

Skenaariot metsänjalostuksen vaikutuksista Suomen metsien puuntuotantoon

Jari Hynynen
Luonnonvarakeskus
&

Tutkimusryhmä:

Luke: Soili Haikarainen, Hannu Salminen, Mika Lehtonen, Saija Huuskonen, Anssi Ahtikoski

Matti Haapanen, Niina Stenvall, Katri Kärkkäinen

Ruokavirasto: Kari Leinonen

Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksella pyrittiin vastaamaan kahteen tutkimuskysymykseen:

1. Millaisia ja miten suuria vaikutuksia jalostetun metsänviljelymateriaalin käytöllä tulevaisuudessa tullaan saavuttamaan metsien kokonaiskestävän käytön eri näkökulmista (sosioekonominen kestävyys, ilmastokestävyys, ekologinen kestävyys) erilaisilla metsien käsittelystrategioilla?
2. Miten suuri jalostushyöty saavutetaan tähän mennessä jalostetulla materiaalilla perustetuissa viljelymetsissä verrattuna tilanteeseen, ettei jalostettua materiaalia olisi käytetty lainkaan?

Yleiset taustaoletukset

- Skenaarioiden tarkastelujakso ulottuu vuoteen 2100
- Laskenta kattoi koko maan (pois lukien Ylä-Lappi), lähtöaineistona valtakunnan metsien inventoinnin maastokoealamittaukset (VMI12: 2014 – 2018)
- Laskenta toteutettiin ja tulokset laskettiin maakunnittain
- Metsien kasvun tasoksi oletettiin VMI:ssa mitattu kasvun taso vuosina 2009 – 2013
- Metsäpinta-alat ja suojelupinta-alat säilyvät nykytasolla

Metsien käsittelyskenaariot

Perusskenaario (PERUS)

- metsänhoidon taso säilyy nykyisellään (uudistamistavat, taimikonhoidot, lannoitukset, kunnostusojitukset)
- Hakkuumäärät säilyvät nykytasolla: 72,4 milj. m³ (2020)
- jalostettua viljelymateriaalia käytetään tulevaisuudessa samassa määrin kuin nykyisinkin

Tehostetun metsähoidon skenaariot (TEHO)

- puuntuotannon metsämaalla harjoitetaan tehostettua ja taloudellisesti mahdollisimman kannattavaa puuntuotantoa puuntuotannollisen kestävyysrajoissa
- hakkuumääriin ei rajoituksia, kunhan puustovaranto ei pysyvästi pienene
- jalostettua materiaalia käytetään aina metsänviljelyssä
- Metsänlannoitus- ja kunnostusojituspinta-alat säilyvät nykytasolla

Metsien käsittelyskenaariot

Ilmastokestävän metsänhoidon skenaariot (MONI)

- kiertoaikoja pidennetään nostamalla päätehakkuujäreyttä nykyisistä suosituksista n. 15 %
- tuoreilla kankailla ja sitä rehevimmillä kasvupaikoilla, sekä vastaavilla turvemaiden kasvupaikoilla lisätään lehtipuuston osuutta 20 %:iin puuston pohjapinta-alasta
- hakkuumäärät enintään nykytasoa, jos se on puuntuotannollisesti kestävä
- jalostettua materiaalia käytetään aina metsänviljelyssä

0-skenaario (0)

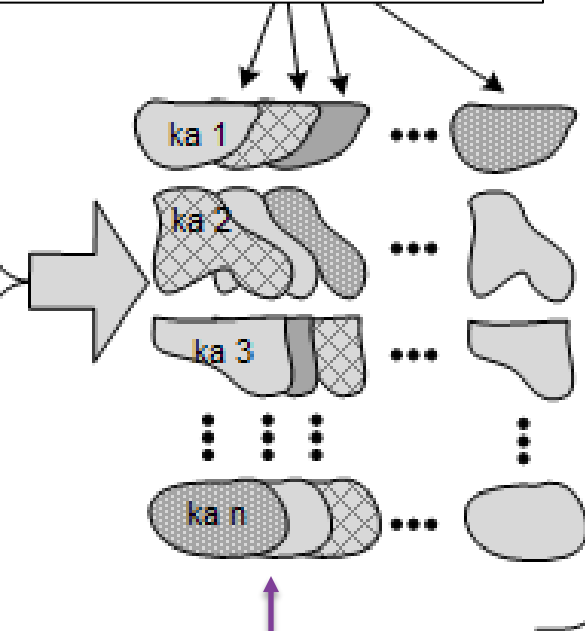
- jalostettua materiaalia ei ole käytetty, eikä käytetä jatkossakaan
- metsänhoidon taso säilyy muuten nykyisellään
- hakkuumäärät enintään nykytasoa, jos se on puuntuotannollisesti kestävä

Laskelmien toteutus

Laskenta-aineistoina valtakunnan metsien inventoinnin (VMI12) maastokoealat (noin 52 000 kpl)



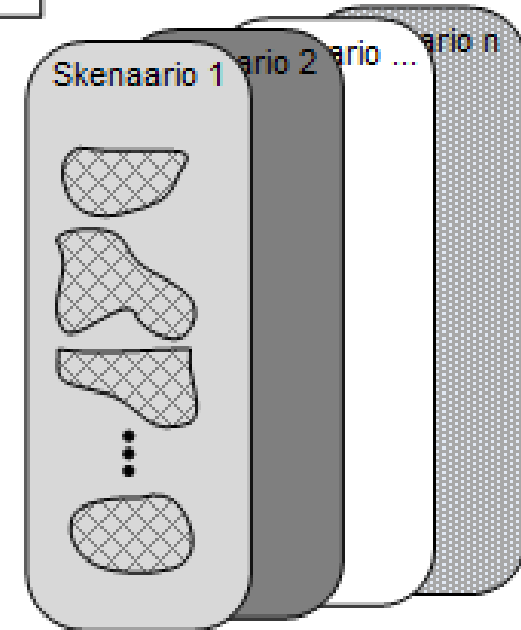
Jokaiselle koealalle simuloitiin useita vaihtoehtoisia käsittely-ohjelmia, joissa metsänhoito ja jalostetun materiaalin käyttö vaihtelee. Ennusteet tuotettiin laajoihin mittausaineistoihin perustuvilla kasvumalleilla (MOTTI-ohjelmisto)



Jalostushyöty kasvuennusteisiin

Hakkuukertymien määrät ja metsänhoitotoimien toteutustasot määritettiin aluekohtaisesti

