



KESKKONNAAGENTUUR

Metsandussektori võime panustada kliimaeesmärkidesse

Maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse sektori
sidumisvõimekuse analüüs kuni aastani 2050

Mati Valgepea
metsandusstatistika juhtivspetsialist
Keskkonnaagentuuri metsaosakond

14.10.2021

Ettekande teemad

Ülevaade uuringust

Metsakasutus

Metsamaa pindala

Metsakasvatus

Puittooted

Asendusefekt



KESKKONNAAGENTUUR

Ülevaade uuringust

Taust

Tellija: Keskkonnaministeerium

Uuringu eesmärk: analüüsida komplekselt maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse (ingl k. *land use, land use change and forestry*, LULUCF) sektori CO₂ sidumisvõimaluste potentsiaali ja ulatust 2030. ja 2050. aasta kliimapoliitika eesmärkide täitmisel, arvestades sealjuures ka pikemaajalist perspektiivi (aastani 2100).

Töö autorid: Keskkonnaagentuur, Eesti Maaülikool

Konsulteriti: Riigimetsa Majandamise Keskus, AS Toftan, MTÜ Eesti Turbaliit, Tartu Ülikool, Keskkonnaministeerium, Maaeluministeerium, Tallinna Tehnikaülikooli

Sisukord

Mõisted ja lühendid

Sissejuhatus

1. Ülevaade LULUCFi sektorist

2. Metsamaa

3. Puittooted

4. Põllumaad ja rohumaad

5. Märgalad

6. Asendusefekt

7. Täiendavad meetmed

8. Kokkuvõte

LISAD

Lähtekohad

Kliimapoliitika põhialused aastani 2050

Uuringu lähteülesanne

Varasemad uuringud

Meetmete kirjeldamine (**eriti heitkoguste ja KHG aruandluse vaatest lähtuvalt**)

Sotsiaal-majanduslike mõjude ja kulutõhususe hindamine

Meetmete sobivus ja teostatavus, mõju olulisus, uuringuvajadused

KHG inventuuri LULUCF sektori jagunemine

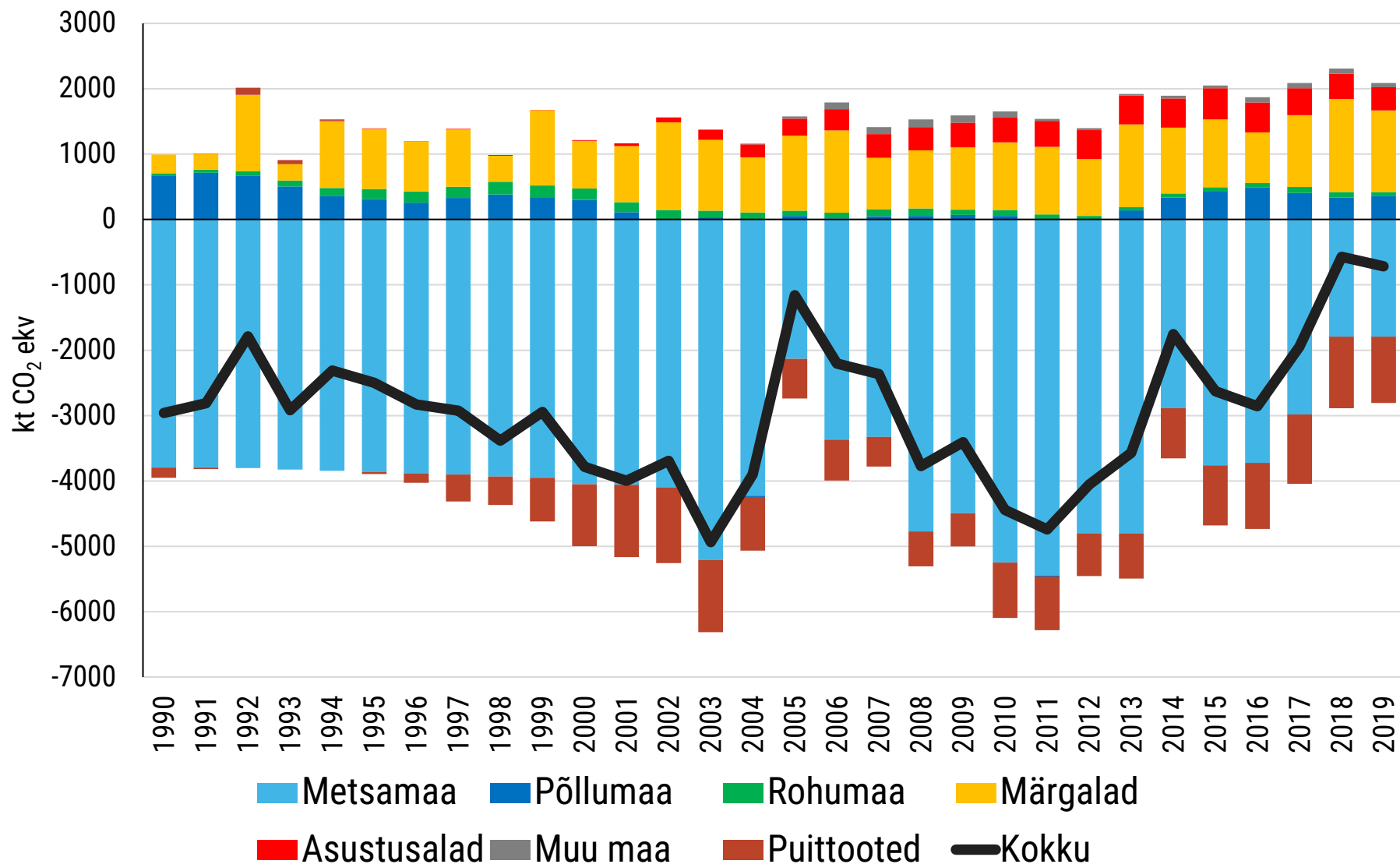
Alakategooria	Heide/sidumine		
4.A Metsamaa	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4.B Põllumaa	CO ₂		N ₂ O
4.C Rohumaa	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4.D Märgalad	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4.E Asulad	CO ₂		N ₂ O
4.F Muu maa	CO ₂		N ₂ O
4.G Puittooted	CO ₂		

- C varu muutus elus ja surnud biomassis ning mullas (CO₂)
- Aiandusturba kaevandamine ja kasutamine (CO₂)
- Turvasmuldade kuivendamine (CH₄, N₂O)
- N mineraliseerumine ja leostumine mulla C varu vähenemise tõttu (N₂O)
- Biomassi põlengud (CH₄, N₂O)

