



Porin metsäohjelma, laskentatulokset

19.4.2024

Heidi Hintikka ja Juho Lammi

Tapio Oy

TAPIO 

Vastuu tulosten oikeellisuudesta

- 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. Toimittaja 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.

Sisällys

1. Laskennan perusteet
2. Keskeiset tulokset metsäomaisuustasolla
 1. Nykytila
 2. Puuston kehitys sekä hakkuumäärät- ja tulot 2024-2073 laskelmien mukaan
 - I. Perusura
 - Hiilitunnusten kehitys 2024-2073 laskelmien mukaan
 - II. Vertailulaskelmat
3. Luonnon monimuotoisuuden arviointi laskelmien avulla 2024-2073



Laskennan perusteet

TAPIO 

Laskentamenetelmät

1

Metsävaratieto

- Laskennassa käytettiin avointa metsävaratietoa Porin kaupungin metsistä. Metsävaratietojen laatu poikkeamia korjattiin etenkin nuorien metsiköiden osalta ennen laskentoja.
- Metsävaratieto jaettiin laskenta-aineistoihin hoitoluokkien mukaan: monikäyttömetsät, suojelualueet, Tammen tila (virkistysmetsät) ja lähimetsät.

2

Laskennan rajoitteet

- Laskentoja ohjattiin ja rajoitettiin eri skenaarioissa hakkuutulojen, hakkuumäärien ja metsien hoitomenetelmien mukaan. Tarkemmat kuvaukset on esitetty skenaariokohtaisissa laskennan perusteissa.
- Suojelualueiden metsille simuloitiin pelkkä puuston kasvu ilman toimenpiteitä.

3

Simuloinnit

- Puuston kasvua ennustettiin IPTIM-laskentasovellukseen sisältyvillä Motti-kasvumalleilla (LUKE).
- Puuston hiilivaraston määrää ennustettiin IPTIM-laskentasovellukseen sisältyvillä biomassamalleilla, joiden tulokset muunnettiin edelleen hiileksi ja hiilidioksiditonneiksi.
- Maaperän hiilivaraston muutoksia mallinnettiin kivennäismailla Yasso15-malleilla. Turvemailla käytettiin kansallisia keskiarvoja.

4

Tulokset

- Laskennan tulokset on kuvattu sekä perusuran (skenaario 1) että vaihtoehtoisten skenaarioiden osalta (skenaariot 2 ja 3).
- Tulokset sisältävät puuston tilavuuden ja kasvun kehityksen, hakkuumäärien kuvauksen sekä hiilivaraston, hiilensidonnan ja hiilitaseen kehityksen.

Laskentajakso on 50 vuotta

Laskennan perusteet

- Laskennat perustuvat Suomen Metsäkeskuksen tuottamaan avoimeen metsävaratietoon Porin kaupungin omistamista metsistä. Metsävaratiedot on kartoitettu vuonna 2022 ja julkaistu vuonna 2023. Metsävaratietoja täydennettiin kaupungin vanhoilla metsävaratiedolla siltä osin, kun uutta avointa metsävaratietoa ei ollut saatavilla.
- Metsävaratiedot luokiteltiin voimassaolevan hoitoluokituksen mukaan neljään eri luokkaan:
 - Monikäyttömetsät
 - Lähimetsät
 - Suojelualueet
 - Tammen tila (virkistysmetsät)
- Laskennoissa muodostettiin kolme laskentaskenaariota, joilla mallinnettiin (1) Porin kaupungin nykyinen metsien hoitotapa, (2) puuston kasvun tasoon sidotut hakkuumäärät sekä (3) jatkuvan kasvatuksen käyttöönotto osana nykyistä metsien hoitotapaa monikäyttömetsissä. Skenaariot määriteltiin tiiviissä yhteistyössä Porin kaupungin edustajien kanssa.
- Laskelmat ennustavat Porin kaupungin metsäomaisuuden, metsätalouden ja hiilitunnusten kehitystä seuraavien 50 vuoden aikana (2024-2073).
- Laskennoilla tuotettiin Porin kaupungille riippumatonta tietoa metsäomaisuuden kehityksestä, puunmyyntituloista sekä hiilitunnuksista metsäomaisuutta koskevaa päätöksentekoa varten.
- Metsävaratiedon käsittelyn ja laskentatehtävät toteutti Tapio Palvelut Oy.

Laskentaskenaario 1: Perusura

- Skenaarion tavoitteena oli selvittää metsien kehityksen suunta jatkettaessa toimintaa nykyisellä tasolla.
- Skenaariossa vuotuiseksi tulotavoitteeksi määritettiin 600 000 €, joka jaettiin eri hoitoluokille seuraavasti:
 - Monikäyttömetsät: 40 % =>240 000 €
 - Lähimetsät: 30 % = > 180 000 €
 - Tammentila: 30 % = > 180 000 €
- Laskentaa ohjattiin lisäksi vuosittaisella kokonaishakkuumäärällä, joka oli 10 000 – 15 000 m³/vuosi.
- Lisäksi hoitoluokittain laskentoja ohjattiin seuraavilla metsänhoitotavoilla ja rajoitteet:
 - Monikäyttömetsät: Kaikki hakkuu- ja hoitotoimenpiteet sallittuja. Metsiä hoidetaan ensisijaisesti tasaikäisen metsien hoidon menetelmillä.
 - Lähimetsät: Metsien hoito eri-ikäisen metsien hoidon menetelmillä. Hakkuutapoina ensisijaisesti pienaukko- ja poimintahakkuut.
 - Tammen tila, lähimetsät: Laskennassa noudatetaan vuonna 2019 lasketun retkeily- ja virkistyskäyttöpainotteisen laskennan periaatteita.
 - Avohakkuiden vuosittainen pinta-ala enintään 1 % (14 ha) metsämaan pinta-alasta.
 - Puuston kokonaistilavuus saa pienentyä enintään 2 % yhden vuosikymmenen aikana.
 - Saaret ja suojelualueet kokonaan metsätaloustoimenpiteiden ulkopuolella
 - Suojelualueet Tammen tilalla ja toisaalla (sekä muut käytönrajoitusalueet): Ei metsänhoidollisia toimenpiteitä. Laskennoissa simuloidaan pelkkä puuston kasvu.

Laskentaskenaario 2: Suurin taloudellisesti kestävä hakkuumäärä

- Skenaarion tavoitteena oli hahmottaa puuston kasvuun sidottu suurin mahdollinen tasainen hakkuumäärä seuraavalle 50 vuodelle.
- Laskennassa noudatettiin laskentaskenaarion 1 mukaisia hoitoluokkakohtaisia metsien hoitotapoja.
- Laskentaa rajoitettiin vain puuston kasvuun sidotuilla hakkuumäärillä. Toisin sanoen laskennan rajoitteena oli, että hakkuumäärät eivät saa laskentajakson missään vaiheessa ylittää puuston kasvua.
- Puuston kasvuun sidotun hakkuumäärän rajoitetta sovellettiin monikäyttömetsissä, joissa tunnistettiin mahdollisuuksia hakkuumäärän kasvattamiseen.
- Lähimetsien käyttöä ohjaa rajoitteet metsien käsittelytavoissa (vain poiminta- ja pienaukkohakkuut) taloudellisia tavoitteita enemmän, joten lähimetsille ei ole tehty erillisiä laskelmia suurinta hakkuumäärää tavoitellen.
- Tammen tilan lähimetsien laskentaperusteita ei myöskään ole muutettu perusuraan nähden, sillä Tammen tilalla lähimetsien käsittely ohjaa muut kuin taloudelliset tavoitteet.
- Sekä Tammen tilan suojelualueiden sekä muiden suojelualueiden laskentaperusteita ei muutettu perusuraan nähden, sillä nämä alueet on jätetty käsittelyjen ulkopuolelle kokonaan.

Laskennan taustatietoja

- Metsien kasvuennusteet, hakkuumahdollisuudet sekä hiilitunnukset mallinnettiin kasvu- ja toimenpidemalleilla:
 - Puuston kasvun mallinnuksessa käytettiin Luonnonvarakeskuksen laatimia, alueellisesti kalibroituja MOTTI-kasvumalleja sekä muun muassa tieteellisiä hiilimalleja.
 - LUKEn uusimmat MOTTI-kasvumallit ovat tilastollisia kasvumalleja ja perustuvat valtakunnan metsien inventointiin. MOTTI-kasvumallit ovat luotettavin ja ajantasaisin kuvaus puuston kasvusta Suomessa.
 - Metsänhoitotyöt ja hakkuumahdollisuudet perustuvat metsänhoidon suositusten mukaiseen metsien käsittelyyn.
 - Laskennassa oli mukana ainoastaan tuottavan metsämaan kuviot (ei kitu- ja joutomaita).
- Paras toimenpideohjelma valittiin optimointimallilla:
 - Taloudellisesti tuottavimman (= nettotulojen nykyarvon maksimointi) toimenpideohjelman löytämisessä käytettiin lineaarista optimointia.
 - Diskonttokorkona oli kaikissa laskelmissa 3 %.
 - Laskentaan asetettiin metsänomistajan/päätöksentekijän tavoitteiden mukaisia rajoitteita, esim. tietty vuosittainen hakkuukertymä, tietyn hakkuutavan maksimimäärä, tai tulojen tasaisuus
- Puutavaralajihintoina ja toimenpidehinnastona käytettiin LUKEn keskihintoja vuosille 2019-2023.



Keskeiset tulokset metsäomaisuustasolla

TAPIO 



Metsien nykytila

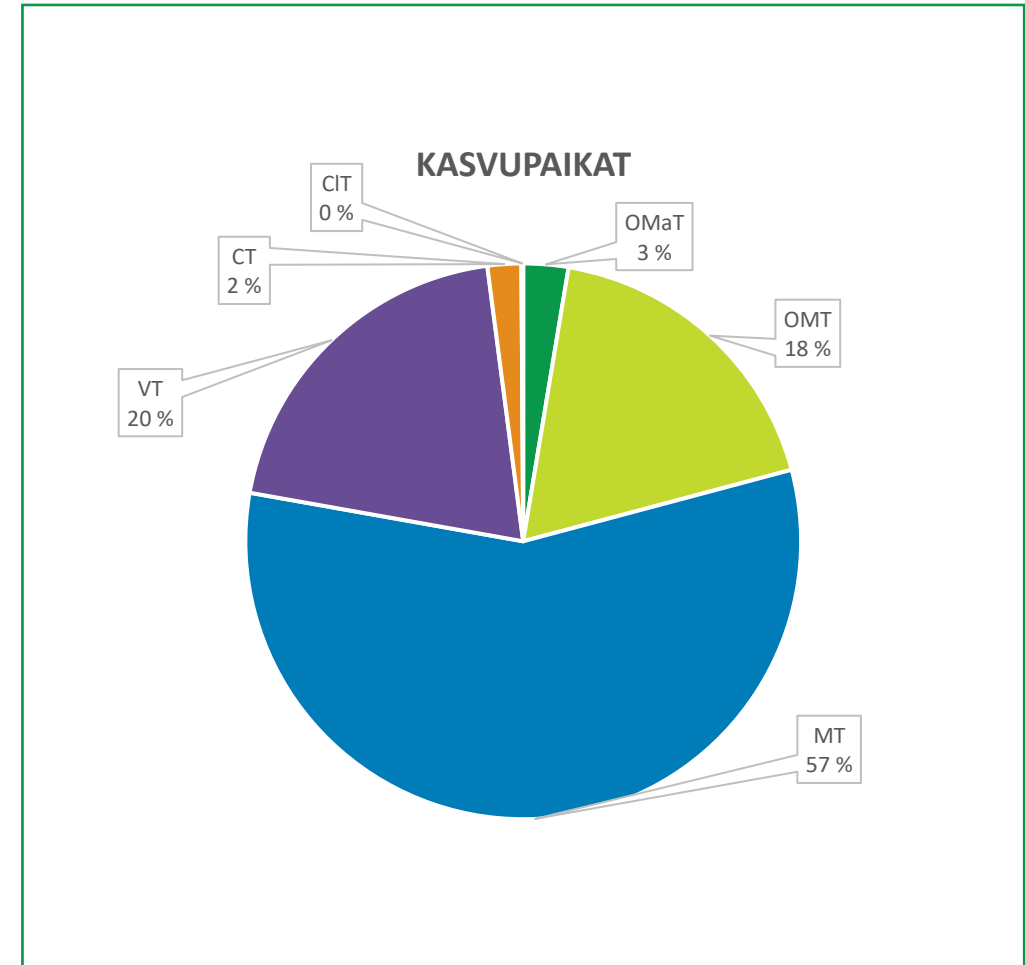
TAPIO 

NYKYTILA: Porin kaupungin metsien tunnusluvut 01/2024

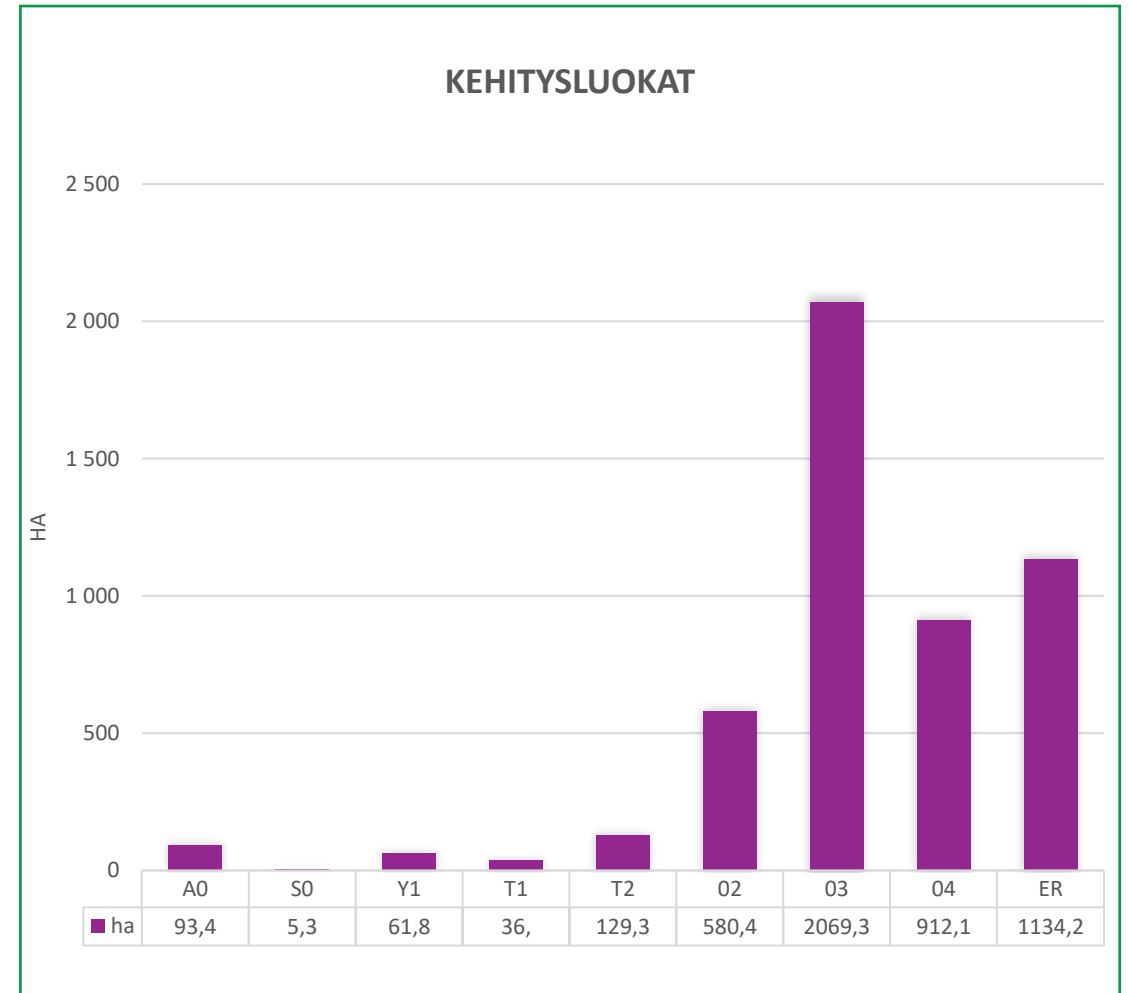
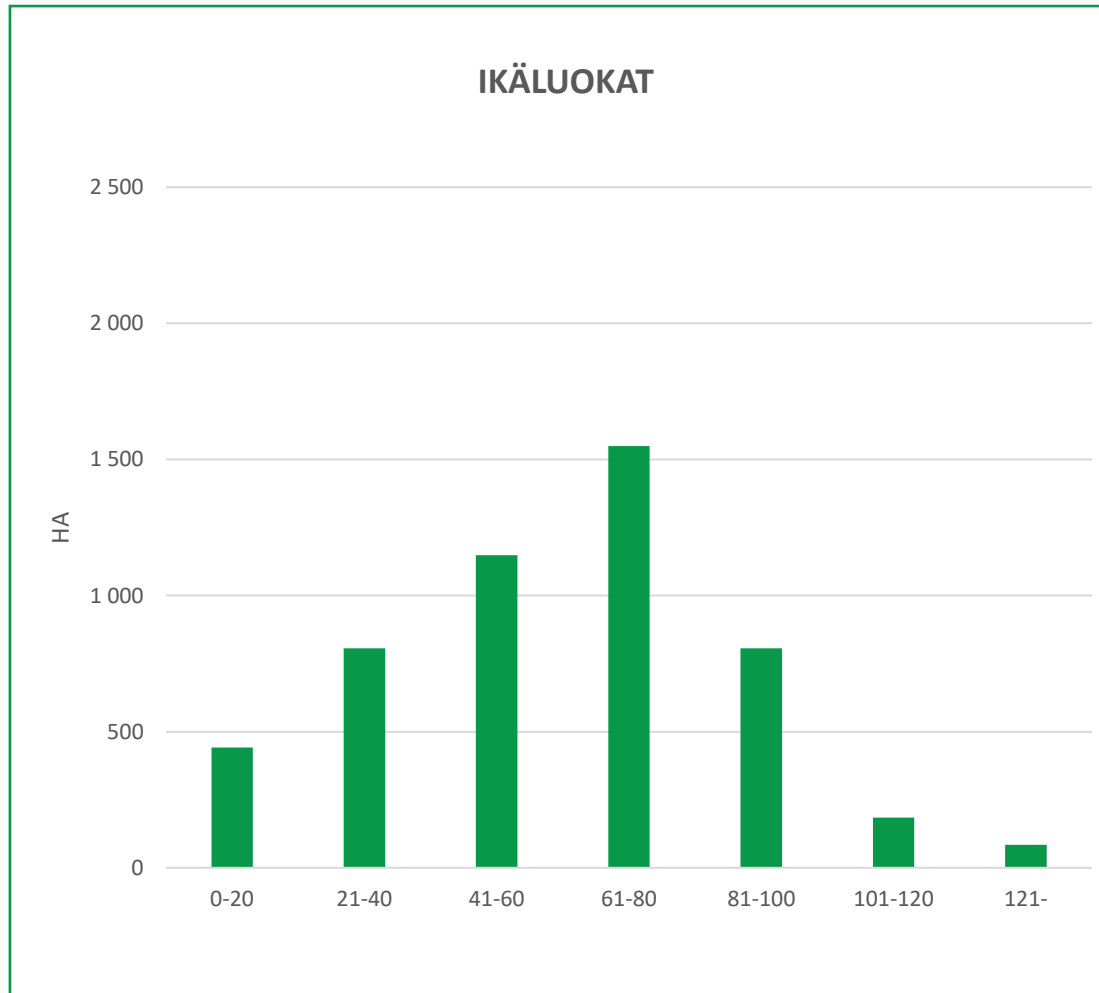
(Tiedot perustuvat IPTIM-laskelmiin)