Lineaarinen optimointi



Jalostetun materiaalin käytön laajuus eri skenaarioissa

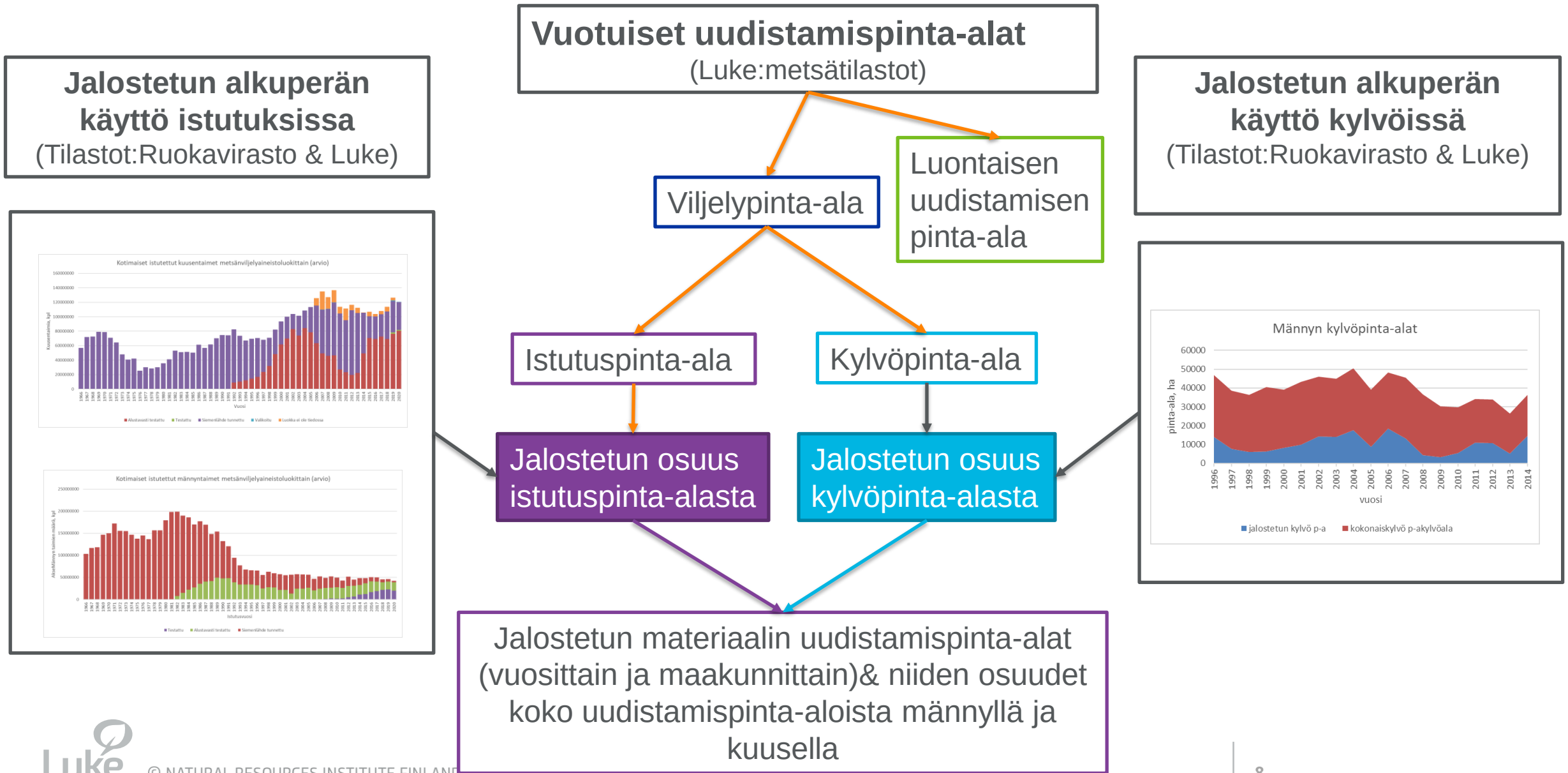
Jalostushyöty Motin kasvumalleissa

- Jalostushyöty= kasvumalleihin asetettu kasvunlisäys jalostetulla viljelymateriaalilla perustetuissa männiköissä ja kuusikoissa

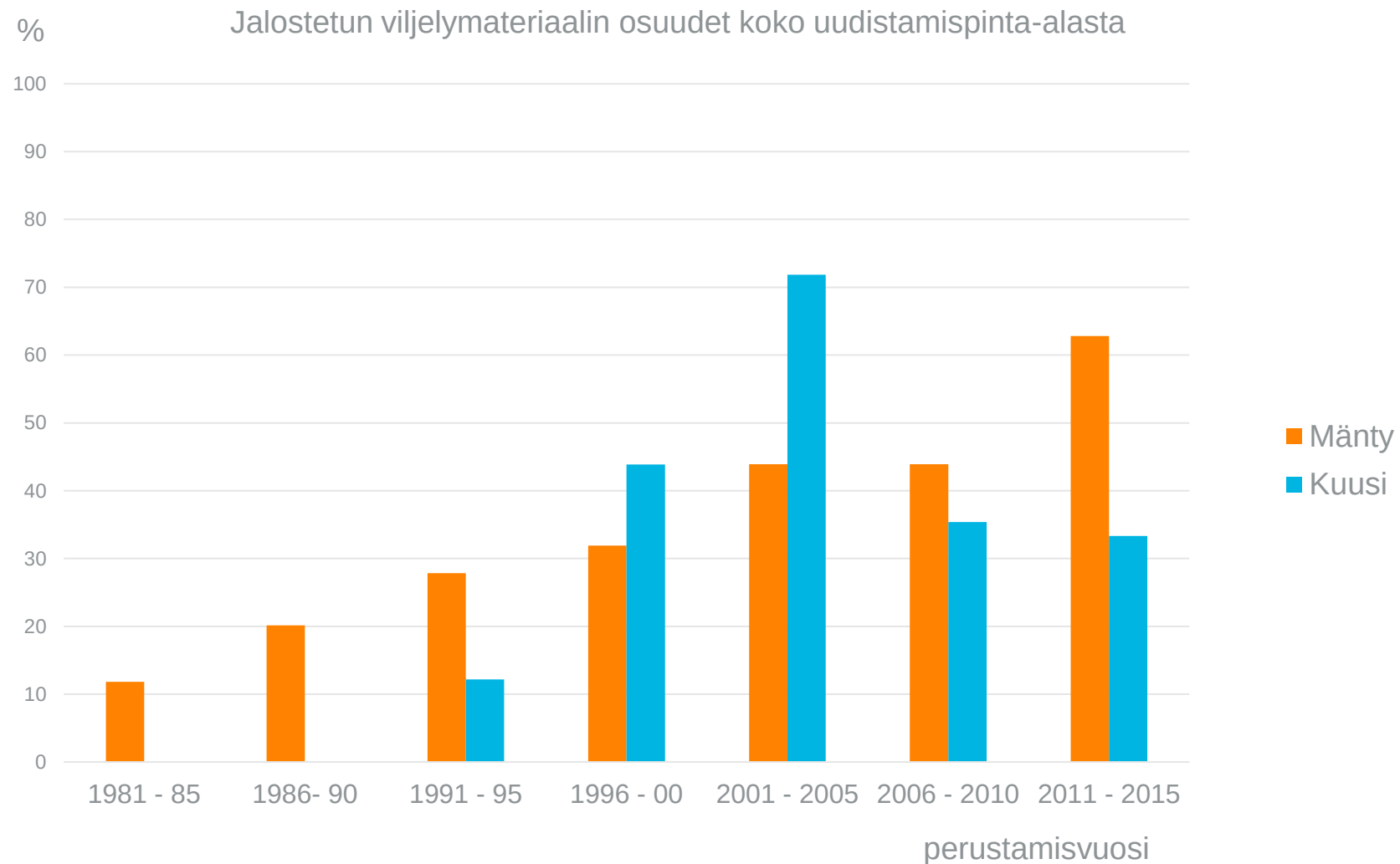
	Mänty ⁽¹⁾	Kuusi ⁽²⁾
1-sukupolven sv-siemen		
läpimitan kasvun %-lisäys	6.3	9
pituusksvun %-lisäys	7.7	8.4
1.5-sukupolven sv-siemen		
läpimitan kasvun %-lisäys	13.3	13.5
pituuskasvun %-lisäys	11.7	12.8

- ¹⁾ Matti Haapanen, Jari Hynynen, Seppo Ruotsalainen, Jouni Siipilehto, Marja-Leena Kilpeläinen (2016). Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. Eur J Forest Res (2016) 135:997–1009
DOI 10.1007/s10342-016-0989-0
- ²⁾ Matti Haapanen (2020) Performance of genetically improved Norway spruce in one-third rotation-aged progeny trials in southern Finland, Scandinavian Journal of Forest Research, 35:5-6, 221-226, DOI: 10.1080/02827581.2020.1776763