Maakasutusmuutuste maatriks aastatel 1990-2019

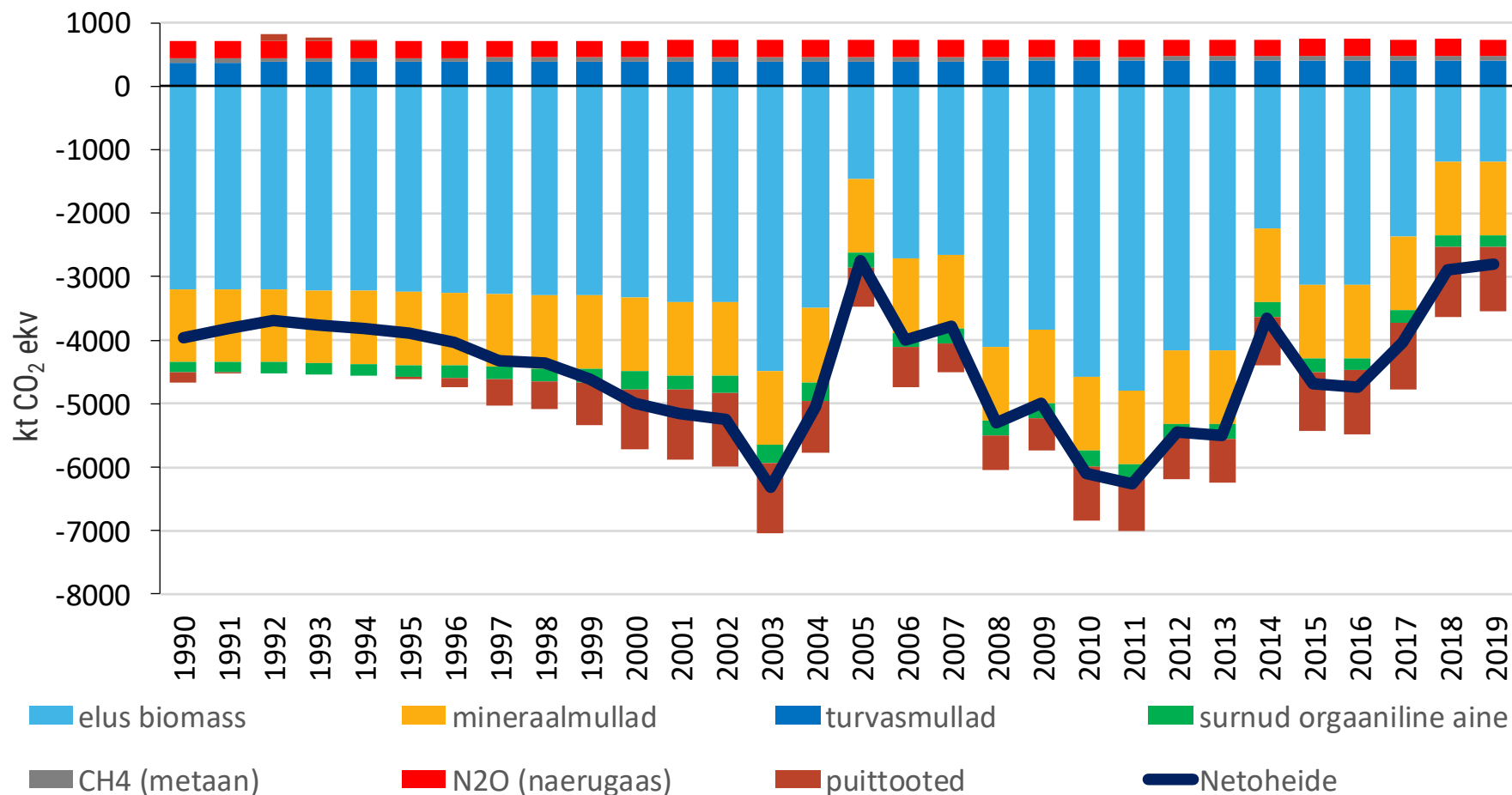
LULUCF maa- kategooria	Maakasutusmuutused 1990. aasta algusest, kha						Kokku 2019. aastal
	Metsamaa	Põllumaa	Rohumaa	Märgalad	Asulad	Muu maa	
Metsamaa	2 336,64	38,54	46,47	9,68	7,77	11,05	2 450,14
Põllumaa	1,70	961,22	22,43	0,21	0,00	0,00	985,55
Rohumaa	8,55	46,44	217,05	0,95	1,75	1,24	275,98
Märgalad	3,23	0,00	0,60	418,63	1,45	0,00	423,90
Asulad	15,27	7,85	6,36	0,00	327,12	0,83	357,43
Muu maa	2,88	0,57	0,26	0,12	0,00	37,08	40,91
Kokku 1990. aastal	2 368,27	1 054,62	293,17	429,58	338,08	50,20	4 533,90
Muutus alates 1990-ndast	81,88	-69,07	-17,19	-5,68	19,35	-9,29	
Suhteline muutus (%)	3,5	-6,5	-5,9	-1,3	5,7	-18,5	

KHG inventuuri LULUCF sektori netoheide 1990.–2019. aastal, kt CO₂ ekv



Metsamaa ja puittoodete netoheide

Metsamaa ja puittoodete kategooria KHG heitkogused 1990.–2019. aastal



2019. a metsamaa kogupindala: 2 450 kha
metsamaa kategooria netoheide: -1793 kt CO₂ ekv
puittoodete kategooria netoheide: -1015 kt CO₂ ekv



KESKKONNAAGENTUUR

Metsakasutus

Raiestsenaariumid

Raie stsenaariumiteks

- 1) R1 – ühtlane kasutus (ühtlane puidukasutus kogu raieringi jooksul);
- 2) R2 – arvestuslank (ühtlane puidukasutus keskpikal perioodil);
- 3) R3 – küpsuslank (maksimaalne võimalik puidukasutus);
- 4) R4 – uuendusraie 5 miljonit m³ (vähendatud mahus ühtlane puidukasutus).

Raiestsenaariumite taustaks koostati teistele LULUCFi maakategoriatele üks stsenaarium:

- Põllumaa puhul eeldatakse tulevikus netoheite suurenemist,
- Märgalade kategoorias tekib KHG heide põhiliselt aiandusturba kaevandamisest ja kasutamisest ning turbatootmisalade pinnasest.
- Rohumaade, asulate ja muu maa kategooriates prognoositi heitkoguste jäämist viimaste aastate keskmisele tasemele.
- Asulate puhul arvestati lisaks ka Rail Balticu trassi raadamisest tekkiva heitega.

