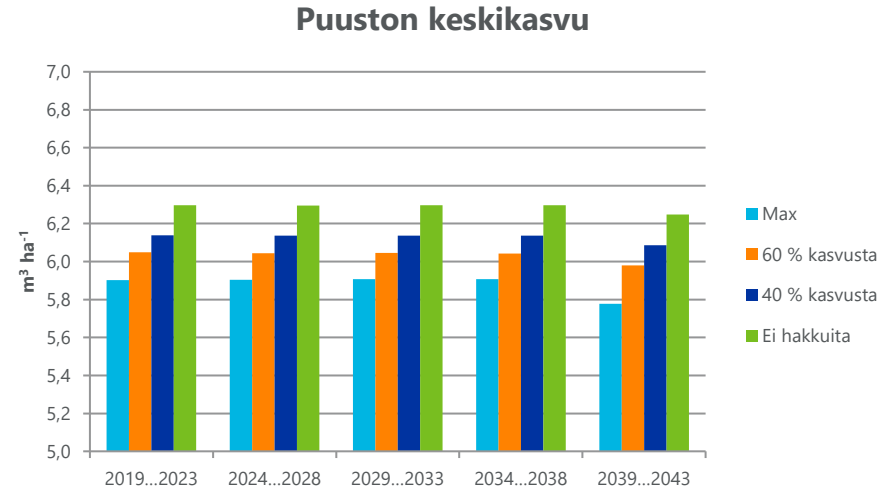
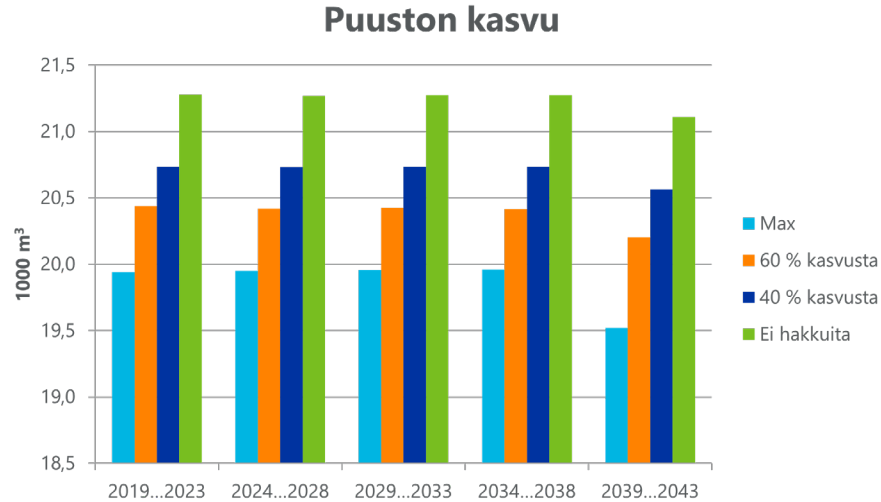


## Puuston keskitilavuus



Hakkuuskenaariot: ei hakkuita, hakkuut 40 % (korkeintaan 4400 m<sup>3</sup>/v) tai 60 % (7100 m<sup>3</sup>/v) puuston vuotuisesta kasvusta ja taloudellisen tuloksen maksimointiin tähtäävät hakkuut (Max, 12000 m<sup>3</sup>/v).

# Puuston kasvun kehitys 2019 – 2043 eri hakkuuvaihtoehtoilla kaupungin metsissä (metsämaa) Turussa



Hakkuuskenaariot: ei hakkuita, hakkuut 40 % (korkeintaan 4400 m<sup>3</sup>/v) tai 60 % (7100 m<sup>3</sup>/v) puuston vuotuisesta kasvusta ja taloudellisen tuloksen maksimointiin tähtäävät hakkuut (Max, 12000 m<sup>3</sup>/v).