- Pinta-ala (metsämaa): 5 022 ha
 - Kangasmaata 4 494 ha
 - Turvemaata 528 ha
- Puuston keski-ikä: 60 vuotta
- Puuston keskitilavuus: 208 m³/ha
 - Kokonaistilavuus: 1 045 466 m³
 - Tukkiprosentti: 48 %
- Keskikasvu: 6,6 m³/ha/vuosi
- Kasvu yhteensä: 33 880 m³/vuosi
- Ainespuuston nykyarvo: 44,4 milj. €

Keskitunnukset ovat pinta-alalla painotettuja keskiarvoja



NYKYTILA: Puuston ikä- ja kehitysluokkajakauma



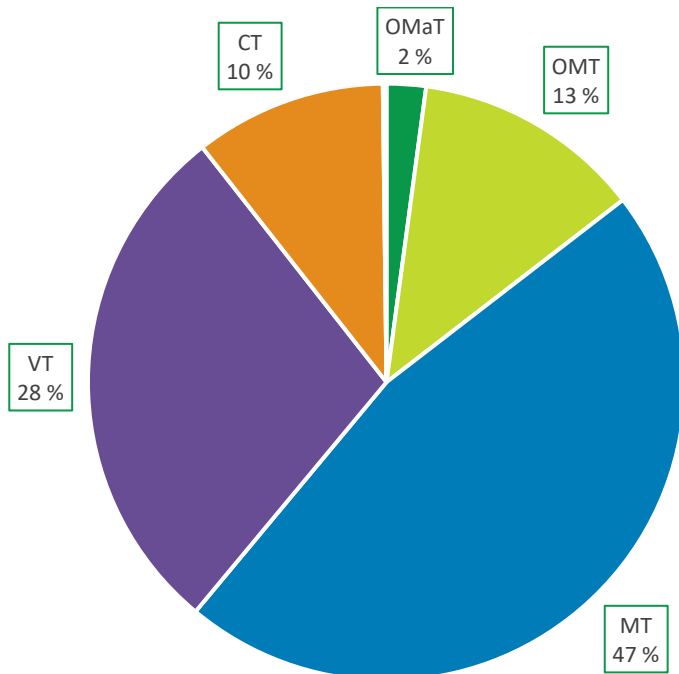
Yhteenveto: Porin metsien nykytila

- Porin metsien nykytilan kuvauksessa tarkasteltiin mm. metsien ikärakennetta, puuston kasvua, eri kasvupaikkatyyppien esiintymistä ja turvemaiden osuutta koko metsäpinta-alasta.
- Kangasmaiden osuus suhteessa turvemaihin on suuri (turvemaita on vain noin 10 % metsäpinta-alasta) verrattuna maakunnan keskimääräiseen turvemaiden osuuteen (35 % koko Satakunnan metsäpinta-alasta).
- Puusto on keskimääräistä iäkkäämpää
 - Porin kaupungin metsissä puusto on noin 12 vuotta vanhempaa kuin Satakunnassa yleensä.
 - Suhteellisen korkeaa keski-ikää selittää esimerkiksi lähimetsien ja suojelualueiden vanha puusto.
- Puuston keskitilavuus on selvästi suurempi kuin Satakunnassa keskimäärin
 - Satakunnassa puuston keskitilavuus on noin 150 m³/ha
 - Korkeaa keskitilavuutta selittää mm. monitavoitteinen hoito, suojelualueet ja se, että avohakkuita ei tehdä kaikilla metsäalueilla
- Puuston hehtaarikohtainen kasvu on suhteellisen korkea (6,6 m³ vuodessa)
 - Hehtaarikohtainen kasvu on Satakunnan keskimääräistä kasvua (6,0 m³/ha) parempi
 - Tämä johtuu keskimääräistä ravinteisemmista kasvupaikoista. Erityisesti tuoreiden kankaiden osuus on Satakunnan keskiarvoa suurempi.

Vertailulukujen lähde: VMI 12/13 (Satakunta): Valtakunnan metsien inventointi Satakunnassa 2018-2022

Turvemaat; yhteensä 528 ha

Kaikkien turvemaiden kehitysluokkajakauma



Monikäyttömetsät	ha	% turvemaista
OMaT	1	0,4 %
OMT	7	3,8 %
MT	71	37,0 %
VT	59	30,7 %
CT	53	27,5 %
CIT	1	0,5 %

	Turvemaat yhteensä (ha)	% kaikista turvemaista
Monikäyttömetsät	192	36,3 %
Suojelualueet	24	4,5 %
Lähimetsät	12	2,2 %
Tammen tila	301	57,0 %

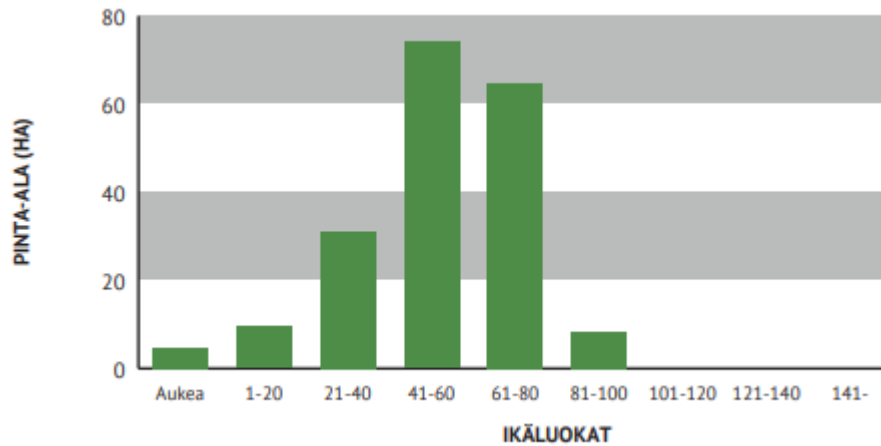
Suojelualueet	ha	% turvemaista
OMaT	10	41,8 %
OMT	2	9,7 %
MT	10	43,8 %
VT		
CT	1	4,8 %

Lähimetsät	ha	% turvemaista
OMaT	0	3,8 %
OMT	6	48,0 %
MT	4	38,4 %
VT	1	9,9 %

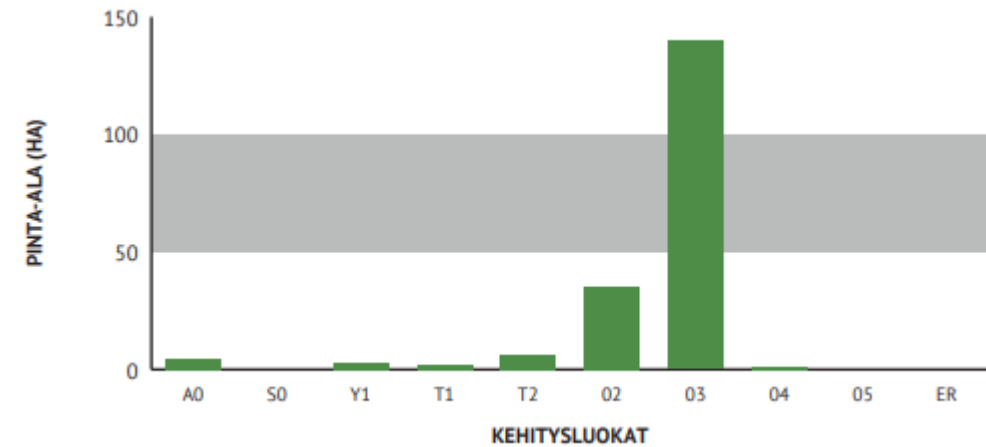
Tammen tila	ha	% turvemaista
OMaT	0	0
OMT	50	16,7 %
MT	160	53,1 %
VT	90	29,9 %
CT	1	0,3 %

Turvemaat, Monikäyttömetsät

Ikäjakauma turvemailla, Monikäyttömetsät

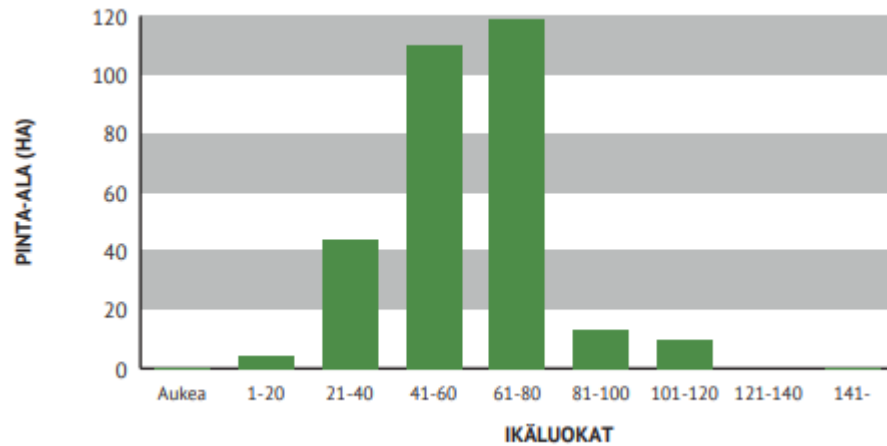


Kehitysluokkajakauma turvemailla, Monikäyttömetsät

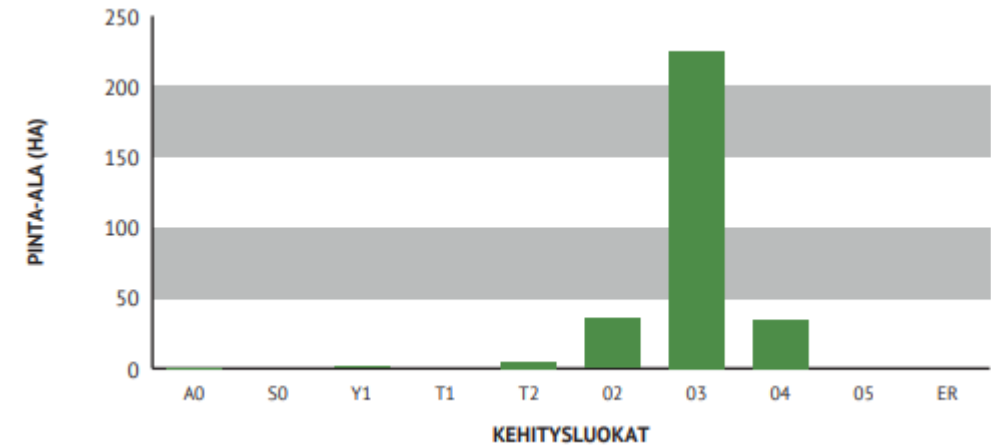



Turvemaat, Tammen tila

Ikäjakauma turvemailla, Tammi



Kehitysluokkajakauma turvemailla, Tammi



A close-up photograph of a plant with several purple flowers and large green leaves. The background is blurred, showing more of the plant and some light spots. A dark green horizontal bar is overlaid on the bottom half of the image, containing white text and a logo.

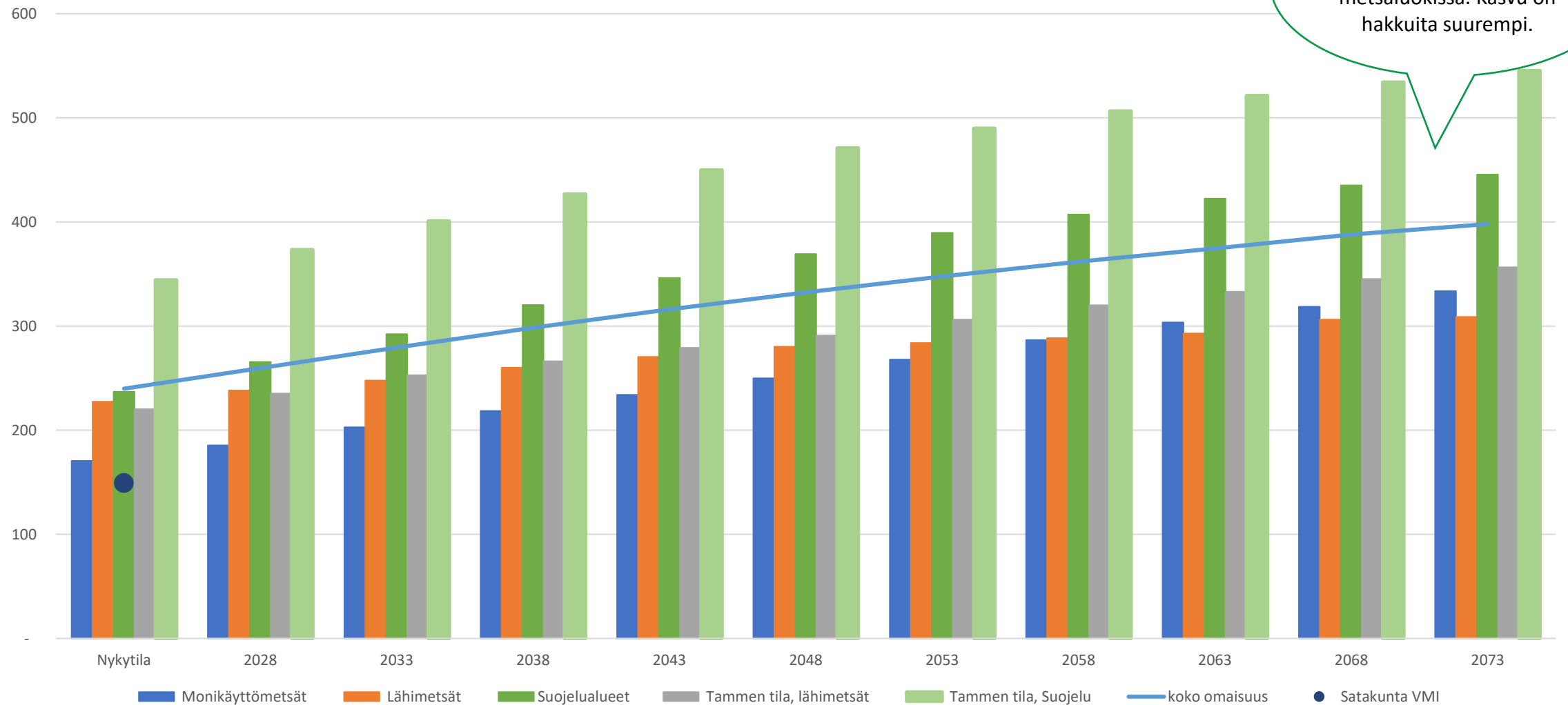
Puuston kehitys sekä
hakkuumäärät- ja tulot 2024-2073 laskelmien mukaan

TAPIO 

Perusura

- *Skenaariossa vuotuiseksi tulotavoitteeksi määritettiin 600 000€, joka jaettiin eri hoitoluokille seuraavasti:*
 - Monikäyttömetsät: 40 % =>240 000 €
 - Lähimetsät: 30 % => 180 000 €
 - Tammen tila: 30 % => 180 000 €
- *Laskentaa ohjattiin lisäksi vuosittaisella kokonaishakkuumäärällä, joka oli 10 000 – 15 000 m³/vuosi.*
- *Lisäksi hoitoluokittain laskentoja ohjattiin seuraavilla metsänhoitotavoilla ja rajoitteet:*
 - Monikäyttömetsät: Kaikki hakkuu- ja hoitotoimenpiteet sallittuja. Metsiä hoidetaan ensisijaisesti tasaikäisen metsien hoidon menetelmillä.
 - Lähimetsät: Metsien hoito eri-ikäisen metsien hoidon menetelmillä. Hakkuutapoina ensisijaisesti pienaukko- ja poimintahakkuut.
 - Tammen tila, lähimetsät: Laskennassa noudatetaan vuonna 2019 lasketun retkeily- ja virkistyskäyttöpainotteisen laskennan periaatteita.
 - Avohakkuiden vuosittainen pinta-ala enintään 1 % (14 ha) metsämaan pinta-alasta.
 - Puuston kokonaistilavuus saa pienentyä enintään 2 % yhden vuosikymmenen aikana.
 - Saaret ja suojelualueet kokonaan metsätaloustoimenpiteiden ulkopuolella
 - Suojelualueet sekä Tammen tilalla että toisaalla (sekä muut käytönrajoitusalueet): Ei metsänhoidollisia toimenpiteitä. Laskennoissa simuloidaan pelkkä puuston kasvu.