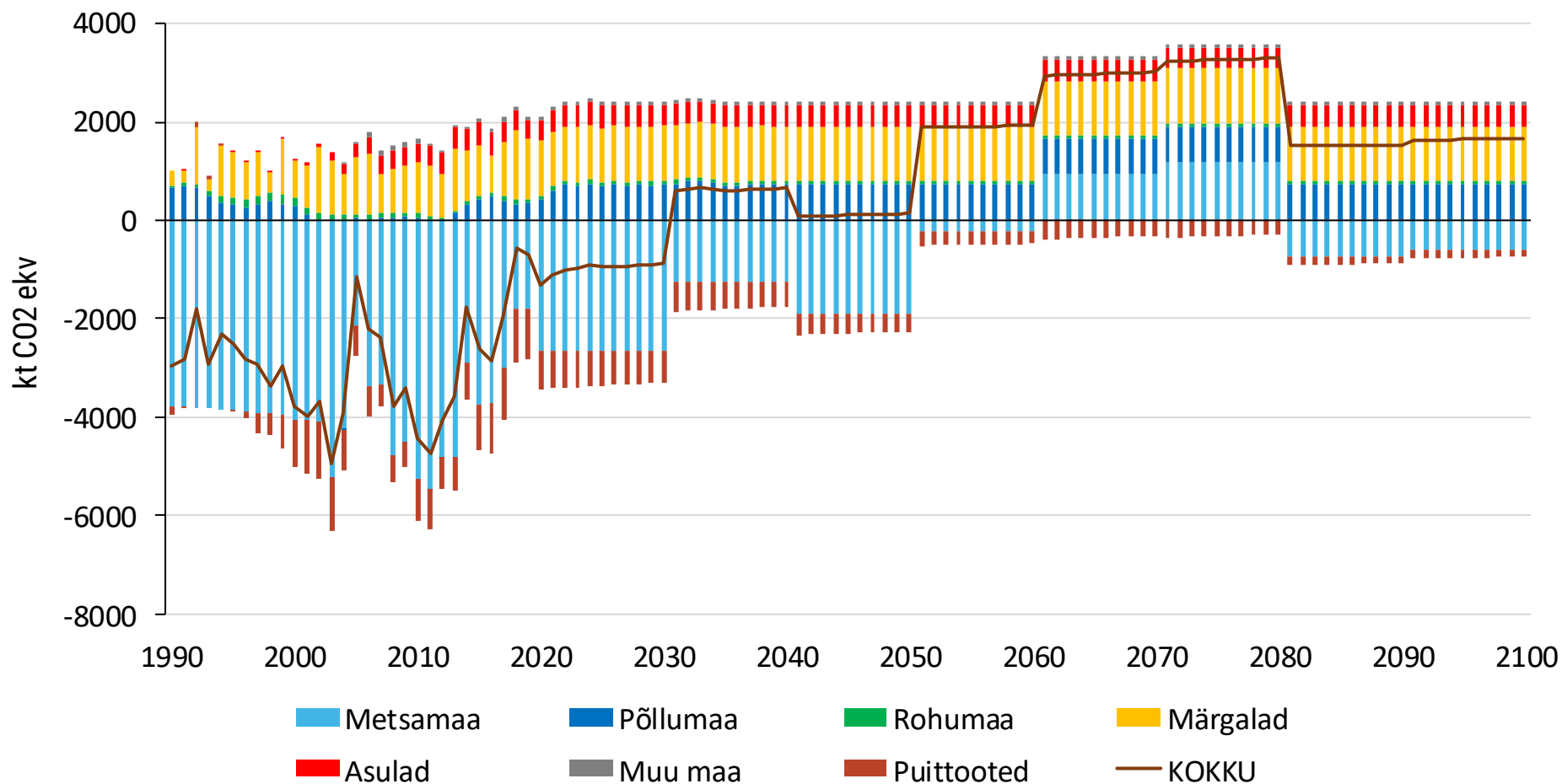
Raiestsenaariumi kirjeldus

Raied, kasvava metsa tagavara ning netoheide aastail 2021–2100 ühtlase kasutuse raiestsenaariumi korral

Periood	Raiete aastane						Tagavara, mln m ³			Netoheide*, kt CO ₂ ekv aastas		
	pindala, kha		maht, mln m ³				Rangelt kaitstav mets	Majandatav mets	Kokku	Metsamaa**	Puittooted	LULUCF***
	Uuendusraie	Harvendusraie	Uuendusraie	Harvendusraie	Sanitaarraie	Kokku						
2021–2030	26,6	28,0	8,2	1,6	0,5	10,3	78	403	481	-2 664	-694	-950
2031–2040	27,0	24,8	8,3	1,4	0,5	10,2	87	410	497	-1 255	-547	626
2041–2050	26,5	24,4	8,0	1,3	0,5	9,9	94	408	502	-1 897	-398	110
2051–2060	24,6	26,1	7,5	1,4	0,5	9,5	100	412	512	-230	-267	1 906
2061–2070	26,6	29,2	8,2	1,6	0,5	10,4	101	408	509	925	-350	2 977
2071–2080	26,9	31,5	8,4	1,8	0,5	10,7	99	398	497	1 181	-323	3 261
2081–2090	24,6	33,0	7,5	1,9	0,5	9,9	96	387	483	-743	-146	1 514
2091–2100	24,3	33,5	7,6	1,9	0,5	10,0	93	391	484	-615	-145	1 643
Kokku 21–50	800	772	245	44	15	304				-58 160	-16 390	-2 140
Keskmine 21–50	26,7	25,7	8,2	1,5	0,5	10,1	86	407	493	-1 939	-546	-71
Kokku 21–00	2 069	2 305	638	131	40	808				-52 980	-28 700	110 870
Keskmine 21–00	25,9	28,8	8,0	1,6	0,5	10,1	94	402	496	-662	-359	1 386