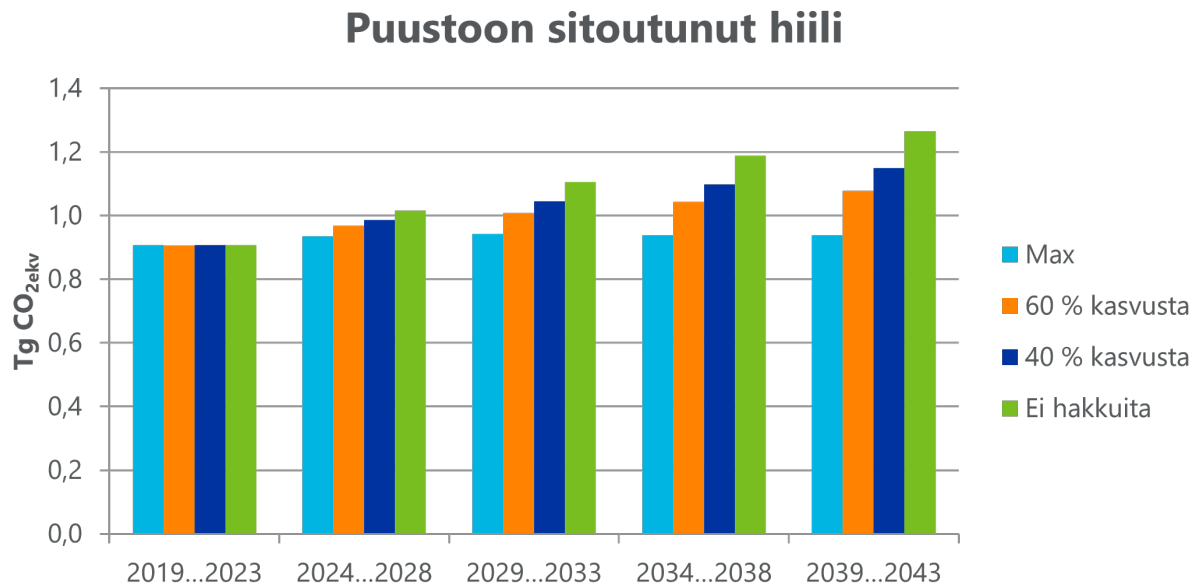
# Puuston ja maaperän hiilivarasto kaupungin metsissä Turussa 2019

	Hakkuukielto	Hakkuiden piirissä	Puusto yhteensä	Maaperä yhteensä
	Gg CO <sub>2</sub> ekv			
Metsämaa	19,4	814,6	860,3	919
Kangas	18,5	791,9	836,5	690
Korpi	0,6	14,1	15,1	138
Räme	0,4	8,5	9,1	92
Kitumaa	17,4	11,8	30,1	114
Kangas	17,1	10,4	28,3	71
Korpi	0,0	0,1	0,2	5
Räme	0,3	1,3	1,6	37
Joutomaa	1,1	1,1	2,2	105
Kangas	1,0	0,9	2,0	42
Korpi	0,0	0,0	0,0	7
Räme	0,0	0,2	0,3	22
Neva	0,0	0,0	0,0	31
Letto	0,0	0,0	0,0	1
<b>Yhteensä</b>	<b>37,8</b>	<b>827,5</b>	<b>892,7</b>	<b>1138</b>

Puuston hiilivarasto oli yhteensä 0,89 ja maaperän 1,14 milj. tn CO<sub>2</sub>-ekv

