

# Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteiden vaikutusarvio - mistä voidaan saada suurimmat päästövähennykset?

*Alexi Lehtonen ja Raisa Mäkipää*



# Maankäyttösektorilla paljon mahdollisuuksia vähentää päästöjä

- Suomen päästösektorin päästöt olivat vuonna 2019 yhteensä 53,1 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenttia.
- Maankäyttösektorin nettohiilinielu 14,7 Mt CO<sub>2</sub> ekvivalenttia.
- Maankäyttösektorin suurimmat päästölähteet
  - ✓ Turvemaapellot 8,7 Mt CO<sub>2</sub> ekv.
  - ✓ Ojitettujen turvemaametsien maaperä noin 7 Mt CO<sub>2</sub> ekv.

**Kuva.** Päästövähennysten potentiaalinen toteutus pinta-ala ja vaikutusarviot.

Kelno	Tolmenpiteen pinta-ala (kha/v)	Tolmenpiteen vaikutukseen tarvittava aika	Hiiltä pois ilmakehästä/ päästövähennys 2035 (Mt CO <sub>2</sub> ekv./v)
Turvemaapellot	4 ■	●	0,91
Kosteikot	5,8 ■	●	0,24
Metsitys	6 ■	●	0,19
Suojelualueet	6 ■	●	0,17
Metsäkato	6,5 ■	●	0,68
Kangasmaaperä	15 ■	●	0,22
Taimikonhoito	30 ■	●	0,31
Typpilannoitus	50 ■	●	0,62
Turvemaametsien maaperä	75 ■	●	2,40
Tuhkalannoitus	76,7 ■	●	0,28
Kivennäismaapellot	1 000 ■	●	0,69
Puutuotteet	22 000 ■	*	1,50
Lahopuu	22 000 ■	●	1,26

\*Puutuotteiden päästövähennyksen toteutumiseen vaikuttaa globaali kysyntä.

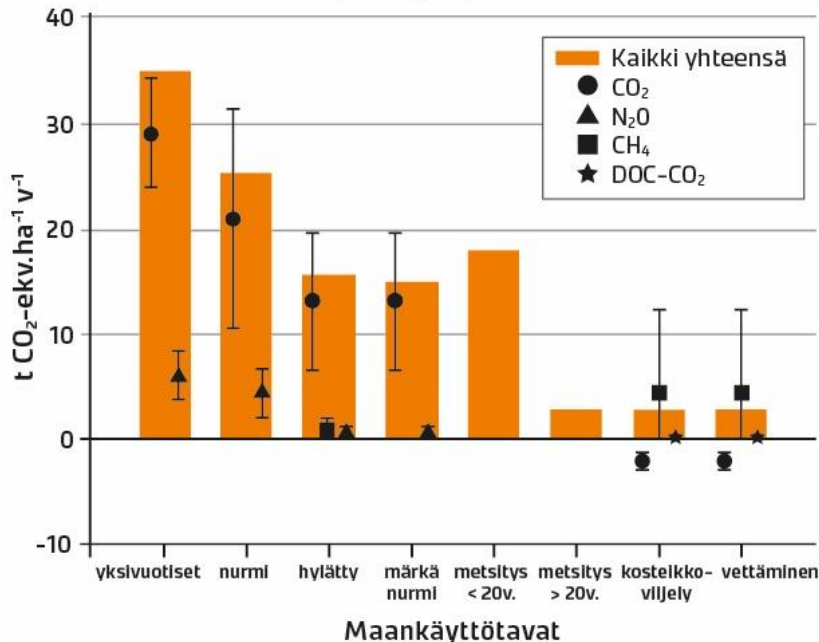
● Nopea vaikutus ● Hidas vaikutus

# Turvepelletit ja päästövähennykset

**Yhteensä saataisiin lisää päästövähennystä 0,91 Mt CO<sub>2</sub> ekv. JOS kaikki toteutettaisiin yhtä aikaa**  
– vapautuuko tähän tarvittava 50 000 ha lisää peltoalaa?

