



Hakkuusuunnitteiden laskenta hoitoluokittain Jyväskylän kaupungille

Mikko Niemi & Mikko Lumperoinen
Tapio Silva Oy

Maaliskuu–huhtikuu 2018



Hakkuusuunnitelaskennan periaate



- Laskenta perustui Jyväskylän kaupungin ForestKIT-järjestelmässä olevaan metsäsuunnitelmaan. Aineisto on kopioitu laskentaa varten 19.2.2018.
- Laskelman tarkoituksena on ennustaa metsien tulevaa kehitystä ja hoitoluokittain määritettyjen hakkuusuunnitteiden taloudellisia vaikutuksia, jotta Jyväskylän kaupunki voisi suunnitella metsien käyttöä pitkällä aikavälillä ja saisi metsistään suurimman mahdollisen hyödyn. Hoitoluokat on määritetty seuraavasti:
 1. Talousmetsät (C4) ja maankäytön muutosalueet (R)
 2. Ulkoilu- ja virkistysmetsät (C2)
 3. Lähimetsät (C1)
 4. Arvometsät (C3) ja suojametsät (C5)
 5. Suojelumetsät

Simulointi ja optimointi IPTIM-ohjelmistolla

- Metsien kehitys, metsänhoitotarpeet ja hakkuumahdollisuudet ennustetaan kasvumallien perusteella:
 - Puuston kasvu mallinnetaan Luonnonvarakeskuksen laatimilla, alueellisesti kalibroiduilla MELA 2002 -kasvumalleilla.
 - Metsänhoitotyöt ja hakkuumahdollisuudet perustuvat Hyvän metsänhoidon suositusten mukaiseen metsien käsittelyyn.
 - Taloudellisesti tuottavimman ja metsänomistajan tavoitteiden mukaisen vaihtoehdon löytämisessä käytetään lineaarista optimointia.



Hakkuusuunnite 1

Talousmetsät (C4) ja maankäytön muutosalueet (R)

Laskentatehtävän tavoite:

- Nettotulojen nykyarvon maksimointi 3 % korkokannalla

Rajoitteet:

- Vuotuinen hakkuukertymä enintään lähtöhetken vuotuisen kasvun suuruinen (= 23 211 m³/vuosi)
- Metsiä käsitellään Hyvän metsänhoidon suositusten mukaisesti

Laskentajakso on 50 vuotta, eli vuodet 2018-2067

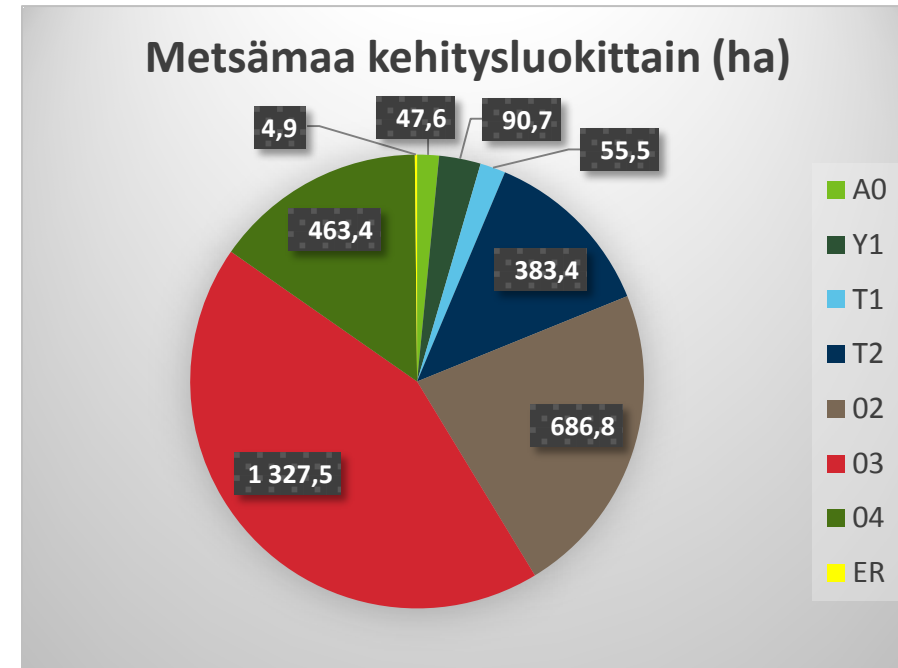
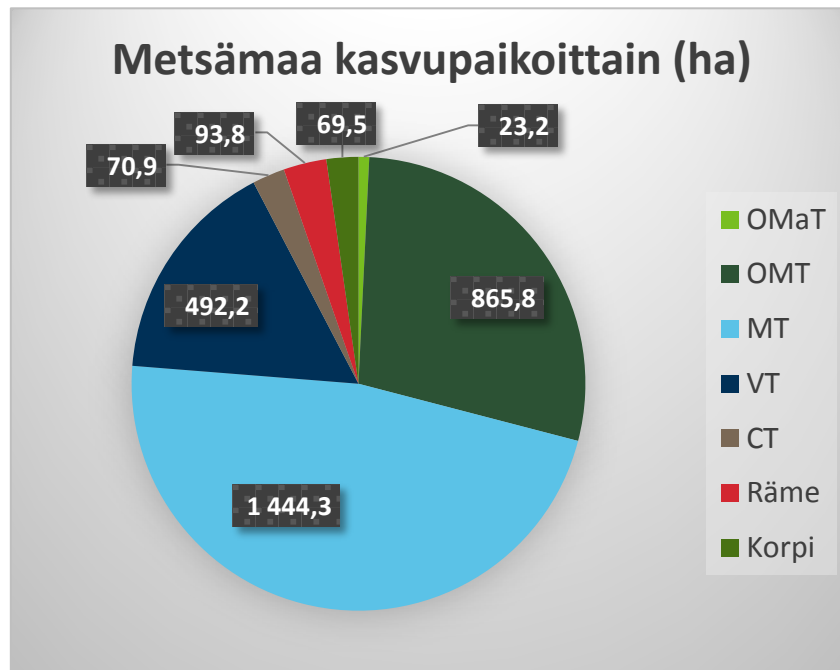


Puuston nykytila

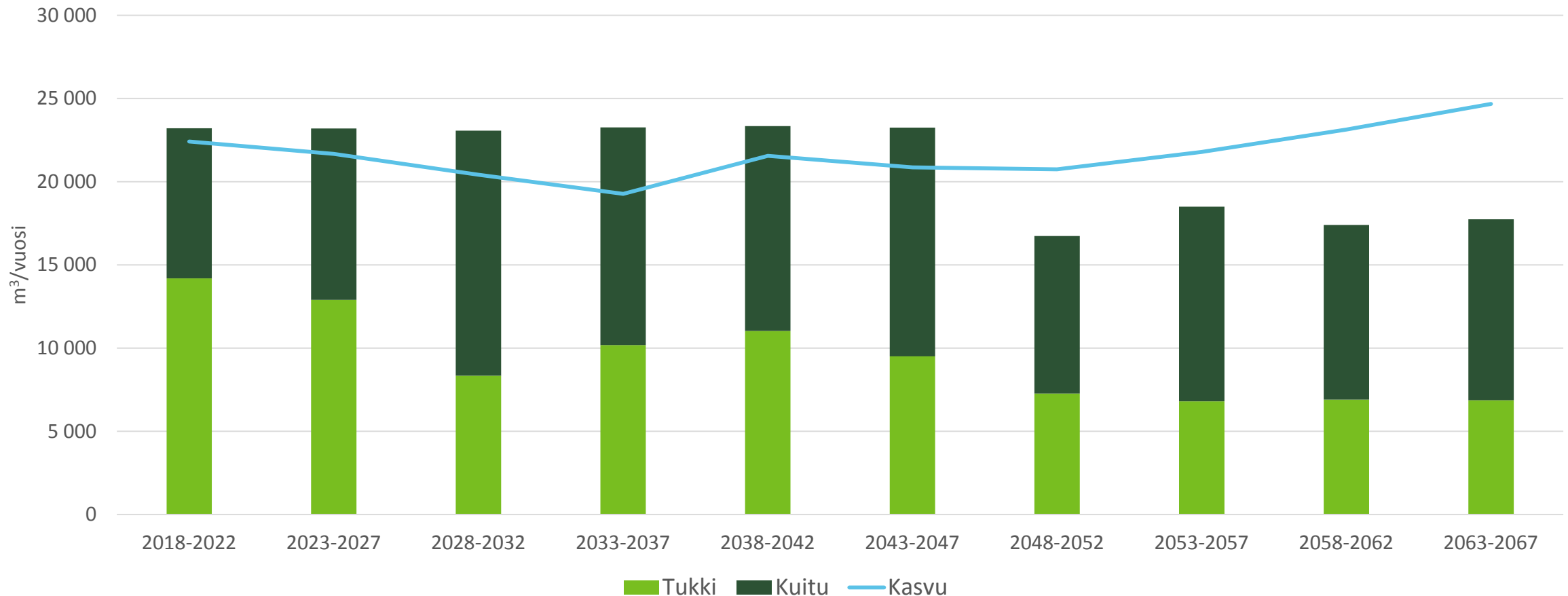


- Metsämaan pinta-ala **3 060 ha**
- Puusto puutavaralajeittain:
 - Tukkipuu: **170 141 m³**
 - Kuitupuu: **271 775 m³**
 - Hukkapuu: **25 157 m³**

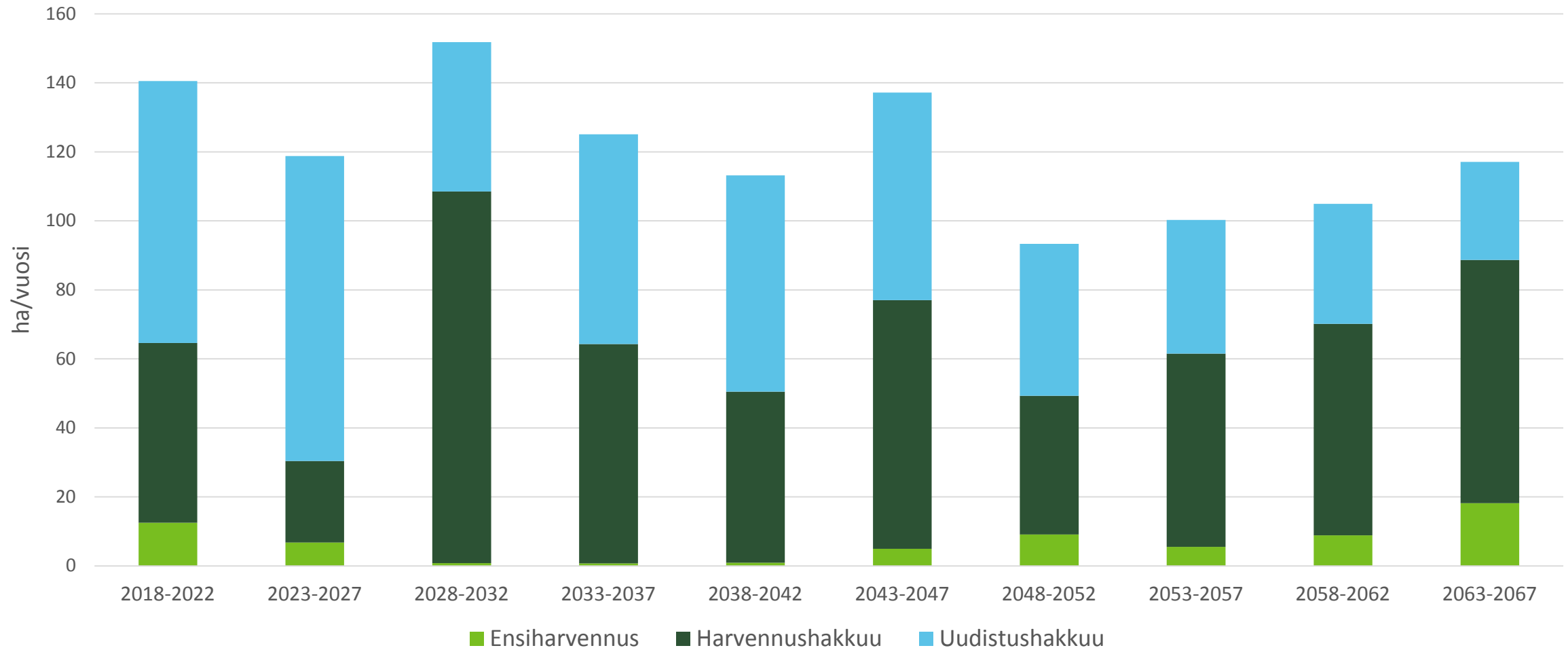
- Puuston keskitilavuus **153 m³/ha**
 - Ainespuusto **144 m³/ha**
- Puuston kasvu **23 211 m³/vuosi**
 - Keskimäärin **7,6 m³/ha/vuosi**



Hakkuut puutavaralajeittain (m³/vuosi) ja puuston kasvu (m³/vuosi)



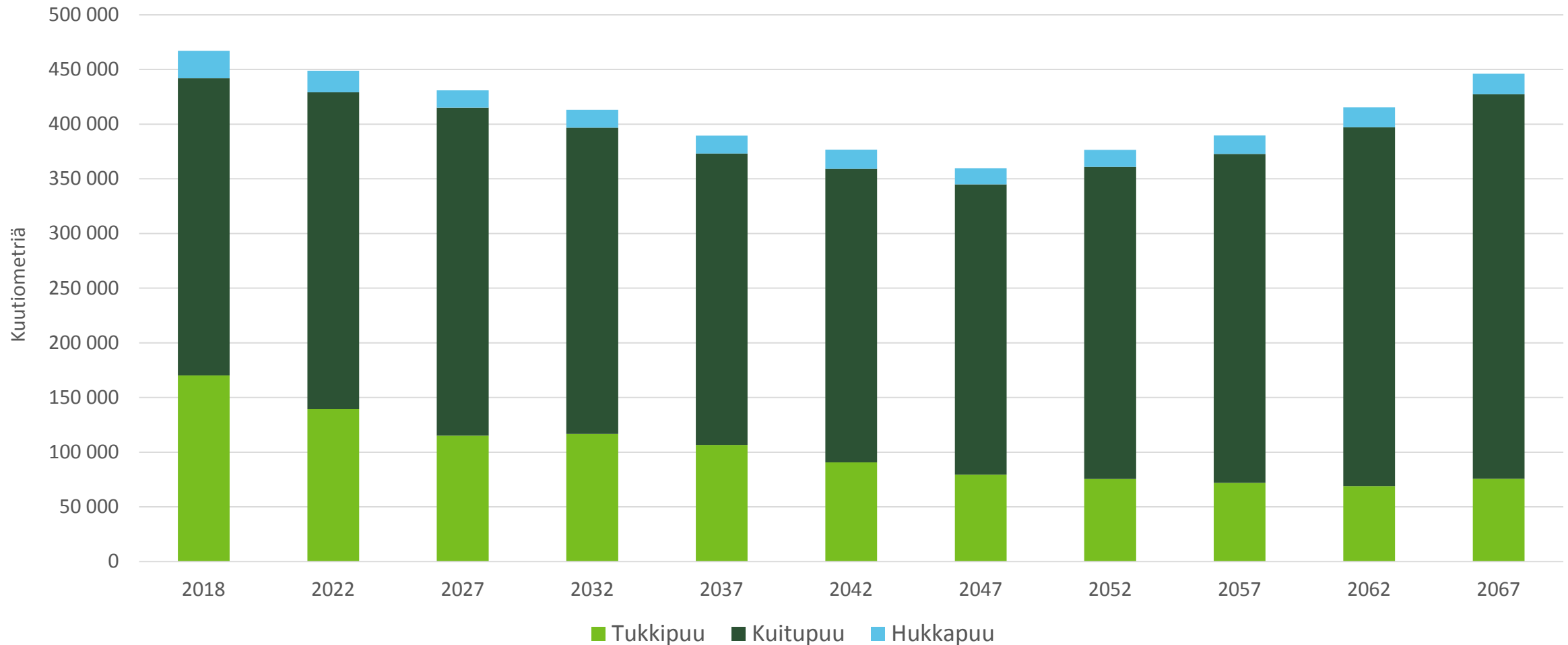
Hakkuut hakkuutavoittain (ha/vuosi)



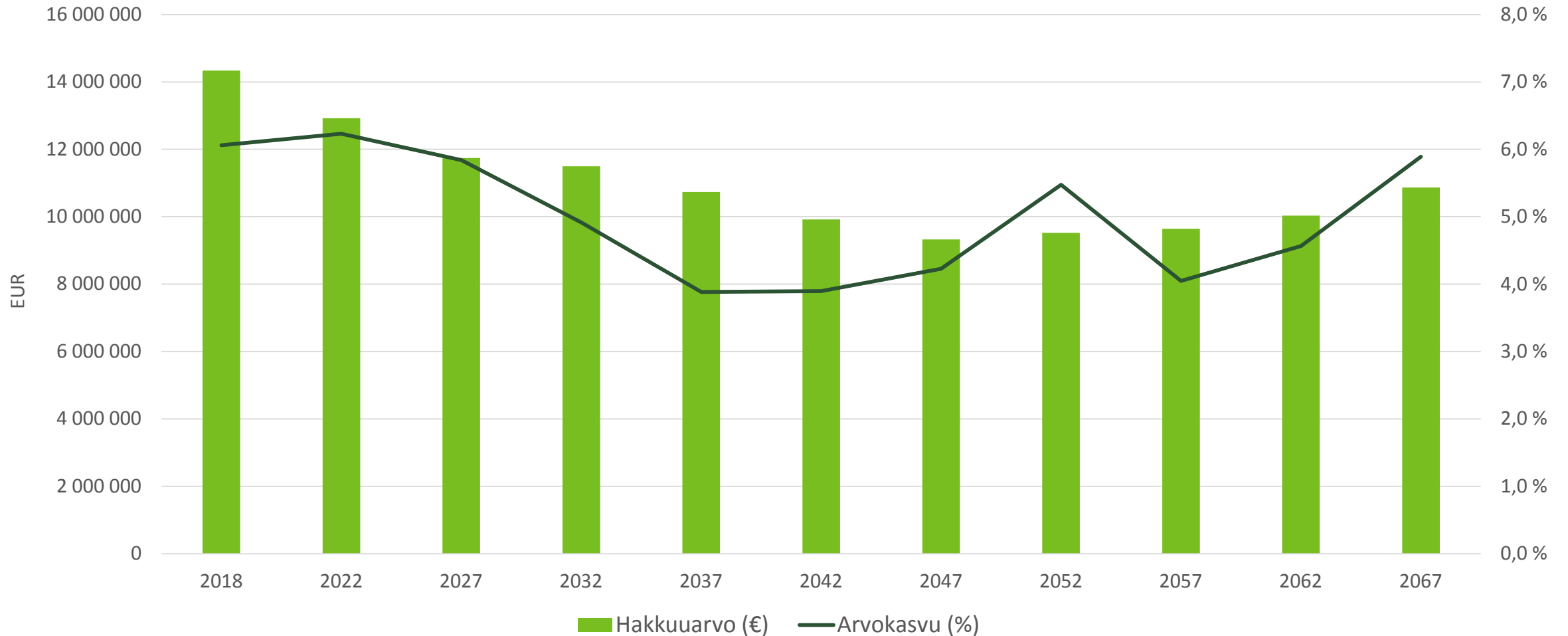
Hakkuutulot (€/vuosi)