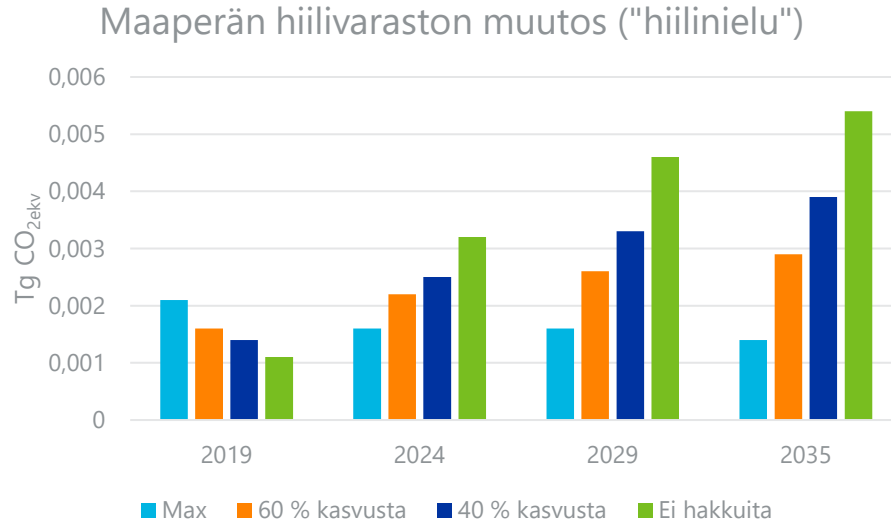


# Puuston hiilivaraston kehitys 2019 – 2043 eri skenaarioissa kaupungin metsissä Turussa



Hiilivarasto ei sisällä metsitysalaa. Lähtötilanne on noin 900 000 tn CO<sub>2</sub>-ekv.

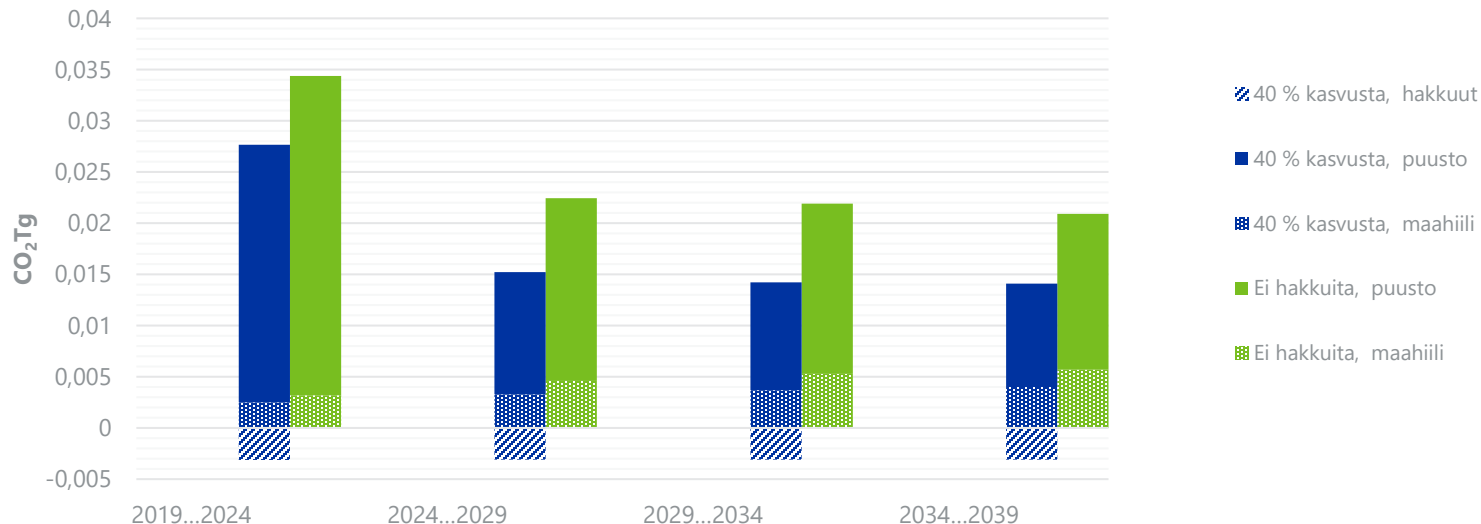
# Maaperän hiilivaraston muutos 2019 – 2043 eri hakkuuvaihtoehdoilla kaupungin metsissä



Hiilivarasto ei sisällä metsitysalaa. Maaperän hiilivarasto on suurempi kuin puuston sisältämä hiili, mutta maan hiilivaraston muutos noin 20 vuoden tarkastelujakson aikana on pientä. Maaperä muodostaa kaikissa hakkuuvaihtoehdoissa kuitenkin hiilinielun (kasvava varasto).  
0,001 Tg = 1000 tn.

# Metsämaan hiilitaseen kehitys 2019 – 2039 eri hakkuuvaihtoehdoilla kaupungin metsissä

Puuston ja maan hiilivaraston muutos metsämaalla 5v-jaksoin



Puuston hiilinielu pienenee ajan kuluessa, kun hakkuutaso on 0 ja 40 %:n välillä. Puuston ikääntyessä sen kasvu pienenee. Toisaalta ikääntymisellä voi olla myönteinen vaikutus metsien monimuotoisuudelle. 0,001 Tg = 1000 tn.