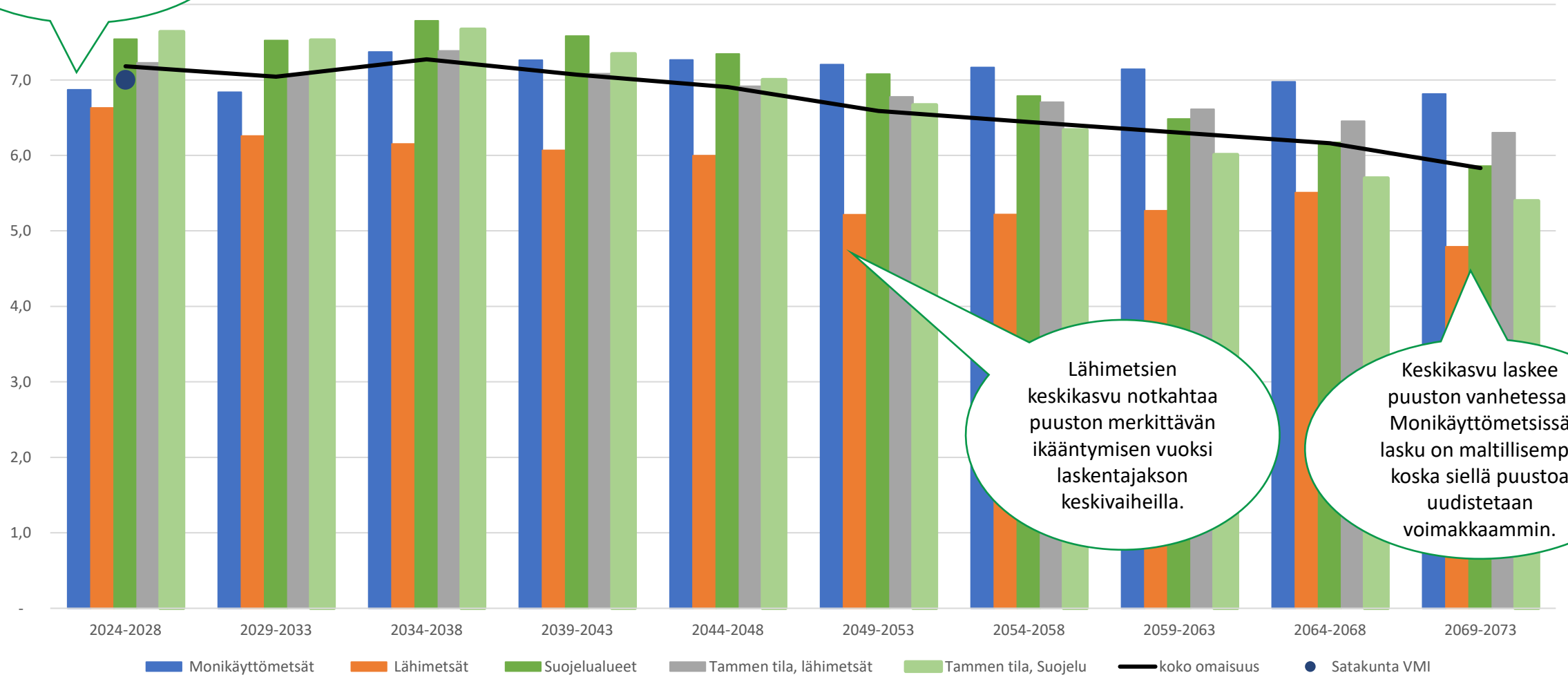
Puuston keskitilavuuden kehitys (m³/ha)



- VMI 12/13 (Satakunta): Valtakunnan metsien inventointi Satakunnassa 2018-2022
- Lähimetsissä on käytetty jaksollisen kasvatuksen kasvumallia. Suojelualueille on laskettu pelkkä kasvuennuste

Monikäyttömetsien keskikasvu ei nouse laskentajakson alun hakkuiden vuoksi.

Puuston keskikasvun kehitys (m³/vuosi/ha)



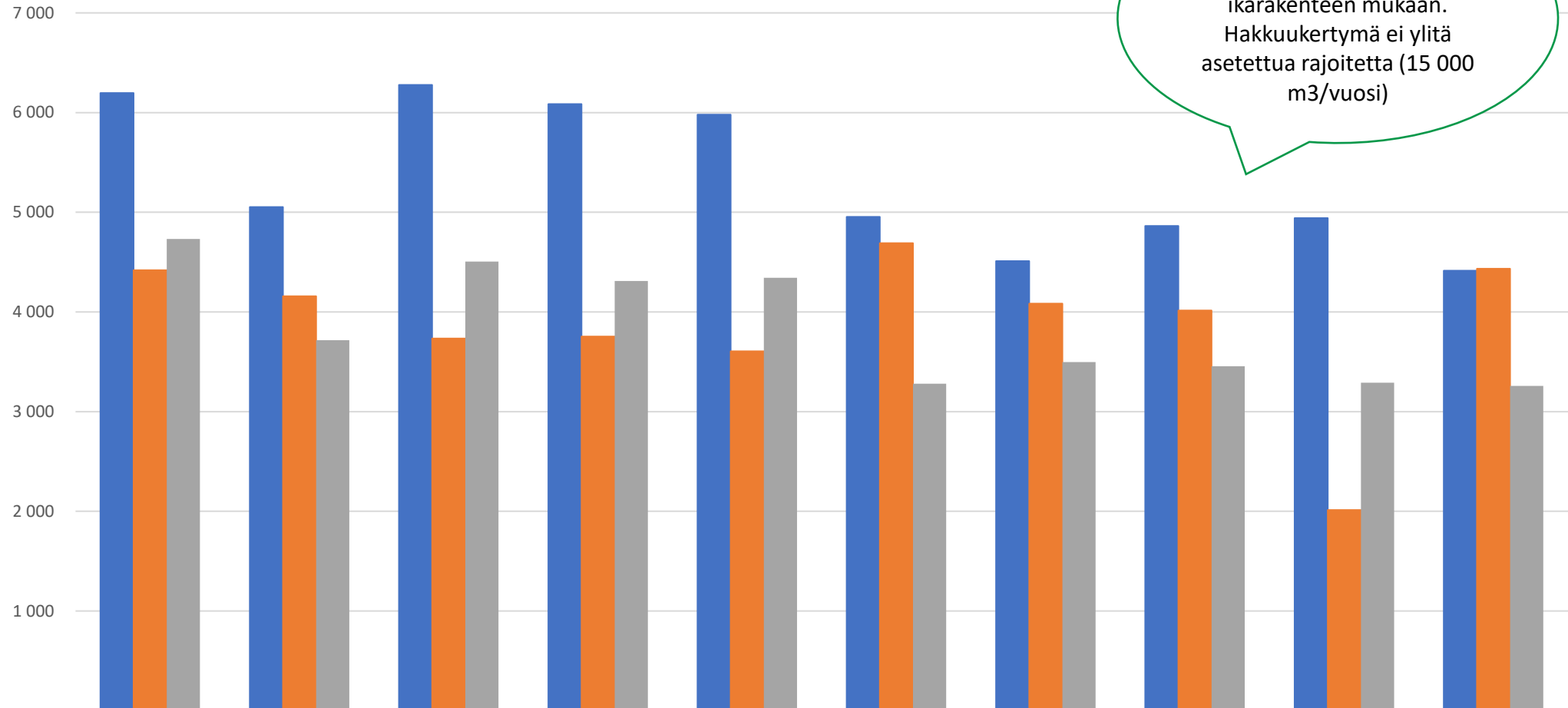
Lähimetsien keskikasvu notkahtaa puuston merkittävän ikääntymisen vuoksi laskentajakson keskivaiheilla.

Keskikasvu laskee puuston vanhetessa. Monikäyttömetsissä lasku on maltillisempi, koska siellä puustoa uudistetaan voimakkaammin.

- VMI 12/13 (Satakunta): Valtakunnan metsien inventointi Satakunnassa 2018-2022
- Lähimetsissä on käytetty jaksollisen kasvatuksen kasvumallia. Suojelualueille on laskettu pelkkä kasvuennuste.

Hakkuukertymä (m³/vuosi)

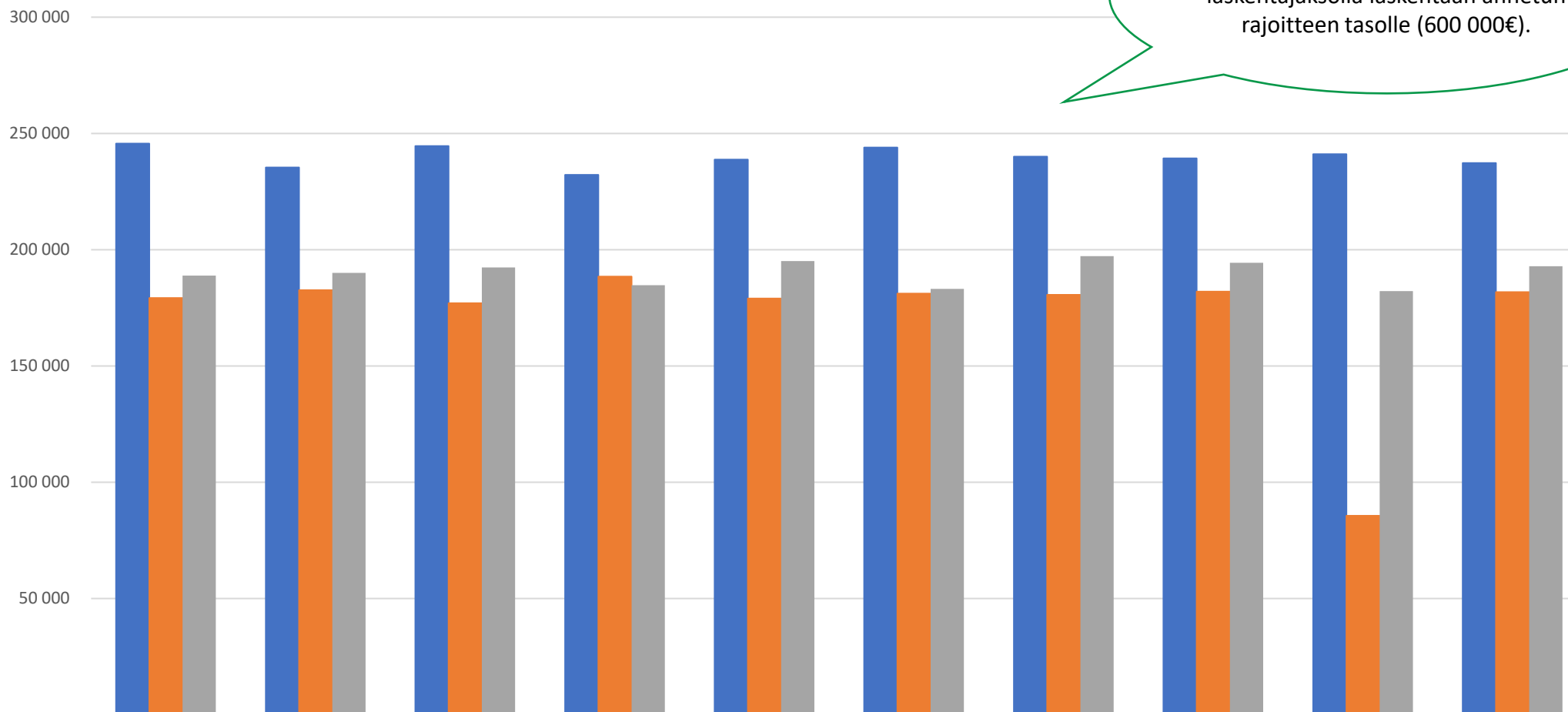
Hakkuukertymän suuruus vaihtelee metsien ikärakenteen mukaan. Hakkuukertymä ei ylitä asetettua rajoitetta (15 000 m³/vuosi)



	2024-2028	2029-2033	2034-2038	2039-2043	2044-2048	2049-2053	2054-2058	2059-2063	2064-2068	2069-2073
■ Monikäyttömetsät	6 196	5 053	6 278	6 086	5 980	4 953	4 509	4 863	4 943	4 415
■ Lähimetsät	4 420	4 158	3 733	3 755	3 605	4 690	4 085	4 015	2 012	4 434
■ Tammen tila, lähimetsät	4 733	3 717	4 507	4 311	4 344	3 279	3 496	3 455	3 289	3 257

Hakkuutulot yhteensä (€/vuosi)

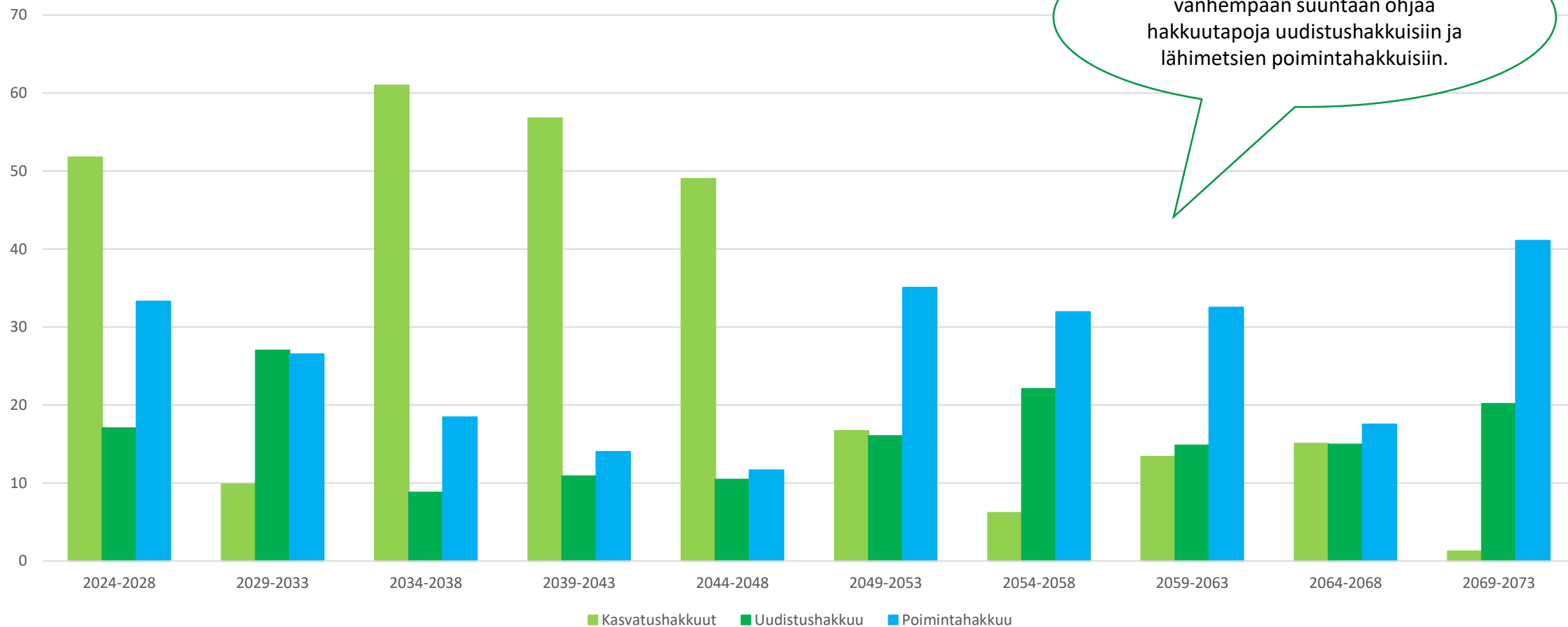
Hakkuutulot asettuvat koko laskentajaksolla laskentaan annetun rajoitteen tasolle (600 000€).



	2024-2028	2029-2033	2034-2038	2039-2043	2044-2048	2049-2053	2054-2058	2059-2063	2064-2068	2069-2073
■ Monikäyttömetsät	245 655	235 325	244 541	232 215	238 721	243 971	239 994	239 261	241 134	237 240
■ Lähimetsät	179 191	182 584	176 959	188 467	178 981	181 130	180 602	182 009	85 541	181 804
■ Tammen tila, lähimetsät	188 897	190 068	192 320	184 756	195 160	183 193	197 246	194 364	182 147	192 916

Hakkuupinta-alat toimenpiteittäin (ha/vuosi)

KAIKKI HOITOLUOKAT



Hakkuupinta-alat toimenpiteittäin (ha/vuosi)

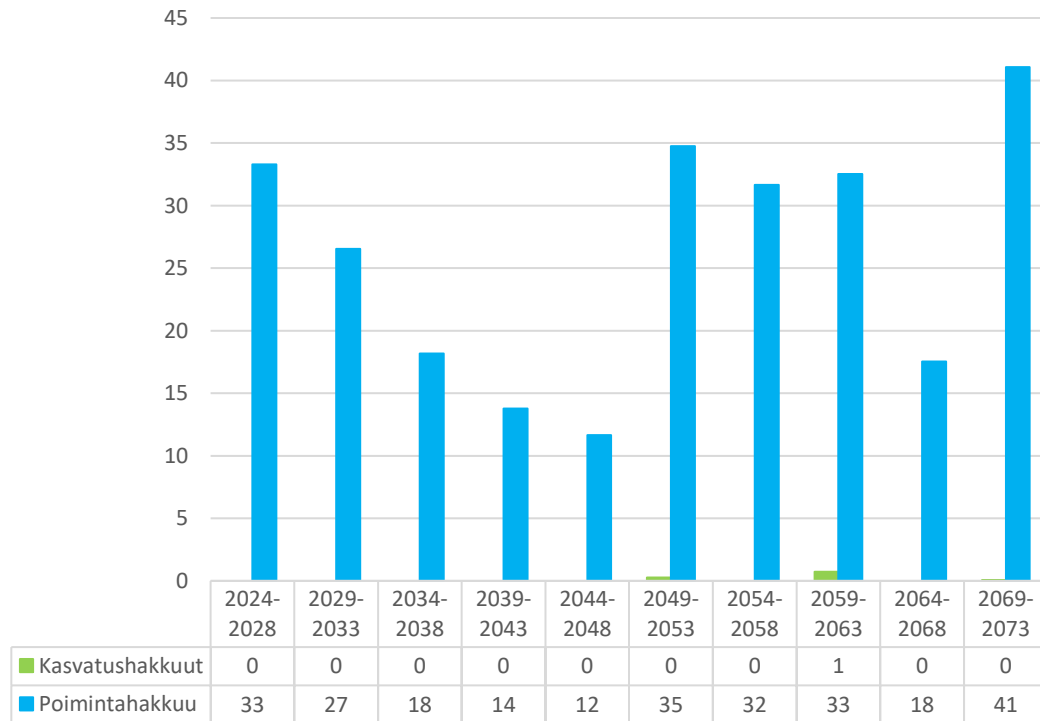
MONIKÄYTTÖMETSÄT

Metsien ikärakenne ja puuston määrä sekä jatkuvan kasvatuksen painotus lähimetsissä selittää kasvatushakkuiden suurta osuutta laskentajakson alussa.