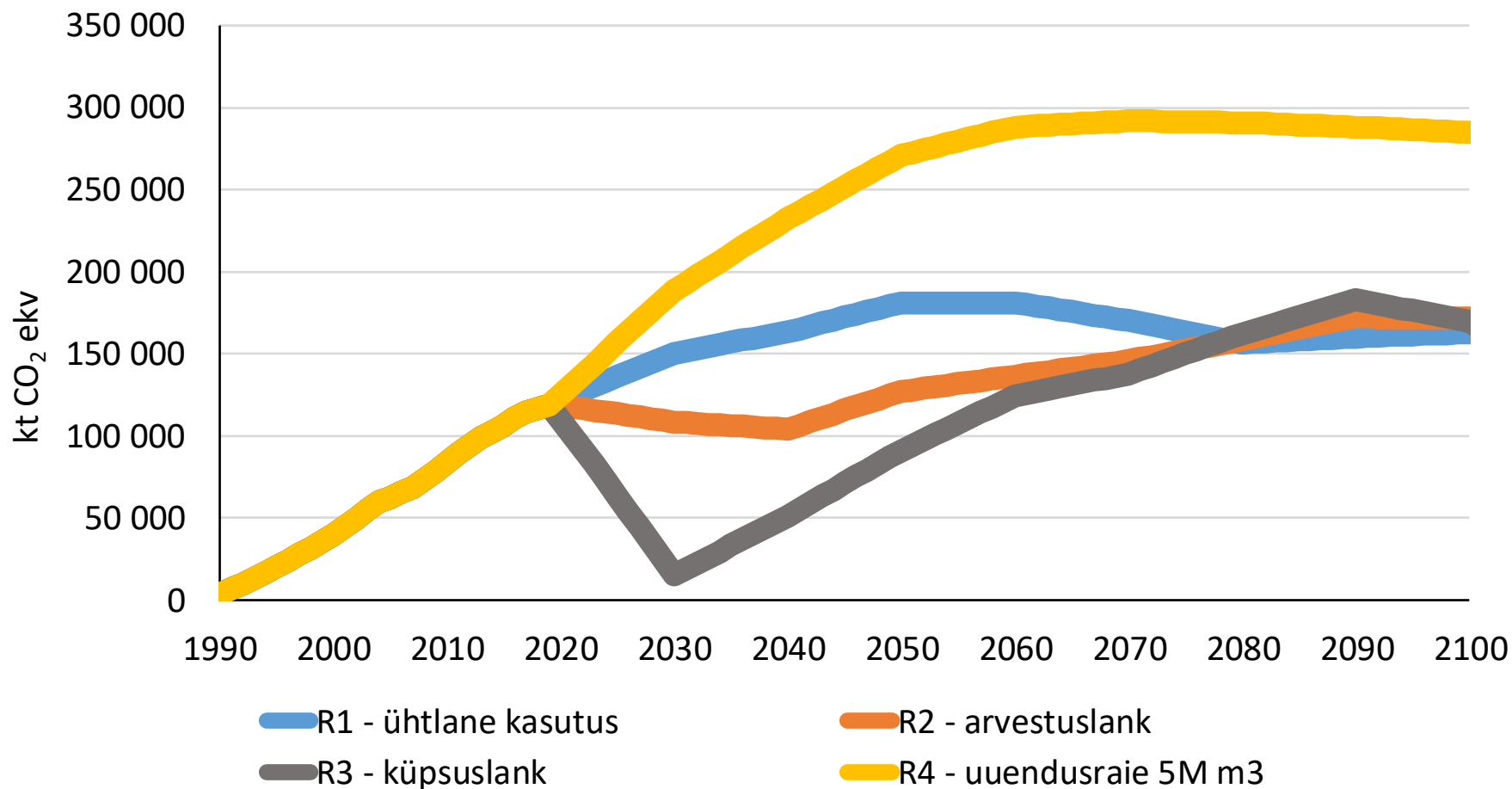
Raiestsenaariumi mõju netoheitele

Kasvuhoonegaaside heide ja sidumine LULUCFi sektoris
raiestsenaariumi „R1 – ühtlane kasutus“ kohaselt perioodil 1990–2100 (kt CO₂ ekv)



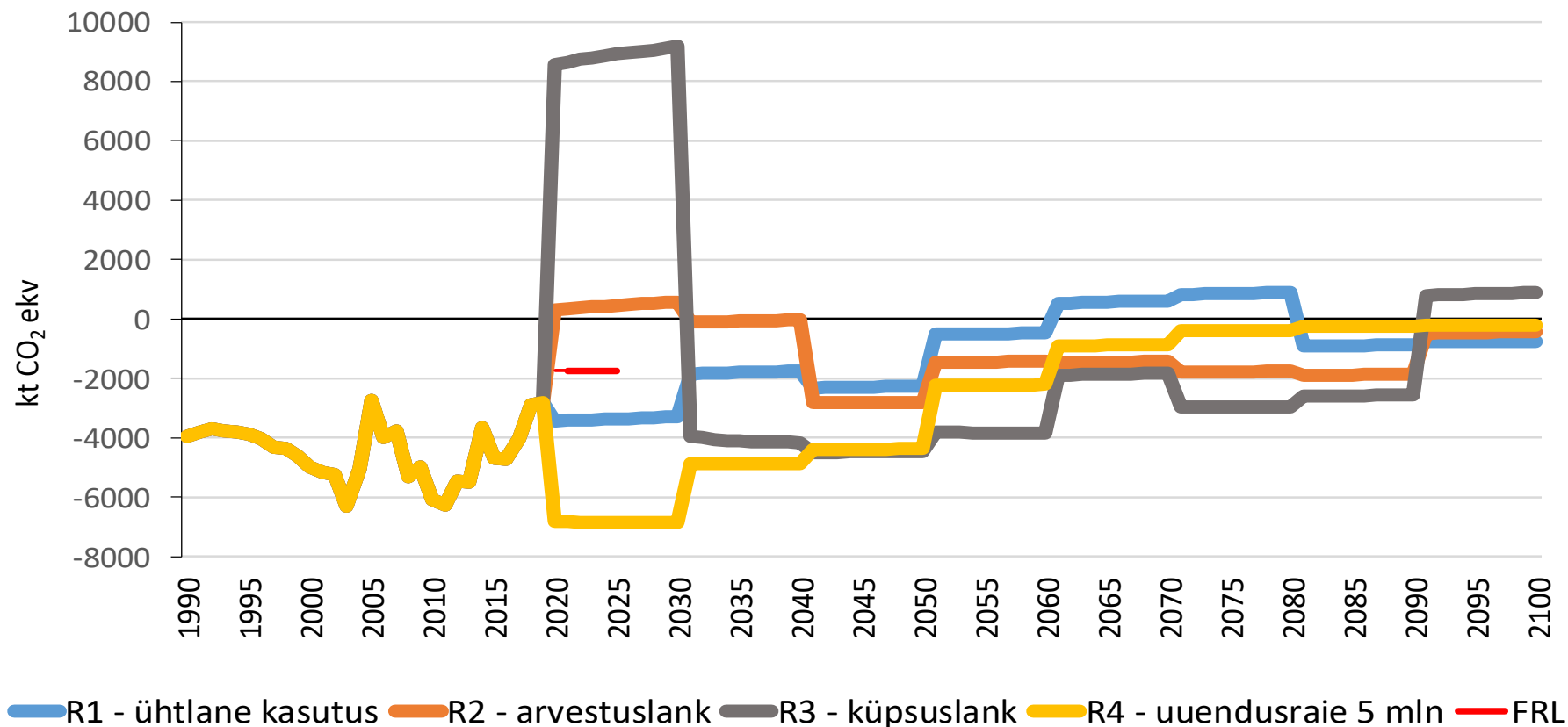
Raiestsenaariumite mõju süsinikuvarule

Süsinikuvaru muutumine võrreldes 1990. aastaga puitses biomassis ja puittoodetes erinevate metsakasutuse stsenaariumite korral perioodil 1990–2100 (kt CO₂)