Jalostetulla viljelymateriaalilla jo perustettujen metsien pinta-alan arviointi

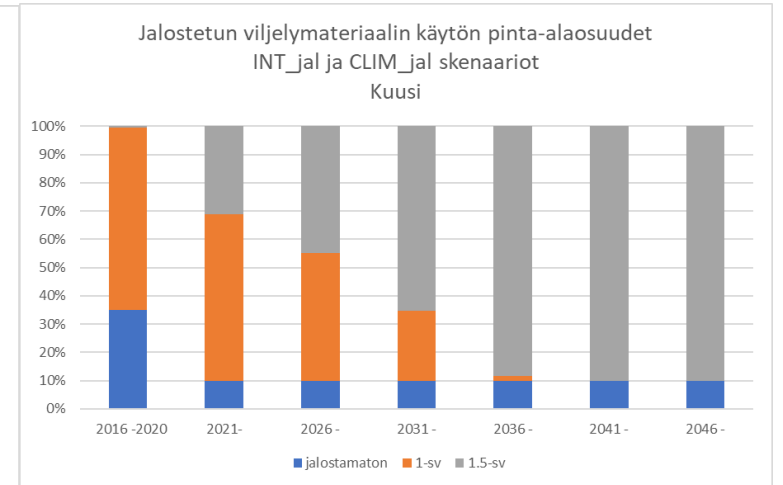
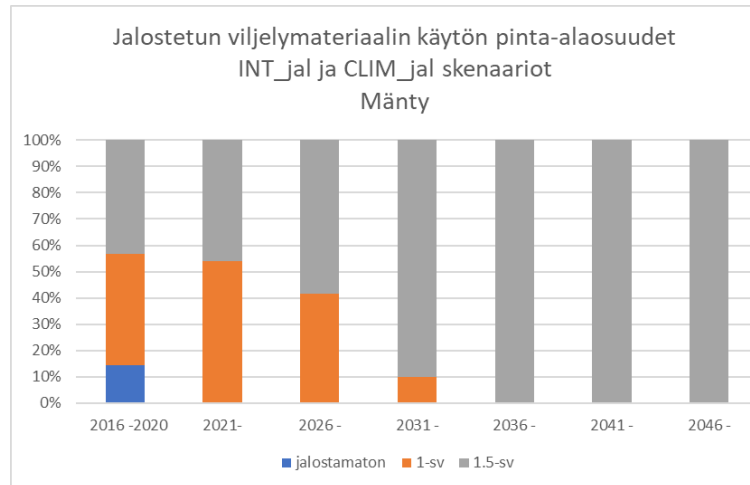
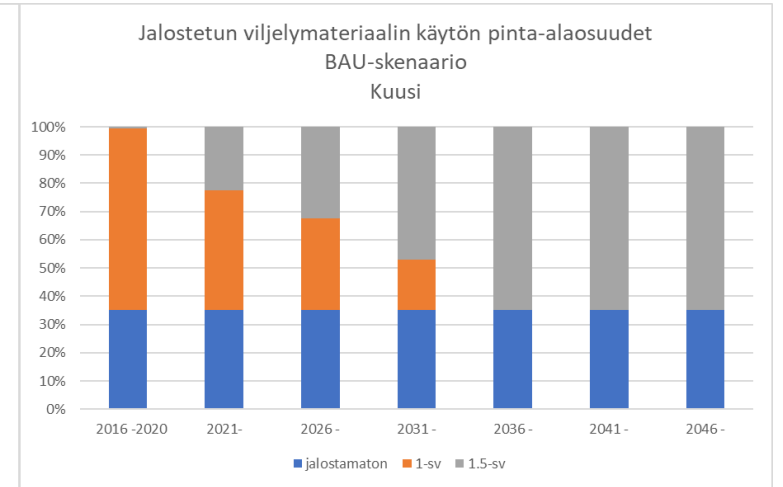
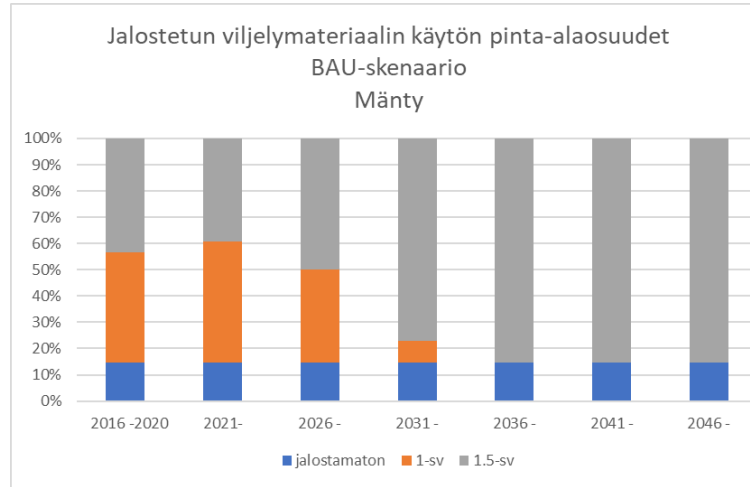


Jalostetulla viljelymateriaalilla perustettujen metsien arvioidut pinta-alat-osuudet Etelä- ja Keski-Suomessa (1981 – 2015)