- Oletuksia: puolet uuteen toimenpiteeseen tulevasta pinta-alasta poistuu yksivuotisten viljelystä ja puolet monivuotisten lajien viljelystä.
- On epävarmaa, voidaanko toimenpiteitä toteuttaa esitetystä laajuudesta, etenkin 2050 jälkeen. Lisäksi laskelmissa on oletettu, että uusien turvemaa-peltojen raivausnopeus ja kauan viljelyssä olleiden turvemaa-peltojen kivennäismaaksi muuttumisnopeus olisivat samat (500 ha v<sup>-1</sup>) eli turvemaa-peltojen kokonaispinta-ala ei muuttuisi tulevan 45 vuoden aikana.
- Ilmastonmuutoksen vaikutusta päästöihin ei ole otettu huomioon.

Turvemaa-peltojen päästökertoimet



# Metsäkato - menetelmät

- Päästövähennysarvioinnin tausta-aineistona Maankäyttösektorin toimien mahdollisuudet ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi (MISA) (Kärkkäinen ym. 2019) -hankkeen vertailuskenaariota.
- Metsästä maatalous- tai rakennetuiksi maiksi raivatuille alueille laskettiin kolme uutta vaihtoehtoista skenaariota:
  1. **ILMAVA 2035:** Vuotuiset raivausalat puolitettiin v. 2021–2035 verrattuna MISA-hankkeen pinta-aloihin
  2. **ILMAVA 2050:** Vuotuiset raivausalat puolitettiin v. 2021–2050 verrattuna MISA-hankkeen pinta-aloihin
  3. **ILMAVA turve 2050:** Vuotuiset raivausalat puolitettiin v. 2021–2050 verrattuna MISA-hankkeen pinta-aloihin siten, että maatalousmailla turvemaiden raivaus väheni 75 %, mutta kokonaisala pysyi samana kuin skenaariossa 2





# Metsäkato - tulokset

- Päästövähennyspotentialia tarkoittaa metsäkadon vähentämisellä saavutettua päästösäästöä, joka sisältää maankäytön muutoksen päästövähennyksen lisäksi raivaamatta jääneen metsän nielun

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ILMAVA 2035	-0,37	-0,49	-0,58	-0,35	-0,27	-0,19
ILMAVA 2050	-0,37	-0,49	-0,58	-0,68	-0,71	-0,73
ILMAVA turve 2050	-0,41	-0,55	-0,68	-0,81	-0,84	-0,86

Päästövähennyspotentialia per vuosi (milj. tonnia CO<sub>2</sub> ekv.) eri laskentavaihtoehdoissa



# Metsittäminen ilmastotoimenpiteenä

Scenaario Intensiivinen (metsitys 6 000 ha/v, yhteensä 90 000 ha)

Vuosi	Maaperä+puusto, Mt CO <sub>2</sub> ekv/v			
	Maatalousmaa		Turvetuotanto	
	Kivennäis- maa	Turve- maa	Turve- maa	Yhteensä
2021-2035	0,09	0,07	0,03	0,19
2036-2050	0,14	0,15	0,05	0,35
2051-2065	0,16	0,21	0,07	0,44