Raiestsenaariumid – metsamaa ja HWP netoheide

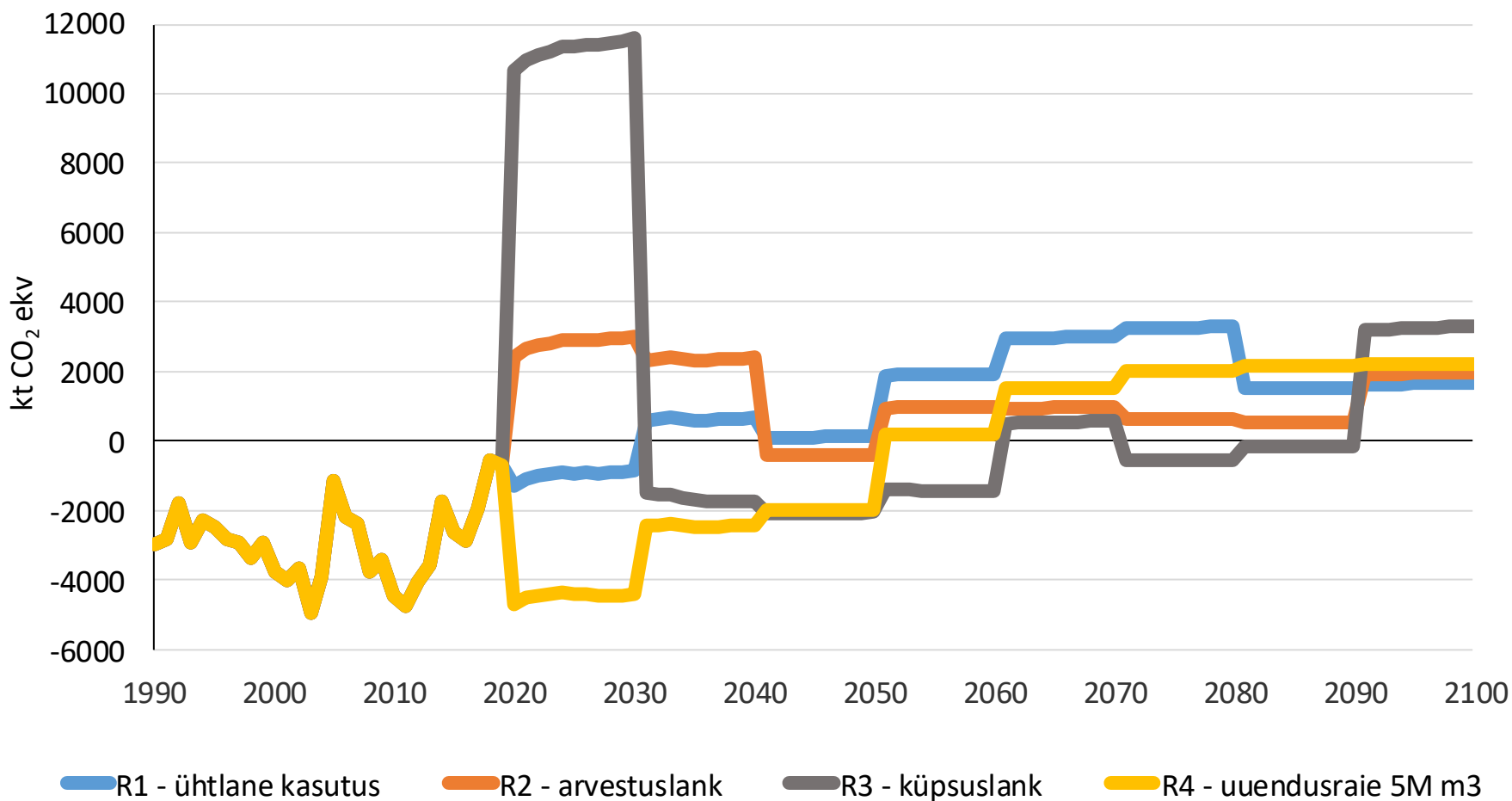
Erinevate raiestsenaariumite võrdlus metsamaa heitkoguse võrdlustasemega (nii raiestsenaariumid kui FRL koos puittoodetega)



FRL (forest reference level) - metsa heitkoguse võrdlustase: aastateks 2021–2025 koos puittoodetega (-1,75 mln t CO₂ ekv aastas) ja ilma puittoodeteta (-1,33 mln t CO₂ ekv aastas).

Raiestsenaariumid –LULUCF netoheide

Kasvuhoonegaaside netoheide LULUCFi sektoris erinevate raiestsenaariumite korral perioodil 1990–2100 (kt CO₂ ekv)



Raiestsenaariumid – mõju 2030

Metsasektori prognoositavad näitajad 2030. aastal

Näitaja	Ühik	Raiestsenaarium			
		R1 – ühtlane kasutus	R2 – arvestuslank	R3 – küpsuslank	R4 – uuendusraie 5 mln m ³
Metsasektori otsene ja kaudne lisandväärtus kokku	mln €/a	1277	1630	2413	885
Otsene ja kaudne tööhõive kokku	1000 töötajat	41,1	45,8	51,7	36,6
Metsamajanduse netotulu	mln €/a	112	142	209	78
Bioloogilise vara väärtus	mln €	2358	2168	1748	2530
Süsinikubilansi väärtus* võrreldes võrdlustasemega	mln €/a	39–77	-58 – -116	-273 – -546	127–255
Võimalik kauplemisühikute müügi võimalus/ostmise vajadus	mln €/a	24–48	-34 – -68	-249 – -498	12–24

*t CO₂ ekv hindade 25 ja 50 €/t juures

miinusmärk tähendab väiksemat sidumist võrreldes võrdlustasemega

Raiestsenaariumid – mõju 2050

Metsasektori prognoositavad näitajad 2050. aastal

Näitaja	Ühik	Stsenaarium			
		R1 – ühtlane kasutus	R2 – arvestuslan k	R3 – küpsuslank	R4 – uuendusrai e 5 mln m ³
Metsasektori otsene ja kaudne lisandväärtus kokku	mln €/a	1226	1213	1150	847
Otsene ja kaudne tööhõive kokku	1000 töötajat	41,5	41,3	40,5	36,0
Metsamajanduse netotulu	mln €	107	106	101	75
Bioloogilise vara väärtus	mln €	2369	2128	1995	2823
Süsinikubilansi väärtus* võrreldes võrdlustasemega	mln €/a	13–26	26–52	68–136	66–132

