



Lahden kaupungin metsien hiililaskennat

SIMO-seminaari 23.3.2011

Jouni Kalliovirta

-
- Tehtävä: Selvittää Lahden kaupungin metsien hiilivirrat
 - Hiilensidonnan kannalta optimaalinen metsänkäsittely
 - Puuston vuotuinen kasvu, biomassa ja kasvussa sitoutuneen hiilen määrä ennustettiin SIMO-ohjelmistolla
 - Ennustettiin karikesadanta, luonnonpoistuma ja hakkuissa maahan jäävän hakkuutähteen ja kantojen määrä. --> Hiilisyöte Yasso-mallille, jolla ennustettiin hiilen kierto maaperässä (maahan sitoutuneen hiilen määrä ja hajoamisen kautta ilmakehään siirtyvän hiilen määrä)
 - Ennustettiin metsästä hakkuissa kerätyn puun sisältämän hiilen elinkaari erilaisina puutuotteina ja hiilen vapautuminen niistä tuotteen elinkaaren lopussa

Hiilen hajoamisen ennustaminen maaperässä Yasso-mallilla

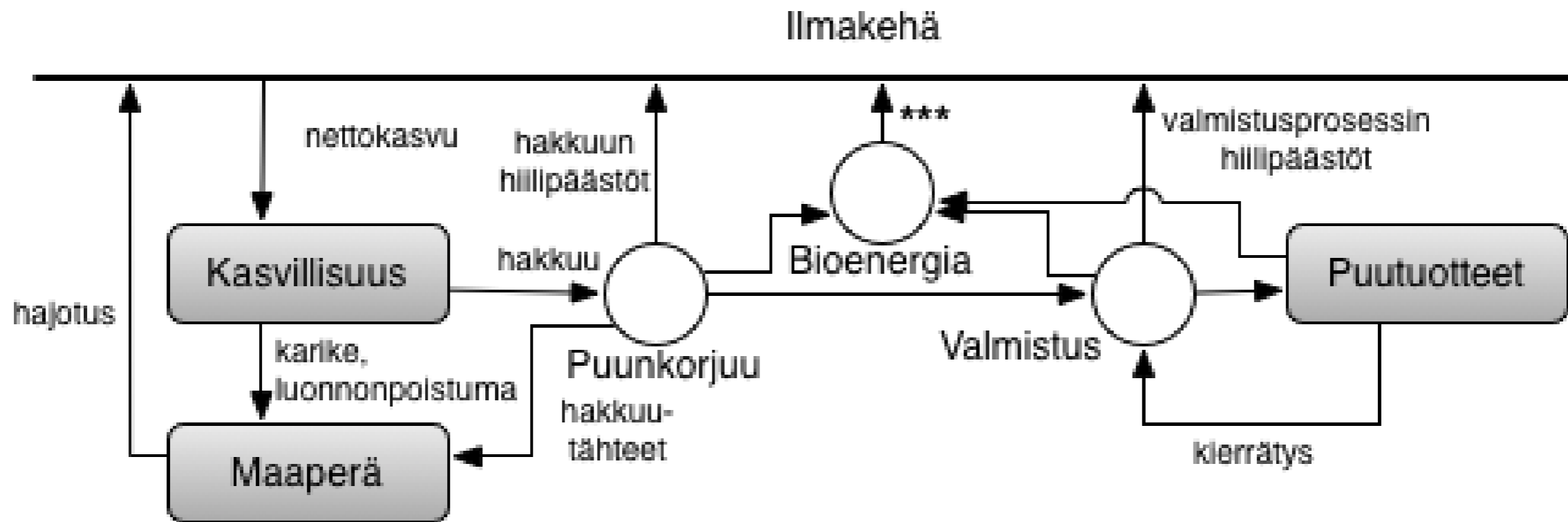


- Tarvittiin maaperän hiilivaraston määrä laskennan alussa
- Yasso ennustaa maaperän orgaanisen hiilivaraston suuruuden ja sen muutokset

Maaperän hiili jaetaan viiteen komponenttiin:

1. vesiliukoiset (sokerit)
 2. alkoholiliukoiset (vahat)
 3. happoon liukenevat (selluloosa)
 4. ei-liukenevat (ligniini)
 5. humus
- Komponenttien hajoaminen johtaa hiilen virtaan maaperästä ulos ja eri komponenttien välillä (tähän vaikuttaa hiilen jakautuminen eri komponentteihin ja ilmasto-olosuhteet)

Hiilenkiertomalli



*** = hiilen vapautuminen energiantuotannossa otettu huomioon laskelmissa kahdella tavalla:

I) suoraan tuotannossa vapautuva hiilen määrä

II) vaihtoehtoisessa energiantuotannossa vapautuvan hiilen määrällä kompensoituna

Puutuotteiden elinkaaret



-
- Hakkuissa metsästä poistetun puun sisältämä hiili päätyy puutuotteisiin – eri puutavaralajeista erilaisia tuotteita
 - Puutuotteilla on elinkaari, jonka ajan hiili on sitoutuneena siihen
 - Puutuotteen elinkaaren pituutta kuvataan puoliintumisajalla
 - ◆ 50 vuotta (rakennusmateriaali)
 - ◆ 16 vuotta (vaihdettava rakennusmateriaali, huonekalut)
 - ◆ 4 vuotta (kirjat, toimistotuotteet)
 - ◆ 1 vuosi (pakkausmateriaali, paperi, kertakäyttöinen rakennusmateriaali)

- Hiilipäästö - nettohiilipäästö
 - nettohiilipäästö tarkoittaa puulla tuotetun energian ja Suomen nykyisen energiatuotannon päästöjen erotusta
 - Suomen nykyisen energiatuotannon keskimääräiset päästöt 195 kg hiiltä/MWh, kivihiilen päästöt 261 kg hiiltä/MWh
 - puun polton hiilipäästö on noin 160 kg/MWh

Skenaariot



Laskentaskenaariot 30 vuoden jaksolle:

1) Nettonykyarvo

2) 0 €/vuosi

3) 100 000 €/vuosi

4) Hiili

Lisäksi jokaisesta tuotettiin nettohiillipäästö -skenaario, jossa puuperäisen energiatuotannon hiilipäästöistä vähennettiin korvaavan energiatuotannon hiilipäästöt

Optimointia varten tuotettiin erilaisia metsänkäsittelytapoja

Skenaariot 1) Nettonykyarvo



-
- Maksimoidaan metsän nettonykyarvo Lahden kaupungin metsien nykyisiä metsänhoito-ohjeita ja rajoitteita noudattaen

Optimontitehtävä:

- maksimoi nykyhetkeen diskontattujen 30 vuoden hakkuutulojen, hoitokulujen ja lopputilanteen puuston/maanarvon tuottoarvon summa

Rajoitteet:

- vuotuinen uudistuspinta-ala < 80 ha

Diskonttoprosentti 2 %

Skenaariot 2) 0 €/vuosi



-
- Pyritään hakkuutasoon, jossa vuotuinen nettokassavirta on mahdollisimman lähellä nollaa eli hakkutulot ja hoitomenot ovat yhtä suuret

Optimontitehtävä:

- minimoi vuotuisten hakkuutulosten ja hoitokulujen summan erotus nolasta

Rajoitteet:

- vuotuinen uudistuspinta-ala < 80 ha

Diskonttoprosentti 2 %

Skenaariot 3) 100 000 €/vuosi



-
- Pyritään hakkuutasoon, jossa vuotuinen nettokassavirta on mahdollisimman lähellä 100 000 €

Optimontitehtävä:

- minimoi vuotuisten hakkuutulosten ja hoitokulujen summan erotus 100 000 €:sta

Rajoitteet:

- ei rajoitteita

Diskonttoprosentti 2 %

-
- Minimoidaan hiilen vapautuminen ilmakehään Lahden kaupungin metsien nykyisiä metsänhoito-ohjeita ja rajoitteita noudattaen (mm. harvennukset tehdään ajallaan)

Optimontitehtävä:

- minimoi vuotuisen hiilivirran summa ilmakehään 30 vuoden ajalta

Rajoitteet:

- vuotuinen uudistuspinta-ala < 80 ha

Diskonttoprosentti 2 %

Tulokset

Määritelmiä



-
- Hiilivuo tarkoittaa 30 vuoden nettohiilivirtaa joko ilmasta maahan, puihin ja puutuotteisiin, jolloin vuo on negatiivinen tai maasta, puista ja puutuotteista ilmakehään, jolloin vuo on positiivinen
 - 1 tonnia hiiltä = 3,7 tonnia CO₂
 - Päästökauppa-arvo hiilidioksiditonille on 23 € (vuoden 2008 keskimääräinen arvo)

Tulokset

Hiilivuo ja nettotulot



Skenaario	Hiilivuo, CO ekvivalenttia tonnia	Nettonykyarvo, milj. €	Nettotulojen nykyarvo, milj. €	Hiilen nykyarvo päästökaupassa, milj. €
Nettonykyarvo	-134 797	29,3	-2,7	3,26
0 €/v	-165 047	27	-0,8 (*)	3,88
100 000 €/v	32 277	30	1,0 (*)	0,63
Hiili	-1 213 050	11,1	-29,2	21,36
<i>Vakioitu, ei optimoitu, metsänkäsitely</i>				
Talousmetsähakkuut	14 211	32,8	-0,68	-2,87
Talousmetsähakkuut, ei hakkuutähteen keräystä	13 858	32,8	-0,68	-2,87
<i>Energiatuotannon kompensointilaskelmat</i>				
0 €/v, 195 kgC/MWh	-1 487 838	27,3	-0,8 (*)	26,6
Hiili, – " –	-1 882 349	14,9	-22,3	32,5
0 €/v, 261 kgC/MWh	-1 935 552	27,3	-0,8 (*)	34,3
Hiili, – " –	-2 295 364	16,7	-18,8	39,11