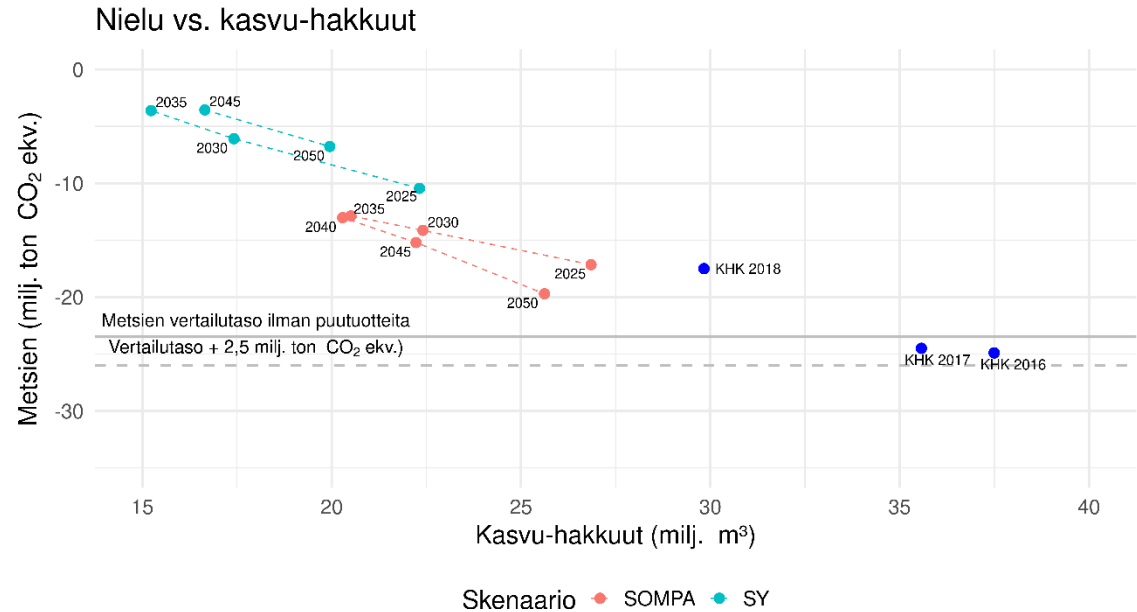


# Turvemaametsien maaperäpäästöjen vähentäminen

**SOMPA skenaario:** Pakollinen jatkuva kasvatusta rehevillä ojitetuilla soilla ( $Mt_{kg} \geq$ )

## Tulokset:

- 70000 – 80000 ha vuosittain jatkuvaan kasvatukseen
- Sekä puuston että maaperän nielu kasvaa, yht.  $\sim 5$  Mt  $CO_2$  (tulokset ovat alustavat)
- Hintana: suurin ylläpidettävä (SY) skenaarioon verrattuna hakkuut  $\downarrow 3Mm^3$ , kangasmaiden maaperänielu  $\downarrow 0,3$  Mt  $CO_2$



# Puutuotteiden hiilivarasto

Päästövähennyspotentiaali kuvaa sitä, kuinka paljon puutuotteiden hiilinielua voitaisiin kasvattaa, mikäli tuoteportfolio olisi samankaltainen kuin vuosina 2000–2009, verrattuna vuosien 2014–2018 tuoteportfolioon

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ILMAVA nykytaso	-4,1	-4,5	-5,1	-5,4	-5,3	-5,2	-4,5
Vertailutaso	-6,4	-6,1	-6,6	-6,9	-6,7	-6,6	-5,8
Päästövähennys- potentiaali	-2,3	-1,5	-1,5	-1,5	-1,4	-1,4	-1,2





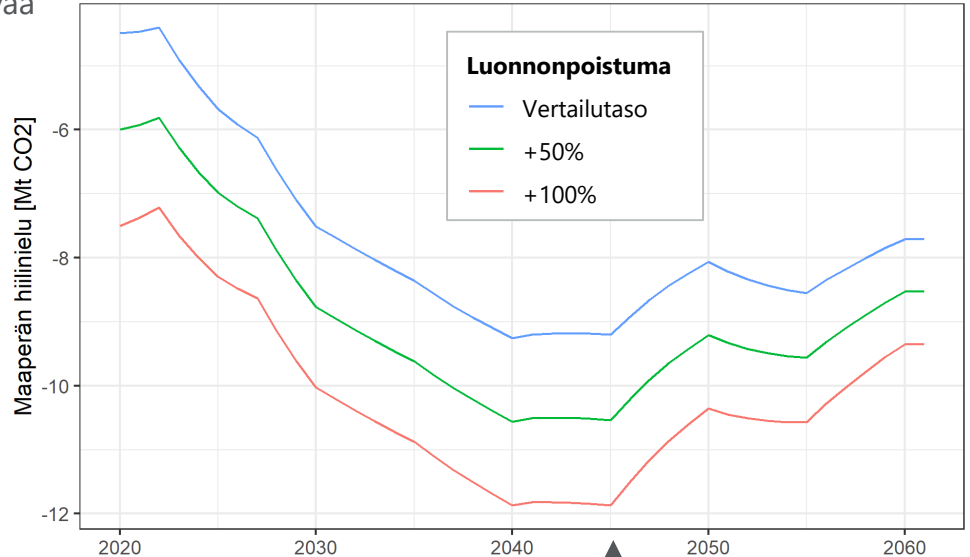
# Lahopuun hiilivaraston lisääminen\*

Kun luonnonpoistuma kasvoi nykytasosta noin 50 %, maaperän hiilivarasto kasvoi ja metsien vuosittainen nielu vahvistui **1,26 Mt CO<sub>2</sub>** vuoteen 2035 mennessä.