*CO₂ ekv huldade 25 ja 50 €/t juures

miinusmärk tähendab väiksemat sidumist võrreldes võrdlustasemega

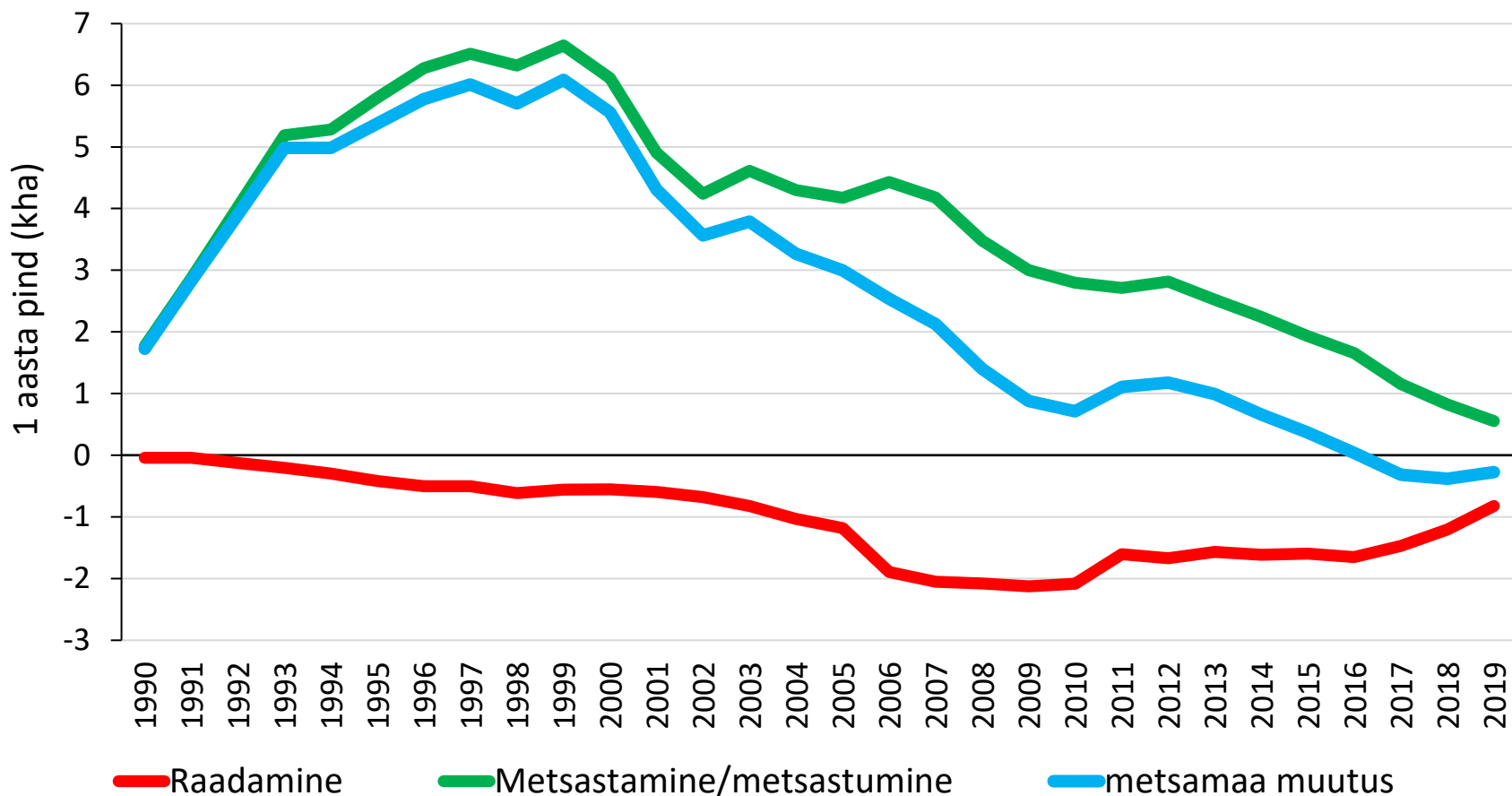


KESKKONNAAGENTUUR

Metsamaa pindala

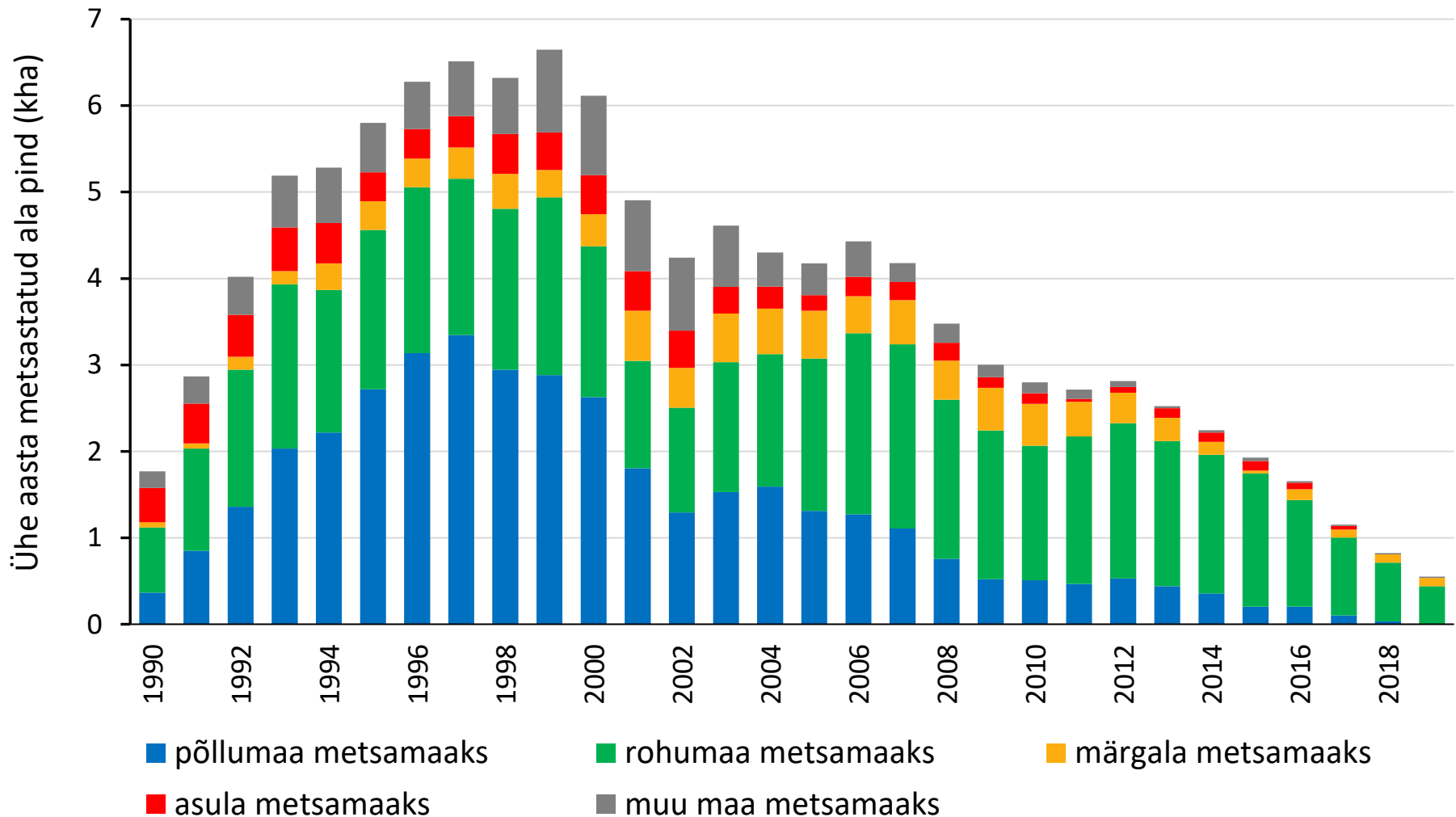
Metsamaa pindala

Metsamaa pindala muutumine (raadamine, metsastumine ja bilanss ha/a)
1990.–2019. aastal



Metsamaa pindala – metsastu(a)mine

Metsastunud ala aastane jaotus varasema maakategooria järgi (LULUCFi määratlus) 1990.–2019. aastal



Metsastamismeede

75 kha mittemetsamaa (sh rohumaad) metsastamine

2 stsenaariumi:

M1 – metsastamine 2500 ha aastas 30 aasta jooksul (2021–2050);

M2 – metsastamine 5000 ha aastas 15 aasta jooksul (2021–2035).