Jalostetun viljelymateriaalin käyttö skenaariolaskelmissa

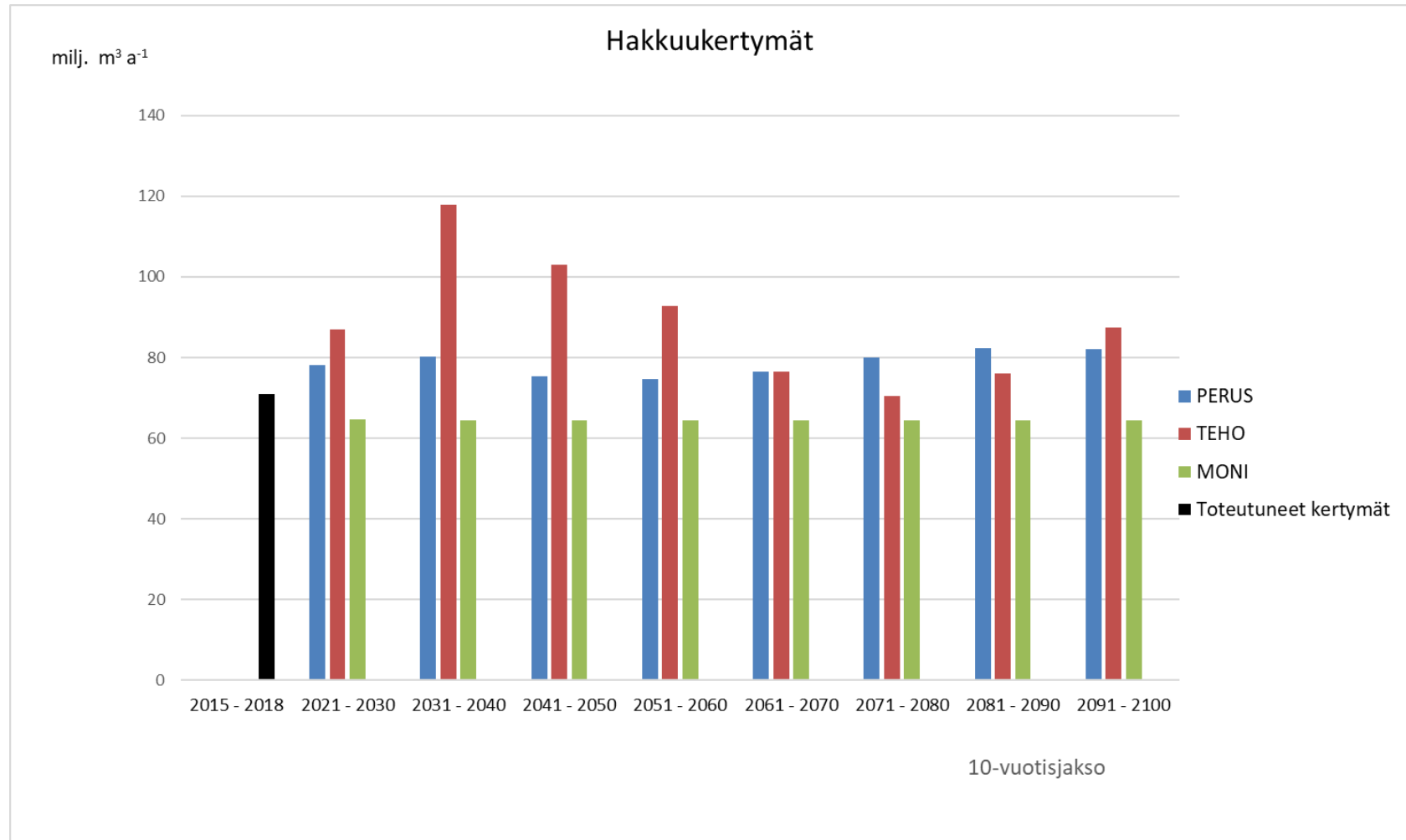
- Jalostetun viljelymateriaalin käytön laajuus kuvattu skenaarioissa
 - 0: ei lainkaan
 - PERUS: käyttö viljelyssä nykytasolla
 - TEHO & MONI: jalostettua materiaalia käytetään aina metsänviljelyssä
- Jalostetun viljelymateriaalin laatu ja käyttömäärät muuttuvat ajassa
- Jalostetun materiaalin jakautuminen sv1- ja sv1.5-luokkiin tulevaisuudessa perustuu Luken ja Ruokaviraston asiantuntijoiden esittämiin arvioihin



Tulokset

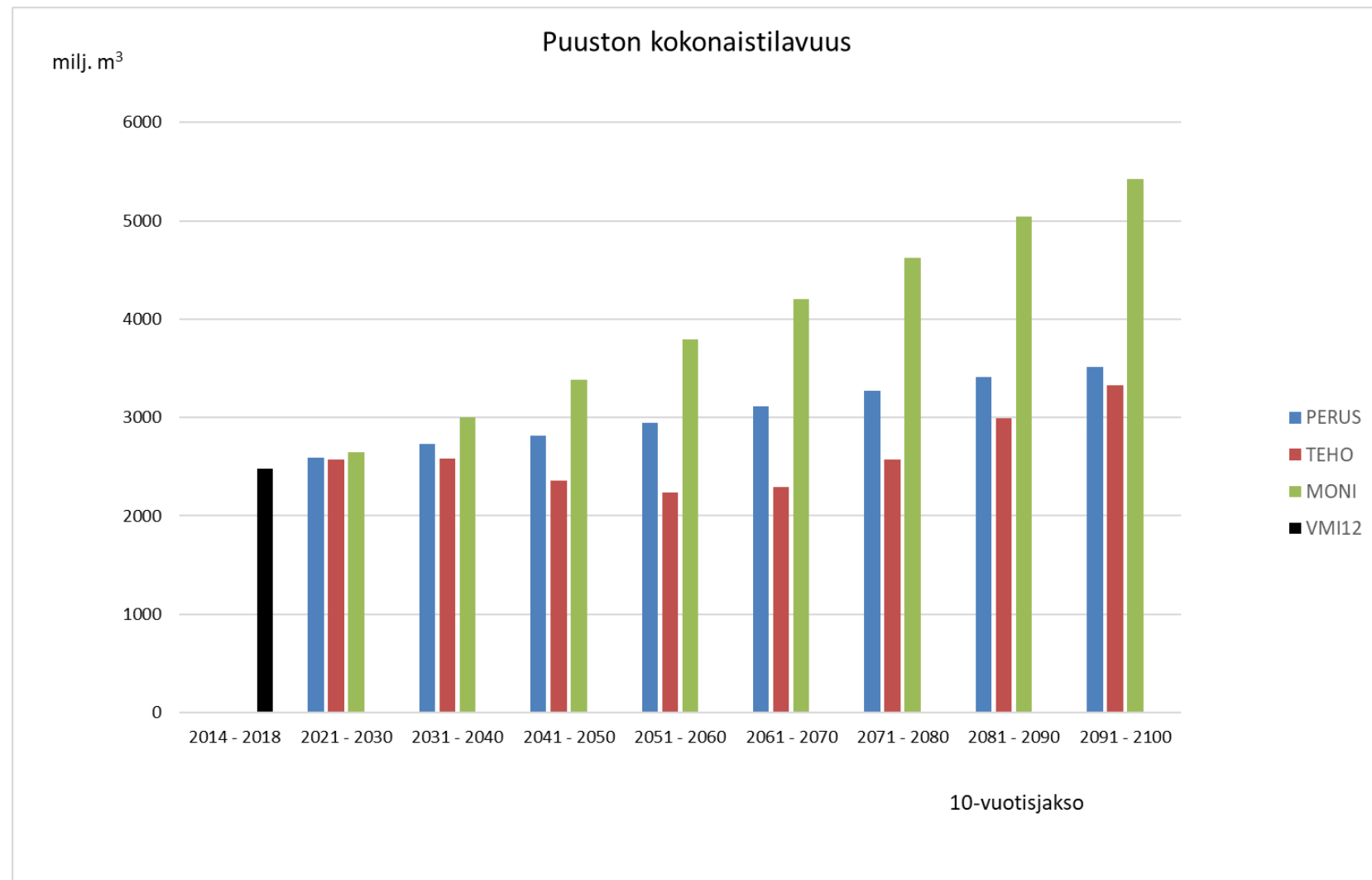
Hakkuukertymät

- PERUS ja MONI skenaarioissa hakkuukertymien sallittiin vaihdella $\pm 25\%$ asetutusta tasosta ($72,4 \text{ milj. m}^3\text{v}^{-1}$)
- TEHO-skenaariossa suurimmat kertymät:
 - Ei kertymärajoitetta
 - NPV:n maksimointi lisäsi kertymiä kauden alussa
- MONI-skenaariossa hakkuukertymät olivat odotetusti alhaisemmat pidennetyn kiertoajan