# Kaupungin metsien hiilivarasto 2019, 2029 ja 2035 (tn CO<sub>2</sub>-ekv)

Kohde	Hakkuu-skenaario	2019	2029	2035
Maaperä	0	919 300	924 400	951 100
	40 %	919 300	934 900	954 000
Puusto	0	892 667	1 137 757	1 236 111
	40 %	892 667	1 078 020	1 141 232
Metsitysalat		0	162	688
<b>Yhteensä</b>	0	<b>1 811 967</b>	<b>2 062 319</b>	<b>2 187 799</b>
	40 %	<b>1 811 967</b>	<b>2 013 082</b>	<b>2 095 920</b>

Pellon- ja läjitysalueen metsityksen ajankohdaksi oletettiin 2019. Puusto sisältää myös kitu- ja joutomaan puuston hiilimäärän. Metsien hiilivarasto suurenee vuoteen 2035 mennessä kaikissa skenaarioissa.

# Kaupungin metsien hiilitase 2019, 2029 ja 2035 (tn CO<sub>2</sub>-ekv/v)

Kohde	Hakkuu- skenaario	2019	2029	2035
Maaperä	0	3 200	4 600	5 400
	40 %	2 500	3 300	3 900
Puusto	0	31 180	17 838	16 319
	40 %	25 155	11 915	10 738
Metsitysalat		- 15	33	117
<b>Yhteensä</b>	0	<b>34 365</b>	<b>22 471</b>	<b>21 836</b>
	40 %	<b>27 640</b>	<b>15 248</b>	<b>14 755</b>

Pellon- ja läjitysalueen metsityksen ajankohdaksi oletettiin 2019. Taulukossa on metsämaan luvut. Positiivinen luku tarkoittaa nielua. Puuston hiilinielu pienenee vuoteen 2035 mennessä, kun hakkuutaso on 0 ja 40 %:n välillä. Puusto ikääntyy ja nettokasvu pienenee hitaasti.

# Muut metsät, hiilivarasto 2019

**Muiden maanomistajien metsien hiilivarasto oli yhteensä 3,0 milj. tn CO<sub>2</sub>-ekv (418 tn CO<sub>2</sub>-ekv/ha)**

	A (ha)	V (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> /ha)	puuston C (tn)	puuston C (tn/ha)	maaperän C (tn)	maaperän C (tn/ha)
Kivennäismaa	6766,9	726 778	107,4	249 684	36,9	297 257	44
Turvemaa	408,8	43 959	107,5	15 022	36,7	255 348	625
<b>Yhteensä</b>	<b>7175,7</b>	<b>770 738</b>	<b>107,4</b>	<b>264 706</b>	<b>36,9</b>	<b>552 606</b>	<b>77</b>

	puuston C, tn CO <sub>2</sub> -ekv	puuston C, tn CO <sub>2</sub> -ekv/ha	maaperän C, tn CO <sub>2</sub> -ekv	maaperän C, tn CO <sub>2</sub> -ekv/ha	C varasto, tn CO <sub>2</sub> -ekv	C varasto, tn CO <sub>2</sub> -ekv/ha
Kivennäismaa	915 508	135,3	1 089 943	161,1	2 005 451	296
Turvemaa	55 081	134,7	936 278	2290,4	991 359	2425
<b>Yhteensä</b>	<b>970 589</b>	<b>135,3</b>	<b>2 026 221</b>	<b>282,4</b>	<b>2 996 810</b>	<b>418</b>

A= metsien pinta-ala, V=metsien puuston runkotilavuus, puuston C=puuston sisältämä hiilimäärä, maaperän C=maaperän hiilimäärä.

# Muut metsät, kasvihuonekaasutase 2019

**Muut metsät olivat kasvihuonekaasujen osalta päästölähde vuonna 2019.**

Kohde	Maaperä	tn CO <sub>2</sub> -ekv/v	tn CO <sub>2</sub> -ekv/ha/v
Maaperä	Kivennäismaa	4 466	0,66
	Turvemaa	-111	-0,27
Puusto	Kivennäismaa	-31 911	-4,73
	Turvemaa	3 241	7,92
Yht., maaperä		4 355	0,61
Yht., puusto		-28 670	-4,00
<b>Yhteensä</b>		<b>-24 315</b>	<b>-3,39</b>

Kivennäismaametsien pinta-ala 6767 ha, turvemaiden pinta-ala 409 ha, yhteensä 7176 ha. Negatiivinen luku = kasvihuonekaasujen päästölähde; positiivinen luku = kasvihuonekaasujen nielu.