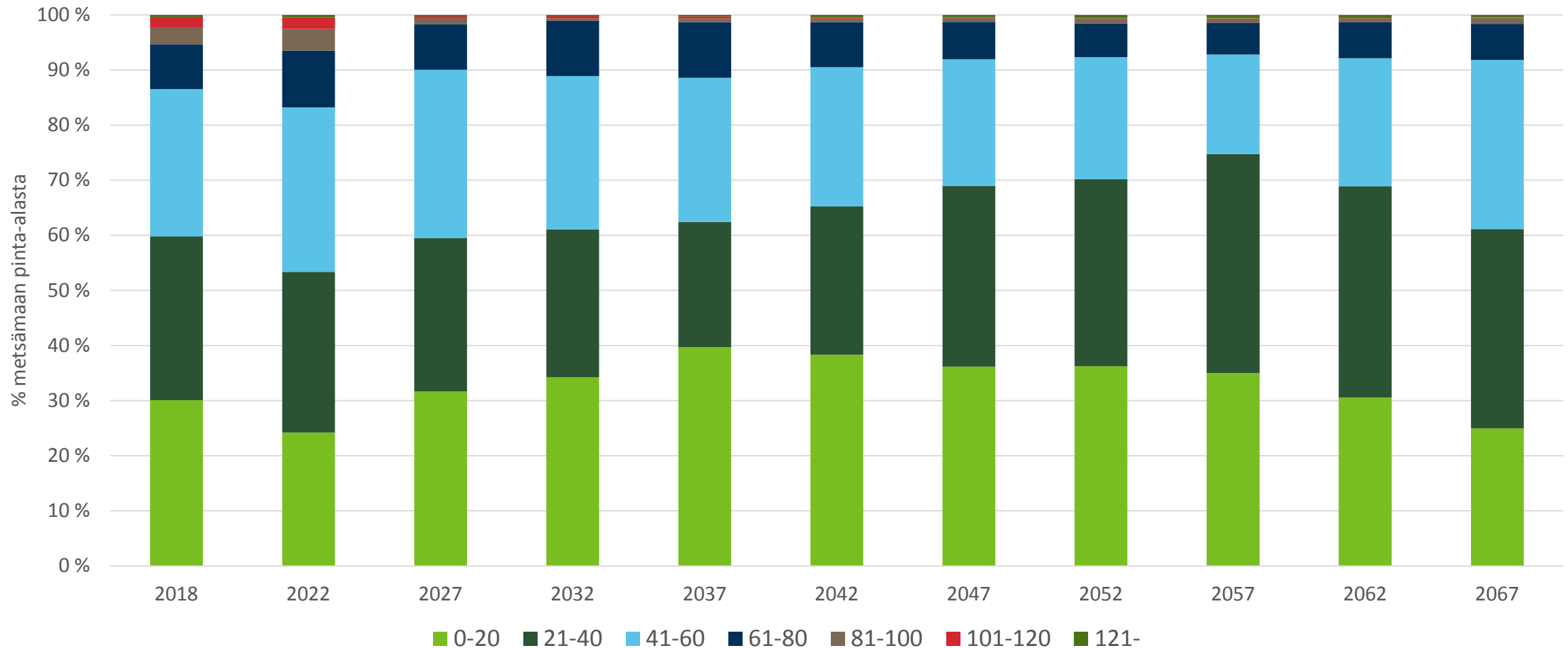
Puuston määrä puutavaralajeittain (m³)



Puuston hakkuuarvo ja arvokasvuprosentti



Metsämaan pinta-ala ikäluokittain



Yhteenveto vuosikymmenittäin



	2018-2027	2028-2037	2038-2047	2048-2057	2058-2067
Hakkuukertymä (m ³ /vuosi)	23 205	23 165	23 290	17 618	17 571
Nettokasvu (m ³ /vuosi)	22 044	19 842	21 203	21 265	23 905
Hakkuutulot (€/vuosi)	917 993	731 234	778 750	563 516	555 134
Ensiharvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	9,7	0,8	2,9	7,3	13,5
Harvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	37,8	85,6	60,8	48,1	65,9
Uudistushakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	82,2	52,0	61,4	41,4	31,6
Puuston tilavuus kauden lopussa (m ³)	430 973	389 405	359 676	389 739	446 114
Uudistuskypsien metsien osuus kauden lopussa (%)	1,6 %	2,7 %	2,0 %	0,6 %	1,3 %

Johtopäätöksiä talousmetsien käsittelystä



- Vuosittainen hakkuukertymä voidaan pitää Jyväskylän kaupungin talousmetsissä vuoden 2018 kasvun tasolla (noin 23 200 m³/vuosi) noin 30 vuotta.
- Laskennan perusteella puuston määrä ja kasvu kuitenkin pienentyvät jonkin verran nykyisestä tasosta. Samalla puuston ikäluokkajakauma nuorentuu ja uudistuskypsien metsien määrä vähenee nykyisestä tasosta.
 - Tulosten tarkastelussa on huomioitava, että pitkällä aikavälillä kasvumalleihin liittyy huomattavaa epävarmuutta, eikä esimerkiksi ilmaston lämpenemisen vaikutusta metsien kasvuun ole pystytty huomioimaan. Erityisesti yli 30 vuoden päästä simuloituihin tuloksiin on suhtauduttava kriittisesti.
- **Yhteenveto:** Tulokset viittaavat siihen, että metsäntalouden kestävyys ja sosiaalisen hyväksyttävyyden kannalta uudistushakkuiden määrä on todennäköisesti hyvä pitää hieman tätä hakkuusuunnitetta pienempänä. Sopiva talousmetsistä otettava hakkuukertymä vaikuttaisi olevan pitkällä aikavälillä noin **19 000 m³/vuosi**, mistä saadaan tuloja noin **700 000 €/vuosi**.



Hakkuusuunnite 2

Ulkoilu- ja virkistysmetsät (C2)

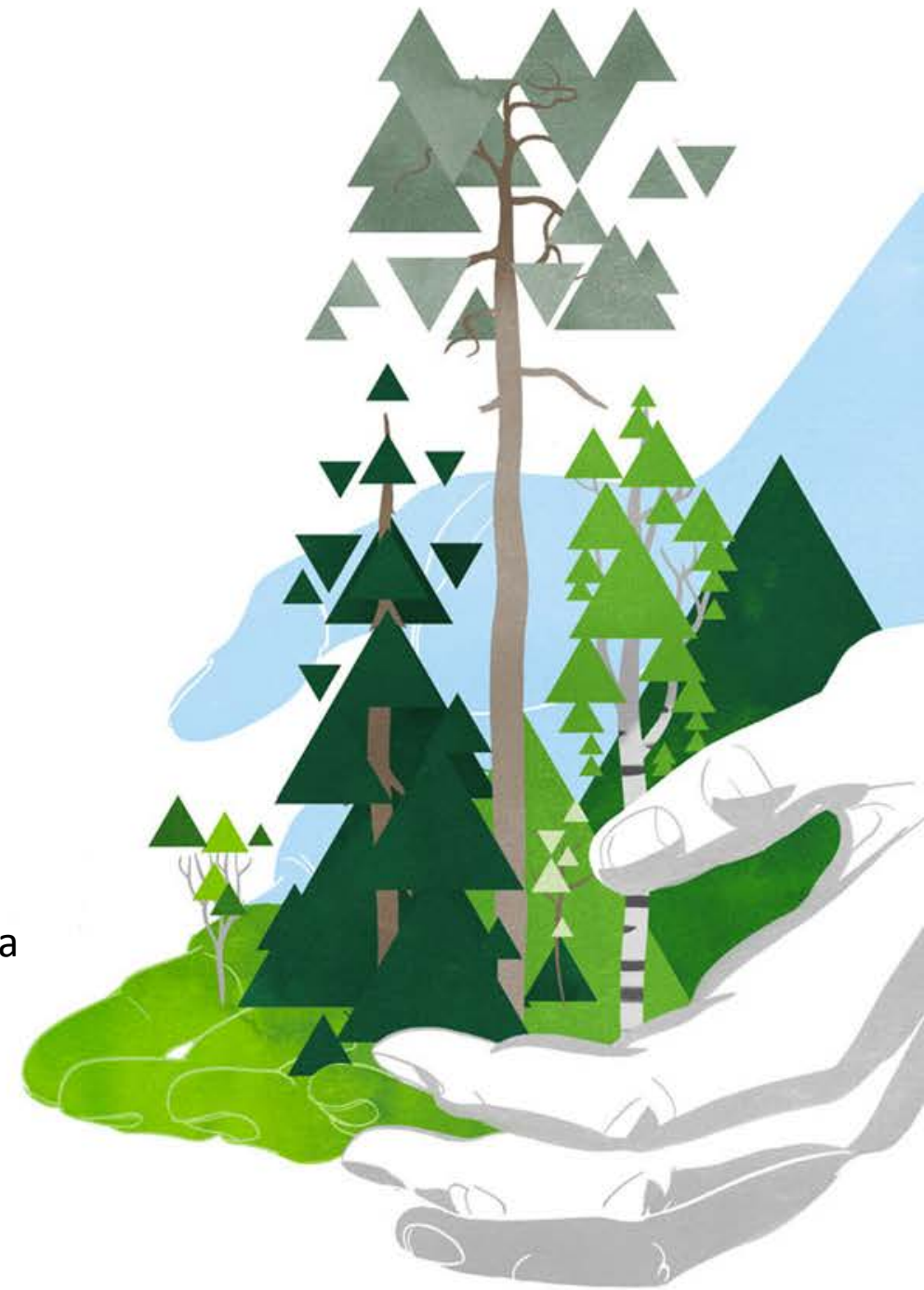
Laskentatehtävän tavoite:

- Nettotulojen nykyarvon maksimointi 3 % korkokannalla

Rajoitteet:

- Vuotuinen hakkuukertymä enintään 60 % vuoden 2018 kasvusta:
kasvu 15 827 m³/vuosi -> hakkuukertymä enintään 9 496 m³/vuosi
- Metsiä käsitellään Hyvän metsänhoidon suositusten mukaisesti, mutta uudistushakkuiden pinta-ala enintään 0,5 % hoitoluokan pinta-alasta:
 - Avohakkuita enintään 8,75 ha/vuosi
 - Siemenpuuhakkuita enintään 3,75 ha/vuosi

Laskentajakso on 50 vuotta, eli vuodet 2018-2067

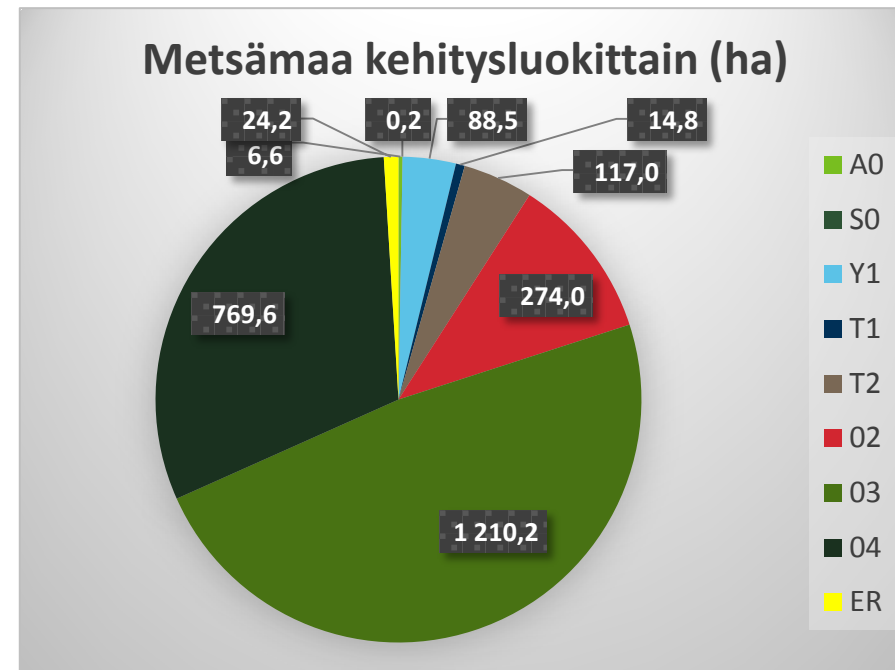
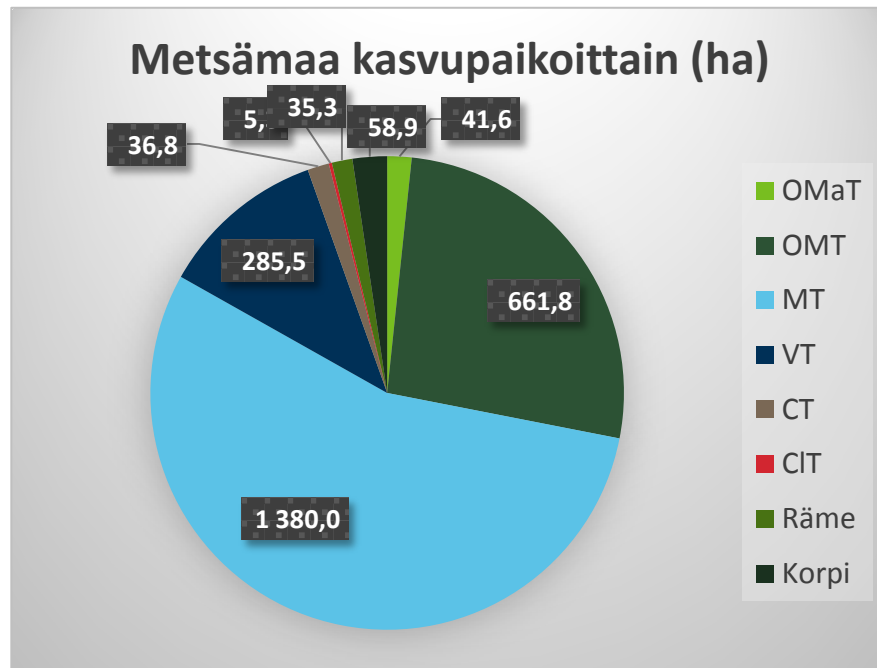


Puuston nykytila

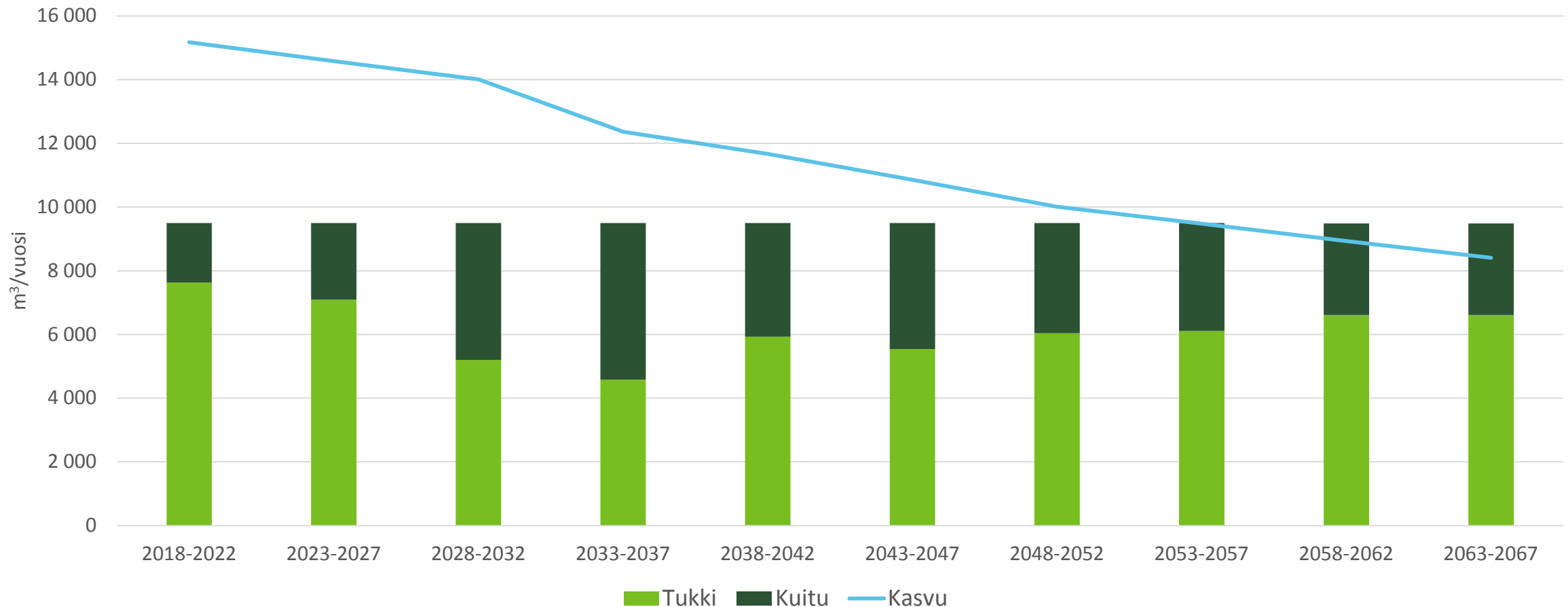


- Metsämaan pinta-ala **2 505 ha**
- Puusto puutavaralajeittain:
 - Tukkipuu: **228 718 m³**
 - Kuitupuu: **239 405 m³**
 - Hukkapuu: **12 614 m³**

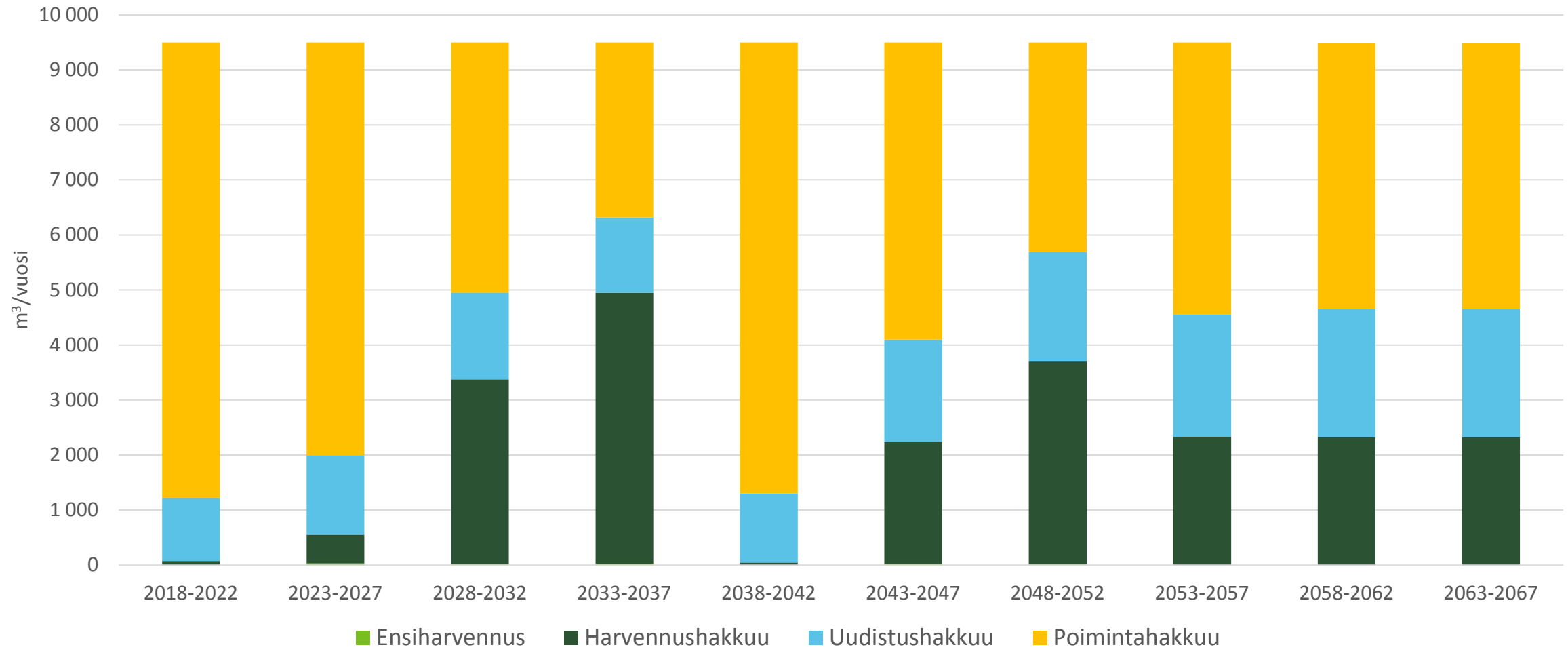
- Puuston keskitilavuus **192 m³/ha**
 - Ainespuusto **187 m³/ha**
- Puuston kasvu **15 827 m³/vuosi**
 - Keskimäärin **6,3 m³/ha/vuosi**