Vastaavasti jos vuosittainen luonnonpoistuma kaksinkertaistui, aiheutti tämä metsien nielun vahvistumisen noin 2,52 Mt CO<sub>2</sub> vuoteen 2035 mennessä.

\* Skenaario perustuu Mela-laskelmiin...

Hiilivarasto kasvaa



Muut tekijät voivat aiheuttaa hiilivaraston pienenemistä

# Metsälannoitus

## Suometsien tuhkalannoitukset:

Lannoitusalan lisäys vuodessa, ha	Yhteensä 2021–2035	Lisäkasvu vuonna 2035
30 000	469 837	n. 0,07 milj. m <sup>3</sup>
30 000 / 60 000	833 264	0,134 milj. m <sup>3</sup>
30 000 / 100 000	1317 834	0,227 milj. m <sup>3</sup>

→ noin **0,28 Mt CO<sub>2</sub>**

## Kangasmaiden kasvatuslannoitukset (typpi):

lisälannoituksia 30 000 ha per vuosi → 2025+60 000 ha per vuosi 2026–2035 → 2035 lisäkasvuksi 0,54 milj. m<sup>3</sup>, joka lisää noin **0,62 Mt CO<sub>2</sub>** vuotuista hiilinielua.



# Kivennäismaapeltojen ilmastoviisas hoito

Viljelytoimen kehitys vuoteen 2050 mennessä	Vaikutus kokonaispäästöihin 2035 (Mt CO <sub>2</sub> ekvivalenttia)
Kerääjäkasviala lisääntyy 300 000 ha nykyisestä	-0,20
Yksivuotisten biomassatuotanto lisääntyy 10 %	-0,19
Yksivuotisten alasta 10 % korvautuu viherlannoitusnurmilla	-0,09
Yksivuotisten alasta 10 % korvautuu biokaasunurmilla	-0,09
Nurmen hiiliviljely (tuottavuuden kasvu 10 % ja niittokorkeuden nosto)	-0,13
Edellä olevat toimet samanaikaisesti	-0,69

Päästöt pienenevät noin 0,69 Mt CO<sub>2</sub> vuoteen 2035 mennessä



# Päätelmiä 1/3

## Nopeat päästövähennykset pienellä pinta-alalla

- 1) Turvemaapello ➡ pois viljelystä/metsitetään/siirretään kosteikkoviljelyyn
- 2) Metsäkadon estäminen

**mutta** nykyiset tuet eivät kannusta vähentämään päästöjä.

**Tarvitaan** maatalouden tukijärjestelmän uudistus ja/tai kotimainen kannuste/päästökauppa turvepeltojen poistamiseksi viljelystä. Metsäkatoa hillitsevä päästöoikeusmaksu.

	Ilmastovaikutus	Puuntuotanto	Vesistökuormituksen hillintä	Biodiversiteetti	Maisema-arvo	Marja- ja sienisadot	Tuotannon taloudellinen kannattavuus	Tilalle maksettavien tukien/korvausten määrä
Metsitys ja turvetuotanto-alueiden jälkihoito	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus
Turvemaapeltojen hoito	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Negatiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus
Kivennäismaapeltojen hoito	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Negatiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus
Metsäkadon välttäminen	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa
Metsälannoitus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus
Kangasmaametsien maaperä	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Negatiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa
Turvemaametsien maaperän hoito	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus
Suojelualueiden lisääminen	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus
Puutuotteiden hiilivarasto	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa
Kosteikot	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa
Lahopuun hiilivaraston lisääminen	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa	Positiivinen vaikutus	Negatiivinen vaikutus	Ei vaikutusta / ei arvioitavissa