# Hiilivarastojen ja taseiden vertailu 2019

Omistaja	Kohde	C-varasto (tn CO <sub>2</sub> -ekv)	C-varasto (tn CO <sub>2</sub> -ekv/ha)	C-tase (0/40 %) (tn CO <sub>2</sub> -ekv/v)	C-tase (0/40 %) (tn CO <sub>2</sub> -ekv/v/ha)
Kaupunki	Maaperä	919 300	272,0	3 200/ 2 500	0,95/ 0,74
	Puusto	892 667	216,1	31 180/ 25 155	9,23/ 7,44
	Yhteensä	1 811 967	488,1	34 380/ 27 655	10,17/ 8,18
Muut	Maaperä	2 026 221	282,4	4 355	0,61
	Puusto	970 589	135,3	-28 670	-4,00
	Yhteensä	2 996 810	417,6	-24 315	-3,39
<b>Yhteensä</b>				<b>10 065/ 3 340</b>	

Kaupungin omistamissa metsissä metsämaan hiilitase on ilmoitettu kahdella hakkuuskenaariolla (0=ei hakkuita, 40 % = hakkuutaso 40 % puuston vuosikasvusta). Negatiivinen luku = kasvihuonekaasujen päästölähde; positiivinen luku = kasvihuonekaasujen nielu.



# Yhteenveto

- Lähtötilanteessa kaupungin omistama metsäala oli 4132 ha ja puuston keskitilavuus metsä- ja kitumaalla 201 m<sup>3</sup>/ha. Vastaavat luvut muiden maanomistajien metsille olivat 7176 ha ja 107 m<sup>3</sup>/ha.
- Kaupungin omistamien metsien hiilivarasto on nyt 1,8 milj. tn CO<sub>2</sub>-ekv ja se lisääntyy kummallakin metsien käsittelyskenaariolla (hakkuut 0 tai 40 % vuosikasvusta) selvästi vuoteen 2035.
- Ennuste kaupungin omistamien metsien hiilitaseeksi 2029 ja 2035 on noin 22 000 tn CO<sub>2</sub>-ekv/v (ei hakkuuta) ja noin 15 000 tn CO<sub>2</sub>-ekv/v (hakkuutaso 40 %)
- Taimikoiden ja nuorten metsien osuus on pieni; metsien kasvu eli kyky muuntaa ilmakehän hiilidioksidia biomassaksi tulee vuosikymmenten mittaan heikkenemään. Sen sijaan puuston hiilivarasto on keskimääräistä korkeampi.
- Mikäli aktiivista hiilensidontaa (varastojen kasvattamista) halutaan tehostaa pitkällä aikavälillä, suositellaan kasvua lisääviä toimia kuten metsien uudistamista ja metsäpinta-alan kasvattamista esimerkiksi metsittämällä.
- Muiden maanomistajien metsien hiilivarasto oli 3,0 milj. tn CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2019. Metsien KHK-tase oli negatiivinen eli ne olivat päästölähde (noin -24 000 tn CO<sub>2</sub>-ekv/v).
- Turun kaupungin alueella olevat metsien nettonielut ovat käytännössä kaupungin omistamien metsien varassa. Muiden metsien hiilitaseeseen vaikuttaa voimakkaasti vuotuiset hakkuut ja niiden suuri vaihtelu, mikä on tyypillistä tällä hetkellä muuallakin maassa.