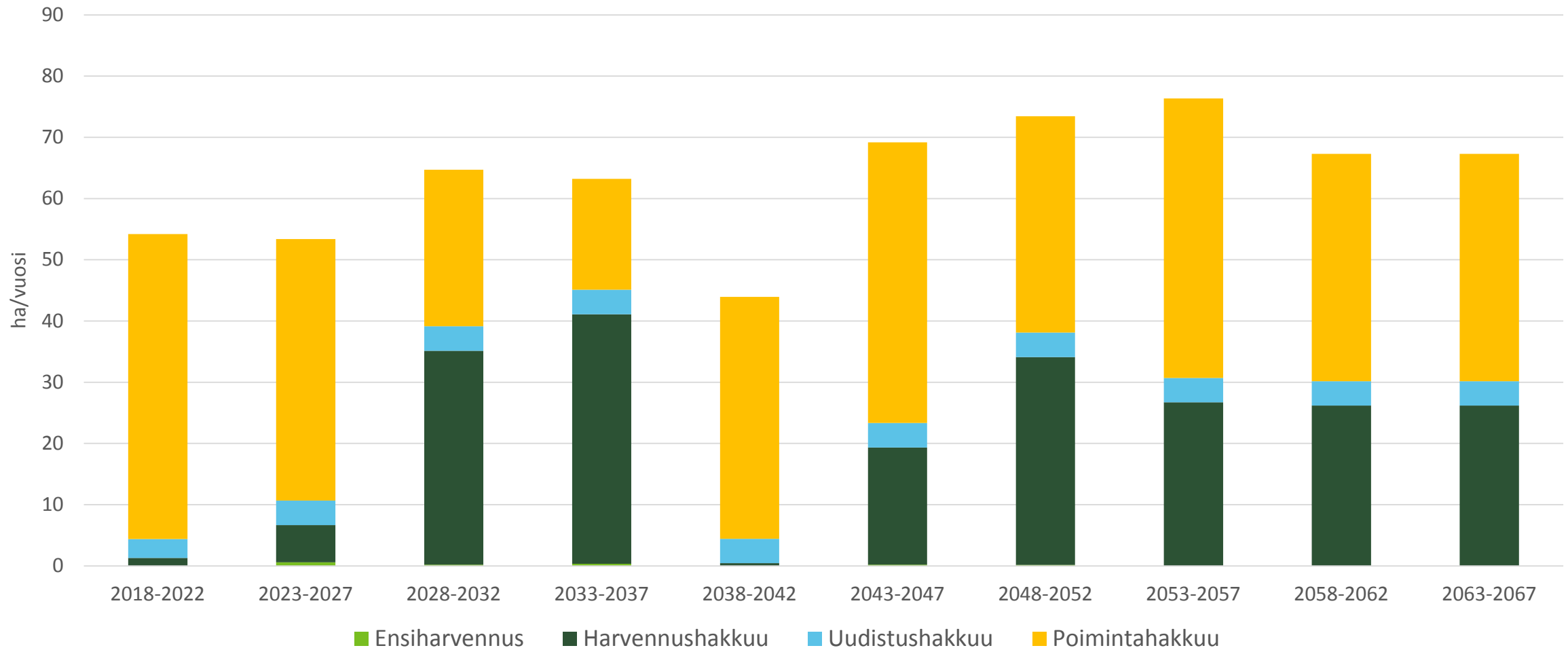
Hakkuut puutavaralajeittain (m³/vuosi) ja puuston kasvu (m³/vuosi)



Hakkuut hakkuutavoittain (m³/vuosi)



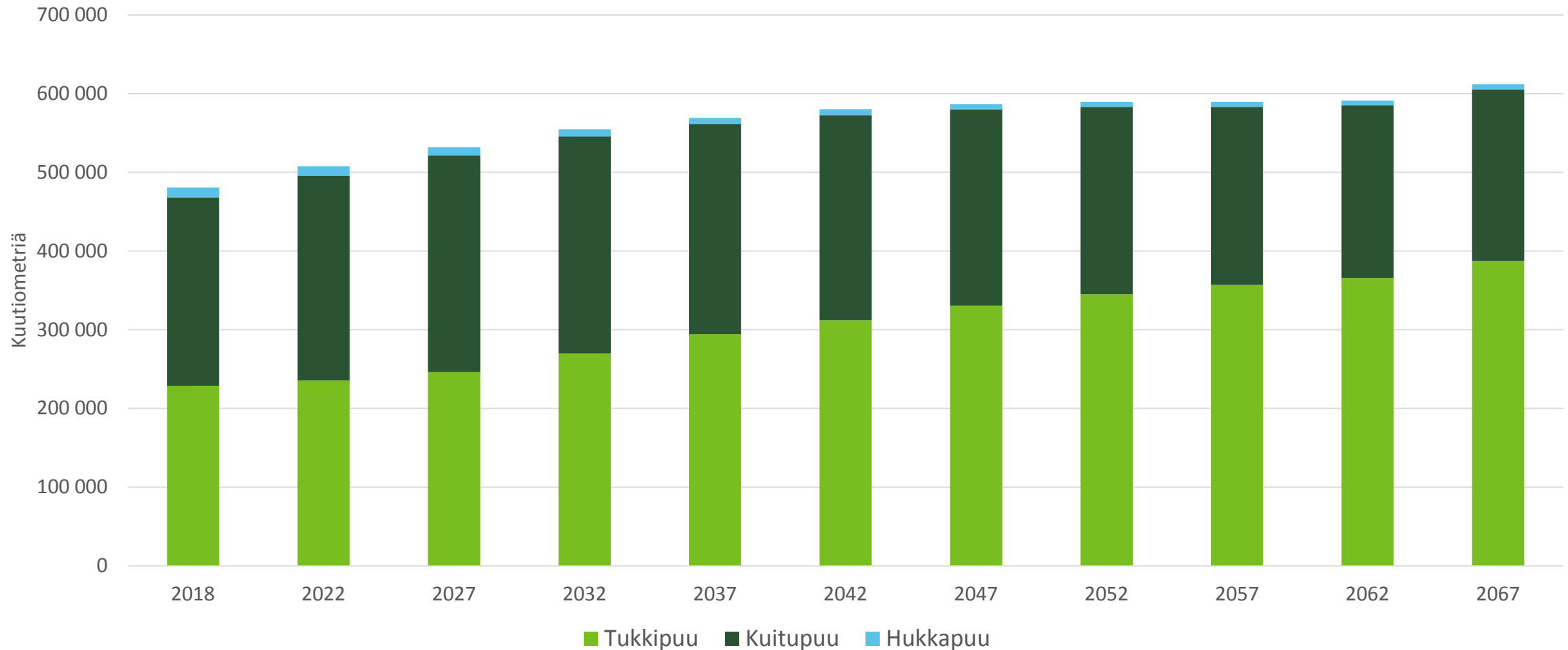
Hakkuut hakkuutavoittain (ha/vuosi)



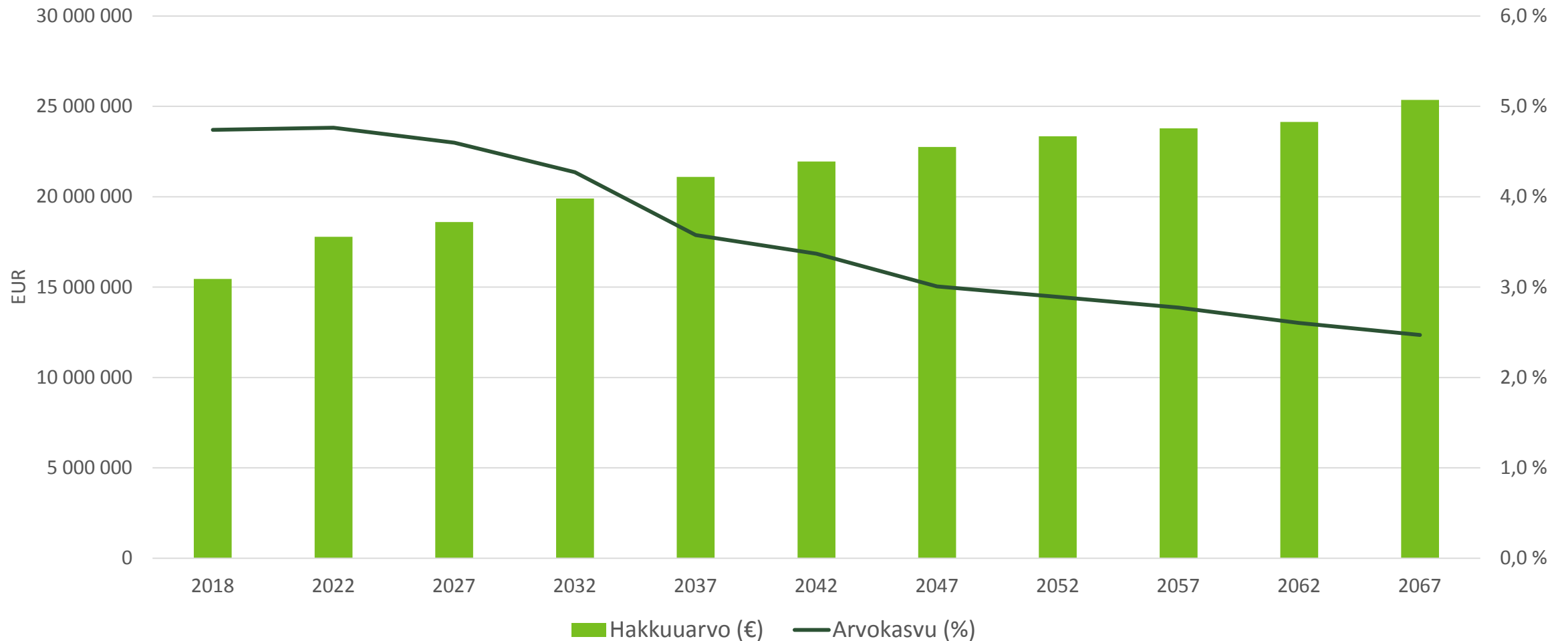
Hakkuutulot (€/vuosi)



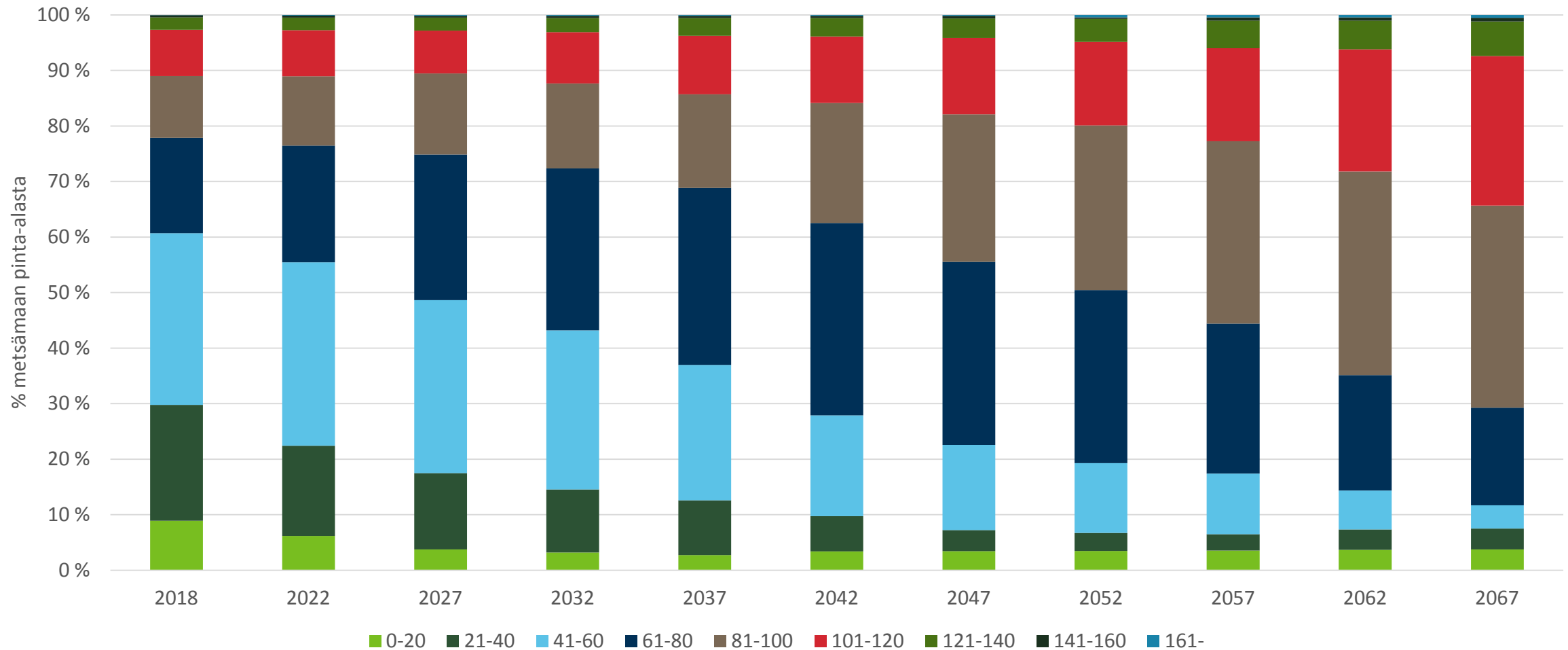
Puuston määrä puutavaralajeittain (m³)



Puuston hakkuuarvo ja arvokasvuprosentti



Metsämaan pinta-ala ikäluokittain



Yhteenveto vuosikymmenittäin



	2018-2027	2028-2037	2038-2047	2048-2057	2058-2067
Hakkuukertymä (m ³ /vuosi)	9 496	9 496	9 496	9 496	9 484
Nettokasvu (m ³ /vuosi)	14 876	13 185	11 259	9 744	8 673
Hakkuutulot (€/vuosi)	393 042	316 022	343 525	357 768	346 047
Ensiharvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0
Harvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	3,7	37,9	9,8	30,3	26,2
Uudistushakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	2,1	4,0	4,0	4,0	4,0
Poimintahakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	48,3	21,8	42,7	40,5	37,1
Puuston tilavuus kauden lopussa (m ³)	531 960	569 060	586 730	589 386	611 846
Uudistuskypsien metsien osuus kauden lopussa (%)	27,5 %	36,0 %	58,3 %	69,0 %	75,8 %

Johtopäätöksiä ulkoilu- ja virkistysmetsien käsittelystä



- Jyväskylän kaupungin ulkoilu- ja virkistysmetsät sijaitsevat valtaosin rehevillä maaperillä, ja puuston kasvu on nopeaa. Taloudellisin perustein vuotuinen hakkuukertymä voisi olla selvästi laskennassa käytettyä suurinta hakkuumäärää (9 500 m³/vuosi) suurempi.
- Simuloinnin perusteella metsien taloudellinen arvokasvu taantuu pitkällä aikavälillä, kun hakkuiden määrää rajoitetaan näin voimakkaasti. Toisaalta metsien maisema- ja virkistysarvot tyypillisesti kehittyvät puuston vanhetessa.
- Ulkoilu- ja virkistysmetsissä olisi paljon enemmän hakkuumahdollisuuksia kuin kaupungin asettamat rajoitteet mahdollistavat. Hakkuut on hyvä kohdistaa ulkoilu- ja virkistysarvoiltaan vähemmän merkittäville kohteille, ja metsien virkistysarvojen säilymistä kannattaa tarkastella yksittäisiä kuvioita suuremmalla aluetasolla.