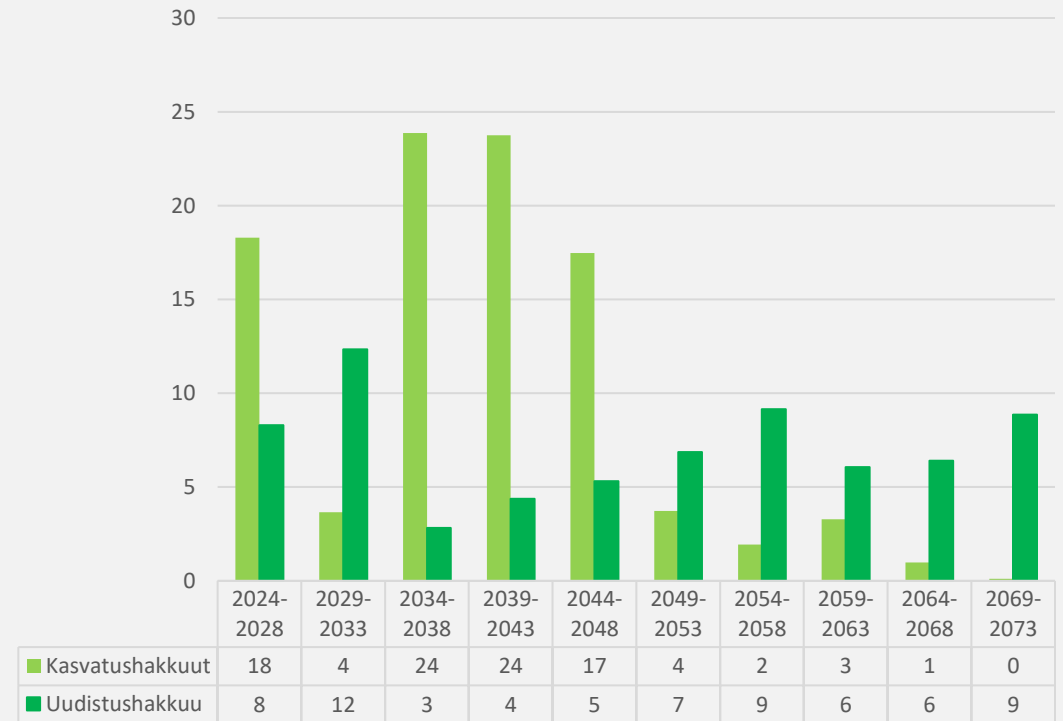


Hakkuupinta-alat toimenpiteittäin (ha/vuosi)

Lähimetsät



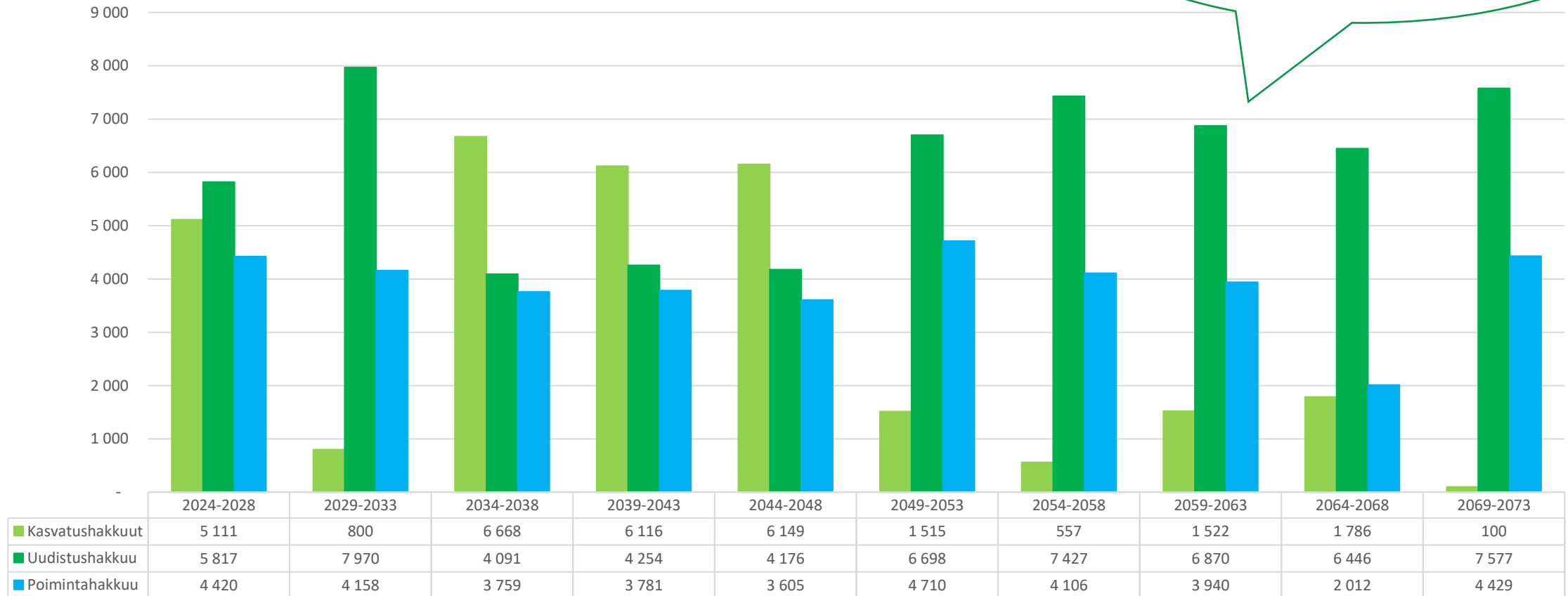
Tammen tila, lähimetsät



Hakkuumäärät toimenpiteittäin (m³/vuosi)

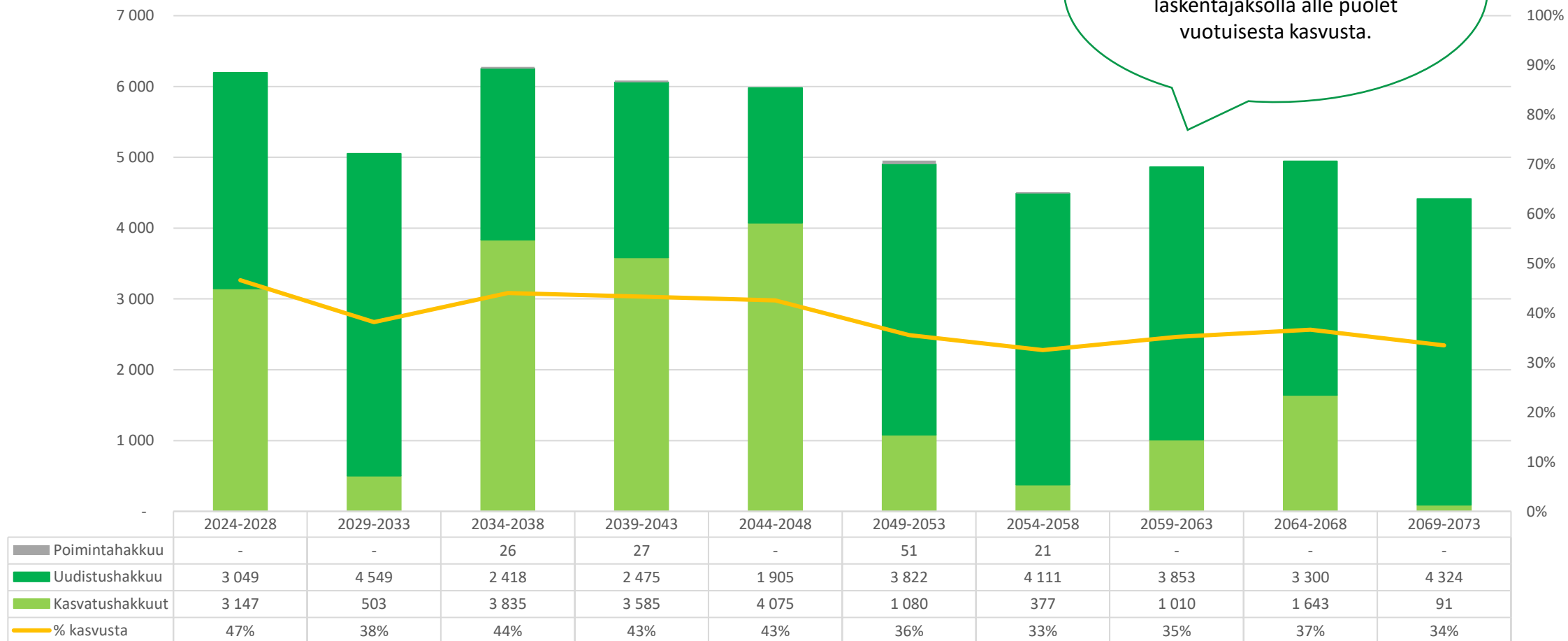
KAIKKI HOITOLUOKAT

Nykytilan varttuneisiin metsiin painottuva ikärakenne tuottaa uudistushakkuita laskentajakson alkuun. Sama toistuu puuston vanhetessa laskentajakson lopulla, kun ikärakenteen kehitys vanhempaan suuntaan ohjaa hakkuut uudistushakkuisiin ja lähimetsien poimintahakkuisiin.



Hakkuumäärät toimenpiteittäin (m³/vuosi) sekä % kasvusta MONIKÄYTTÖMETSÄT

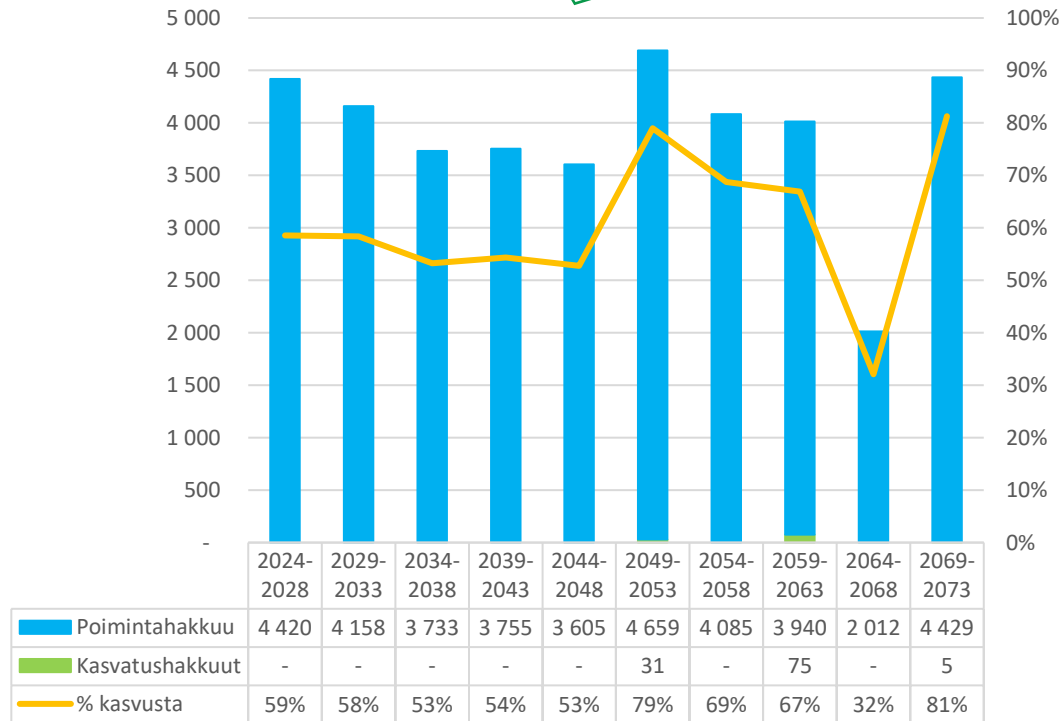
Monikäyttömetsissä hakkuumäärä on koko laskentajaksolla alle puolet vuotuisesta kasvusta.



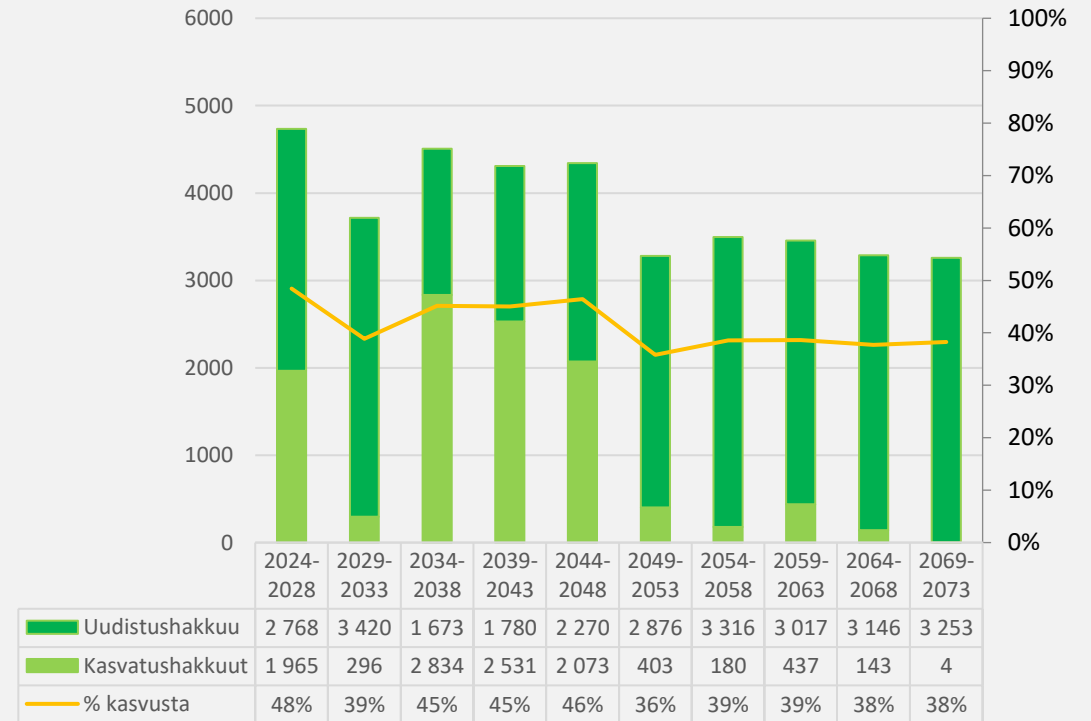
Hakkuumäärät toimenpiteittäin (m³/vuosi) sekä % kasvusta

Lähimetsiin on määritelty käsittelytavaksi jatkuva kasvatusta. Laskentamalli pyrkii tekemään taloudellisesti kannattavia toimenpiteitä. Siksi diagrammin hakkuumäärät ovat korkeampia kuin todellisuudessa toteutetaan.

Lähimetsät



Tammen tila, lähimetsät



Yhteenveto perusura-skenaariosta: Puuston kehitys laskelmien mukaan

- Kun metsien käsittelyä jatketaan edelleen nykyisellä tasolla, tulosten perusteella havaitaan, että **puuston tilavuus kasvaa** kaikkien hoitoluokkien osalta laskentajakson aikana.
- Nykyisten hakkuiden (=perusuran) hyvin maltillinen määrä heijastuu tilavuuden kasvuun talouskäytössä olevissa monikäyttömetsissä. Vuotuisesta kasvusta hakataan jatkuvasti alle puolet. Tämä johtaa siihen, että puuston määrä metsissä kasvaa selvästi, keski-ikä nousee ja puuston keskikasvu pienenee.
- Hoitoluokkien välillä nähdään eroja esimerkiksi siinä, missä vaiheessa vuotuinen keskikasvu alkaa pienentyä. Vuotuisen kasvun osalta monikäyttömetsät ovat voimakkaassa kasvun vaiheessa, joka valitun laskentaskenaarion mukaan taittuu kuitenkin 2040-luvulla. Tämän taitekohdan jälkeen kasvun taso hieman taantuu, pysyen kuitenkin nykytilaa vastaavalla tasolla tai hieman alempana.
- Lähimetsissä puuston kasvu hidastuu, mikä johtuu alhaisesta hakkuiden tasosta, puuston määrän kasvusta ja ikääntyvistä metsistä. Suojelualueilla kasvu taantuu, koska puusto ikääntyy. Tammen tilan vuotuinen kasvu taantuu 2040-luvulta eteenpäin.
- Hakkuupinta-aloissa korostuvat laskentajakson ensimmäisinä vuosikymmeninä kasvatushakkuut ja noin puolivälistä alkaen poimintahakkuiden osuus kasvaa selvästi. Uudistushakkuiden osuus on laskentajakson alussa suhteellisen korkea, koska laskentamalli simuloi hakkuurästejä pois. Metsien ikääntyessä uudistushakkuiden määrä nousee jälleen laskentajakson loppupuolella. **Eri hakkuutapojen osuuksissa näkyy selvästi laskennalle määritellyt rajoitukset.** Uudistushakkuiden maltillinen osuus kokonaishakkuumäärästä merkitsee myös sitä, että metsänhoitotöiden menojen osuus ei nouse merkittävästi.
- Hakkuutulojen määrä on annettu laskennan rajoitteena, joten ne pysyvät perusuralla tasaisena (600 000 e/v).



Hiilitunnusten kehitys 2024-2073 laskelmien mukaan

Perusura

TAPIO 

Puuston, maaperän ja puutuotteiden hiilivarastojen laskenta

Puuston hiilimäärä:

- Laskennassa ennustetaan puuston vuotuinen kasvu sekä lasketaan puuston biomassassa ja kasvussa sitoutuneen hiilen määrä. Kasvumalleina käytetään LUKE:n MOTTI-kasvumalleja ja biomassamalleina käytetään Repolan biomassamalleja*. Biomassamallit tuottavat tiedon kuiva-ainemassasta, jonka hiilen osuus on 50 %, joka muutetaan muuntokertoimella hiilidioksidimääräksi.