Tulokset tavoiteoptimointi vertailu- laskelmissa



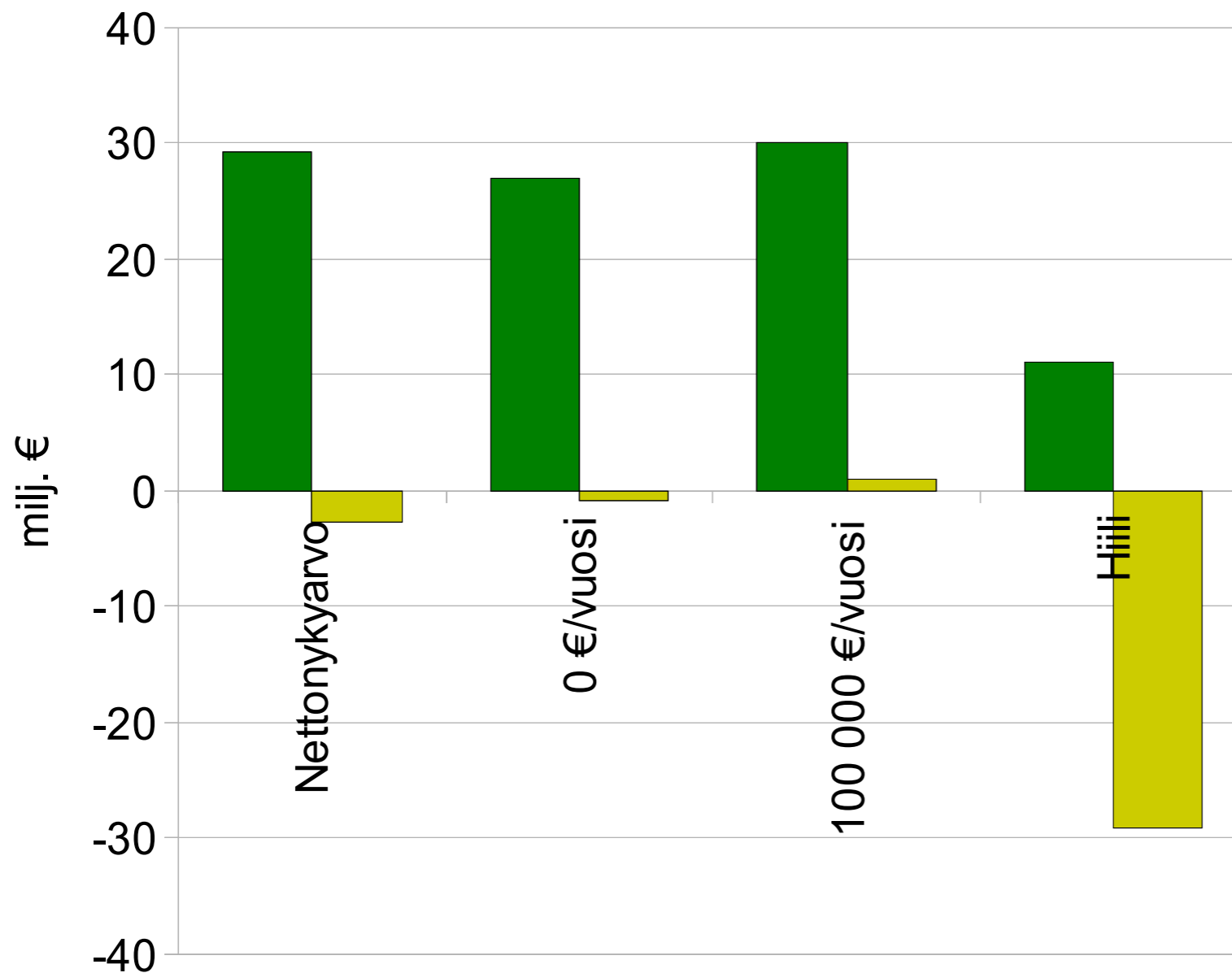
	0 €/v			0 €/v, ei rajoitteita			100 000 €/v, ei rajoitteita		
Vuosi	Tulot-menot, €	Uudistus-ala, ha	Harvennus- ala, ha	Tulot-menot, €	Uudistus-ala, ha	Harvennus- ala, ha	Tulot-menot, €	Uudistus-ala, ha	Harvennus- ala, ha
2010	7 222	80	698	106	39	698	106 283	77	698
2011	-73 172	80	101	-131	114	101	94 827	160	101
2012	-285 464	80	86	-19 757	113	86	100 289	120	86
2013	-304 805	80	68	49	109	68	118 698	133	68
2014	74 599	80	83	80 862	149	83	110 873	140	83
2015	-19 183	80	70	51 939	120	70	129 988	95	70
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2038	-5 735	80	157	-39 748	95	100	104 876	117	182
2039	-5 648	80	193	-4 357	135	122	94 494	145	243
Keski- arvo	-23 342	80	122	-647	96	121	35 914	98	127

Tulokset

Nettonykyarvot ja nettotulot



SIMOSOL



	hoitokust. €/ha/v
lähimetsä	708
ulkoil- ja virk.m	303
suojametsä	365
valmennusm	321
erityisalue	281
suojelualue	61