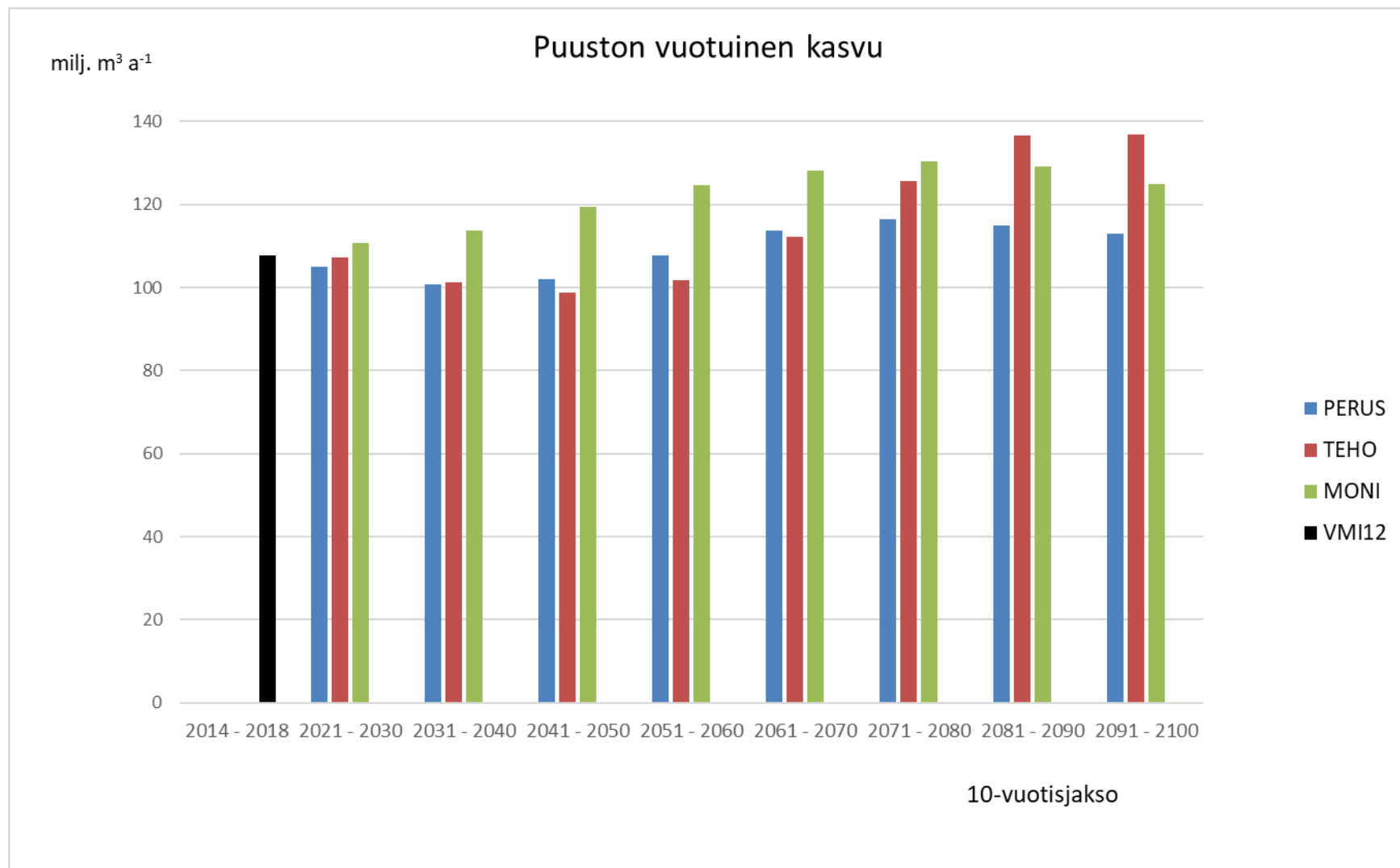
Puuston runkotilavuuden kehitys

- MONI-skenaariossa puuston kokonaistilavuuden lisäys oli selvästi suurin. Syynä olivat
 - Alhaisemmat hakkuut
 - Pidemmät kiertoajat
 - Jalostushyöty
- TEHO-skenaariossa voimakkaat hakkuut alensivat kauden keskivaiheilla puuvarantoa, mutta se alkoi kasvaa kauden loppua kohden. Kasvun syynä olivat
 - Intensiivinen metsänhoito
 - Jalostushyöty



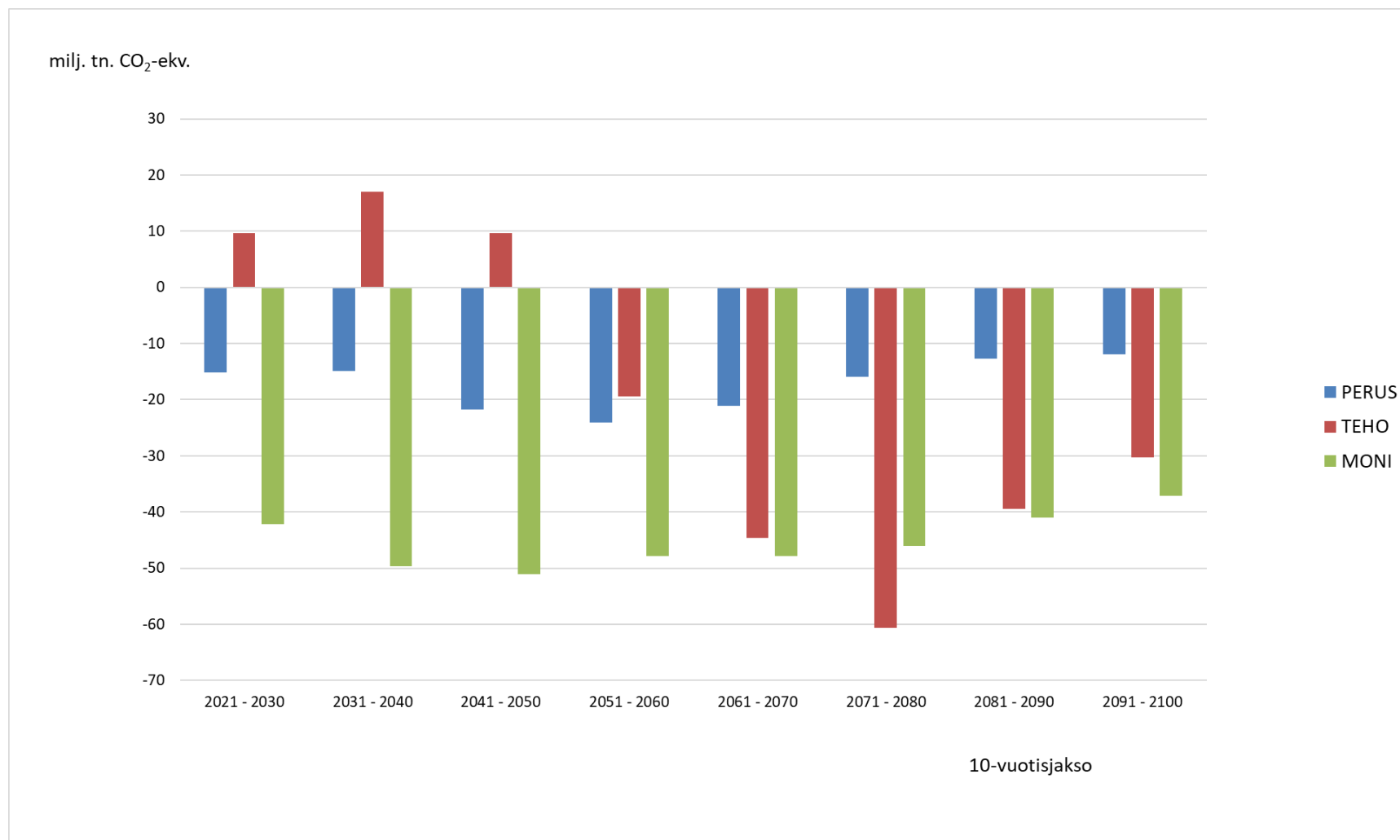
Puuston kasvu

- TEHO-skenaariossa kasvu alussa notkahtaa voimakkaiden hakkuiden vuoksi, mutta lisääntyi kauden loppua kohti syynä
 - Jalostushyöty
 - Tehokas metsänhoito
- MONI-skenaariossa korkean kasvun syynä olivat
 - Muita alhaisemmat hakkuumäärät
 - Isot puustopääomat
 - Jalostushyöty