Maaperän hiilimäärä:

- Hiilen kulkeutuminen puustosta ja kasvillisuudesta maahan sisältää hakkuiden yhteydessä maastoon jäävät hakkuutähteet, luonnonpoistuman ja karikesadannan. Kivennäismaiden maaperän hiilitaseen muutoksia kuvataan Yasso15-mallien avulla (Tuomi ym. 2011)**. Turvemaiden maahiilen muutoksen mallintamisessa käytetään Kansallisen kasvihuonepäästöselvityksen lukuja

* 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>].

** Tuomi, M., Rasinmäki, J., Repo, A., Vanhala, P. & Liski, J. 2011 Soil carbon model Yasso07 graphical user interface. Environmental Modelling & Software 26(11): 1358–1362.

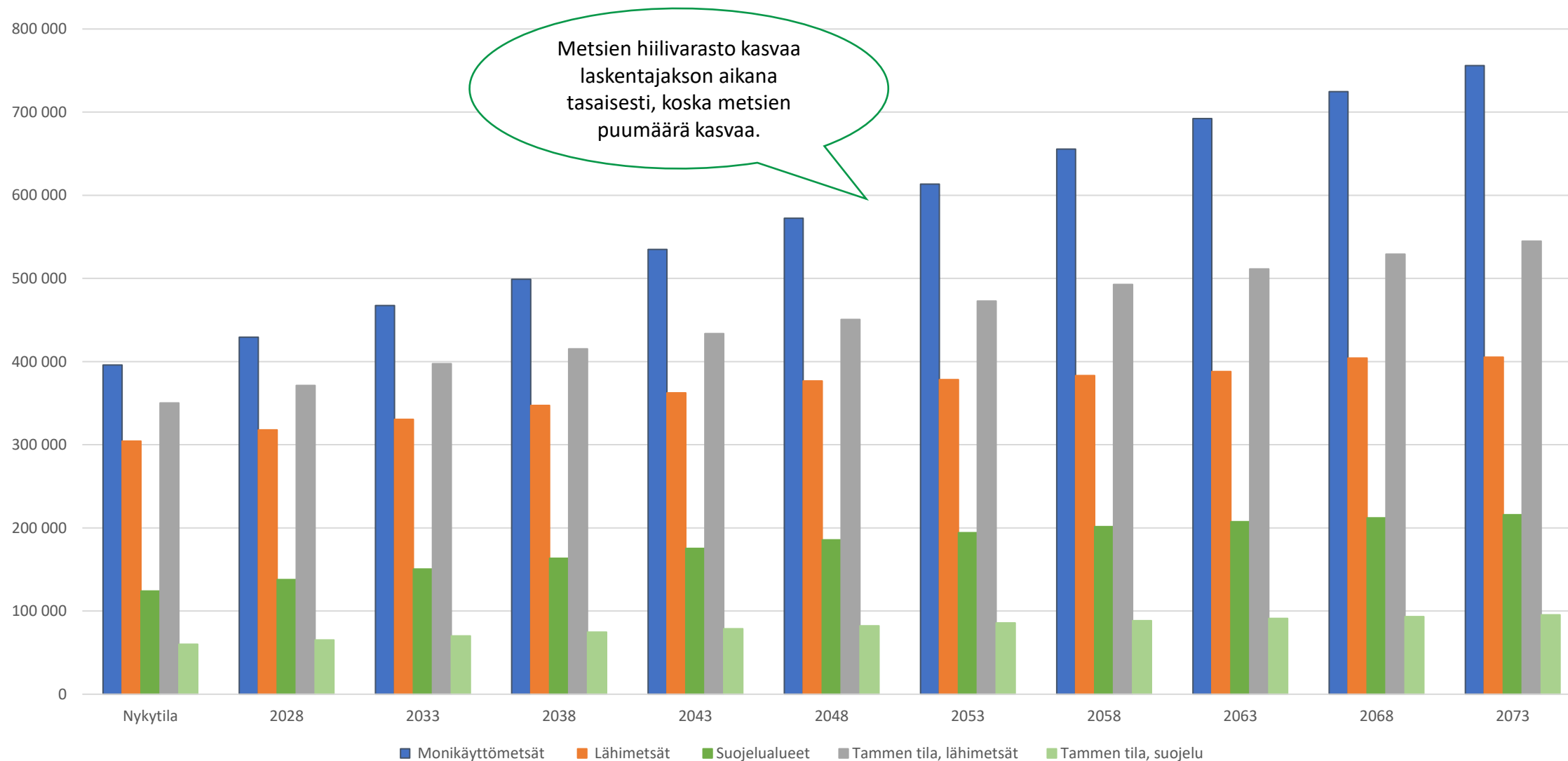
Hiilitaselaskentaan liittyviä termejä

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).

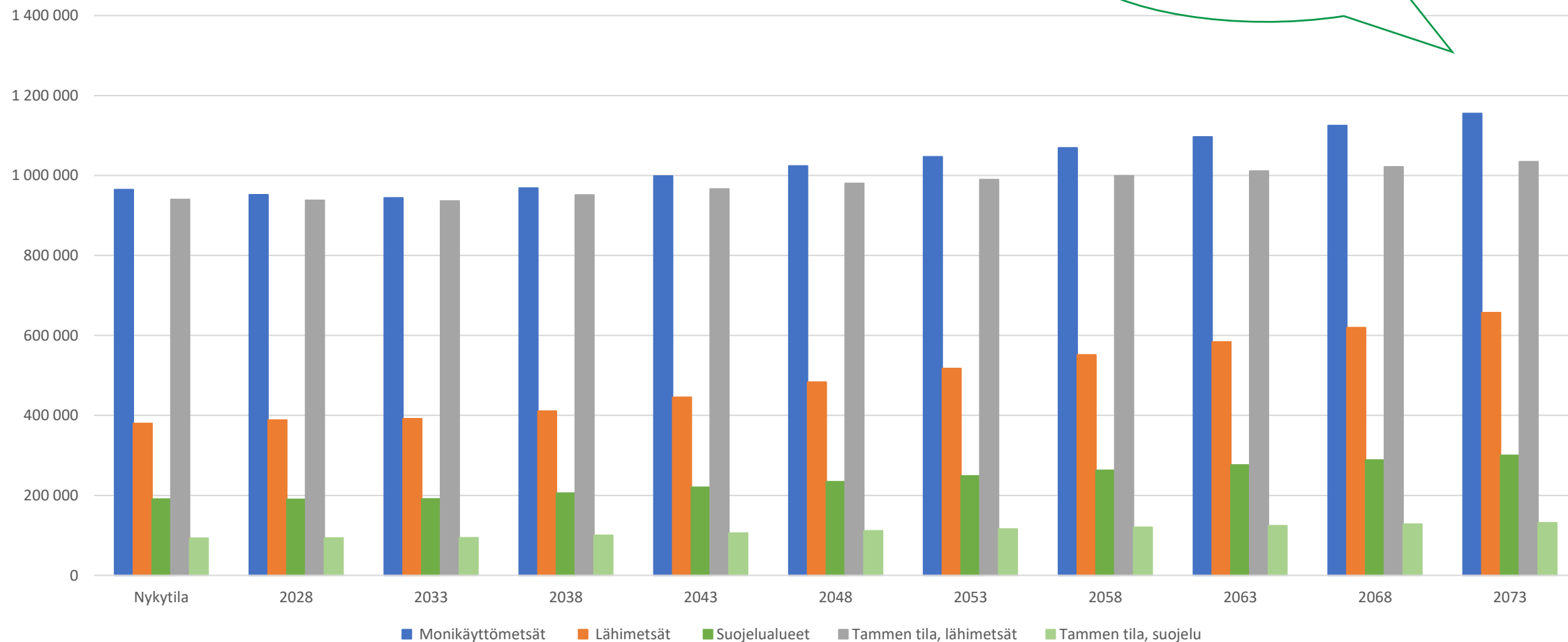
Hiilitase: Hiilitaseella kuvataan tässä tapauksessa puustoon ja maaperään sitoutuvan ja siitä poistuvan hiilen yhteenlaskettua määrää. Hiilitase ilmoitetaan muodossa (t CO₂/vuosi). Mikäli luku on positiivinen, metsiin sitoutuu enemmän hiiltä, kun sitä vapautuu ilmakehään.

Perusura: puuston hiilivaraston kehitys (tCO₂)

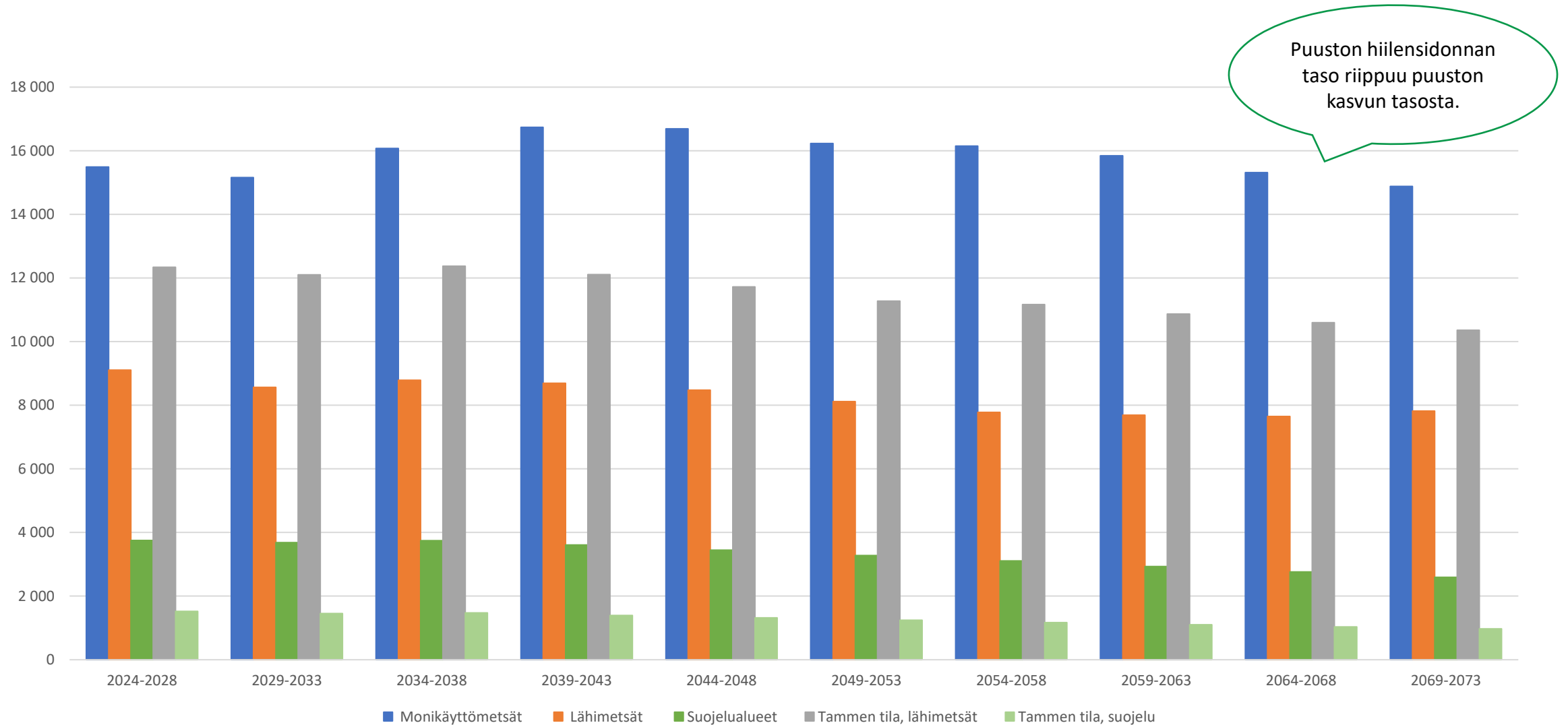


Maaperän hiilivaraston kehitys (tCO₂)

Kuvaaja osoittaa hyvin, kuinka vakaa maaperän hiilitase on pitkällä aikavälillä.

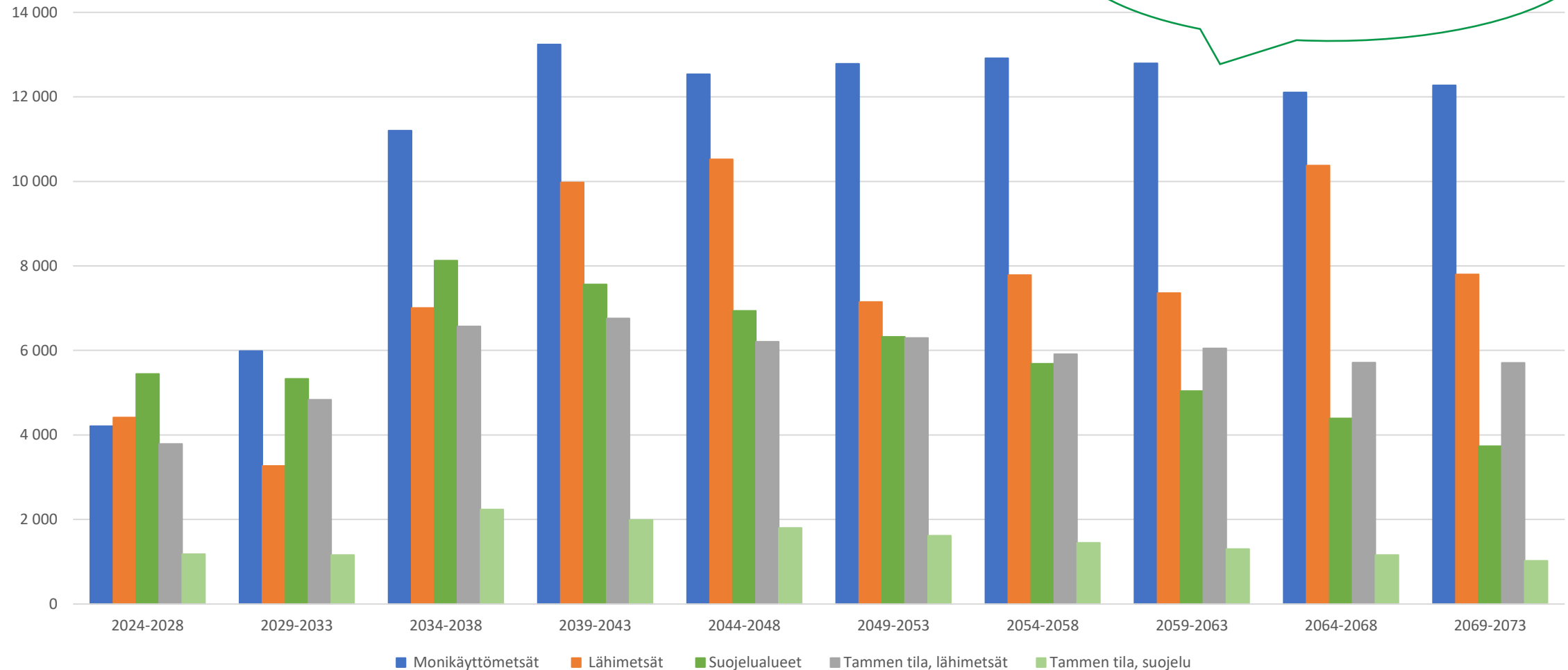


Puuston vuosittainen hiilensidonta (tCO₂/vuosi)



Hiilitase (tCO₂/vuosi)

Porin kaupungin hiilitase pienenee laskentakauden loppua kohti. Tämä johtuu puuston kasvun ja uudistumisen hiipumisesta, ja siksi puuston hiilensidonta vähenee.



- Hiilitase esittää yhteenlaskettuna puuston ja maaperän hiilitaseen. Kun hiilitase on positiivinen, sitoutuu metsiin enemmän hiiltä, kun sitä vapautuu ilmakehään. Tällä hetkellä Porin kaupungin hiilitase on positiivinen.
- Hiilitaseeseen vaikuttaa metsien vanheneminen. Porin kaupungin hiilitase pienenee laskentakauden loppua kohti. Tämä johtuu puuston kasvun ja uudistumisen hiipumisesta, ja tästä johtuen hiilensidonta vähenee.

Mitä hiililuvut tarkoittavat käytännössä? Perusura:

- Laskentajaksolla 2024-2073 Porin kaupungin metsien puuston ja maaperän keskimääräinen hiilitase on **31 707 t CO₂/vuosi**
 - Puuston ja maaperän hiilitaseella tarkoitetaan nielujen (puusto ja maaperä) ja päästöjen (hakkuu- ja luonnonpoistuma, hiilen hajoaminen maaperässä) erotusta. Mikäli luku on positiivinen, metsiin sitoutuu enemmän hiiltä, kun sitä vapautuu ilmakehään.
- Keskimääräinen vuotuinen hiilitase vastaa **yli 215 miljoonan henkilöautokilometrin päästöjä** (215 547 247 km)
 - Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keskimääräinen hiilidioksidipäästö Suomessa oli **147,1 g/km** vuonna 2021 (Trafi 2022)
- Keskimääräinen vuotuinen hiilitase kattaa **yli 3 000 keskivertosuomalaisen vuotuisen hiilijalanjäljen**
 - Keskivertosuomalaisen **hiilijalanjälki** vuodessa on **10,3 t CO₂** (Sitra 2019)
- Puurunkoisen pientalon (nettoala 213 m²) lämmitystarve on vuodessa 9 956 kWh/vuosi
 - Tämän lisäksi oletetaan käyttöveden lämmitykseen tarvittavan energian määrän olevan vuodessa 3 183 kWh/vuosi
- Pientalon lämmitysratkaisut voidaan toteuttaa seuraavasti:
 - Sähkölämmityksellä: päästöt 2 153 kg CO₂/vuosi
 - Kaukolämmöllä: päästöt 2 637 kg CO₂/vuosi
 - Maalämmöllä: päästöt 804 kg CO₂/vuosi
- Laskentajaksolla 2024-2073 Porin kaupungin metsien puuston ja maaperän keskimääräinen hiilitase on **31 707 (t CO₂/vuosi)**
- Porin kaupungin metsien puuston ja maaperän keskimääräisellä vuotuisella hiilitaseella pystytään kattamaan vastaavanlaisien pientalojen lämmityspäästöt seuraavasti (pientalojen määrä, kpl):

Sähkölämmitys	Kaukolämpö	Maalämpö
14 727	12 024	39 437

Laskennassa käytetyt luvut ja oletukset perustuvat julkaisuun: Lindgren, S. 2019. Pientalon lämmityksen hiilijalanjälki. Saatavilla: <https://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2019/05/31/pientalon-lammityksen-hiilijalanjalki/>

Vertailulaskemat

Suurin kestävä hakkuumäärä

- **Suurin kestävä hakkuumäärä** -skenaarion tavoitteena oli hahmottaa puuston kasvuun sidottu suurin mahdollinen tasainen hakkuumäärä seuraavalle 50 vuodelle.
- Laskennassa noudatettiin laskentaskenaarion 1 mukaisia hoitoluokkakohtaisia metsien hoitotapoja.
- Laskentaa rajoitettiin vain puuston kasvuun sidotuilla hakkuumäärillä. Toisin sanoen laskennan rajoitteena oli, että hakkuumäärät eivät saa laskentajakson missään vaiheessa ylittää puuston kasvua.
- Puuston kasvuun sidotun hakkuumäärän rajoitetta sovellettiin monikäyttömetsissä, joissa tunnistettiin mahdollisuuksia hakkuumäärän kasvattamiseen.
- Lähimetsien käyttöä ohjaa rajoitteet metsien käsittelytavoissa (vain poiminta- ja pienaukkohakkuut) taloudellisia tavoitteita enemmän, joten lähimetsille ei ole tehty erillisiä laskelmia suurinta hakkuumäärää tavoitellen.
- Tammen tilan lähimetsien laskentaperusteita ei myöskään ole muutettu perusuraan nähden, sillä Tammen tilalla lähimetsien käsittely ohjaa muut kuin taloudelliset tavoitteet.
- Sekä Tammen tilan suojelualueiden sekä muiden suojelualueiden laskentaperusteita ei muutettu perusuraan nähden, sillä nämä alueet on jätetty käsittelyjen ulkopuolelle kokonaan.