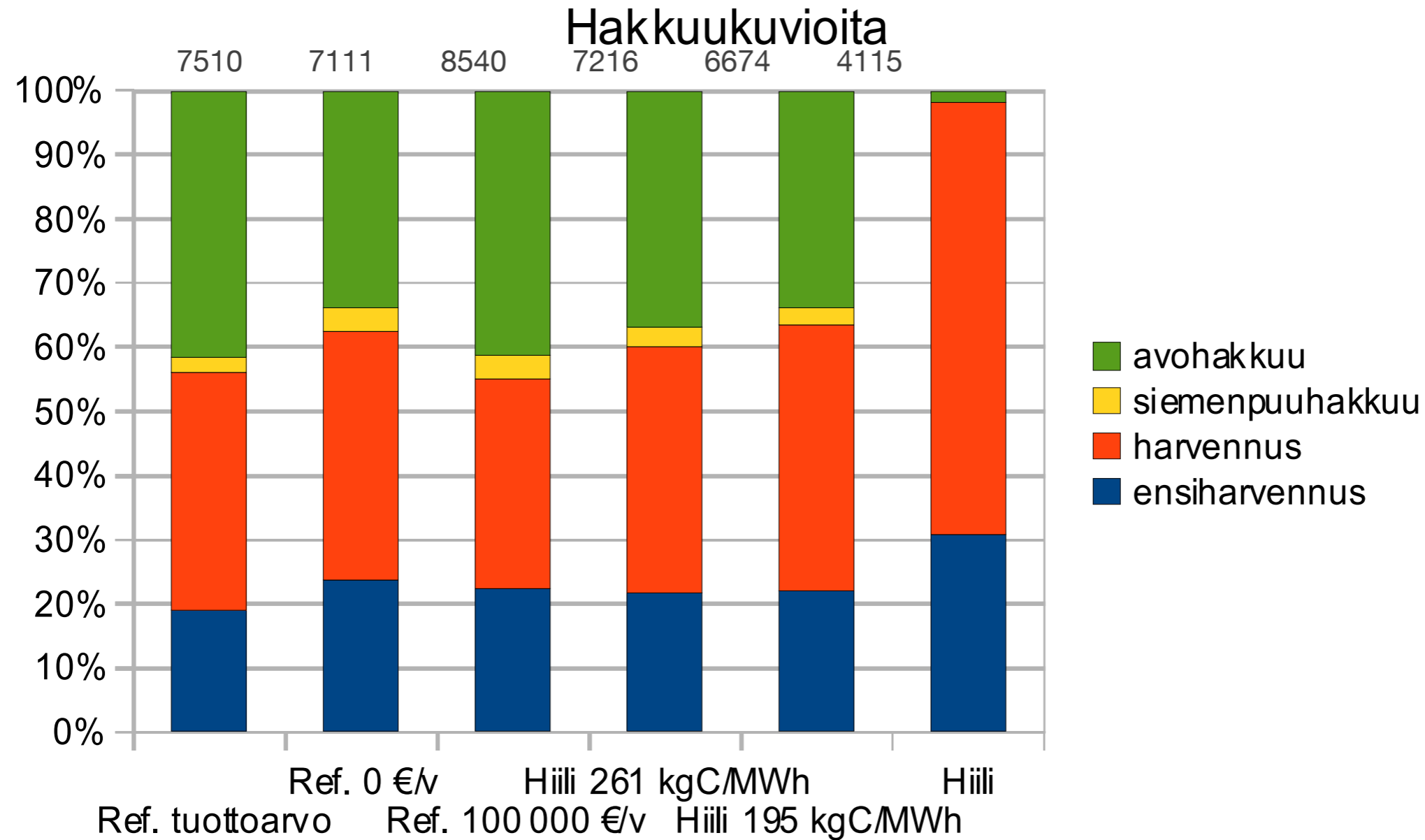
■ Nettonykyarvo
■ Nettotulojen nykyarvo

Tulokset

Optimiohjelmien metsänkäsittelyosuudet



SIMOSOL



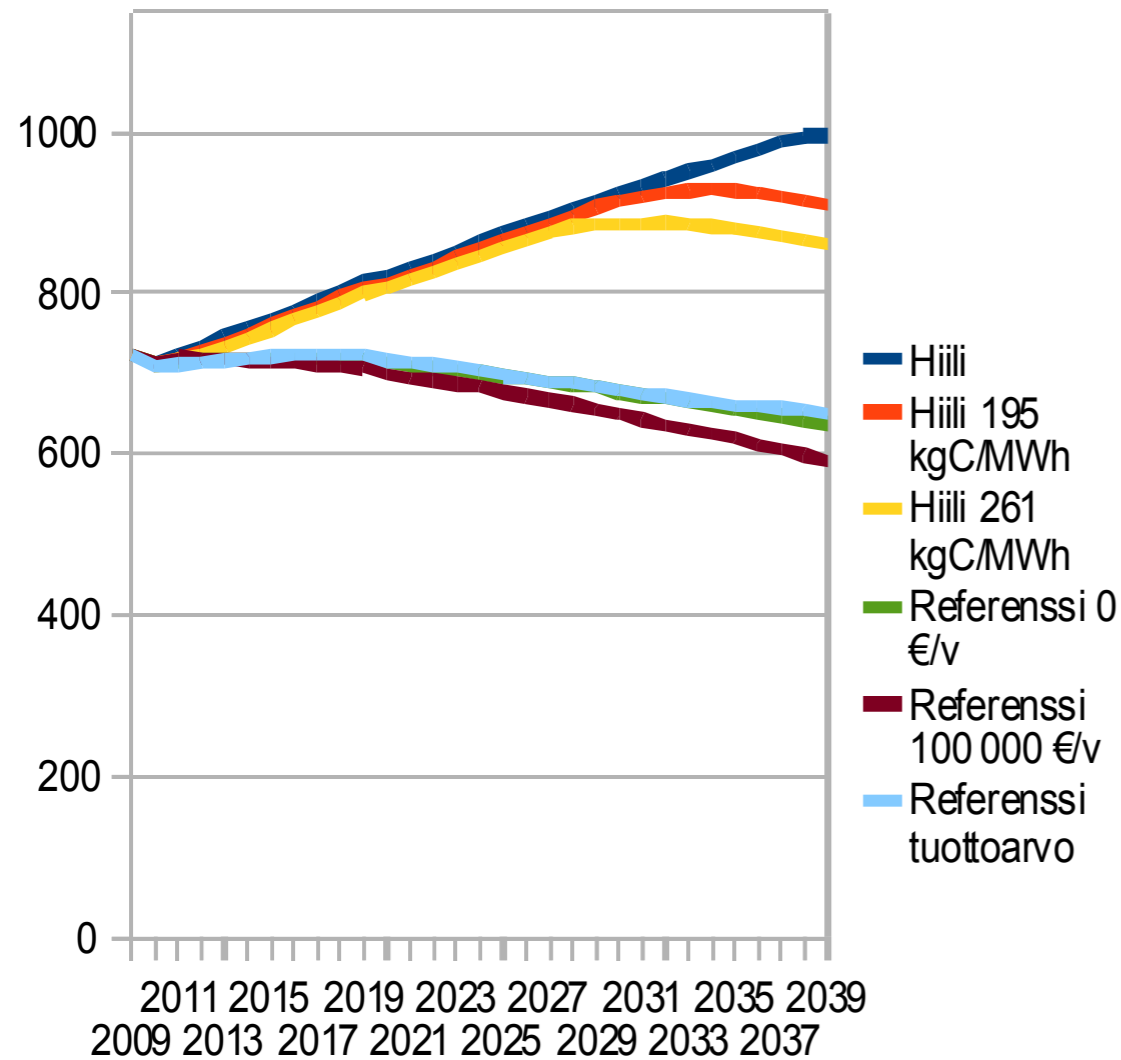
Hiiliskenaarion vertailusimuloinnissa sallittiin kuviolle myös ”ei lainkaan hakkuita” -vaihtoehto ja saatiin ratkaisu, jossa 30 vuoden aikana hakkuita tehtiin vain 456 kuviolla!