Hakkuusuunnite 3

Lähimetsät (C1)

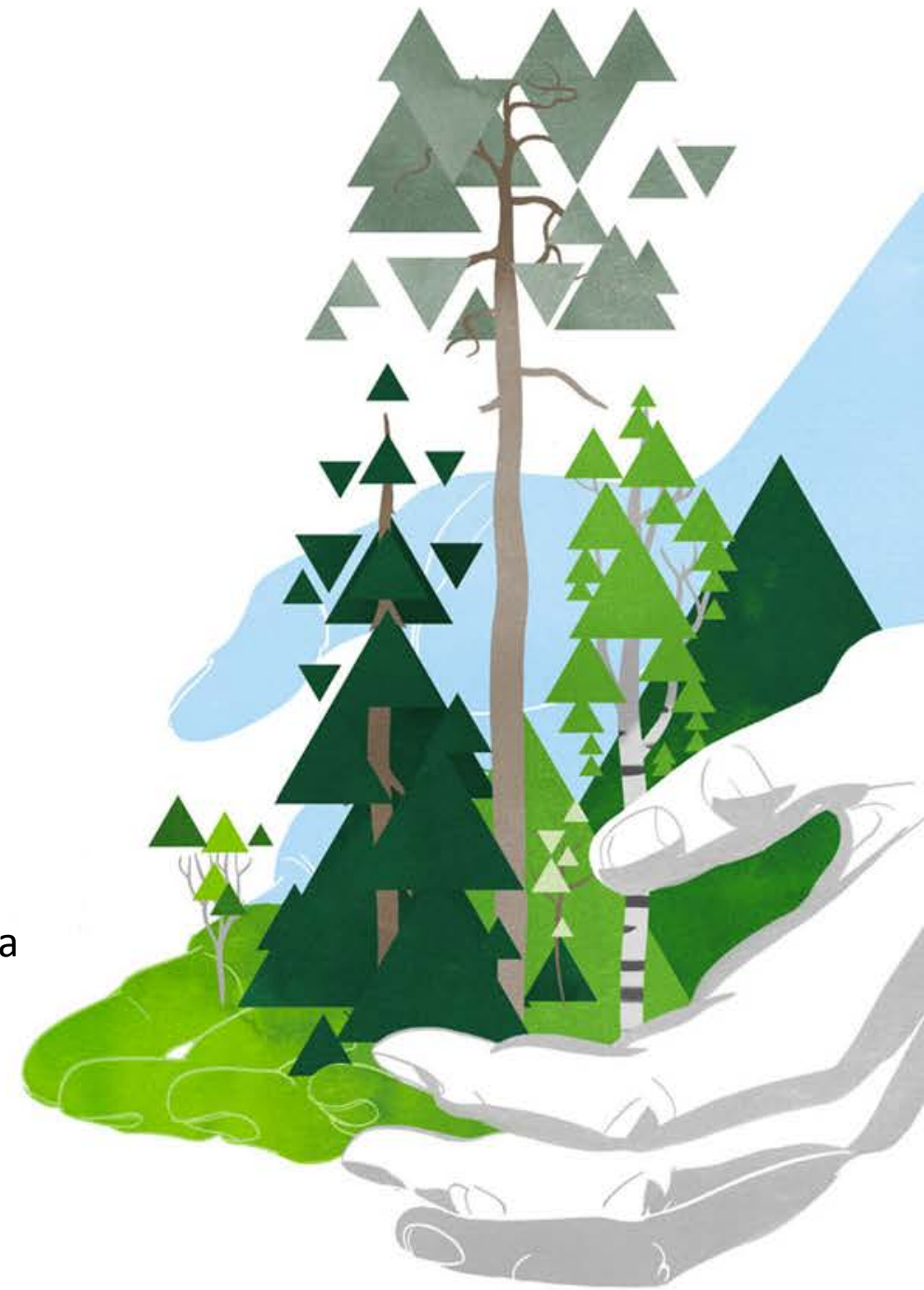
Laskentatehtävän tavoite:

- Nettotulojen nykyarvon maksimointi 3 % korkokannalla

Rajoitteet:

- Vuotuinen hakkuukertymä enintään 63 % vuoden 2018 kasvusta: kasvu 5449 m³/vuosi -> hakkuukertymä enintään 3 433 m³/vuosi
- Metsiä käsitellään Hyvän metsänhoidon suositusten mukaisesti, mutta uudistushakkuiden pinta-alaa rajoitetaan seuraavasti:
 - Avohakkuita enintään 3 ha/vuosi
 - Siemenpuuhakkuita enintään 3 ha/vuosi

Laskentajakso on 50 vuotta, eli vuodet 2018-2067

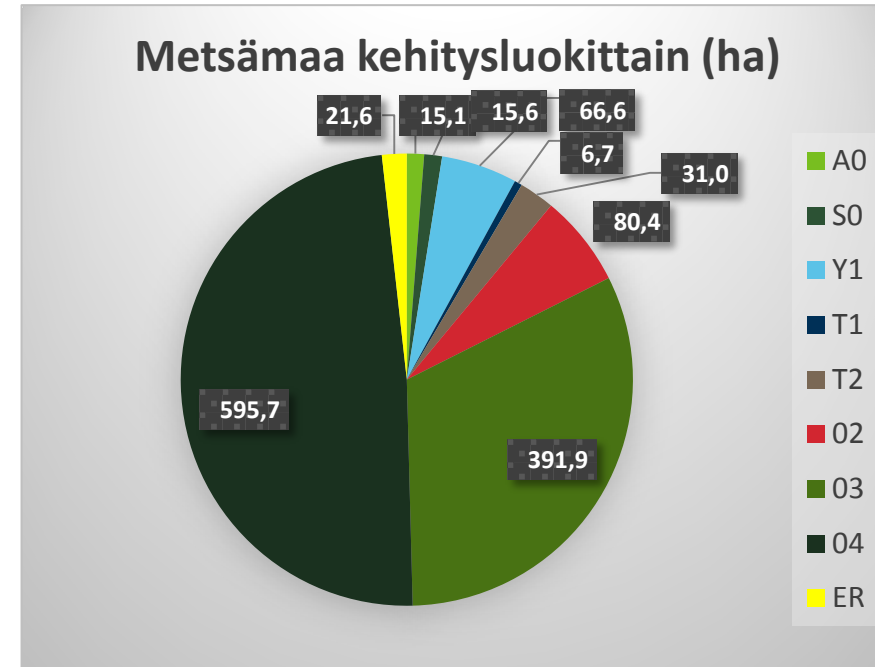
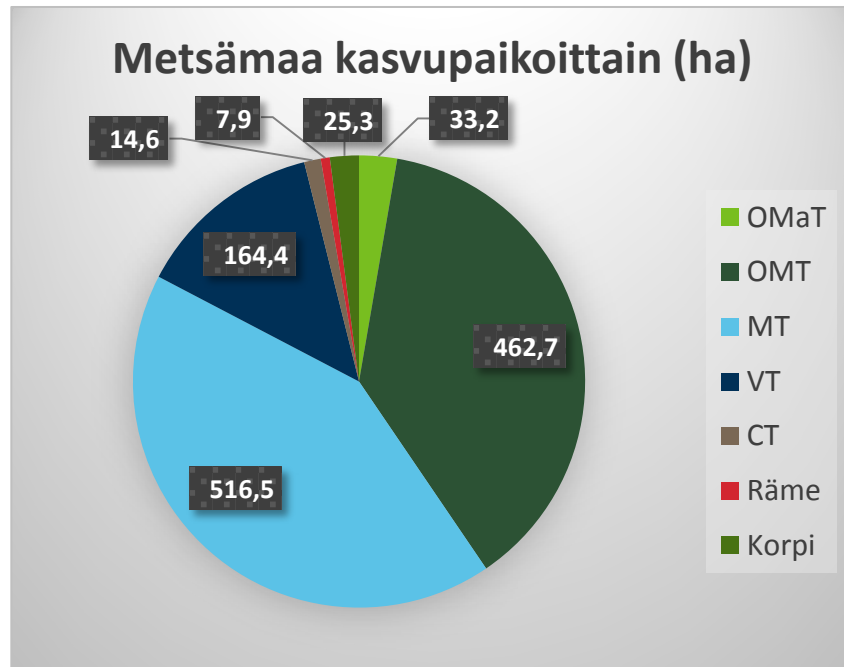


Puuston nykytila

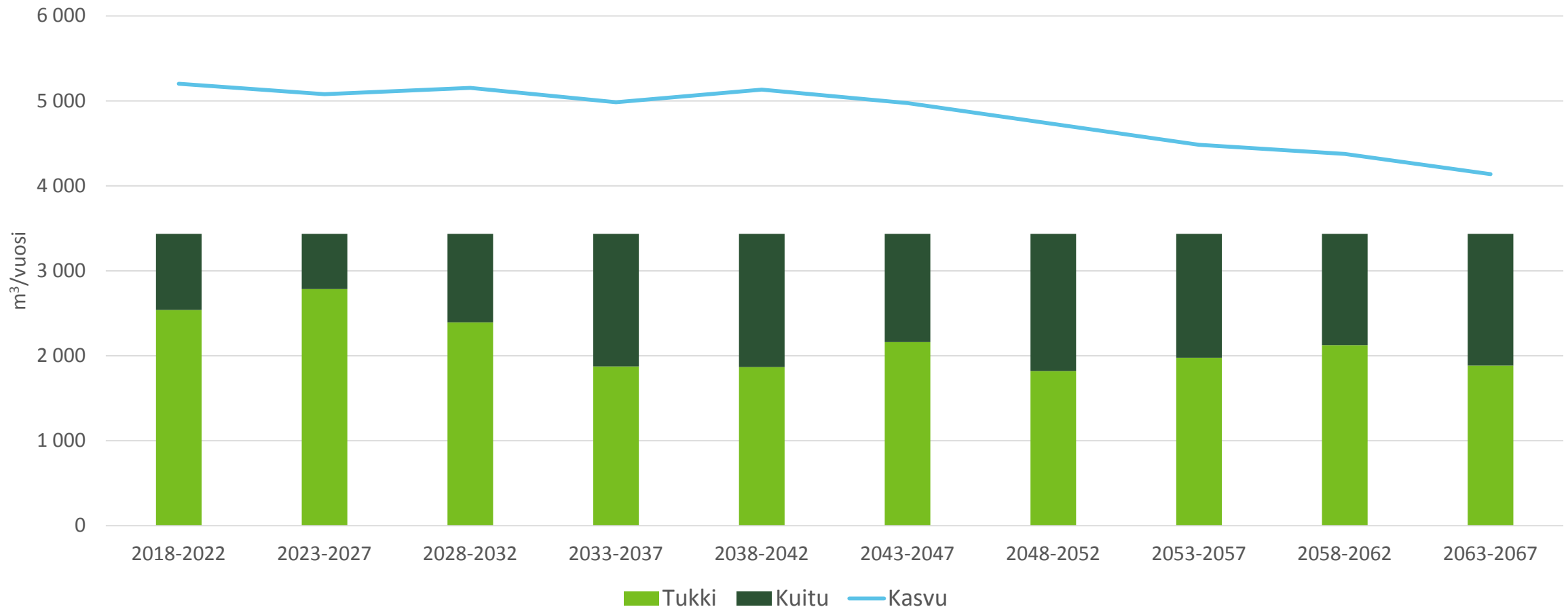


- Metsämaan pinta-ala **1 225 ha**
- Puusto puutavaralajeittain:
 - Tukkipuu: **117 850 m³**
 - Kuitupuu: **96 571 m³**
 - Hukkapuu: **4 291 m³**

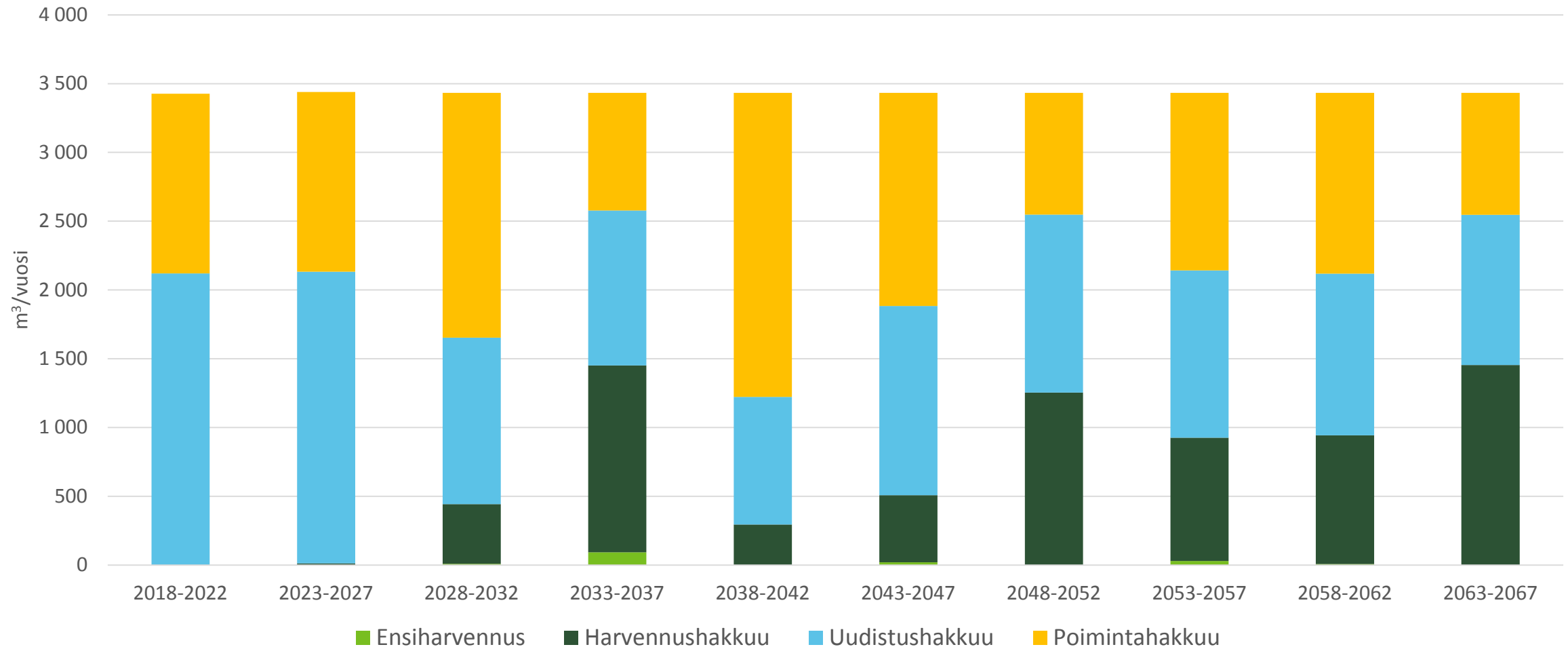
- Puuston keskitilavuus **179 m³/ha**
 - Ainespuusto **175 m³/ha**
- Puuston kasvu **5 449 m³/vuosi**
 - Keskimäärin **4,4 m³/ha/vuosi**



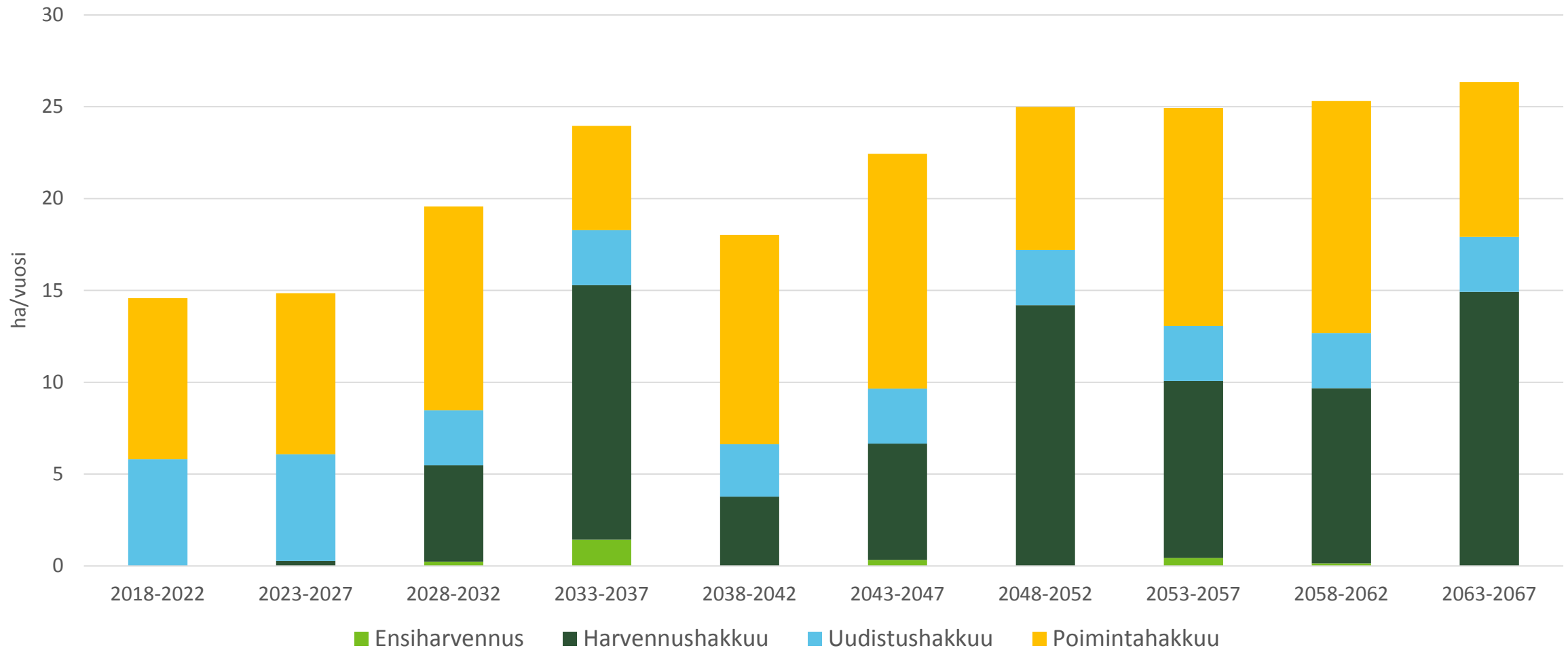
Hakkuut puutavaralajeittain (m³/vuosi) ja puuston kasvu (m³/vuosi)



Hakkuut hakkuutavoittain (m³/vuosi)



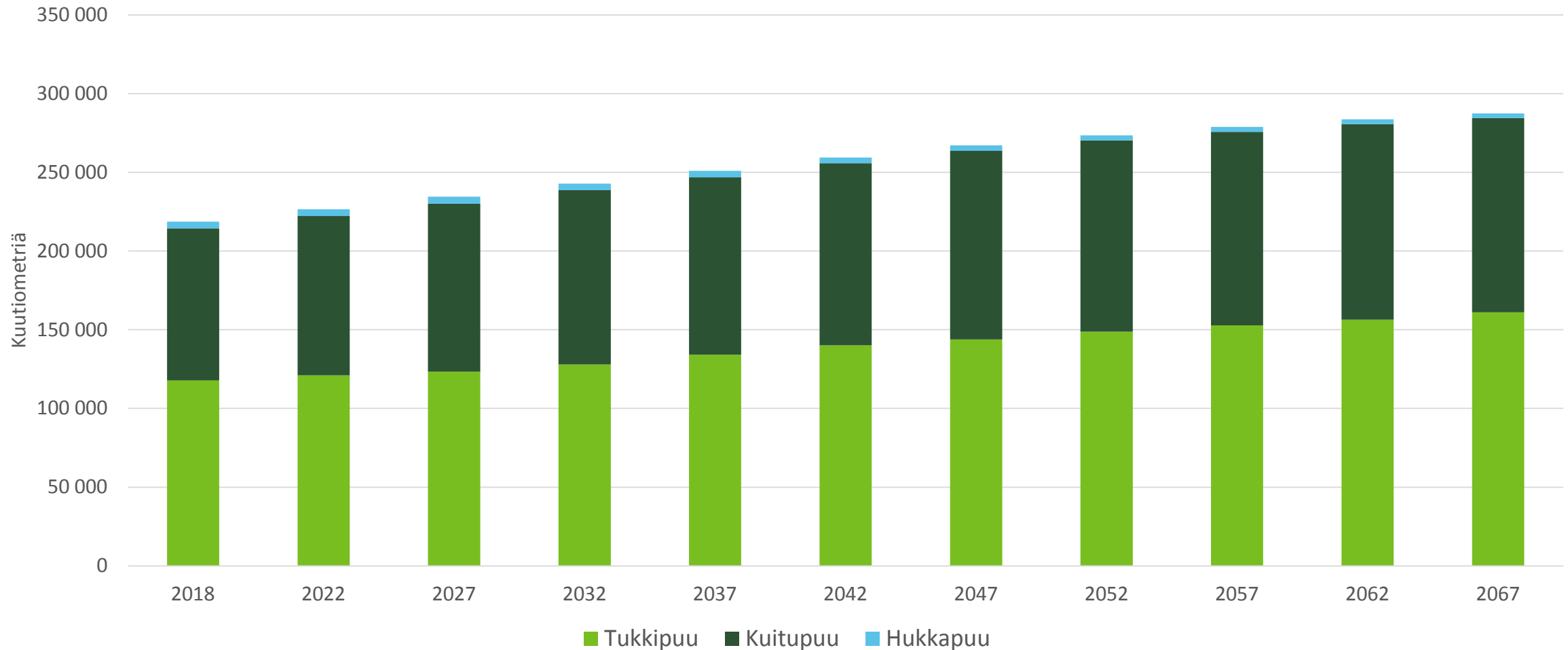
Hakkuut hakkuutavoittain (ha/vuosi)