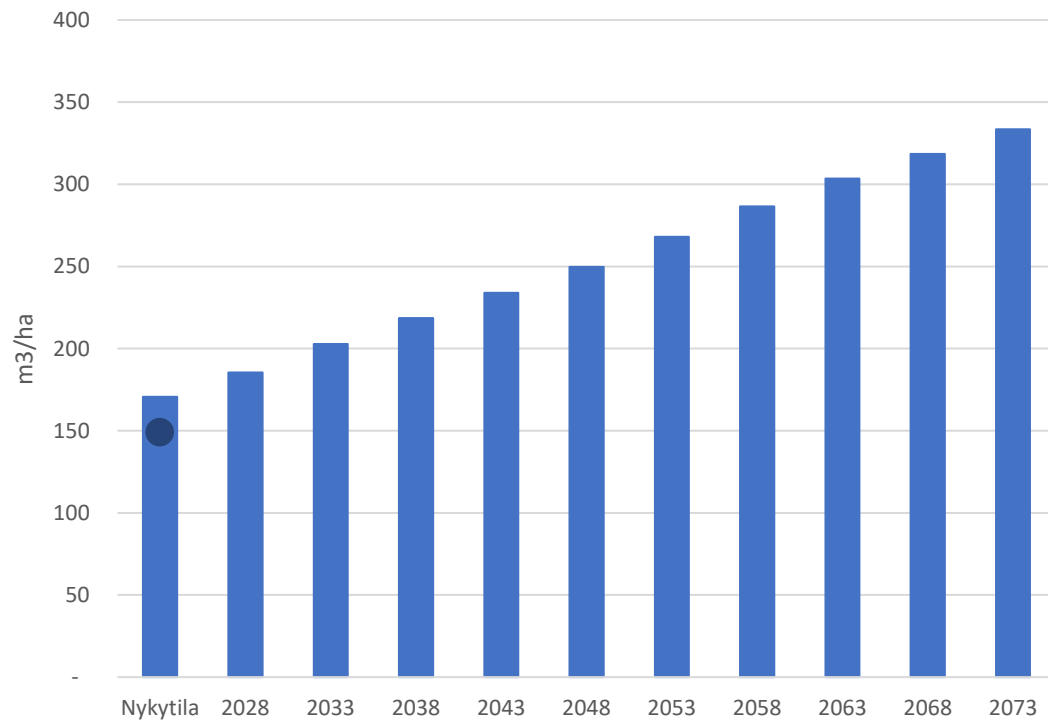
Suurin kestävä hakkuumäärä - määrittely

- **Suurinta laskennallista hakkuumäärää on haettu monikäyttömetsille**, jotka ovat täydessä talouskäytössä. Monikäyttömetsissä havaittiin perusuran laskennassa potentiaalia hakkuumäärän nostamiseen.
- Lähimetsien käsittelyä ohjaa metsien käyttö taloudellisia tavoitteita enemmän, joten **lähimetsille ei ole järkevää hakea suurinta hakkuumäärää**. Lähimetsät sijaitsevat taajama-alueella tai virkistysalueilla, joten metsien hoidossa noudatetaan jatkuvan kasvatuksen periaatteita. Kuitenkin menetelmien käyttö voi poiketa talousmetsistä.
 - Tavoitteena voi olla jättää lähimetsiin esimerkiksi suurimmat puut kasvamaan maisemasyistä.
 - Jatkuvan kasvatuksen nettonykyarvoa maksimoiva laskentamalli pyrkii toisaalta poistamaan arvokkaimmat puut kuvioilta, mikä ei virkistysmetsissä/lähimetsissä ole tavoitteena.
- Tammen tilalla toteutetaan retkeily- ja virkistyskäyttöpainotteista metsänhoitoa, joten **Tammen tilan lähimetsille ei ole myöskään mielekästä hakea suurinta hakkuumäärää**.
- Suojelualueet sekä Tammen tilalla että muualla lasketetaan ilman toimenpiteitä simuloiden vain suojelualueiden metsien kasvua.

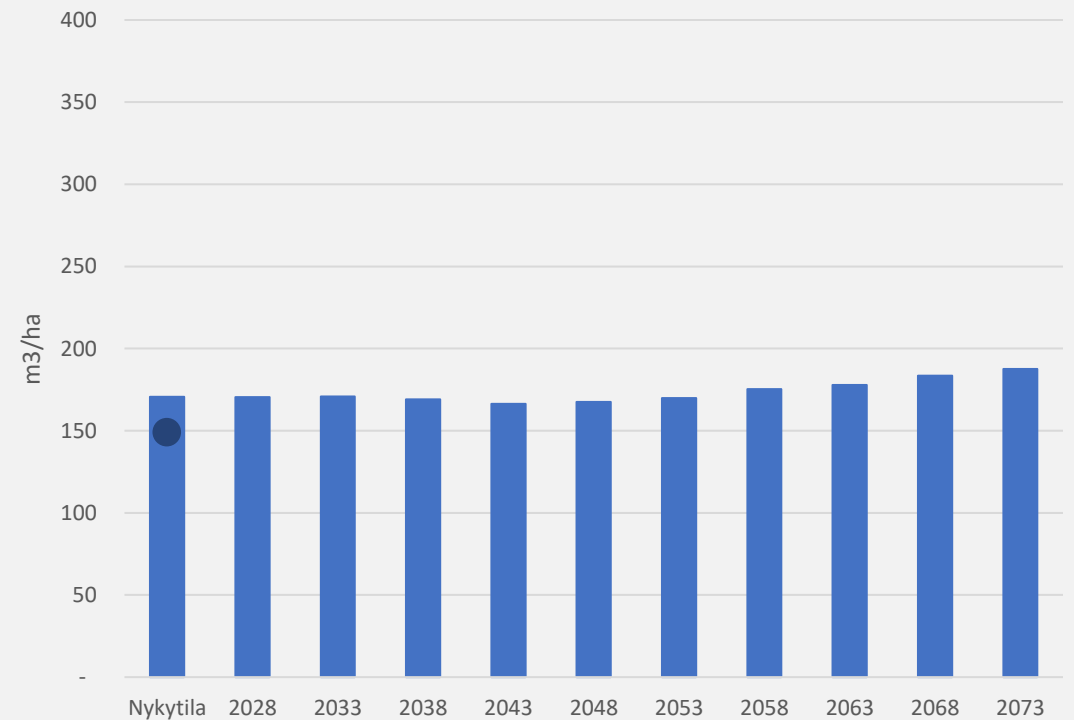
Puuston keskitilavuuden kehitys (m³/ha) MONIKÄYTTÖMETSÄT

Keskitilavuus kehittyy maltillisesti, koska hakkuiden määrä on jatkuvasti kasvun verran.

Perusura

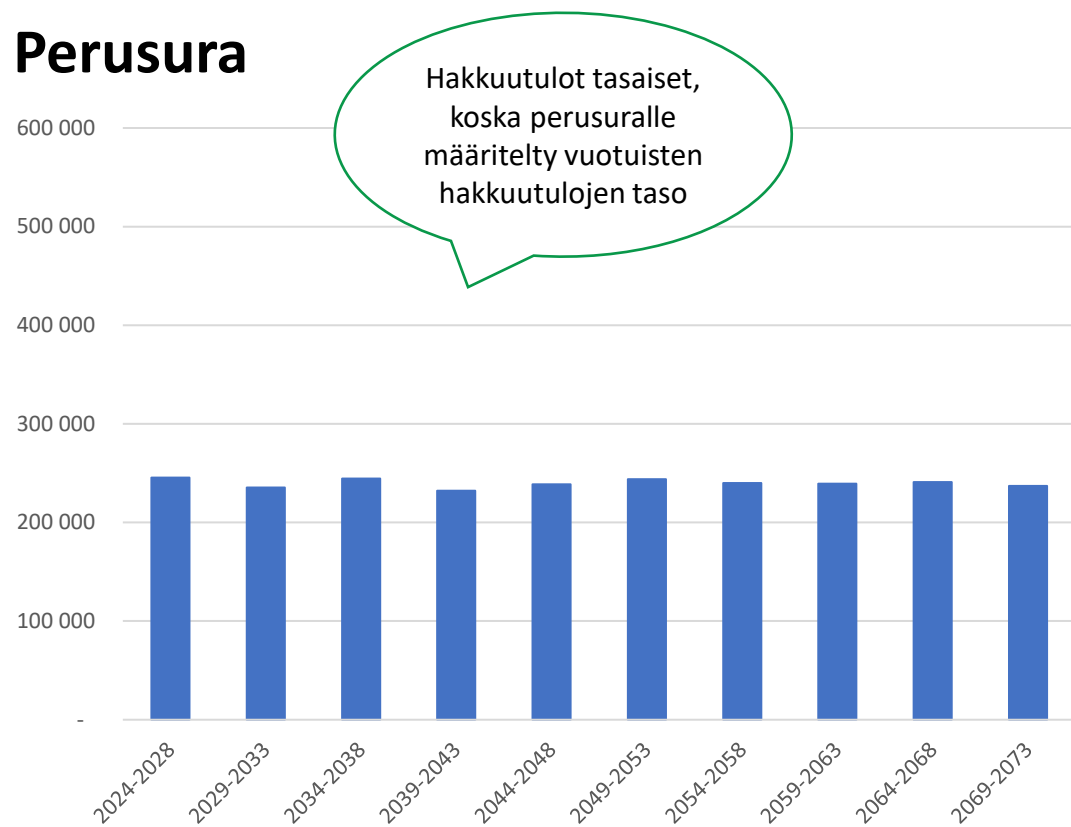


Suurin kestävä hakkuumäärä

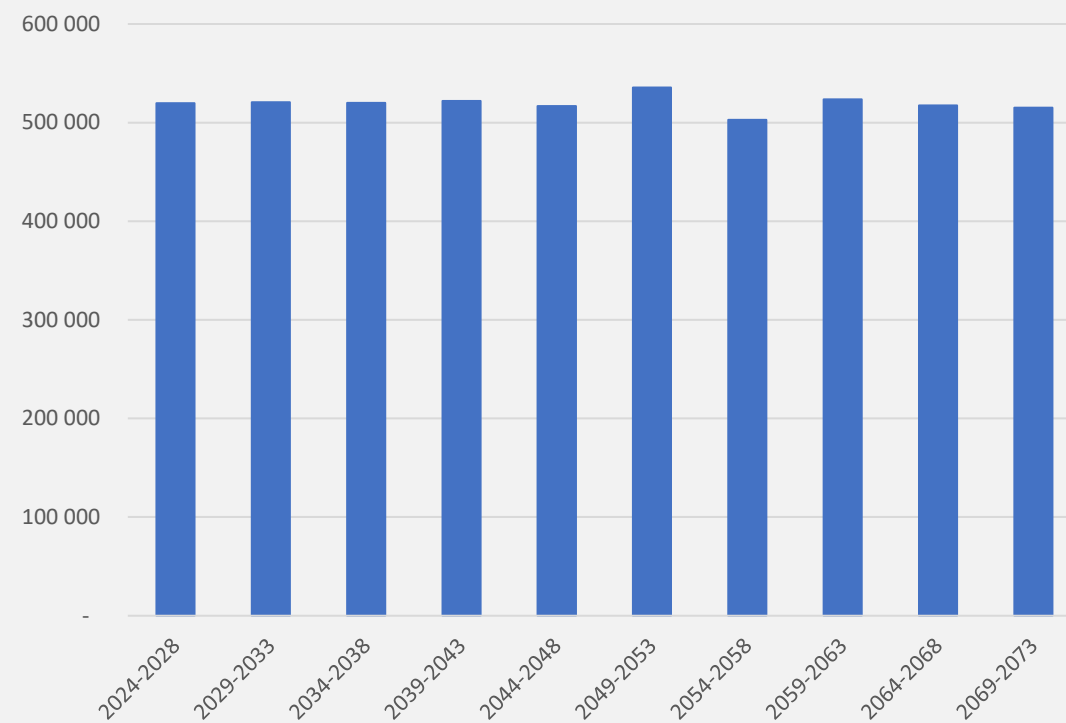


Hakkuutulot (€/vuosi) MONIKÄYTTÖMETSÄT

Perusura



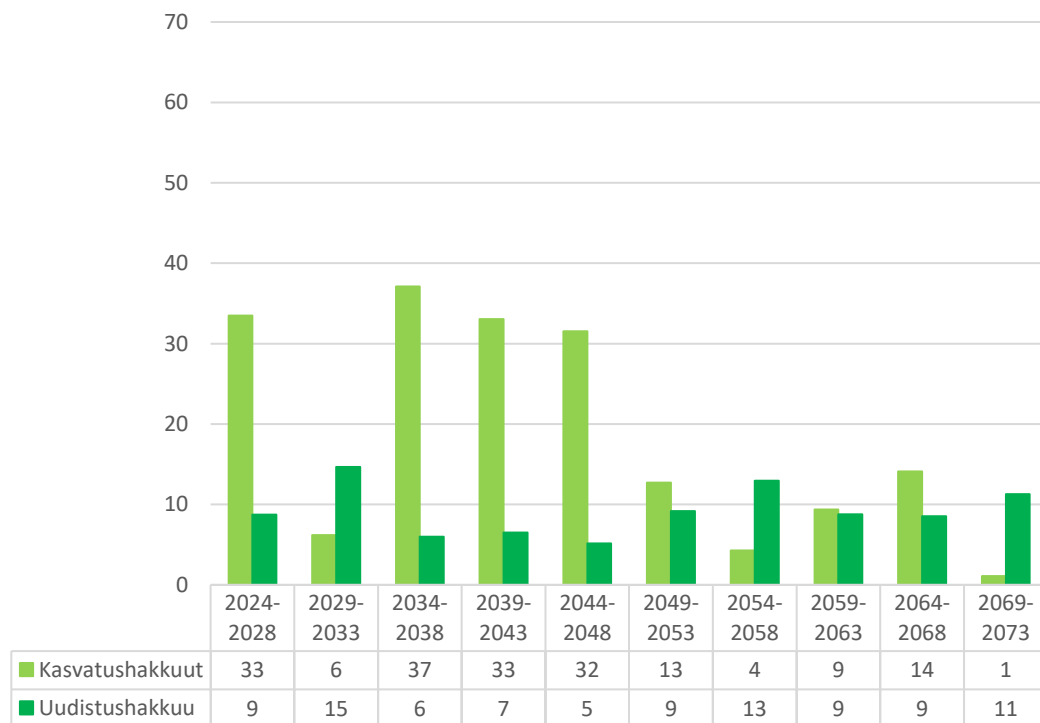
Suurin kestävä hakkuumäärä



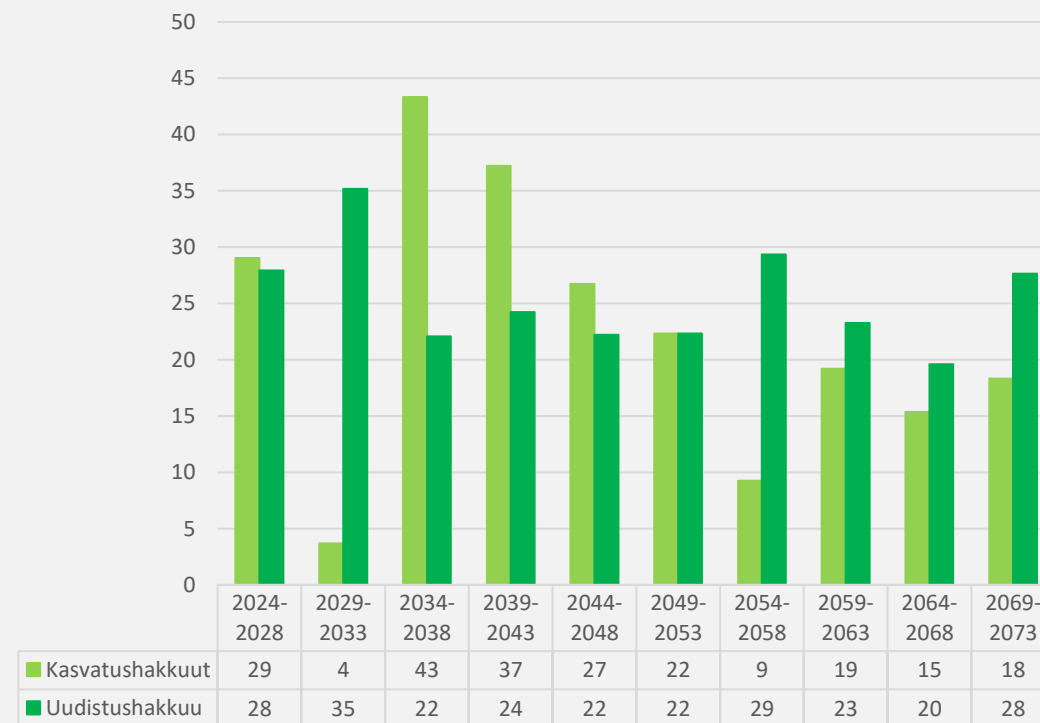
Hakkuupinta-alat toimenpiteittäin (ha/vuosi) MONIKÄYTTÖMETSÄT

Suurin kestävä hakkuumäärä – skenaariossa näkyy kertyneet hakkuurästit laskentajakson alun suurina hakkuumäärinä → malli simuloi rästejä pois.