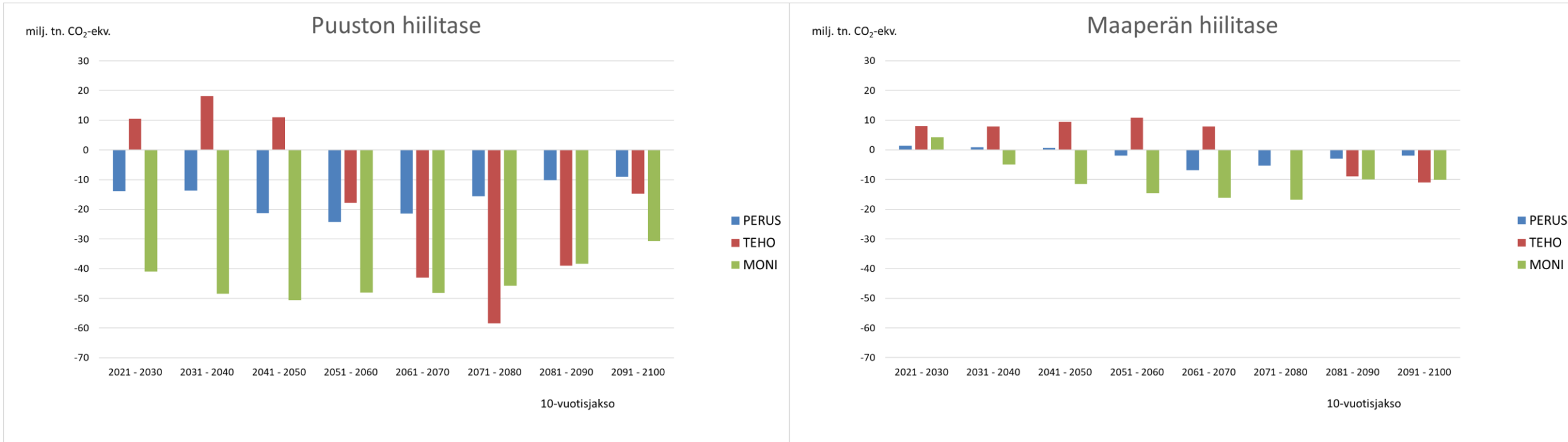


Hiilitase (puusto+ maaperä)

- Hiilitase laskettiin varaston muutoksena 10-vuotisjaksojen välillä
- TEHO-skenaariossa voimakkaat hakkuut kauden alussa aiheuttivat positiivisen taseen (=metsän hiilipäästön), jonka jälkeen tehostettu metsänhoito ja jalostetun materiaalin käytön vaikutus alkoi lisätä hiilinielua
- Muissa skenaarioissa puusto toimi hiilinieluna koko kauden
- MONI-skenaarion isoja hiilinieluja selittivät
 - Korkea puuvarasto
 - Suurempi puuston kasvu
 - Isompi kariketuotanto (maahiili)



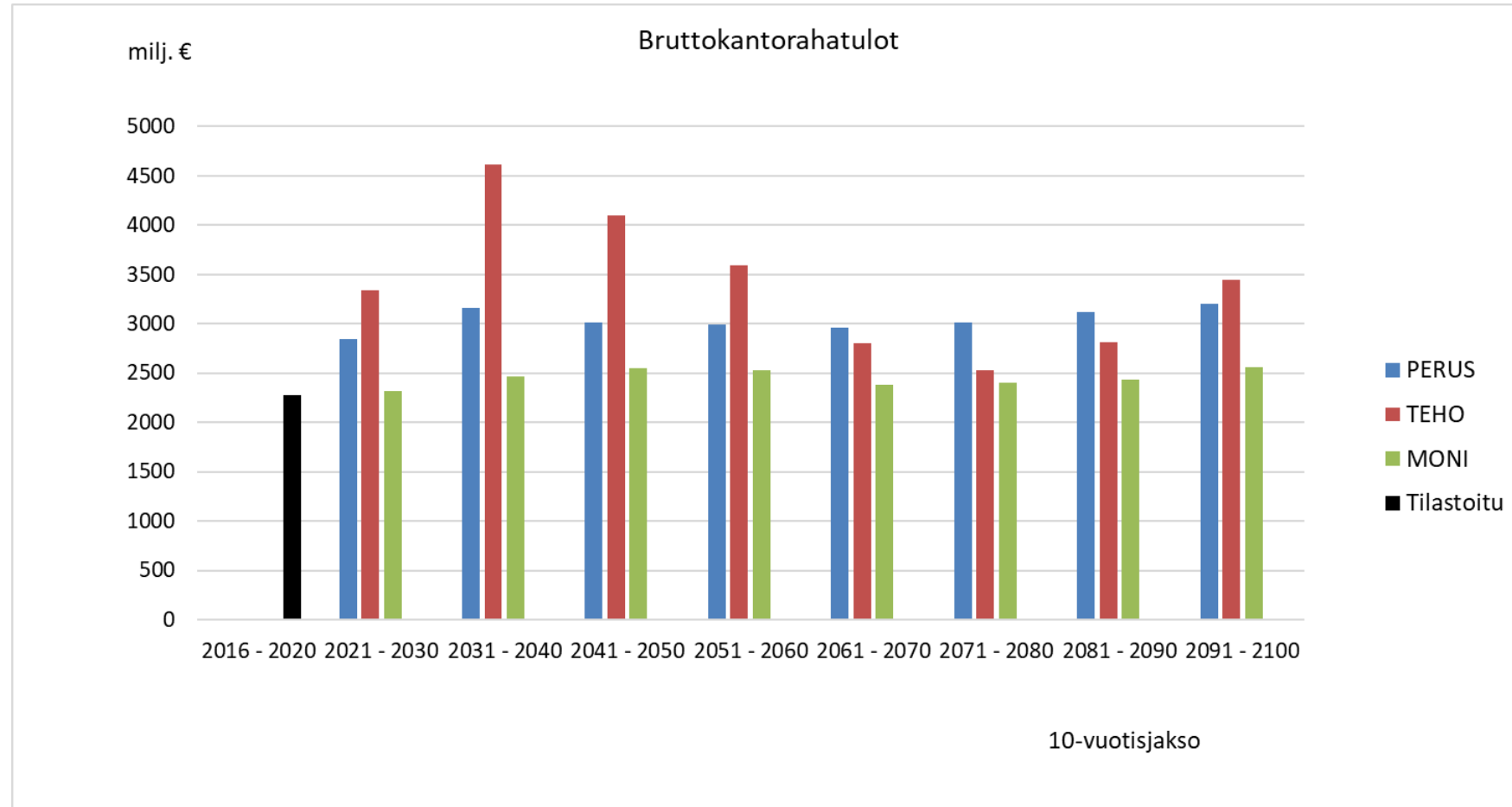
Puuston ja metsämaan hiilitaseet



- Metsänkäsittelyn vaikutukset ilmenevät voimakkaampana vaihteluna puuston kuin maaperän hiilensidonnassa
- Metsänkäsittely vaikuttaa maaperän hiilitaseeseen vaihteluun on selvästi hitaammin kuin puuston hiilitaseeseen