# Lähdekirjallisuus

- Heikkinen, J. 2008. Hiilen määrän maantieteellinen ja vertikaalinen vaihtelu maaperän pintaosassa. Pro gradu, Oulun yliopisto.
- Korhonen K.T. ym. 2013. Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008. Metsätieteen aikakauskirja 3/2013: 269–608. <https://metsatieteenaikakauskirja.fi/pdf/article6025.pdf> Liite: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff13/ff133334.pdf>
- Luke 2021. Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2019. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnitelu/metsavarakartat-ja-kuntatilastot/>
- Minkkinen, K. & Laine, J. 1998. Long-term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. Can. J. For. Res. 28: 1267–1275. <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/x98-104>
- MVMI Kuntatilastot <https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2021/05/mvmi8-2019.zip>
- Salminen, H., Kojola, S., Lehtonen, M., Sievänen, R. & Wall, A. 2019. [Turun kaupungin metsien hiilensidonta ja hiilivarastot sekä niiden kehitys](#). 24 s.
- Tilastokeskus, NIR 2021 <https://unfccc.int/documents/271571>
- Turun kaupungin [metsäsuunnitelma](#) 2019. 293 s.
- Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K., Reinikainen, A. 2002. Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland - application to boreal and subarctic regions. The Holocene, 12(1): 69–80.
- Turunen J. & Valpola, S. 2020. The influence of anthropogenic land use on Finnish peatland area and carbon stores 1950–2015, Mires and Peat, Vol 26: 26, 27 pp., <http://www.mires-and-peat.net/>

# Liite 1. KHKI-kertoimet (Tilastokeskus 2021)

## Liitetaulukko 1.

**Table 1. App. 6f** The aggregated annual emission factors for soil organic matter (SOM) and dead organic matter (DOM) for forest land remaining forest land. Emission factors are listed separately for Southern and Northern Finland and by fertility type for drained peatlands, tonnes C per ha (negative numbers represent a loss of carbon)

Year	Mineral soils SF	Mineral soils NF	Rhtkg SF	Mtkg SF	Ptkg SF	Vatkg SF	Jatkg SF	Rhtkg NF	Mtkg NF	Ptkg NF	Vatkg NF	Jatkg NF
1990	0.17	0.16	-2.00	-0.86	-0.17	0.07	0.40	-2.36	-1.23	-0.53	-0.30	0.04
1991	0.16	0.16	-2.02	-0.88	-0.18	0.05	0.39	-2.37	-1.23	-0.53	-0.30	0.04
1992	0.17	0.16	-1.97	-0.84	-0.14	0.09	0.43	-2.33	-1.19	-0.50	-0.26	0.07
1993	0.17	0.15	-1.94	-0.81	-0.11	0.13	0.46	-2.30	-1.17	-0.47	-0.24	0.10
1994	0.19	0.15	-1.89	-0.76	-0.06	0.18	0.51	-2.28	-1.14	-0.44	-0.21	0.13
1995	0.21	0.15	-1.86	-0.73	-0.03	0.21	0.54	-2.25	-1.12	-0.42	-0.18	0.15
1996	0.23	0.15	-1.86	-0.72	-0.03	0.21	0.54	-2.24	-1.11	-0.41	-0.17	0.16
1997	0.22	0.15	-1.81	-0.68	0.02	0.26	0.59	-2.21	-1.07	-0.38	-0.14	0.19
1998	0.22	0.15	-1.77	-0.63	0.06	0.30	0.63	-2.18	-1.04	-0.35	-0.11	0.22
1999	0.21	0.16	-1.76	-0.62	0.08	0.31	0.65	-2.16	-1.02	-0.32	-0.09	0.25
2000	0.19	0.16	-1.75	-0.61	0.09	0.32	0.66	-2.13	-0.99	-0.30	-0.06	0.27
2001	0.17	0.16	-1.75	-0.62	0.08	0.31	0.65	-2.10	-0.97	-0.27	-0.04	0.30
2002	0.16	0.16	-1.75	-0.61	0.08	0.32	0.66	-2.08	-0.94	-0.24	-0.01	0.33
2003	0.14	0.17	-1.75	-0.61	0.09	0.32	0.66	-2.07	-0.93	-0.24	0.00	0.34
2004	0.12	0.16	-1.75	-0.61	0.09	0.32	0.66	-2.07	-0.93	-0.23	0.00	0.34
2005	0.12	0.15	-1.76	-0.62	0.08	0.31	0.65	-2.07	-0.93	-0.23	0.00	0.34
2006	0.10	0.15	-1.76	-0.62	0.07	0.31	0.65	-2.07	-0.94	-0.24	-0.01	0.33
2007	0.05	0.13	-1.73	-0.60	0.10	0.33	0.67	-2.06	-0.92	-0.22	0.01	0.35
2008	0.04	0.12	-1.76	-0.62	0.08	0.31	0.65	-2.03	-0.89	-0.19	0.04	0.38
2009	0.04	0.11	-1.78	-0.65	0.05	0.29	0.62	-2.03	-0.89	-0.20	0.04	0.37
2010	0.02	0.11	-1.74	-0.60	0.10	0.33	0.67	-1.98	-0.85	-0.15	0.08	0.42
2011	0.04	0.11	-1.74	-0.60	0.09	0.33	0.66	-1.96	-0.82	-0.12	0.11	0.45
2012	0.08	0.12	-1.74	-0.60	0.10	0.33	0.67	-1.95	-0.82	-0.12	0.12	0.45
2013	0.09	0.12	-1.70	-0.56	0.13	0.37	0.71	-1.94	-0.81	-0.11	0.12	0.46
2014	0.11	0.11	-1.69	-0.55	0.15	0.38	0.72	-1.95	-0.81	-0.11	0.12	0.46
2015	0.13	0.11	-1.66	-0.52	0.18	0.41	0.75	-1.95	-0.82	-0.12	0.12	0.45
2016	0.15	0.10	-1.63	-0.50	0.20	0.43	0.77	-1.96	-0.82	-0.12	0.11	0.45
2017	0.16	0.09	-1.60	-0.46	0.23	0.47	0.80	-1.95	-0.82	-0.12	0.11	0.45
2018	0.17	0.08	-1.55	-0.42	0.28	0.52	0.85	-1.94	-0.81	-0.11	0.13	0.46
2019	0.18	0.08	-1.56	-0.42	0.28	0.51	0.85	-1.94	-0.81	-0.11	0.12	0.46