Tulokset

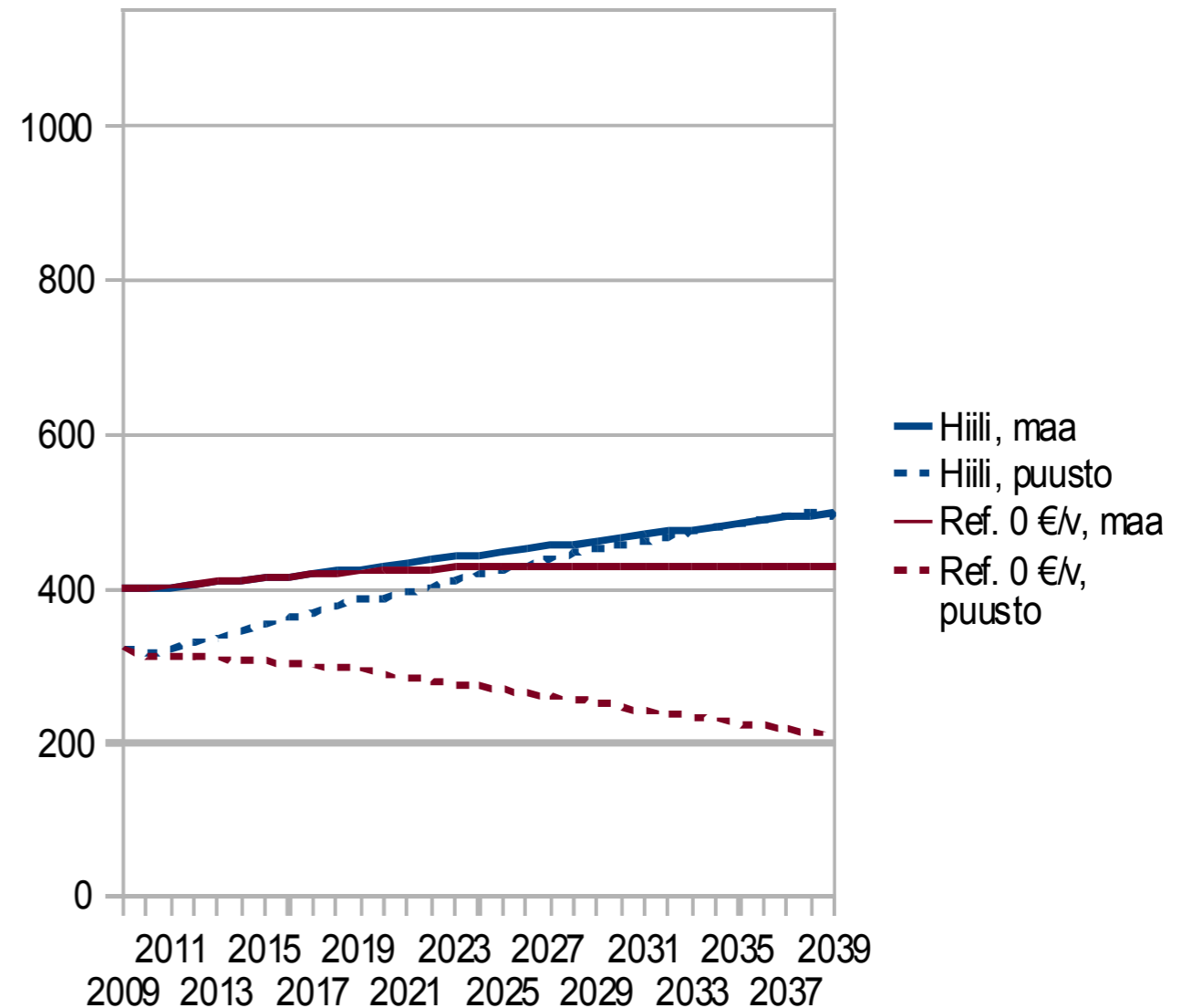
Hiilivaraston muutos



kokonaishiilivarasto, milj. CO2-
ekvivalenttonnia



hiilivaraston jakautuminen puustoon
ja maaperään, milj. CO2-
ekvivalenttonnia



-
- Paras keino vähentää hiilidioksidipäästöjä ja hillitä ilmastonmuutosta on vähentää energian kulutusta!
 - Energian tuotanto bioperäisillä energiantuotantotavoilla ei sanottavasti vähennä hiilidioksidipäästöjä - On kuitenkin parempi kuin ei mitään!
 - Mitä suuremman hiilipäästön tuottamaa energiantuotantotapaa korvataan sitä intensiivisempää on hiilen kannalta optimaalinen hakkuutoiminta
 - 30 vuoden tarkastelussa hiilioptimaalinen käsittely tarkoitti käytännössä hakkuiden loppumista. Pidemmällä laskentajaksolla erityisesti hiili-skenaarion tulokset olisivat todennäköisesti näistä tuloksista poikkeavia.