Hakkuutulot (€/vuosi)



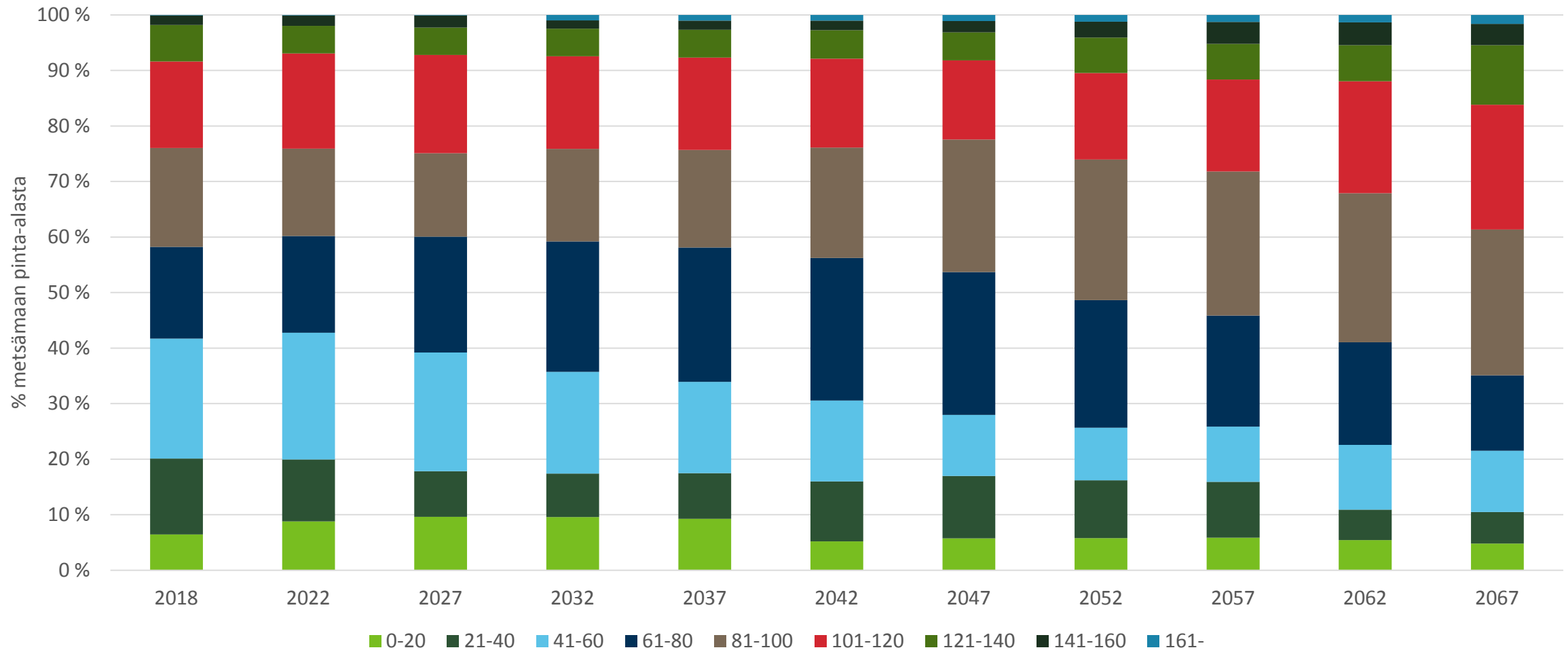
Puuston määrä puutavaralajeittain (m³)



Puuston hakkuuarvo ja arvokasvuprosentti



Metsämaan pinta-ala ikäluokittain



Yhteenveto vuosikymmenittäin



	2018-2027	2028-2037	2038-2047	2048-2057	2058-2067
Hakkuukertymä (m ³ /vuosi)	3 433	3 433	3 433	3 433	3 433
Nettokasvu (m ³ /vuosi)	5 141	5 068	5 053	4 605	4 257
Hakkuutulot (€/vuosi)	153 670	129 623	125 796	122 810	125 592
Ensiharvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	0,0	0,8	0,2	0,2	0,1
Harvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	0,1	9,5	5,0	11,9	12,2
Uudistushakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	5,8	3,0	2,9	3,0	3,0
Poimintahakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	8,8	8,4	12,1	9,8	10,5
Puuston tilavuus kauden lopussa (m ³)	234 571	250 915	267 081	278 867	287 453
Uudistuskypsien metsien osuus kauden lopussa (%)	48,3 %	54,5 %	64,8 %	69,8 %	72,3 %

Johtopäätöksiä lähimetsien käsittelystä



- Valitulla hakkuukertymällä (3 400 m³/vuosi) Jyväskylän kaupungin omistamat taajamien lähimetsät muuttuvat seuraavien 50 vuoden aikana ikärakenteeltaan merkittävästi vanhemmiksi. Uudistuskypsiksi luokiteltavien metsien osuus kasvaa nykyisestä 50 %:sta yli 70 %:iin.
- Laskentateknisistä syistä ensimmäiselle kymmenvuotiskaudelle on simuloitu maksimimäärä uudistushakkuita, mutta ei juuri lainkaan harvennushakkuita. Tulos osoittaa, että lähimetsissä on runsaasti sellaisia kuvioita, joissa puuston arvokasvu on taantunut niin pieneksi, että taloudellisesti tarkasteltuna ainoa järkevä vaihtoehto on uudistushakkuu. Luonto-, maisema- ja virkistysarvojen vuoksi kaupungin metsäasiantuntijoiden on kuitenkin hyvä ajoittaa avo- ja siemenpuuhakkuut simuloinnin tuloksia tasaisemmin eri vuosille.
- Yhteenvetona metsien taloudellinen arvokasvu taantuu pitkällä aikavälillä, kun hakkuiden määrää rajoitetaan näin voimakkaasti. Vastapainona alueiden maisema- ja virkistysarvot kuitenkin kasvavat. Luonnon monimuotoisuuden kannalta muodoltaan yhtenäiset, iältään vanhat ja yleiskuvaltaan monimuotoiset metsikkökuviot on hyvä jättää kokonaan metsätaloustoimenpiteiden ulkopuolelle.



Hakkuusuunnite 4

Arvometsät (C3) ja suojametsät (C5)

Laskentatehtävän tavoite:

- Nettotulojen nykyarvon maksimointi 3 % korkokannalla

Rajoitteet:

- Vuotuinen hakkuukertymä enintään 60 % vuoden 2018 kasvusta: kasvu 2 162 m³/vuosi -> hakkuukertymä enintään 1 297 m³/vuosi
- Metsiä käsitellään Hyvän metsänhoidon suositusten mukaisesti, mutta avo- ja siemenpuuhakkuita ei tehdä lainkaan.

Laskentajakso on 50 vuotta, eli vuodet 2018-2067

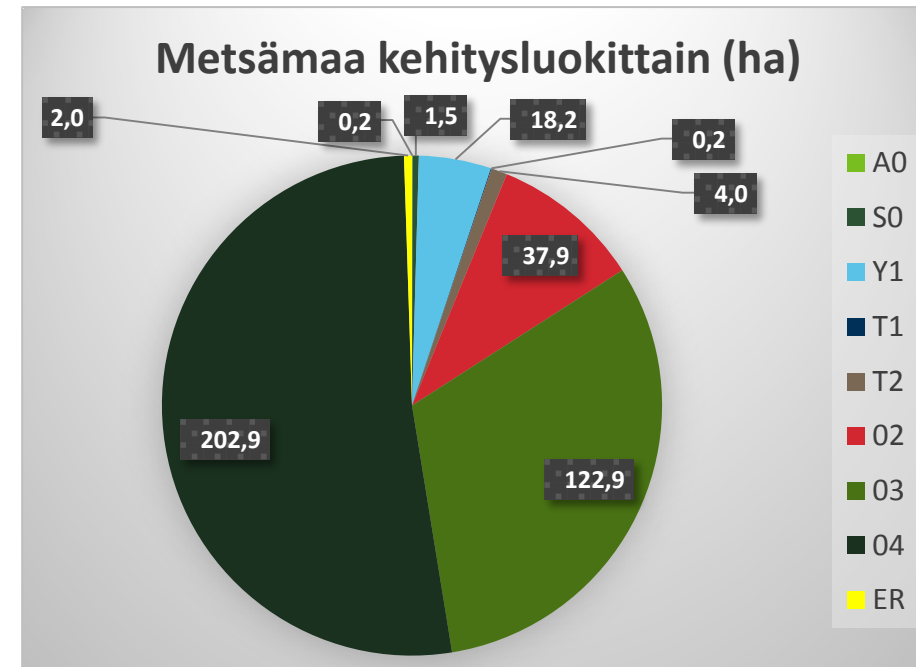
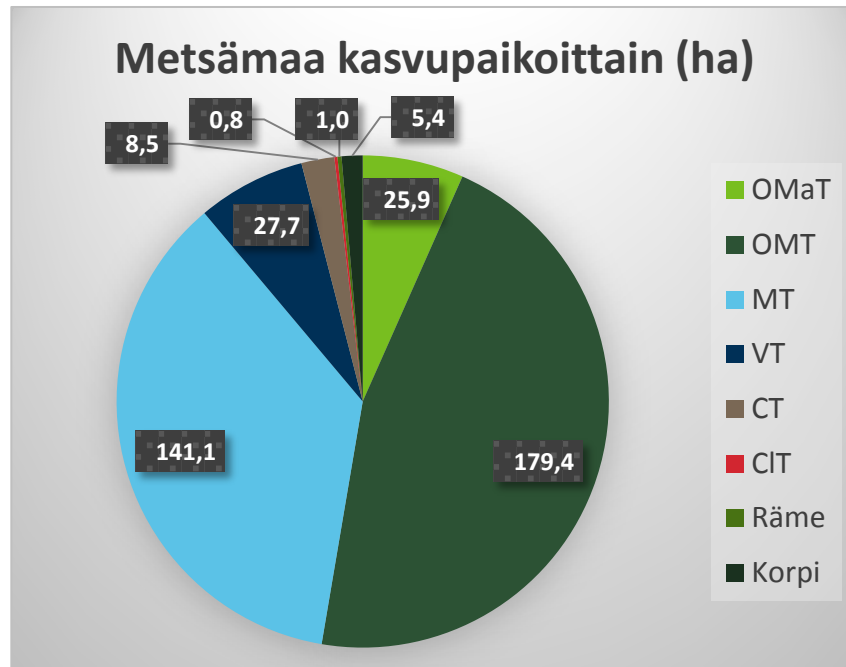


Puuston nykytila

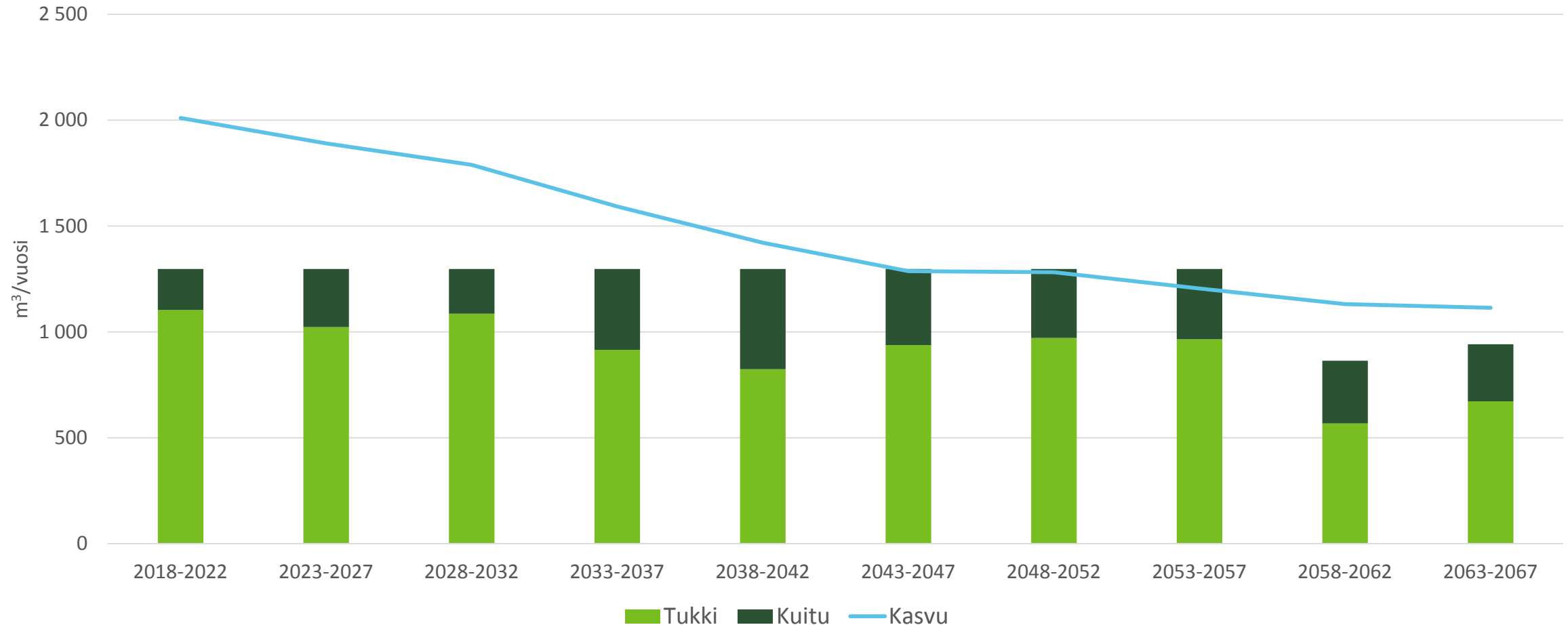


- Metsämaan pinta-ala **390 ha**
- Puusto puutavaralajeittain:
 - Tukkipuu: **42 161 m³**
 - Kuitupuu: **34 386 m³**
 - Hukkapuu: **1 906 m³**

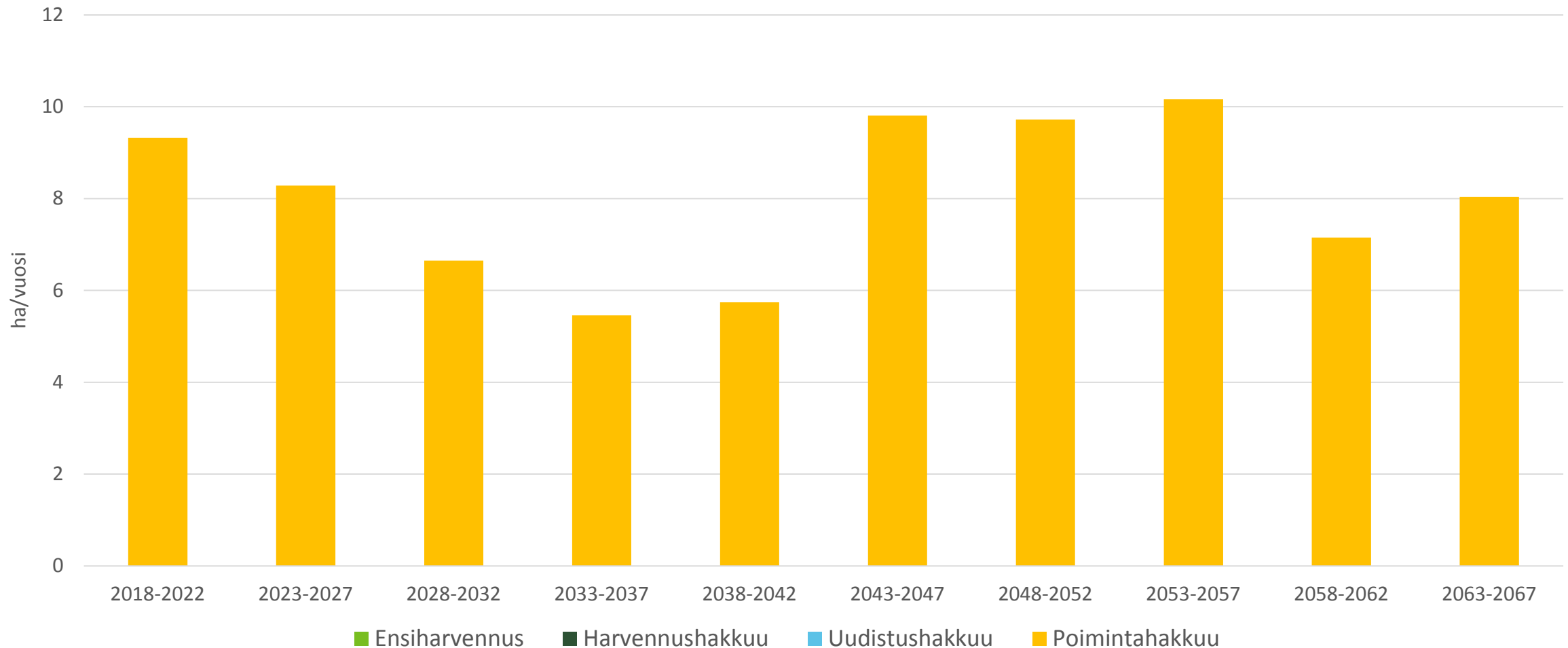
- Puuston keskitilavuus **201 m³/ha**
 - Ainespuusto **196 m³/ha**
- Puuston kasvu **2 162 m³/vuosi**
 - Keskimäärin **5,5 m³/ha/vuosi**