# Päätelmiä 2/3

## Laaja-alaisena toteuttaen saavutettavissa isoja päästövähennyksiä/lisähiilinieluja

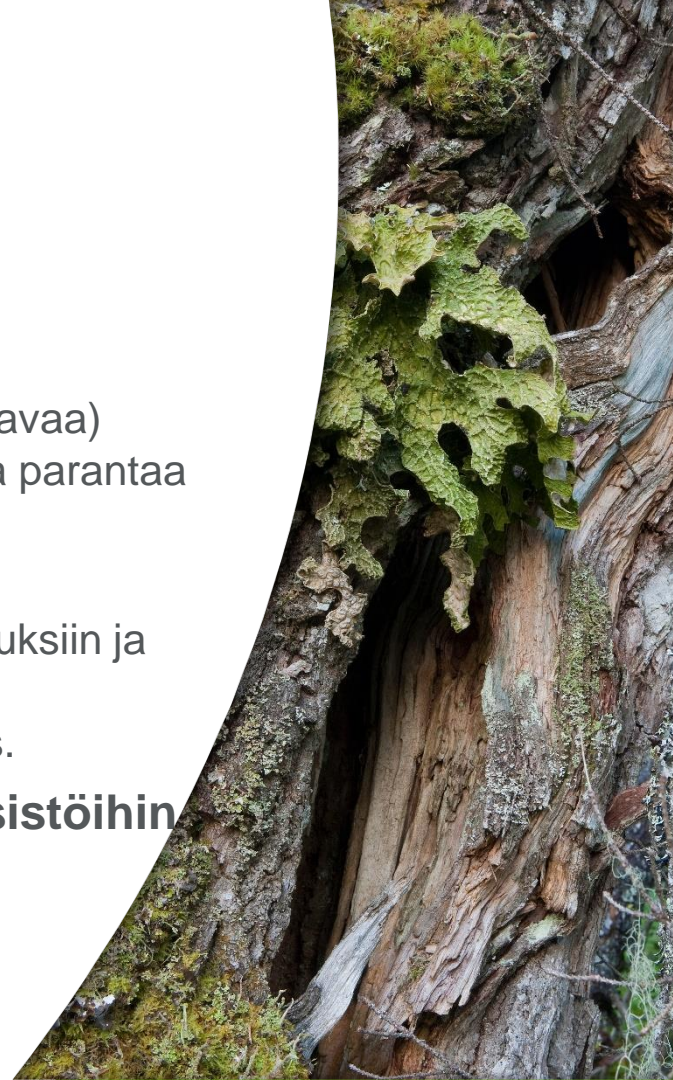
- 1) Kangasmetsien typpilannoitus (on taloudellisesti kannattavaa)
- 2) Kivennäismaapeltojen hoito (nykyiset tuet kannustavat ja parantaa peltojen kasvukuntoa)
- 3) Ojitetut suometsät, turpeen hajoamisen hidastaminen

**mutta** nykyiset tuet ja suositukset kannustavat kunnostusojituksiin ja kiertoaikametsätalouteen (ml avohakkuu).

**Tarvitaan** tukijärjestelmän ja metsänhoitosuosittelun päivitys.

## Positiivisia vaikutuksia monimuotoisuuteen ja vesistöihin

- 1) Säästöpuut ja kuolleen puun hiilivaraston kasvu
- 2) Ennallistaminen kosteikoiksi
- 3) Uudet suojelualueet



# Päätelmiä 3/3

- Päästövähennysmahdollisuudet merkittäviä
- Toteutuminen edellyttää isoja muutoksia maa- ja metsätalouden tukijärjestelmiin, investointeja sekä viljely- ja metsänhoitomenetelmien kehittämistä.
- Päästövähennysten luotettava seuranta edellyttää laskentamenetelmien kehitystä.
- Seuraavaksi arvioitava teknis-taloudellista toteutettavuutta ja hyväksyttävyyttä sekä vertailtava ilmastotoimenpiteiden kustannustehokkuutta maankäyttösektorin sisällä ja sektorien välillä.