Metsastatava ala puuliigiliseks jaotuseks kavandati:

40% kuuse-,

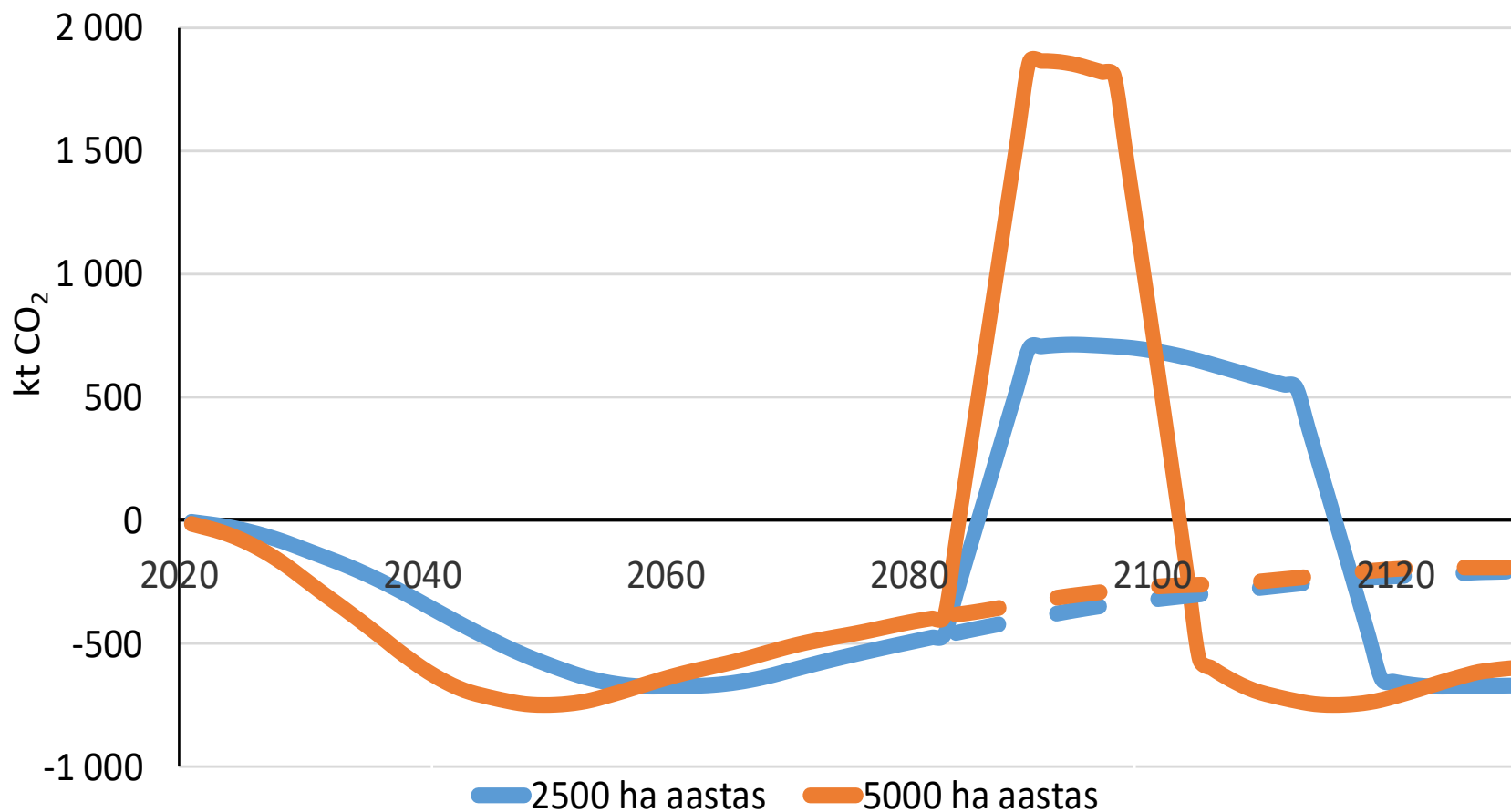
40% kase-,

20% männikultuure.

Metsastatud alad on üldjuhul kõrge boniteediga (Ia–II).

Metsastamismeetme mõju

Metsastamisprogrammi CO₂ sidumine (kt CO₂)
(punktirjoon näitab ilma uuendusraieteta aegrida)