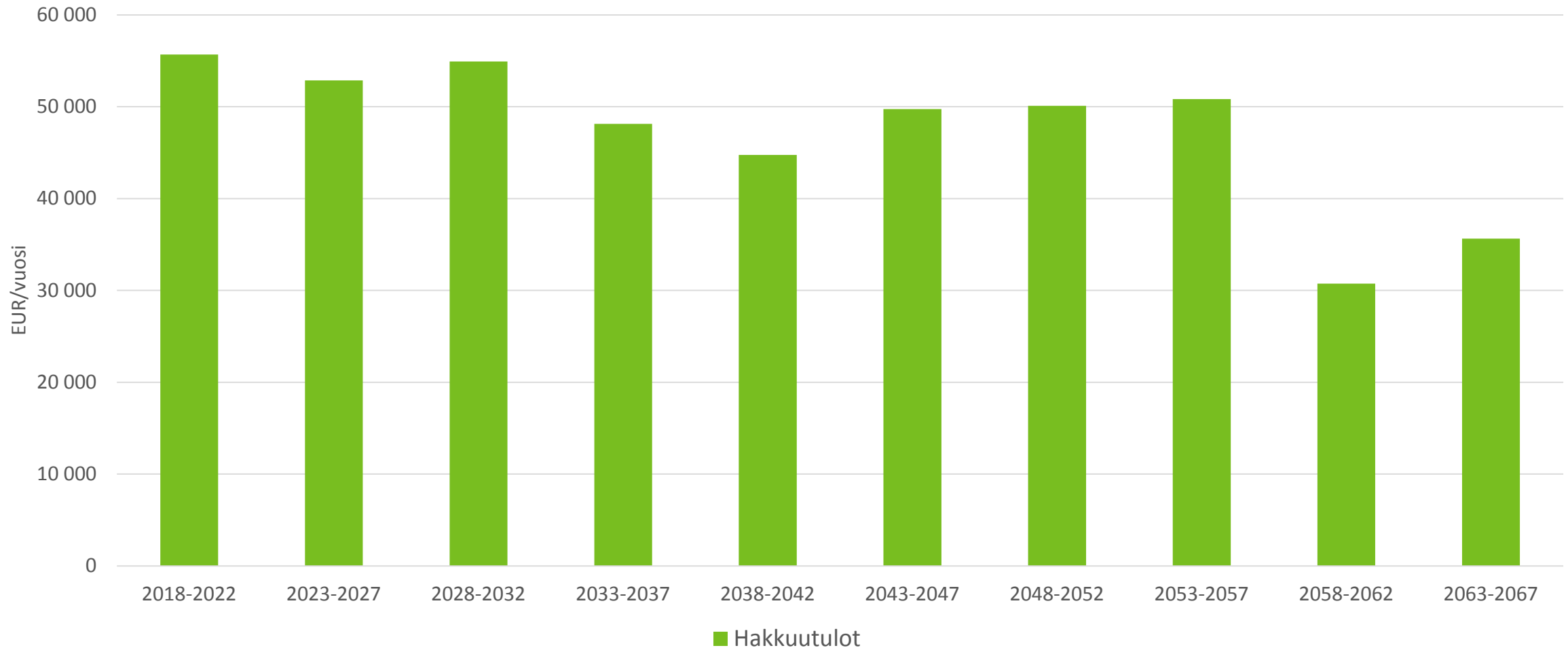
Hakkuut puutavaralajeittain (m³/vuosi) ja puuston kasvu (m³/vuosi)



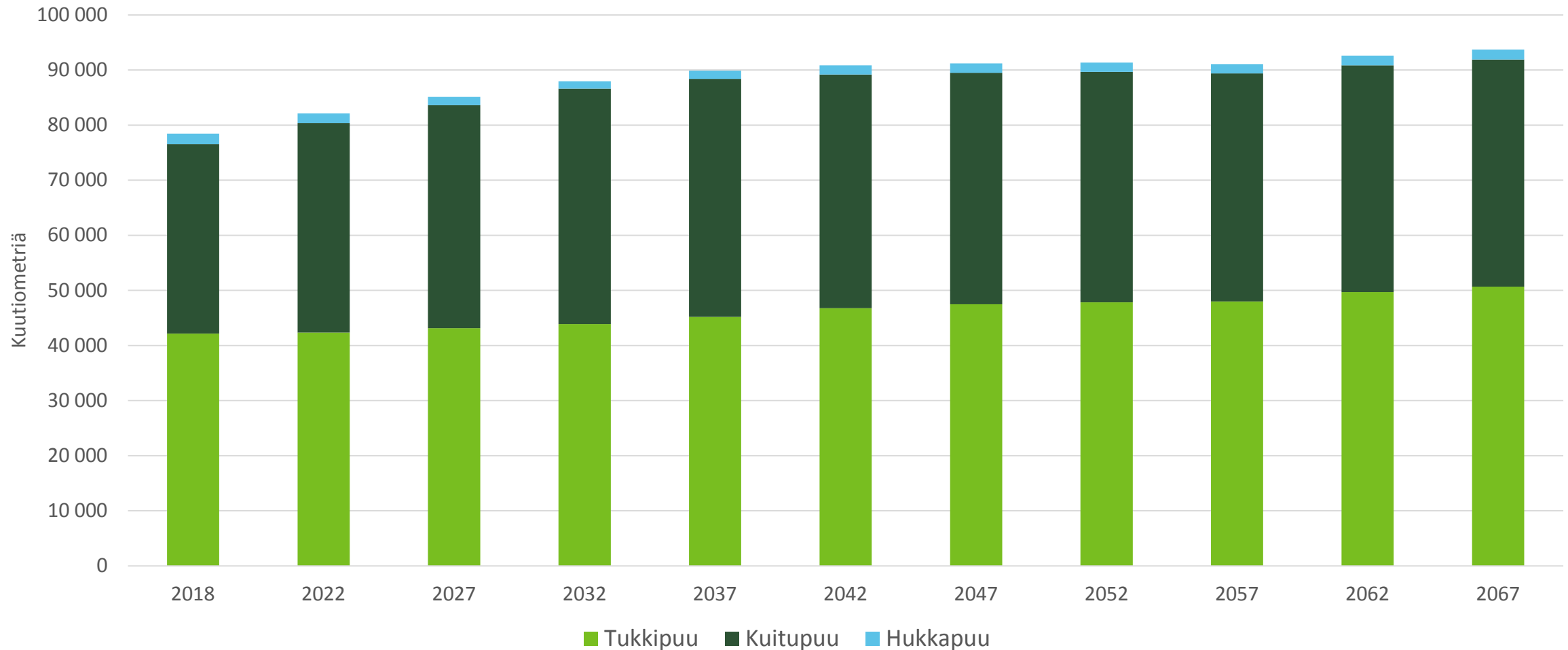
Hakkuut hakkuutavoittain (ha/vuosi)



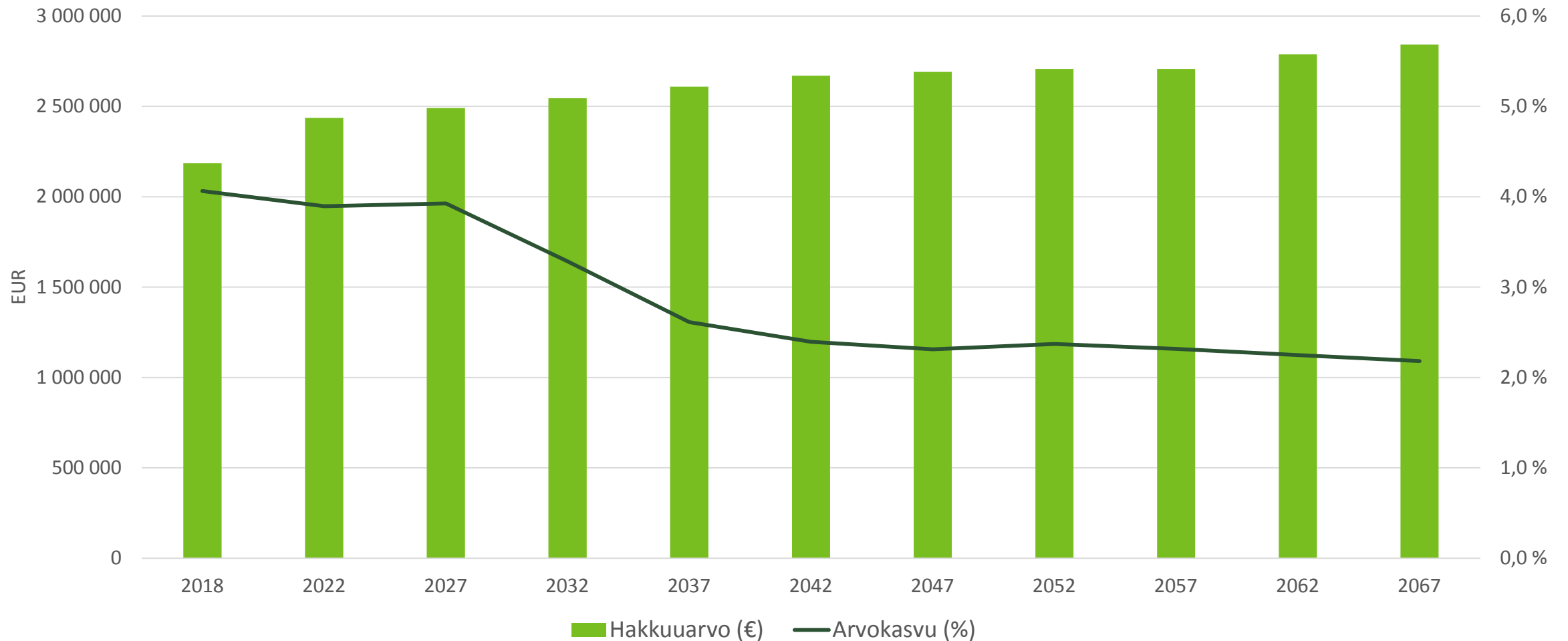
Hakkuutulot (€/vuosi)



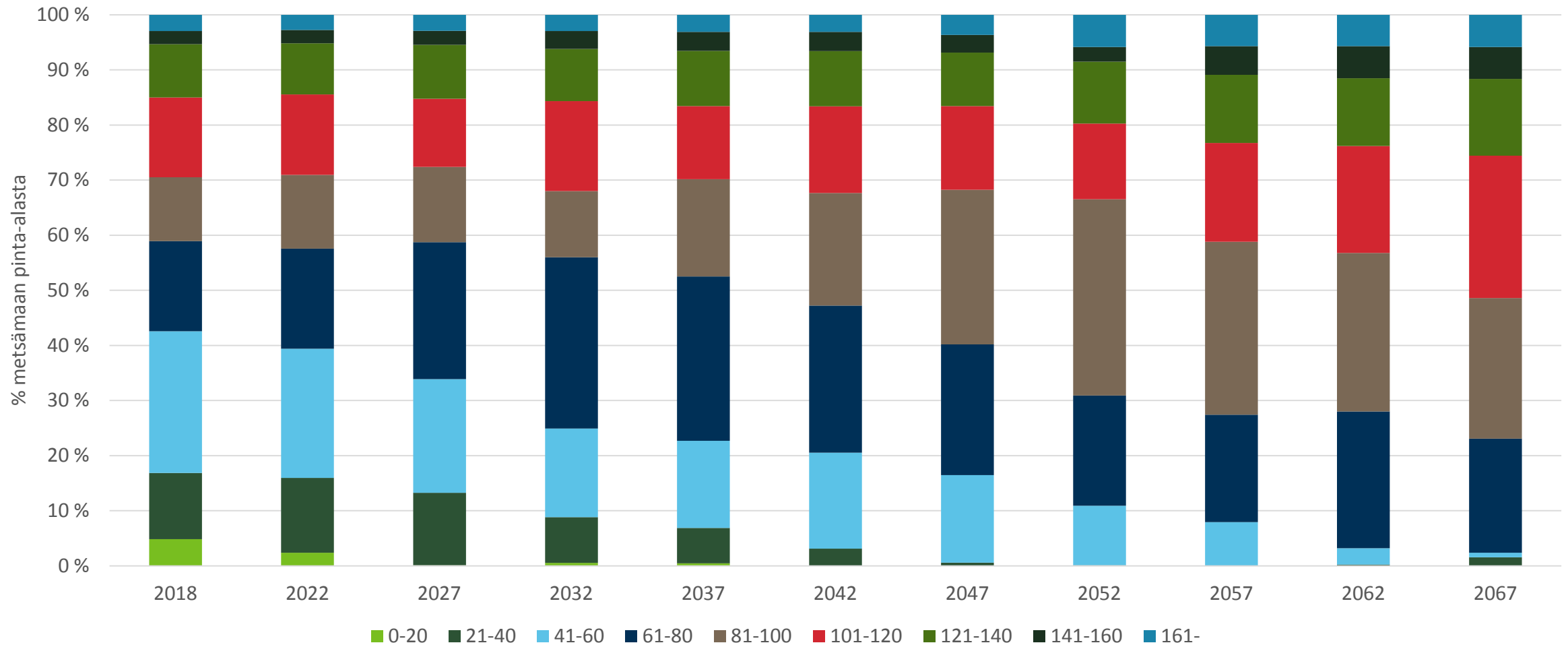
Puuston määrä puutavaralajeittain (m³)



Puuston hakkuuarvo ja arvokasvuprosentti



Metsämaan pinta-ala ikäluokittain



Yhteenveto vuosikymmenittäin



	2018-2027	2028-2037	2038-2047	2048-2057	2058-2067
Hakkuukertymä (m ³ /vuosi)	1 297	1 297	1 297	1 297	903
Nettokasvu (m ³ /vuosi)	1 950	1 690	1 354	1 243	1 122
Hakkuutulot (€/vuosi)	54 281	51 535	47 259	50 466	33 182
Ensiharvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Harvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uudistushakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Poimintahakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	8,8	6,1	7,8	9,9	7,6
Puuston tilavuus kauden lopussa (m ³)	85 136	89 894	91 190	91 090	93 713
Uudistuskypsien metsien osuus kauden lopussa (%)	58,6 %	68,0 %	74,1 %	78,7 %	84,9 %

Johtopäätöksiä arvo- ja suojametsien käsittelystä



- Valitulla hakkuukertymällä (1 300 m³/vuosi) arvo- ja suojametsien puustojen keski-ikä vanhenee, mutta kuvioden sisäinen ikävaihtelu säilyy poimintahakkuiden ansiosta.
- Simuloidut poimintahakkuut ovat maisemallisesti varsin voimakkaita, sillä hakkuukertymä on asetettu Hyvän metsänhoidon suositusten mukaiselle puuston pohjapinta-alalle. Metsänhoitosuosituksissa poimintahakkuun keskeisenä tavoitteena on tehokas luontainen uudistuminen, mutta taajamien läheisyydessä olevissa arvo- ja suojametsissä poimintahakkuiden voimakkuus on aina harkittava tapauskohtaisesti. Halutun hakkuukertymän saamiseksi on todennäköisesti tehtävä poimintahakkuita hieman tämän raportin osoittamaa toimenpidepinta-alaa suuremmalla alueella.
- Laskenta näyttäisi hakkuumahdollisuuksien pienentyvän 2050-luvulta eteenpäin, mutta tähän tulokseen tulee suhtautua kriittisesti, sillä poimintahakkuiden jälkeisissä puuston kasvumalleissa on vielä huomattavaa epävarmuutta. Myös luontaisen uudistamisen onnistuminen on aina tapauskohtaista.
- Tämän laskelman perusteella samoille kuvioille tehtäisiin poimintahakkuita noin 40 vuoden välein, mutta metsien luontaisen uudistumisen kannalta hakkuukierto saisi olla hieman lyhyempi.



Suojelumetsien (S) kasvuennuste

Laskentatehtävän tavoite:

- Simuloidaan puuston kasvu ilman hakkuita ja metsänhoitotoimenpiteitä

Laskentajakso on 50 vuotta, eli vuodet 2018-2067



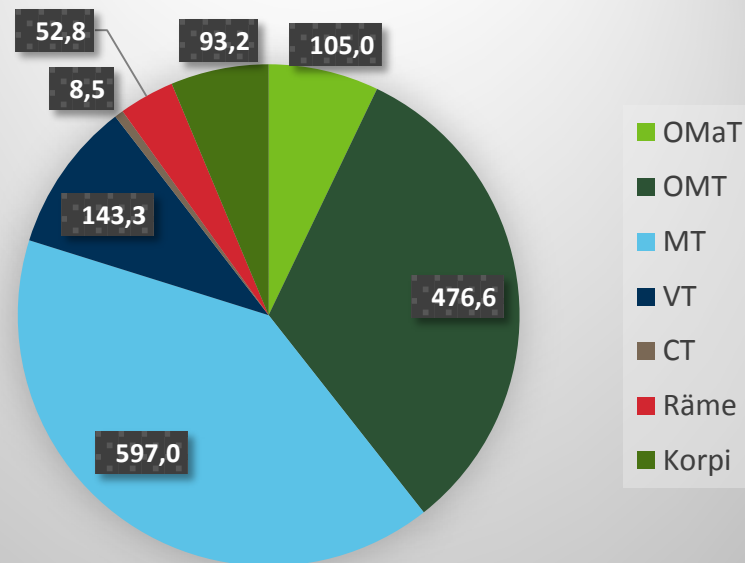
Puuston nykytila



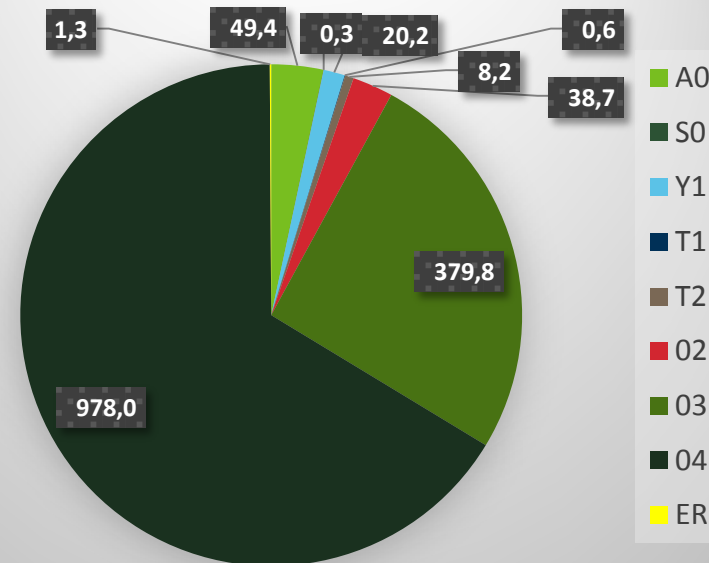
- Metsämaan pinta-ala **1 477 ha**
- Puusto puutavaralajeittain:
 - Tukkipuu: **229 060 m³**
 - Kuitupuu: **122 829 m³**
 - Hukkapuu: **4 593 m³**

- Puuston keskitilavuus **241 m³/ha**
 - Ainespuusto **238 m³/ha**
- Puuston kasvu **6 642 m³/vuosi**
 - Keskimäärin **4,5 m³/ha/vuosi**

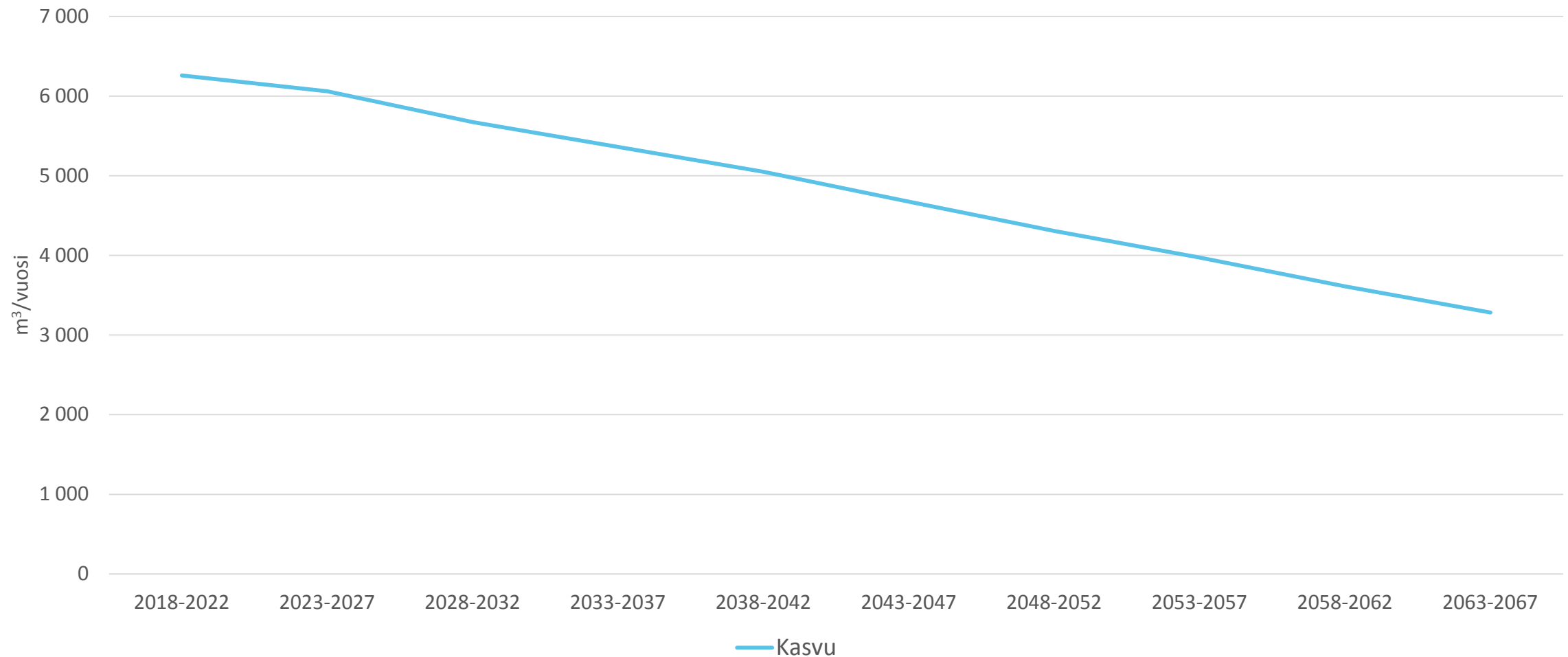
Metsämaa kasvupaikoittain (ha)