Keino	Toimenpiteen pinta-ala (kha/v)	Toimenpiteen vaikutukseen tarvittava aika	Hillitä pois ilmakehästä/päästövähennys 2035 (Mt CO <sub>2</sub> ekv./v)
Turvemaapellot	4 ■	●	0,91
Kosteikot	5,8 ■	●	0,24
Metsitys	6 ■	●	0,19
Suojelualueet	6 ■	●	0,17
Metsäkato	6,5 ■	●	0,68
Kangasmaaperä	15 ■	●	0,22
Taimikonhoito	30 ■	●	0,31
Typpilannoitus	50 ■	●	0,62
Turvemaametsien maaperä	75 ■	●	2,40
Tuhkalannoitus	76,7 ■	●	0,28
Kivennäismaapellot	1 000 ■	●	0,69
Puutuotteet	22 000 ■	*	1,50
Lahopuu	22 000 ■	●	1,26

\*Puutuotteiden päästövähennyksen toteutumiseen vaikuttaa globaali kysyntä.

● Nopea vaikutus ● Hidas vaikutus

# Kiitos!

Tekijät: Aleksi Lehtonen, Lasse Aro, Markus Haakana, Soili Haikarainen, Jaakko Heikkinen, Saija Huuskonen, Kari Härkönen, Hannu Hökkä, Hanna Kekkonen, Terhi Koskela, Heikki Lehtonen, Jaana Luoranen, Antti Mutanen, Mika Nieminen, Paula Ollila, Taru Palosuo, Tähti Pohjanmies, Anna Repo, Pasi Rikkinen, Minna Rätty, Sanna Saarnio, Aino Smolander, Helena Soinne, Anne Tolvanen, Tarja Tuomainen, Karri Uotila, Esa-Jussi Viitala, Perttu Virkajärvi, Antti Wall ja Raisa Mäkipää





# Puuston varhaiskehityksen ohjaaminen

- Jos taimikon hoitoa aikaistetaan 6 metrin pituudesta 3 metrin pituuteen nostaa tämä toimi metsikön runkopuutilavuutta tai ainespuukertymää 10–25 % ensiharvennukseen mennessä.
- Jos taimikon hoitoa aikaistetaan 30 000 ha pinta-alalla vuosittain johtaa tämä metsien lisääntyneeseen kasvuun Suomessa, joka on arviolta vuonna 2035 noin **0,25 milj. m<sup>3</sup>** ja lisääntyneenä hiilinieluna tämä vastaa noin **0,31 Mt CO<sub>2</sub>** lisäystä vuodelle 2035





# Kangasmaiden maaperän hiilinielun vahvistaminen

- Hakkuumäärän vähentäminen Suomessa 6 – 22 milj m<sup>3</sup> vuodessa, vaikutus maaperän hiilivaraston kangasmailla **0–6,4 Mt CO<sub>2</sub>** riippuen lähtötilanteesta.  
(Lähde: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/543898> Lehtonen et al. 2019)
- Hakkuutähteen korjuun vähentäminen miljoonalla kuutiometrillä vuosittain kasvattaa maaperän nielua **0,22 Mt CO<sub>2</sub>**. (perustuu aikaisempiin simulointeihin)  
(Lähde: Sievänen ym. 2014, Repo ym. 2015)



# Suojelualueiden ilmastovaikutukset

**VMI12:** puuston keskibiomassan määrät perustuen sekä koealoihin, joissa metsiä on käsitelty viimeisen 30 vuoden aikana, sekä koealoihin, jotka eivät ole olleet metsänhoidollisten käsittelyjen piirissä viimeisen 30 vuoden aikana.

**Tulos:** ikäluokissa 61–80, 81–100 ja 101–120 keskibiomassan erotus on noin 16–20 Mg ha<sup>-1</sup>, 24–34 Mg ha<sup>-1</sup> ja 23–34 Mg ha<sup>-1</sup> kuivahkoilla-, tuoreilla- ja lehtomaisilla kankailla käsittelemättömien ja käsiteltyjen alojen välillä Etelä-Suomessa.

Jos suojelualueita lisättäisiin 6 000 ha vuodessa Etelä-Suomen rehevillä kohteilla (2021–2035), johtaisi tämä puuston osalta **0,17 Mt CO<sub>2</sub>** lisänieluun 2035.