Perusura

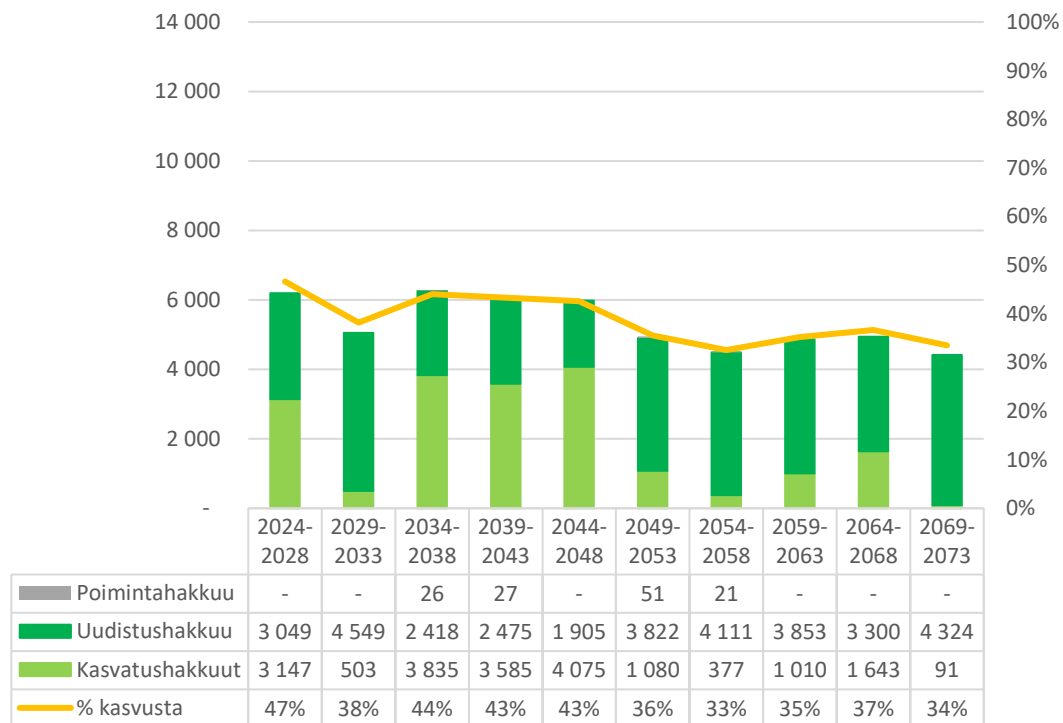


Suurin kestävä hakkuumäärä

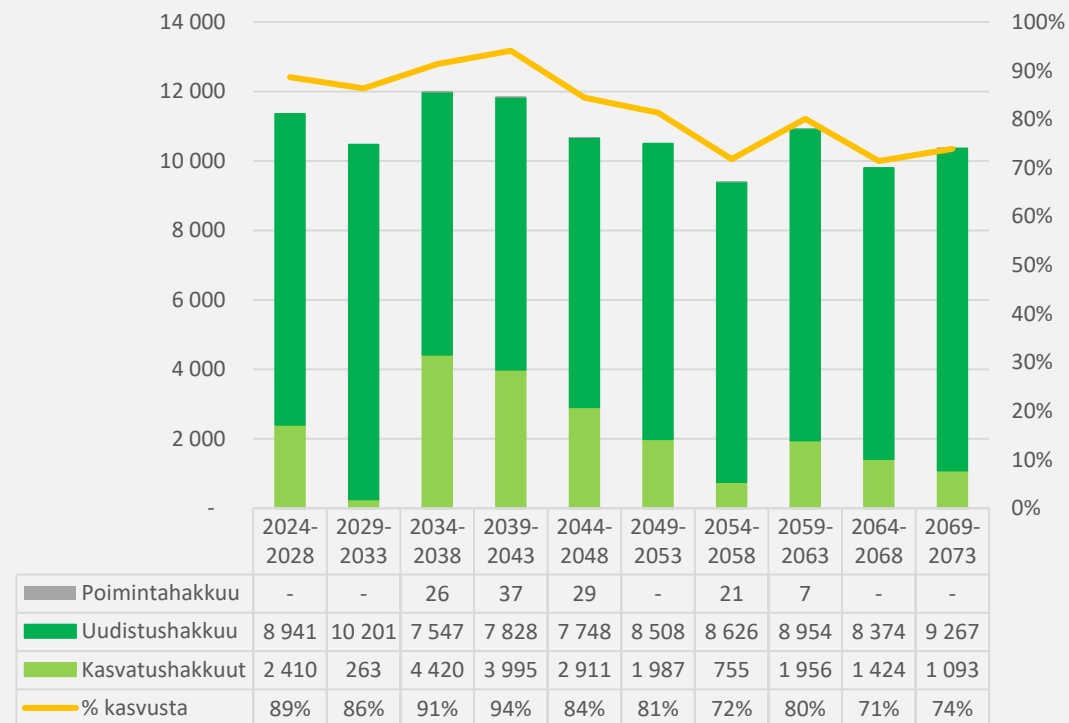


Hakkuumäärät toimenpiteittäin (m³/vuosi) sekä % kasvusta MONIKÄYTTÖMETSÄT

Perusura



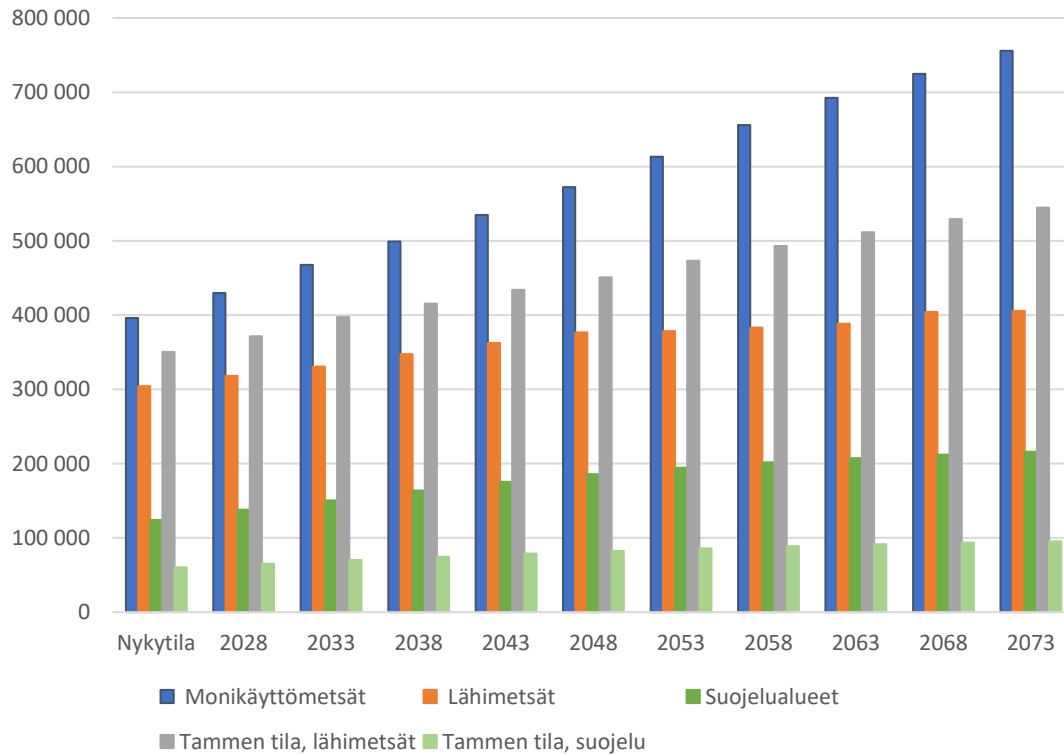
Suurin kestävä hakkuumäärä



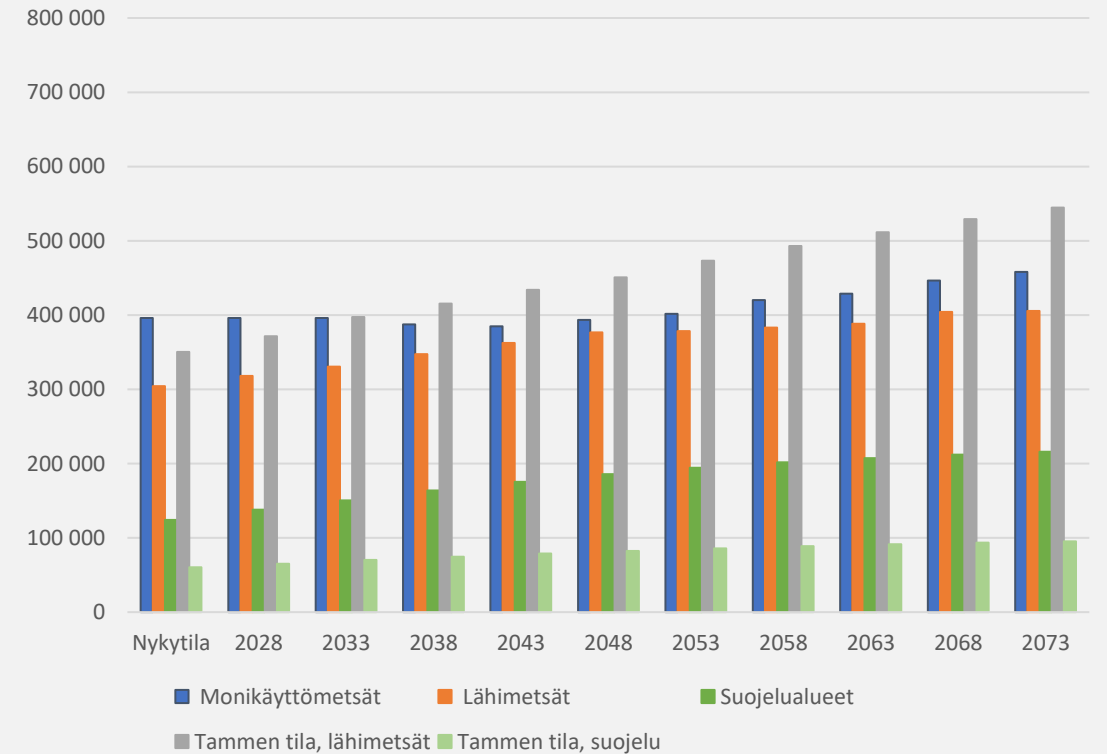
Puuston hiilivaraston kehitys (tCO₂)

Suurin kestävä hakkuumäärä –skenaariossa näkyy kertyneet hakkuurästit laskentajakson alun suurina hakkuumäärinä → Tämä vaikuttaa myös hiilitaseeseen monikäyttömetsissä. Tällöin hiilitase on negatiivinen monikäyttömetsien osalta, koska hakkuumäärät ovat korkeita.

Perusura



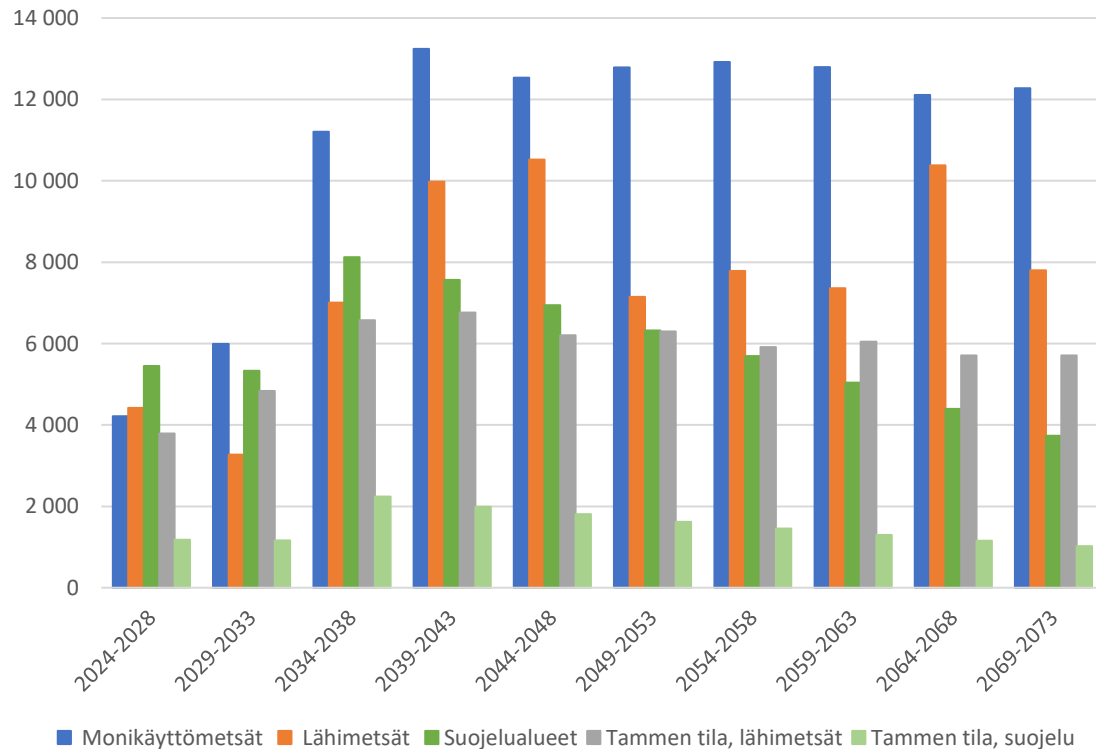
Suurin kestävä hakkuumäärä



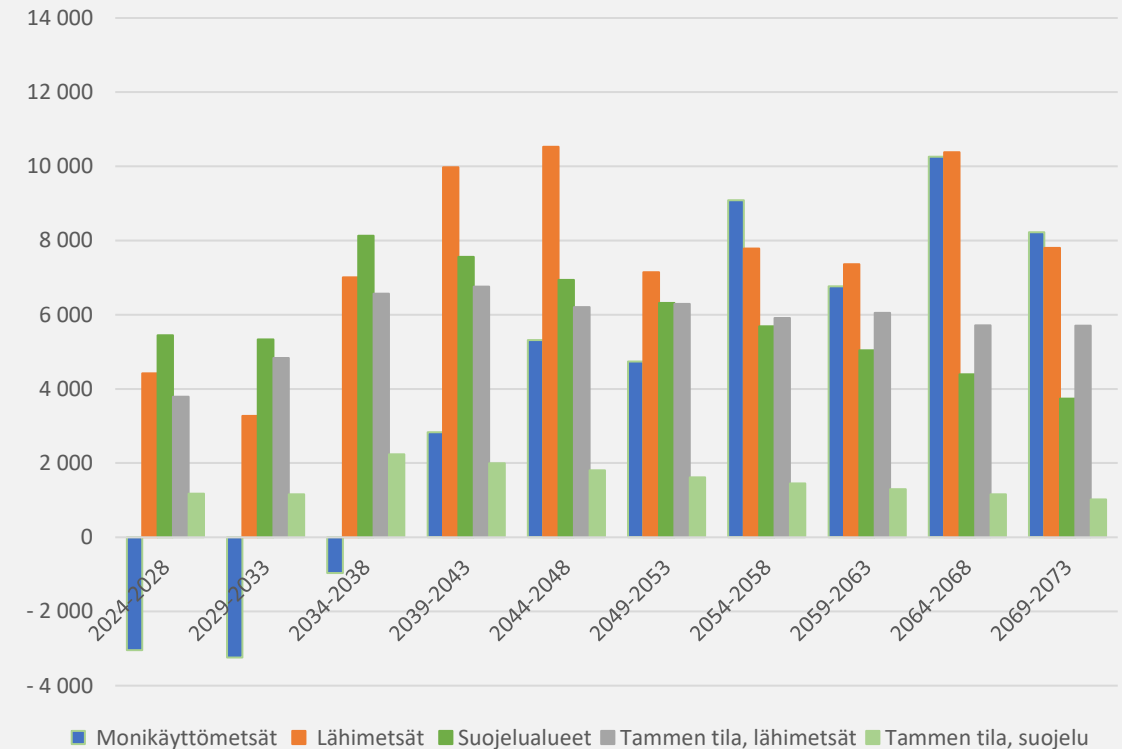
Hiilitase (tCO₂/vuosi)

Monikäyttömetsien hiilitase on ensimmäisillä 5-vuotiskausilla negatiivinen erityisesti kasvavien uudistushakkuumäärien takia. Hiilitase kääntyy positiiviseksi uudistusalojen puustojen varttuessa nuoriksi hyväkasvuiseksi metsiksi.

Perusura



Suurin kestävä hakkuumäärä



- Hiilitaseessa on mukana kaikki metsäluokat. Suurin kestävä hakkuumäärä on laskettu monikäyttömetsille. Lähimetsille, suojelualueille ja Tammen tilalle ei ole erikseen laskettu suurinta hakkuumäärää. Kuvaajassa esitetään näille samoja arvoja kuin perusuralla.