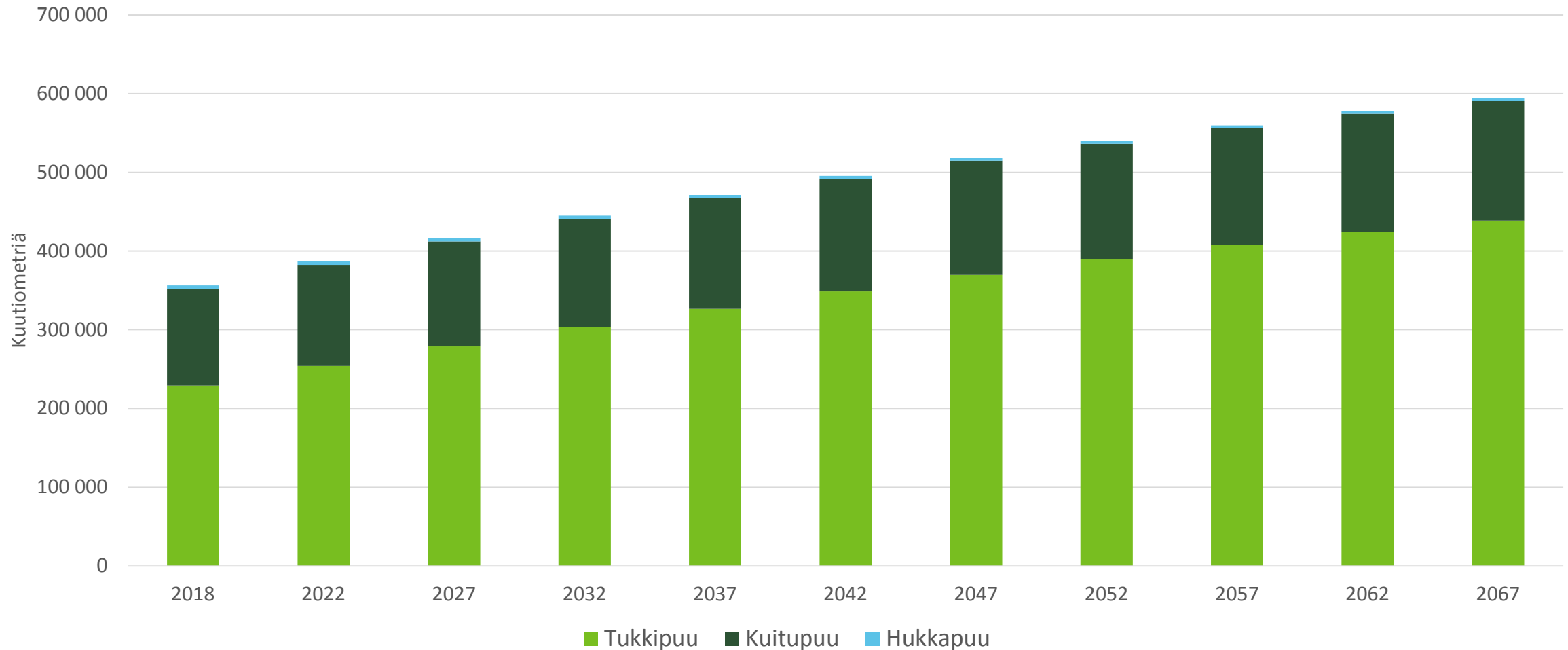
Metsämaa kehitysluokittain (ha)



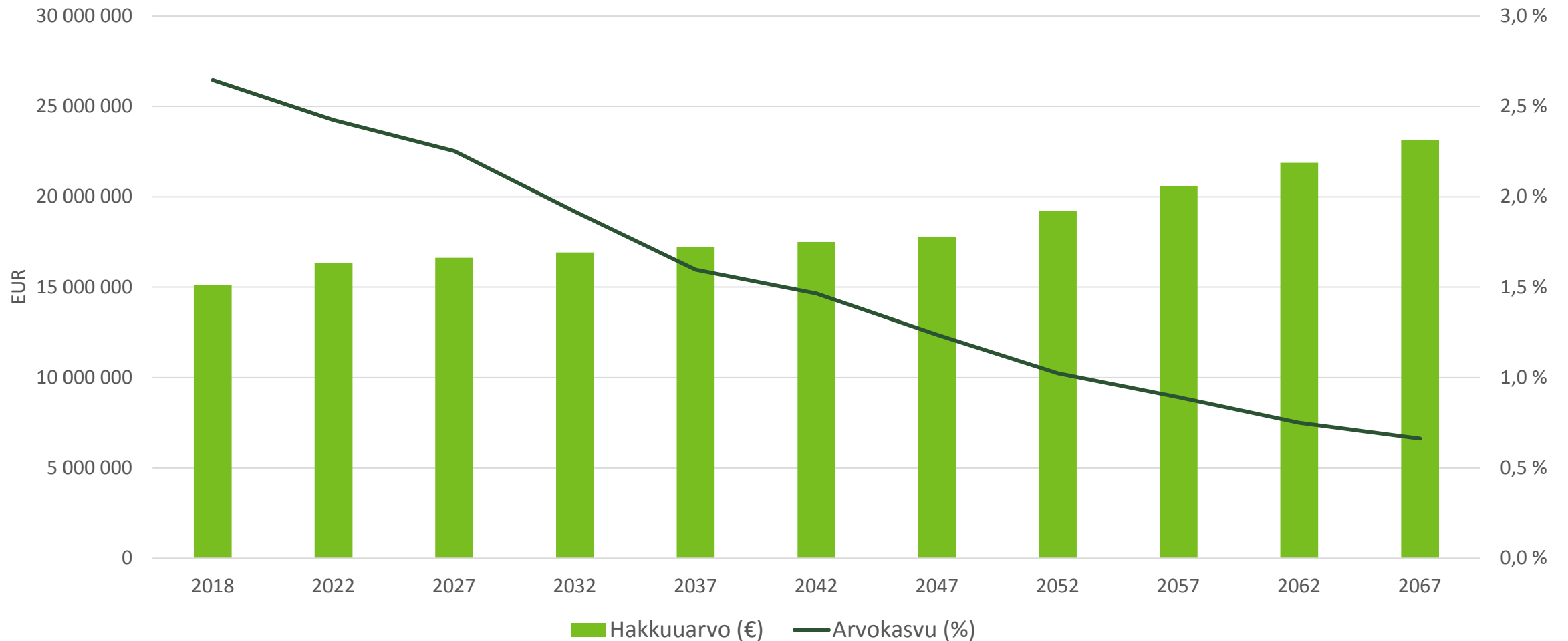
Puuston kasvu (m³/vuosi)



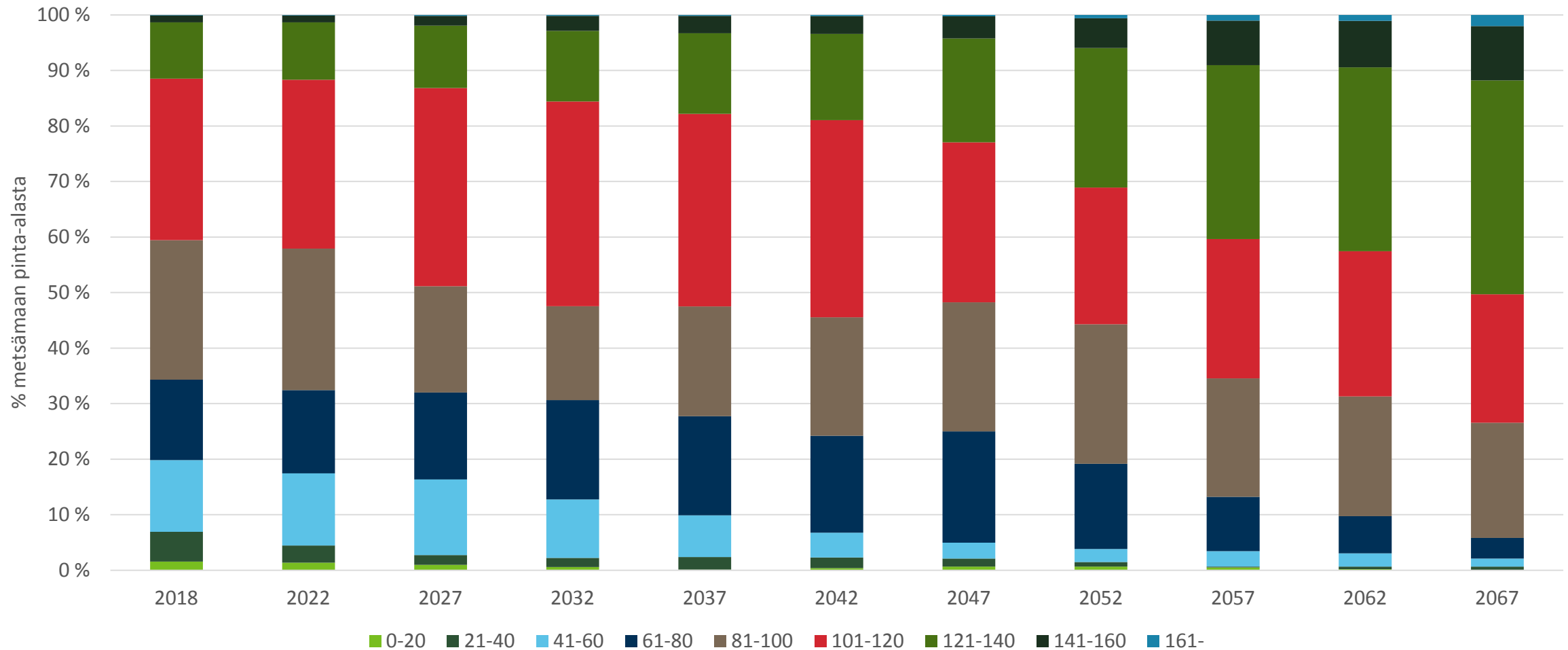
Puuston määrä puutavaralajeittain (m³)



Puuston hakkuuarvo ja arvokasvuprosentti



Metsämaan pinta-ala ikäluokittain



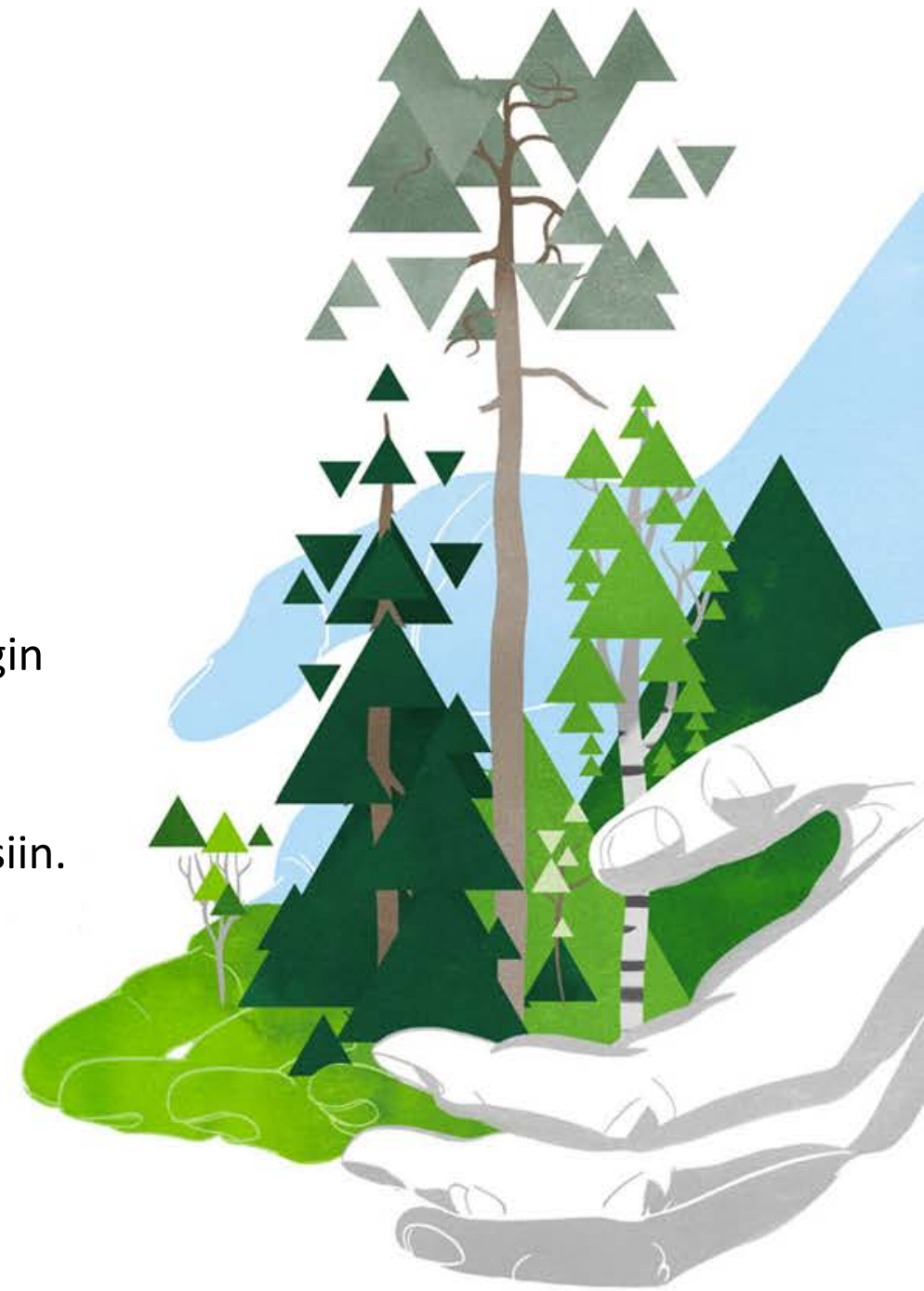
Johtopäätöksiä suojelumetsistä



- Jyväskylän kaupungin omistamissa suojelumetsissä on tällä hetkellä puustoa yhteensä 356 500 m³ ja keskimäärin 241 m³/ha.
- Puuston hakkuuarvo on tällä hetkellä noin 15 milj. euroa.
 - 20 miljoonan raja ylittyy 2050-luvulla.
- Puuston ikäluokkakajakauman vanhetessa ja keskitilavuuden kasvaessa puuston kasvu taantuu. Arvokasvu laskee alle 2 %:iin noin vuonna 2030, ja alle 1 %:iin 2050-luvulla.
- Metsien suojelusta voidaan arvioida koituvan noin vuotuisen kasvun (6000 m³/ha) suuruinen hakkuukertymän menetys, eli tulonmenetyksinä vajaa 300 000 €/vuosi.

Hoitoluokat yhteensä

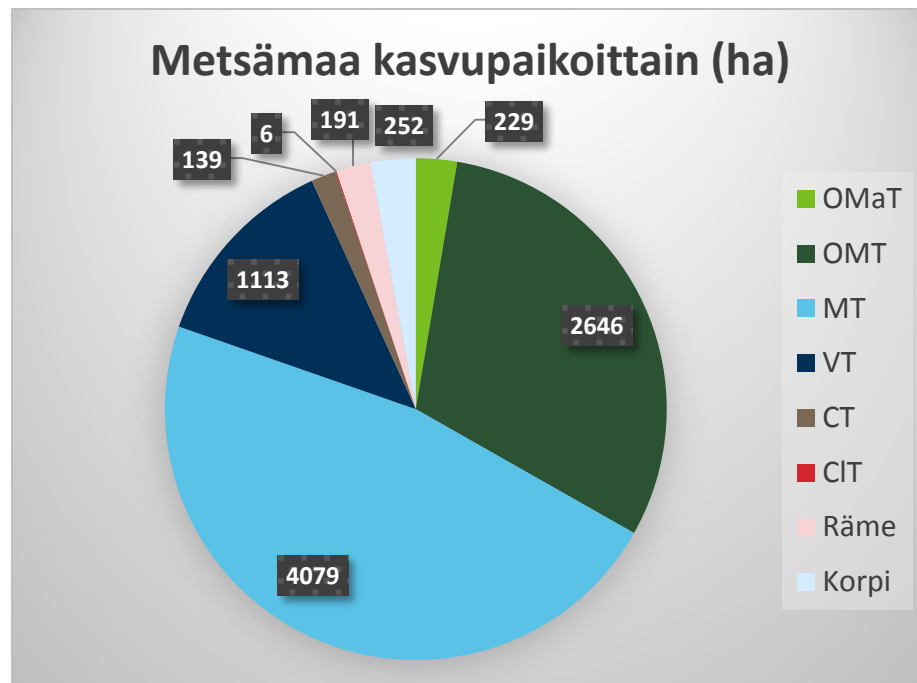
- Seuraavissa kuvissa on esitetty yhteenveto Jyväskylän kaupungin kaikkien metsien kehityksestä ja metsätaloudesta saatavista hakkuutuloista.
- Tulokset perustuvat hoitoluokittain tehtyjen laskentojen tuloksiin.