## Liitetaulukko 2.

**Table 6.10-4** Emission factors and their uncertainty for N<sub>2</sub>O emissions from drained forest land (by fertility class) and for CH<sub>4</sub> emissions (by drainage condition), based on Ojanen et al. (2010, 2018)

Site type	N <sub>2</sub> O emissions, g N <sub>2</sub> O		Ditch condition	CH <sub>4</sub> emissions, g CH <sub>4</sub>	
	EF	SE		EF	SE
Herb-rich type (Rhtkg)	0.331	0.101	Poor	1.16	0.48
<i>Vaccinium myrtillus</i> type I (MtkgI)	0.177	0.052	Good	-0.28	0.04
<i>Vaccinium myrtillus</i> type II (MtkgII)	0.323	0.123			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> type I (PtkgI)	0.064	0.004			
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> type II (PtkgII)	0.098	0.022			
Dwarf shrub type (Vatkg)	0.043	0.009			
<i>Cladina</i> type (Jatkg)	0.029	0.007			

## Liite 2. Luonnonvarakeskuksen laskelmiin ja arvioihin liittyviä varauksia

- Työssä ei otettu huomioon maankäytön muutosta, joka on mahdollisesti vaikuttanut laskennassa käytettävien lähtöaineistojen metsätalousmaan nykyiseen pinta-alaan.
- Työssä käytetty muiden maanomistajien metsien maaperän hiilivaraston ja KHK-taseen laskentatapa on hyvin karkea, mutta sillä päästään arvioimaan suuruusluokkia.
- MOTTI –laskentajärjestelmän ennustemallit on tarkoitettu keskimääräisiin suomalaisiin talousmetsiin, joten ennusteiden epävarmuus on suurinta ”ei hakkuita” –vaihtoehdossa. Mallit eivät kuvaa satunnaisen luonteisten tuuli- ja hyönteis- ym. tuhojen vaikutuksia, joten luontainen kuoleminen on todennäköisesti aliarvio.
- Ennusteiden tulevaisuuskuvat eivät ota huomioon metsäkasvatuksen toimien toteutukseen liittyviä rajoitteita kuten korjuun kuljetuksen järjestäminen tai toimenpidekohteiden keskinäinen sijainti, joten tulokset eivät sellaisenaan vastaa käytännön (operatiivista) toimintaa.



LIFE17 IPC/FI/000002  
LIFE-IP CANEMURE



**TURKU**  
**ÅBO**