Mitä hiililuvut tarkoittavat käytännössä? Suurin kestävä hakkuumäärä:

- Laskentajaksolla 2024-2073 Porin kaupungin metsien puuston ja maaperän keskimääräinen hiilitase on **22 867 t CO₂/vuosi**
 - Puuston ja maaperän hiilitaseella tarkoitetaan nielujen (puusto ja maaperä) ja päästöjen (hakkuu- ja luonnonpoistuma, hiilen hajoaminen maaperässä) erotusta. Mikäli luku on positiivinen, metsiin sitoutuu enemmän hiiltä, kun sitä vapautuu ilmakehään.
- Keskimääräinen vuotuinen hiilitase vastaa **yli 155 miljoonan henkilöautokilometrin päästöjä** (155 452 073 km)
 - Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keskimääräinen hiilidioksidipäästö Suomessa oli **147,1 g/km** vuonna 2021 (Trafi 2022)
- Keskimääräinen vuotuinen hiilitase kattaa **yli 2 220 keskivertosuomalaisen vuotuisen hiilijalanjäljen**
 - Keskivertosuomalaisen **hiilijalanjälki** vuodessa on **10,3 t CO₂** (Sitra 2019)
- Puurunkoisen pientalon (nettoala 213 m²) lämmitystarve on vuodessa 9 956 kWh/vuosi
 - Tämän lisäksi oletetaan käyttöveden lämmitykseen tarvittavan energian määrän olevan vuodessa 3 183 kWh/vuosi
- Pientalon lämmitysratkaisut voidaan toteuttaa seuraavasti:
 - Sähkölämmityksellä: päästöt 2 153 kg CO₂/vuosi
 - Kaukolämmöllä: päästöt 2 637 kg CO₂/vuosi
 - Maalämmöllä: päästöt 804 kg CO₂/vuosi
- Laskentajaksolla 2024-2073 Porin kaupungin metsien puuston ja maaperän keskimääräinen hiilitase on **22 867 (t CO₂/vuosi)**
- Porin kaupungin metsien puuston ja maaperän keskimääräisellä vuotuisella hiilitaseella pystytään kattamaan vastaavanlaisien pientalojen lämmityspäästöt seuraavasti (pientalojen määrä, kpl):

Sähkölämmitys	Kaukolämpö	Maalämpö
10 621	8 672	28 442

Laskennassa käytetyt luvut ja oletukset perustuvat julkaisuun: Lindgren, S. 2019. Pientalon lämmityksen hiilijalanjälki. Saatavilla: <https://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2019/05/31/pientalon-lammityksen-hiilijalanjalki/>

Yhteenveto: Puuston kehitys laskelmien mukaan suurimmassa kestävässä hakkuumäärässä 1/2

- Suurin kestävä hakkuumäärä monikäyttömetsissä:
 - Puuston tilavuuden kasvu tasoittuu perusuraan verrattuna. Koska on haettu suurinta kestävää hakkuumäärää, puuston keskitilavuus kuitenkin kasvaa hieman koko ajan.
 - Keskitilavuuden kasvu myös tasoittuu vastaavasti, kun puusto uusiutuu nopeammin ja pysyy siten paremmassa myös kasvukunnossa perusuraan verrattuna.
- **Jos vuotuisesta kasvusta hakataan keskimäärin 81 % laskentakaudella, on monikäyttömetsissä mahdollista nostaa hakkuumääriä.**
 - Perusuralla hakkuukertymä on keskimäärin 5 300 m³/vuosi ja tällöin hakataan noin 40 % kasvusta. Hakkuutulo on keskimäärin 600 000 eroa vuodessa.
 - Suurimmalla kestäväällä hakkuumäärällä hakkuukertymä on keskimäärin 10 000 m³/vuosi ja tällöin hakataan keskimäärin 81 % kasvusta laskentakaudella. Tällöin hakkuutulot olisivat keskimäärin 950 000 euroa vuodessa.

Yhteenveto: Puuston kehitys laskelmien mukaan suurimmassa kestävässä hakkuumäärässä 2/2

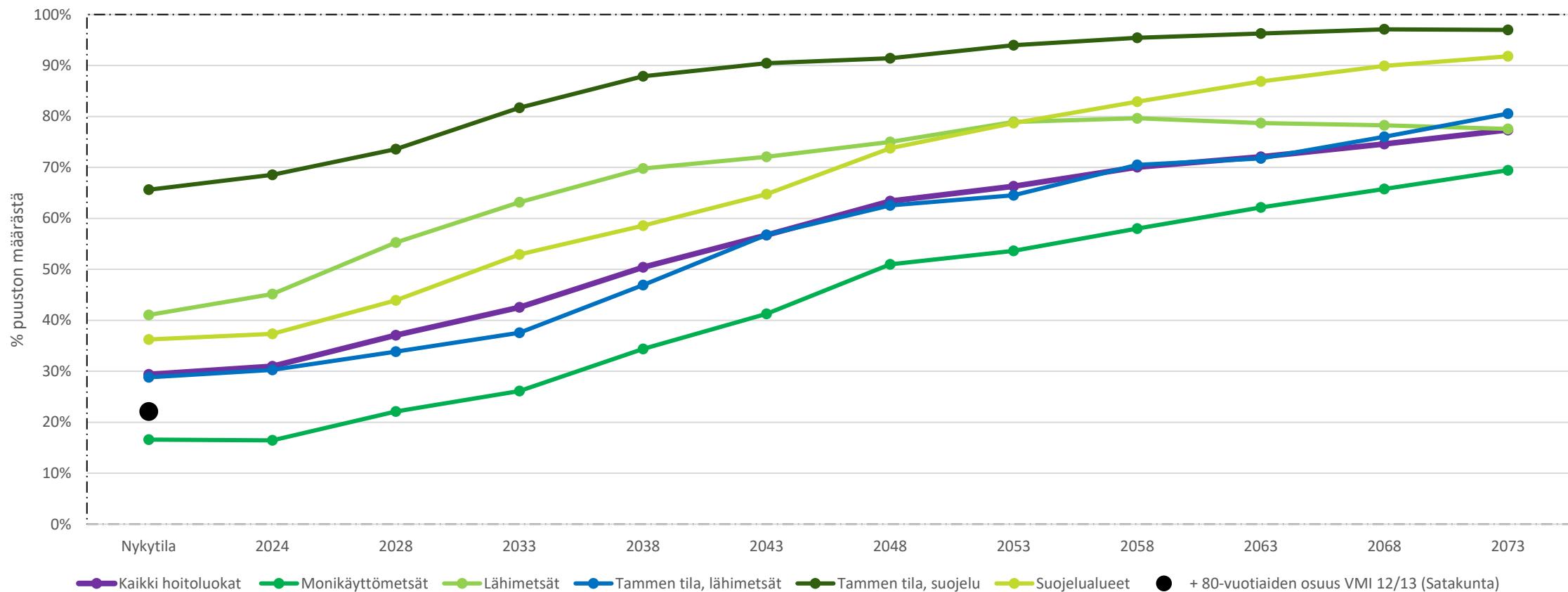
- Suurin kestävä hakkuumäärä on teoreettinen yläraja. Käytännössä vuotuisen kasvun tasolle nostetut hakkuumäärät ovat epärealistisia. **Suurimman kestävän hakkuumäärän tarkastelu hyödyttää Porin kaupungin metsien hoidon pitkän aikavälin suunnittelua määrittämällä kestävän hakkuutason selkeän ylärajan.**
- Nykyisen metsänhoidon tason (=perusuran) ja suurimman kestävän hakkuumäärän vertailu havainnollistaa sitä, miten metsänhoitoa on mahdollista kehittää.
- Suurinta kestävää hakkuumäärää simuloiva laskenta ei kuitenkaan ota huomioon:
 - Metsäkiinteistöjen keskinäistä sijaintia tai kokoa
 - Hakkuualueiden välisiä etäisyyksiä: Varsinaisten toimenpiteiden suunnittelussa tarkastellaan metsiköiden sijaintia, mikä ei tule näissä laskelmissa esille.
 - Monikäyttömetsissä olevia mahdollisia ulkoilureittejä tai muita talouskäytön kuvioiden erillisarvoja.
 - Säästöpuita ja muita jättöpuita
 - Vesistöjen suojavyöhykkeitä



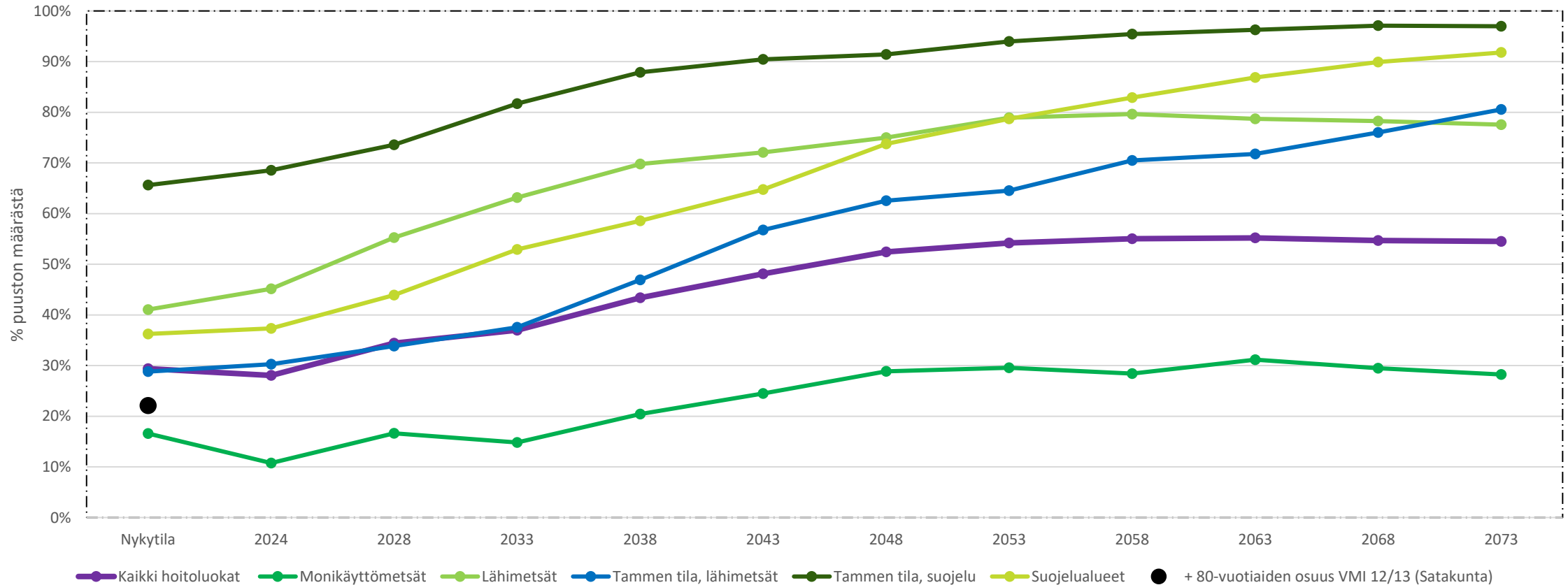
Luonnon monimuotoisuuden arviointi
laskelmien avulla 2024-2073

TAPIO 

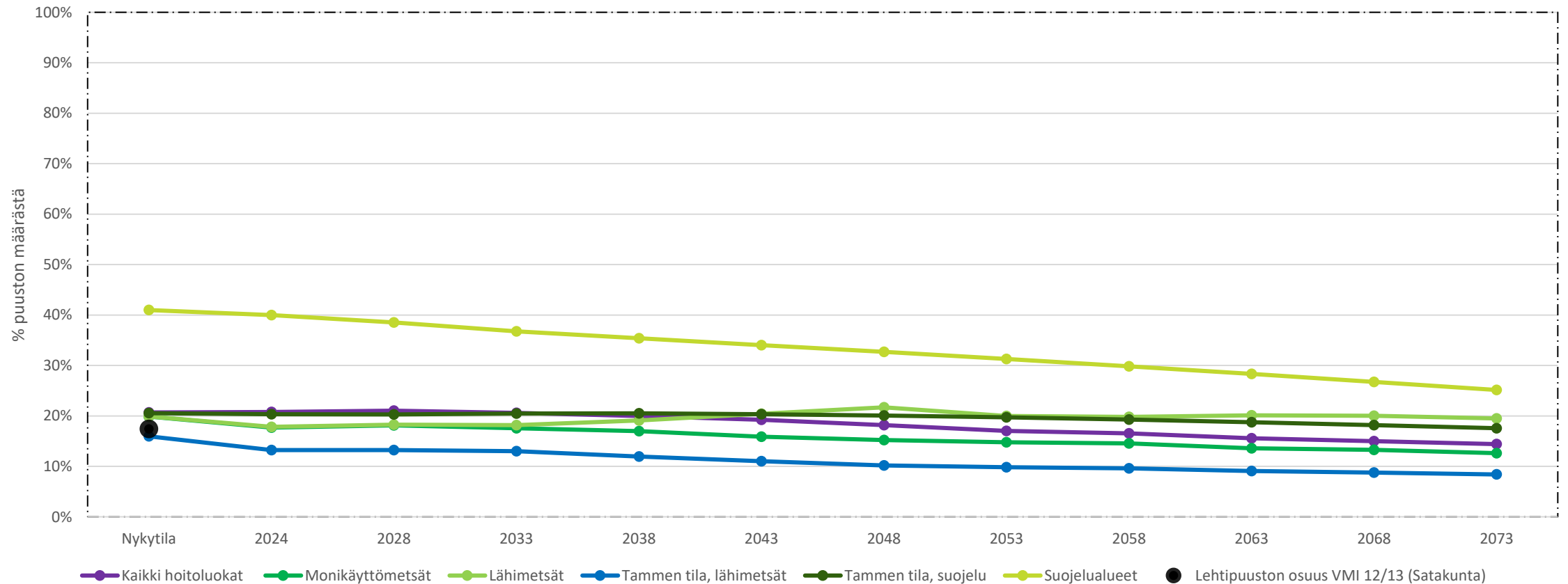
Yli 80-vuotiaiden metsien määrän kehitys (perusura)



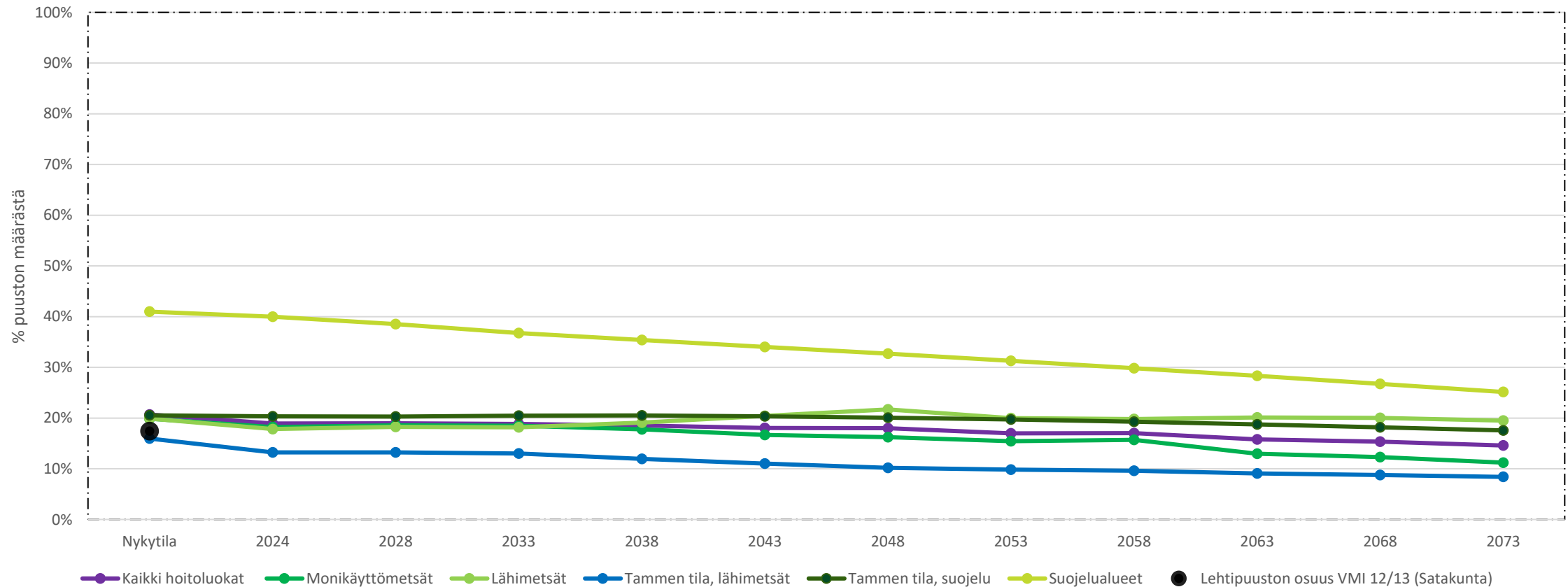
Yli 80-vuotiaiden metsien määrän kehitys (suurin kestävä hakkuumäärä)



Lehtipuuosuuden kehittyminen (perusura)



Lehtipuuosuuden kehittyminen (suurin kestävä hakkuumäärä)



Yhteenveto luonnon monimuotoisuuden arvioinnista osana laskentoja

- Perusuralla, jossa hakataan merkittävästi alle kasvun, yli 80-vuotiaan puuston osuus kasvaa voimakkaasti kaikissa hoitoluokissa.
- Suojelualueilla ei tehdä lainkaan hakkuita, joten yli 80-vuotiaan puuston määrä kasvaa kaikilla suojelualueilla.
- Suurin kestävä hakkuumäärä on laskettu vain monikäyttömetsille. Suurimmalla kestäväällä hakkuumäärällä yli 80-vuotiaan puuston kasvu tasoittuu monikäyttömetsissä. Muiden hoitoluokkien vanhan puuston osuuden kasvu korottaa kaikkien hoitoluokkien yhteenlaskettua vanhojen metsien osuuden kasvua nousevaksi tässäkin vaihtoehdossa.
- Lehtipuun määrä ei kasva laskennassa erityisesti missään skenaariossa, sillä laskennassa käytetään nettonykyarvon maksimointia. Lehtipuilla on suhteessa alhaiset kantohinnat havupuihin verrattuna, joten nettonykyarvoa maksimoitaessa lehtipuuta ei suosita.
- Käytännön toiminnassa monimuotoisuutta tukevaa lehtipuiden osuutta on mahdollista kasvattaa koko laskentakautena esimerkiksi suosimalla lehtipuuta harvennuksissa .

Kiitos!

Heidi Hintikka

Tapio Palvelut Oy

TAPIO 