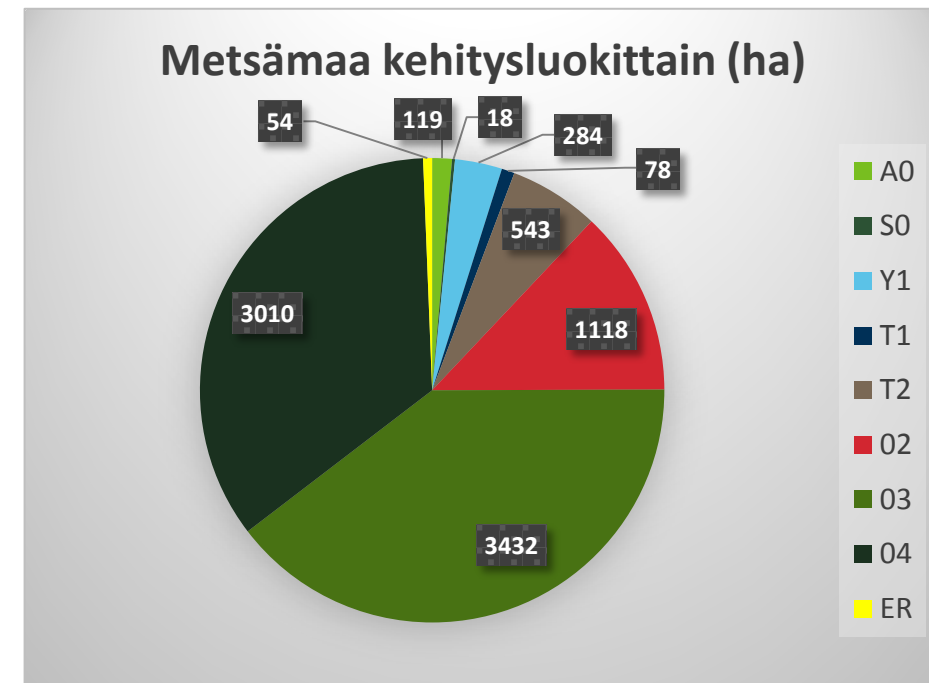
Puuston nykytila



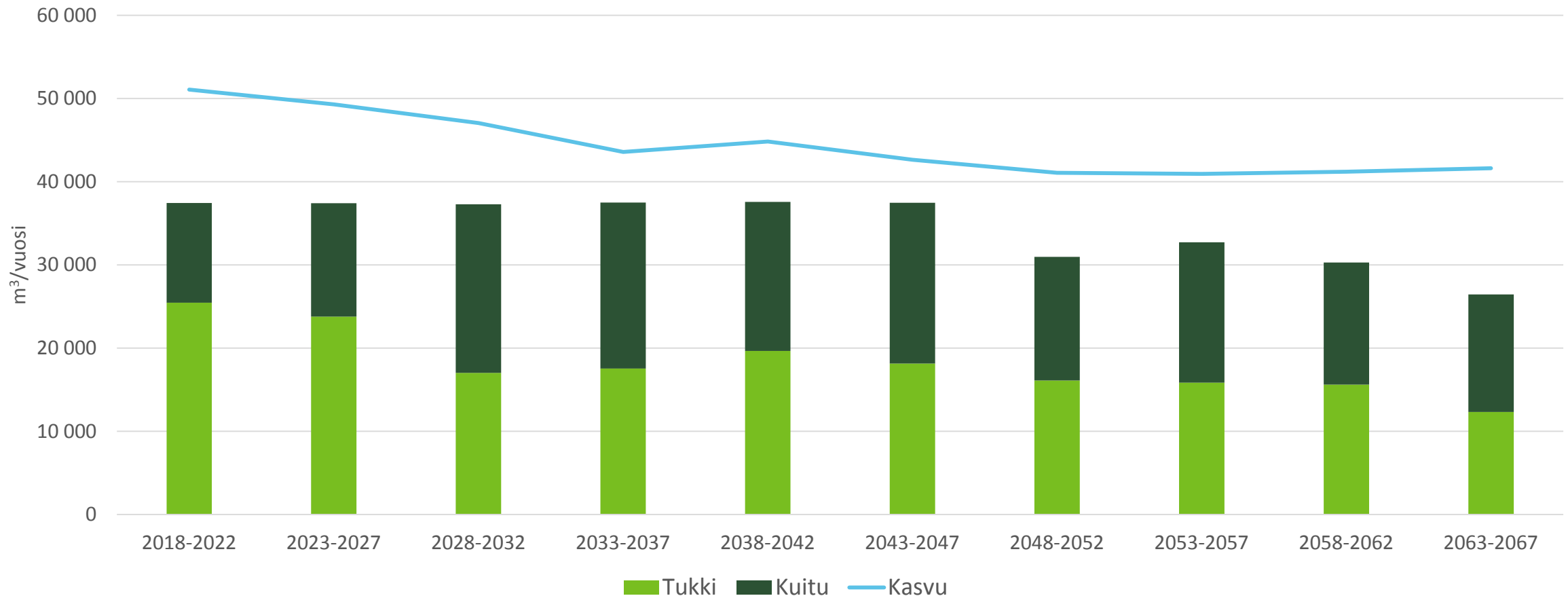
- Metsämaan pinta-ala **8 657 ha**
- Puusto puutavaralajeittain:
 - Tukkipuu: **787 930 m³**
 - Kuitupuu: **764 966 m³**
 - Hukkapuu: **48 561 m³**



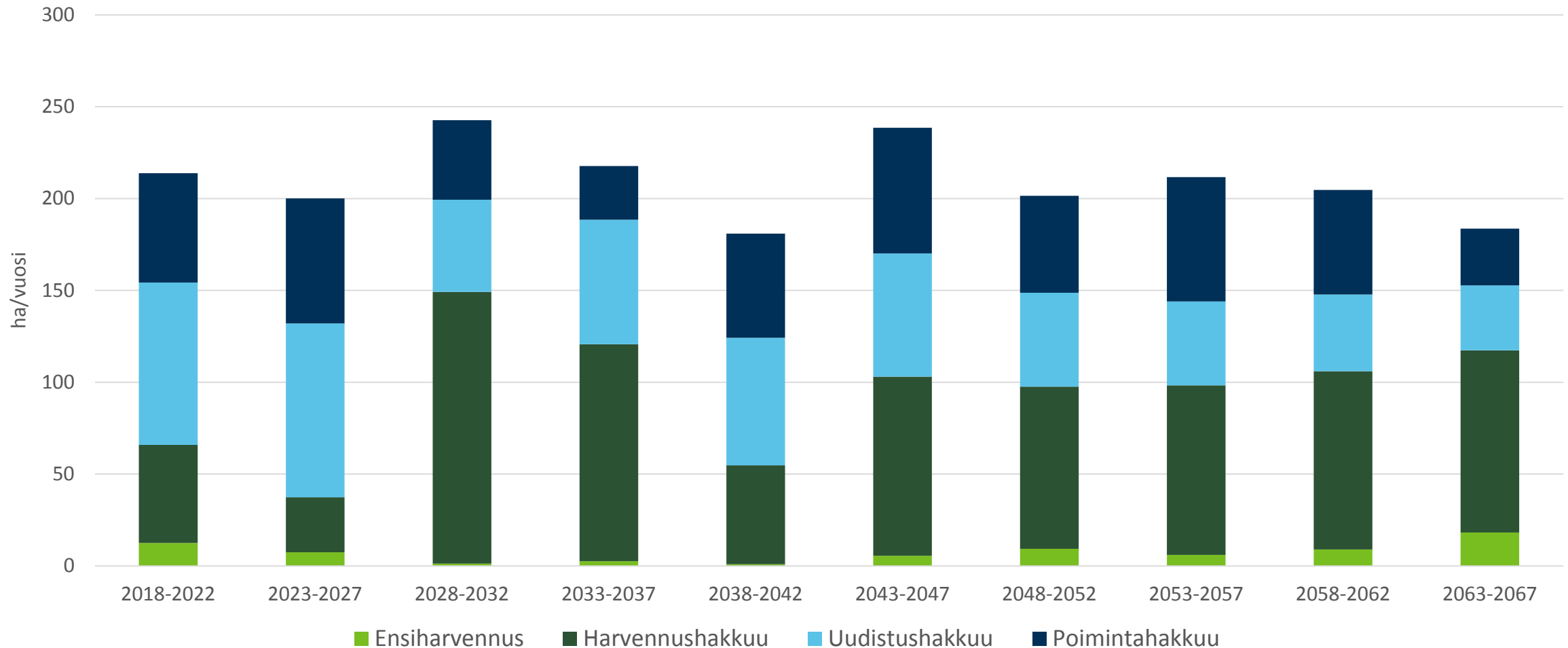
- Puuston keskitilavuus **185 m³/ha**
 - Ainespuusto **179 m³/ha**
- Puuston kasvu **53 291 m³/vuosi**
 - Keskimäärin **6,2 m³/ha/vuosi**



Hakkuut puutavaralajeittain (m³/vuosi) ja puuston kasvu (m³/vuosi)



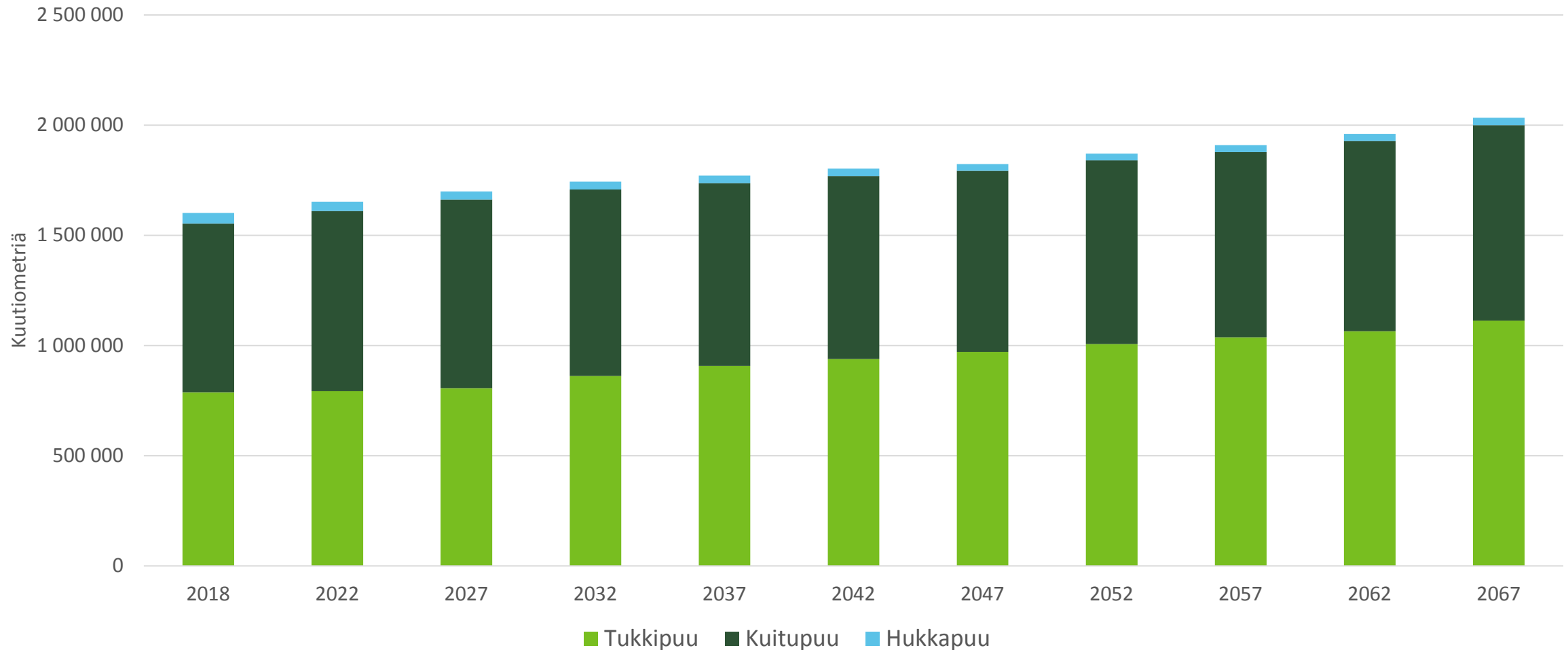
Hakkuut hakkuutavoittain (ha/vuosi)



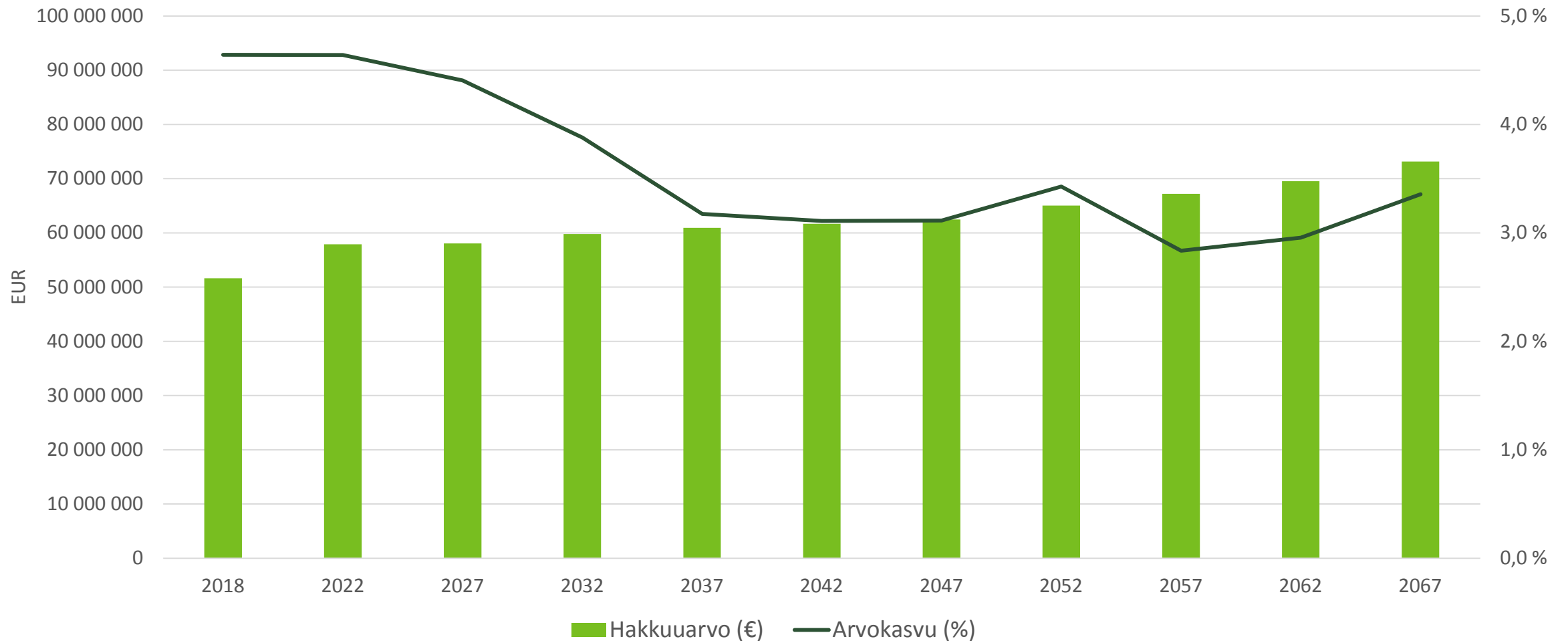
Hakkuutulot (€/vuosi)



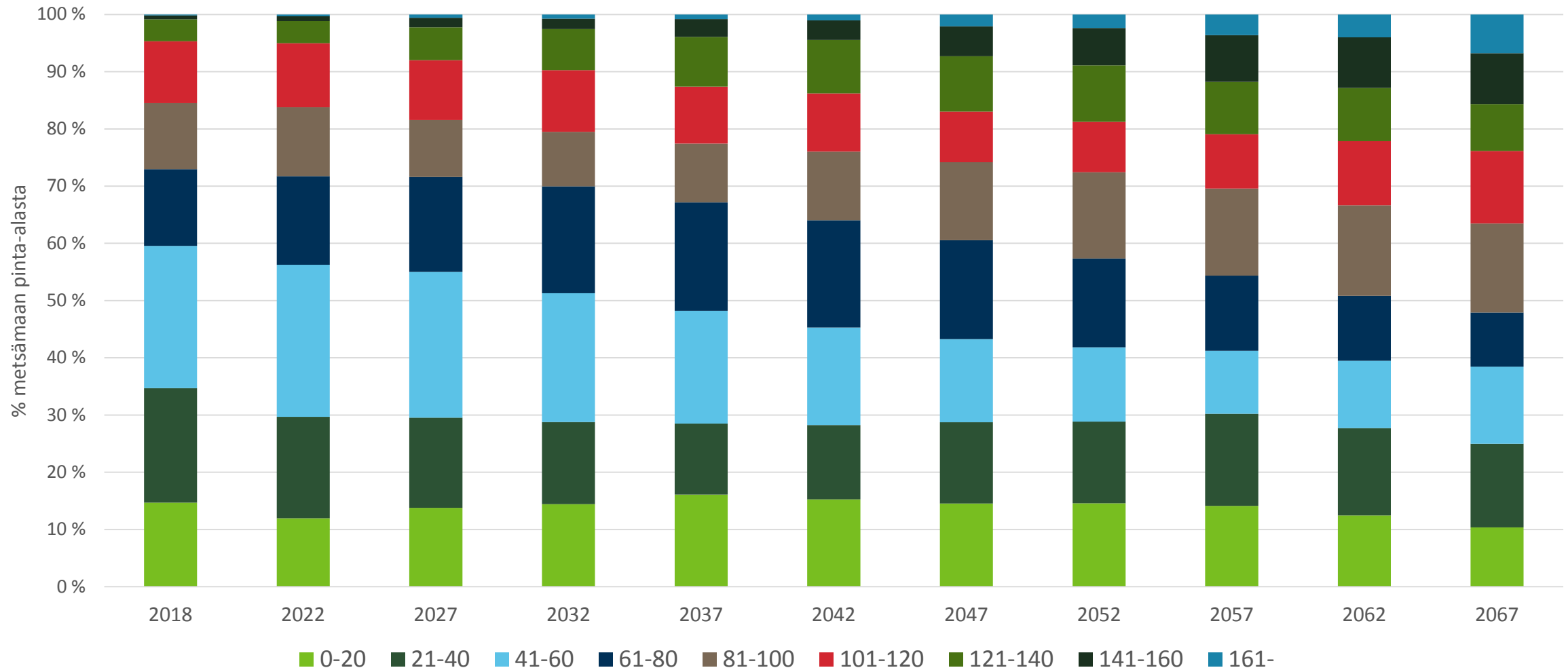
Puuston määrä puutavaralajeittain (m³)



Puuston hakkuuarvo ja arvokasvuprosentti



Metsämaan pinta-ala ikäluokittain



Yhteenveto vuosikymmenittäin



	2018-2027	2028-2037	2038-2047	2048-2057	2058-2067
Hakkuukertymä (m ³ /vuosi)	37 432	37 391	37 516	31 844	28 368
Nettokasvu (m ³ /vuosi)	50 170	45 302	43 731	40 998	41 405
Hakkuutulot (€/vuosi)	1 518 986	1 228 413	1 295 330	1 094 560	973 347
Ensiharvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	10,0	1,9	3,2	7,6	13,6
Harvennusten pinta-ala (ha/vuosi)	41,6	133,0	75,7	90,4	98,1
Uudistushakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	91,5	59,0	68,3	48,4	38,6
Poimintahakkuiden pinta-ala (ha/vuosi)	63,8	36,3	62,5	60,2	43,9
Puuston tilavuus kauden lopussa (m ³)	1 699 246	1 770 601	1 822 940	1 908 752	2 033 269



Kiitos!

Mikko Niemi

Metsätietoasiantuntija

mikko.niemi@tapio.fi

Puh: 040 593 9334

Mikko Lumperoinen

Metsävara-asiantuntija

mikko.lumperoinen@tapio.fi

Puh: 050 358 6020