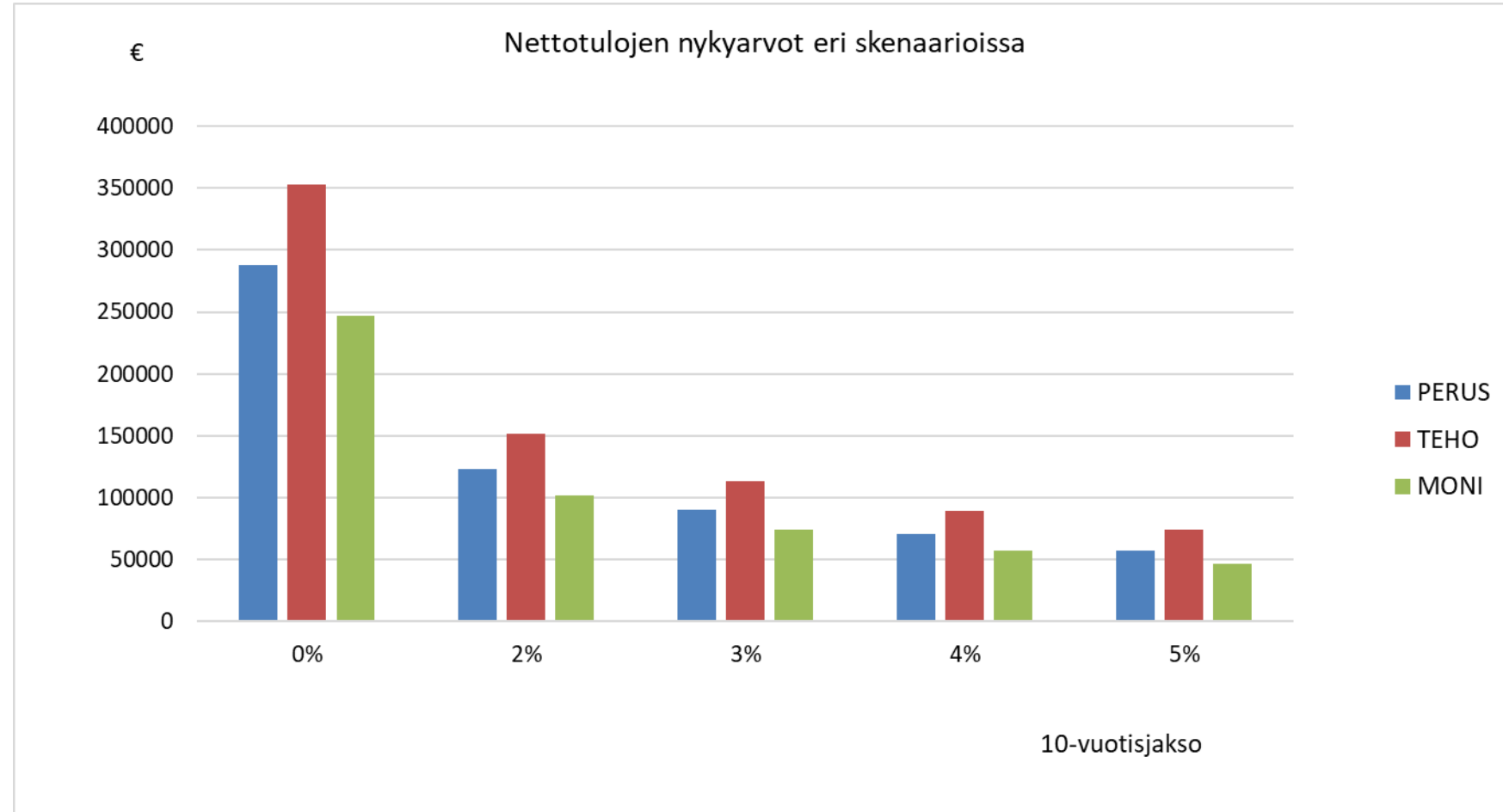
Bruttokantorahatulot

- Bruttokantorahatulojen kehitys noudattelee hakkuumäärien kehitystä eri skenaarioissa
- Vuosien 2016 – 2020 tilastoitu vuotuinen bruttokantorahatulo vaihteli välillä 2076 - 2658 milj. €



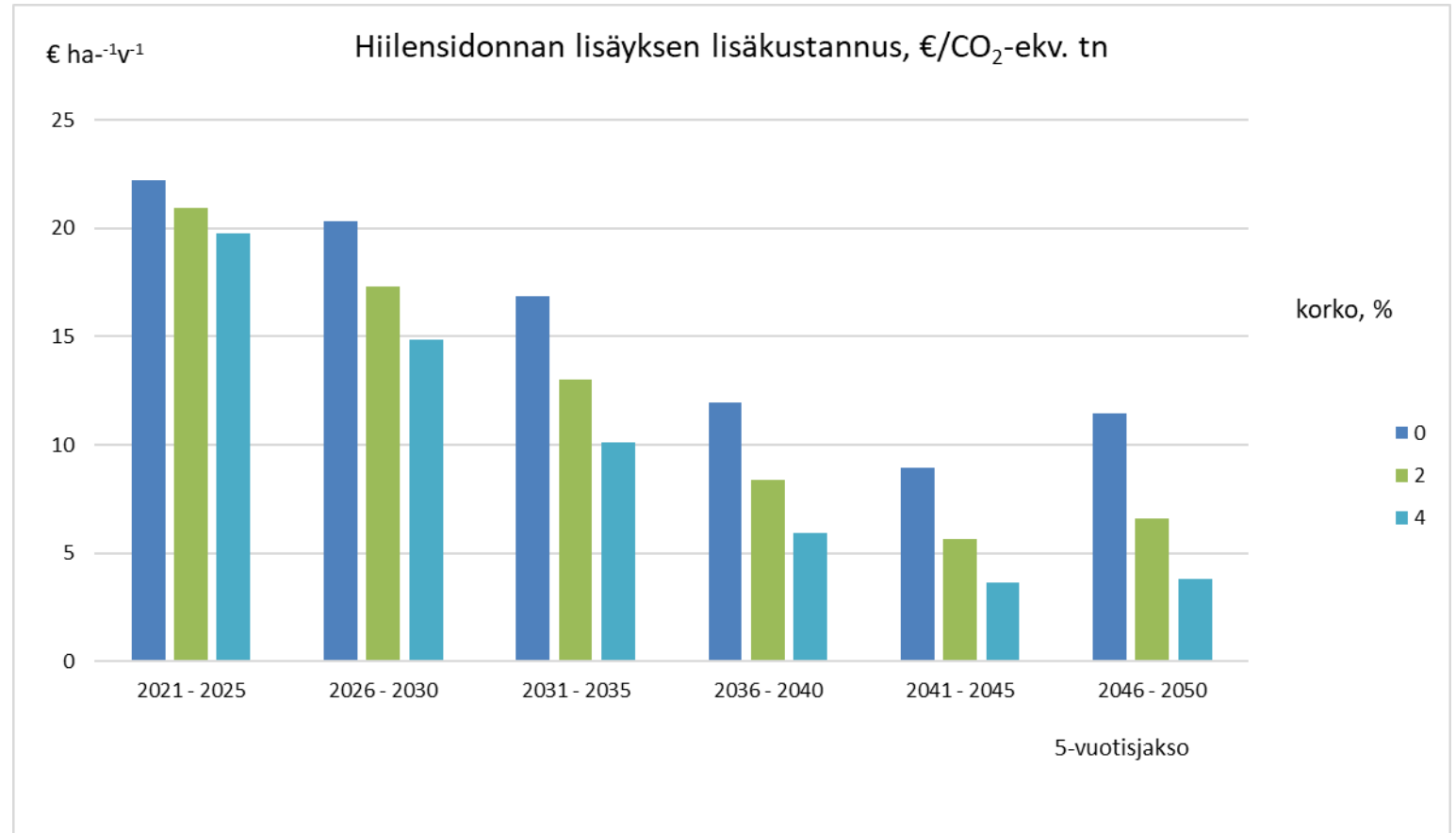
Nettotulojen nykyarvot

- TEHO-skenaarion nettotulojen nykyarvot olivat selkeästi suurimmat kaikilla tarkastelluilla korkokannoilla (2-5%)
- PERUS-skenaariossa nettotulojen nykyarvo oli toiseksi korkein



Hiilensidonnan lisäämisen aiheuttama vuosittaisten nettotulojen vähennys MONI-skenaariossa verrattuna PERUS-skenaarioon

- MONI skenaariossa metsien hiilinielu on keskimäärin 35 milj. CO₂-ekv. tonnia suurempi kuin PERUS-skenaariossa tulevan 30 vuoden aikana
- MONI-skenaariossa nettotulot ovat kuitenkin pienemmät kuin MONI-skenaariossa
- Puustoon sitoutuneen lisähiilitonnin “hintana” on nettotulojen vähennys on keskimäärin 11 €/ CO₂-ekv. tonni käytettäessä 3,0 %:n laskentakorkokantaa

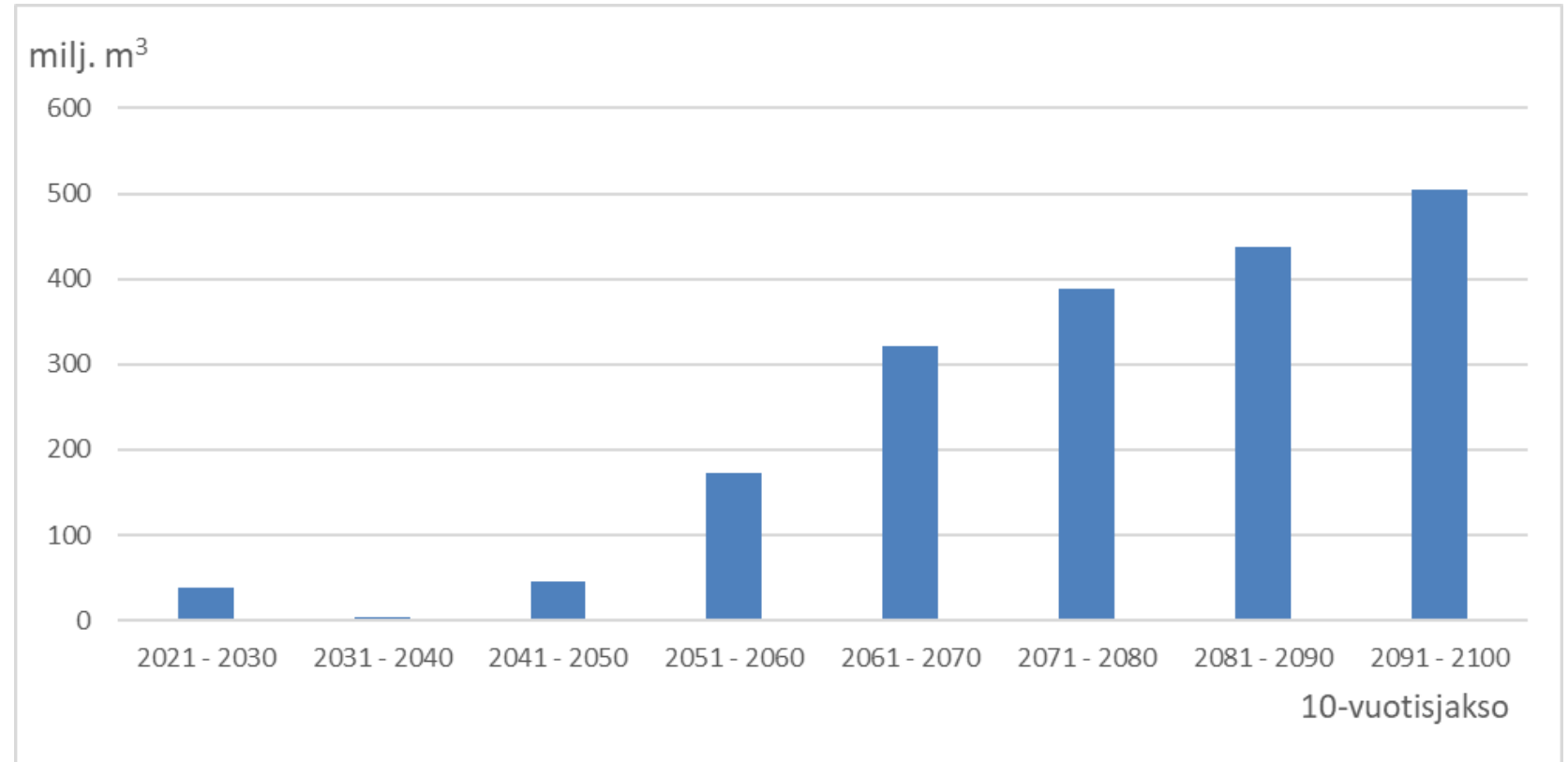


**Kuinka suuri on jalostetulla materiaalilla uudistettujen
metsien kasvun jalostushyöty tulevaisuudessa?**

Jalostetun viljelymateriaalin toteutuneella käytöllä aikaan saatava puuntuotoksen lisäys tulevaisuudessa vuoteen 2100 mennessä

(tuotos = jakson pystypuuston tilavuus + siihenastiset kumulatiiviset hakkuukertymät)

- Puuntuotoksen lisäys 80 vuoden aikana on yht. n. 500 milj. m³ (n. 6 milj. m³ vuodessa)
- Lisäys on laskettu tarkastelujakson alusta alkaen kertyneen kumulatiivisen puuntuotoksen erotusta PERUS- ja 0-skenaarioiden välillä tulevan 80-vuoden aikana
- Skenaarioiden välinen ero kuvaa sitä puuntuotoksen arvioitua lisäystä, joka tulevaisuudessa saavutetaan, kun metsiä on viljelty jalostetulla materiaalilla verrattuna siihen, että jalostettua materiaalia ei olisi käytetty lainkaan



Jalostushyödyn vaikutus (diskonttaamattomiin) kantorahatuloihin

- PERUS- ja 0-skenaarioiden vertailu osoittaa jalostetun materiaalin käytön arvioitu kantorahatulojen lisäys on
 - n. 13,5 miljardia euroa tulevan 80 vuoden aikana
 - vuotta kohti laskettuna kantorahatulojen lisäys on 168 milj. euroa
 - se on n. 6 - 7 % lisäystä viime vuosina tilastoituihin bruttokantorahatuloihin
- Bruttokantorahatuloihin alkavat merkittävästi lisääntyä kuitenkin vasta vuoden 2050 jälkeen

Päätelmät jalostushyötylaskelmien tuloksista

PÄÄTELMÄT

- Jalostetun viljelymateriaalin käytöllä voidaan merkittävästi lisätä puuston kasvua ja puuntuotantoa pitkällä aikavälillä
- Metsävarojen hyödyntämisen strategioista riippuen jalostetun viljelymateriaalin käytöllä aikaan saatavan lisäkasvun avulla voidaan joko
 - Lisätä metsien puustovaroja, vaikka metsänhoidon taso ja hakkuumäärät pysyisivät nykyisellään (PERUS-skenaario)
 - Lisätä puuntuotannon määrää ja kannattavuutta (TEHO-skenaario)
 - Yhteensovittaa puuntuotanto, metsien hiilinielujen kasvattaminen ja talousmetsien monimuotoisuuden edistäminen kustannustehokkaalla tavalla (MONI)
- Kaikkiin tarkasteltuihin skenaarioihin liittyy ilmastonmuutoksesta ja käsittelyistä johtuvia bioottisia, abioottisia ja taloudellisia riskejä, joita laskemissa ei voitu ottaa huomioon