Metsastamismeetme mõju

Metsastamise meetme mõju LULUCFi netoheitele aastail 2021–2100

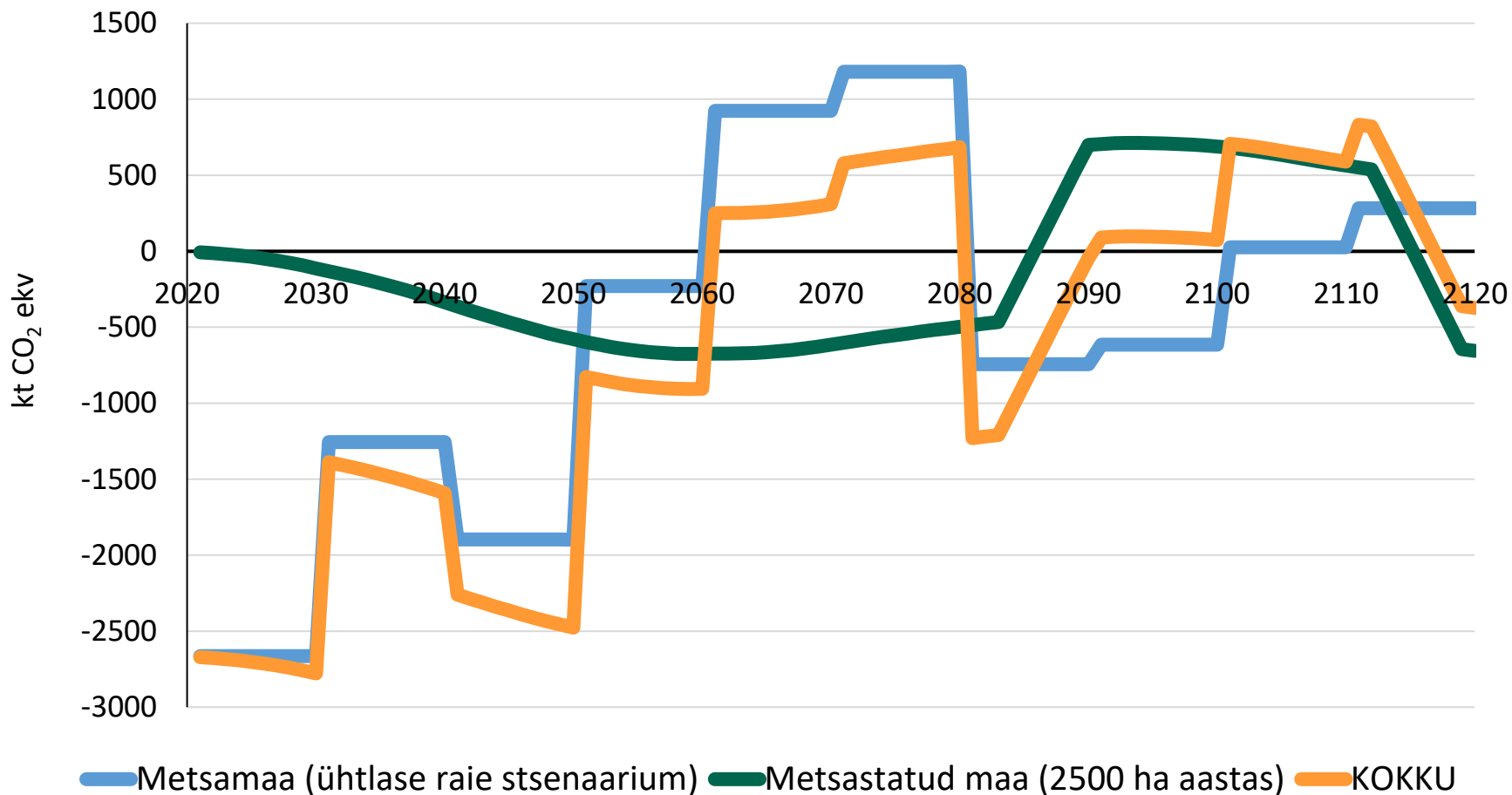
Näitaja	Metsastamine								
		21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100
Täiendav sidumine, kt CO ₂ ekv	keskmise aastas	-50	-227	-477	-651	-654	-548	-2	705
	kumulaatiivne	-500	-2 769	-7 538	-14 045	-20 588	-26064	-26080	-19027
Pindala	perioodil kokku, kha	25	25	25					

Metsastamise meetme kulutõhusus

Näitaja	2021–2030	2031–2040	2041–2050
Kumulatiivsed kulud, mln €	53	117	181
Kumulatiivne täiendav sidumine, kt CO ₂ ekv	-500	-2769	-7538
Kulu, €/t CO ₂ ekv	106	42	24
Täiendavalt seotud CO ₂ väärtus, mln € (hind 25 ja 50 €/t CO ₂ ekv)	12,5–25	69,2–138,5	188,5–376,9

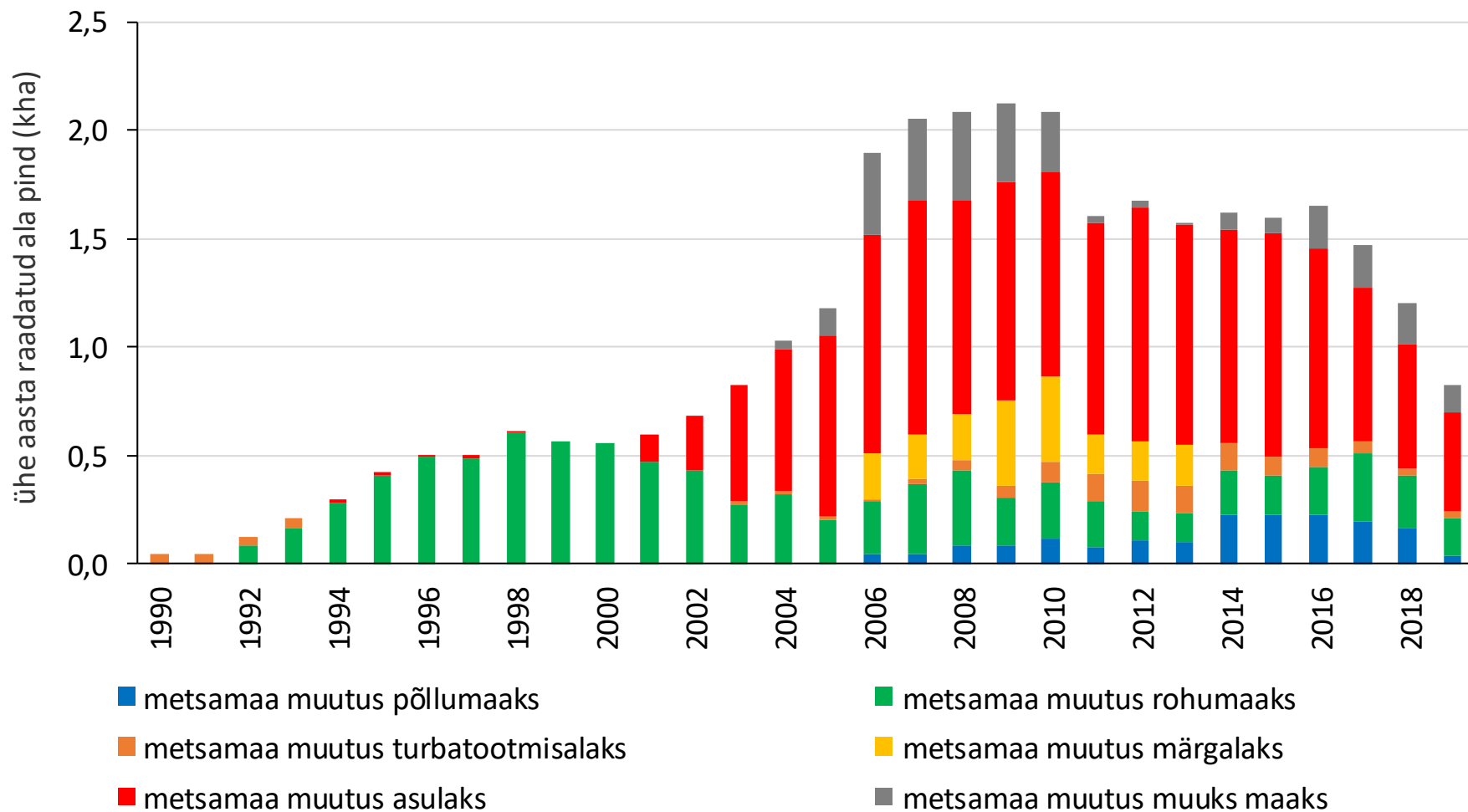
Metsastamismeetme mõju (metsamaa)

Metsastatud alade CO₂ sidumise mõju ühtlase raie stsenaariumile
(ilma puittoodeteta)



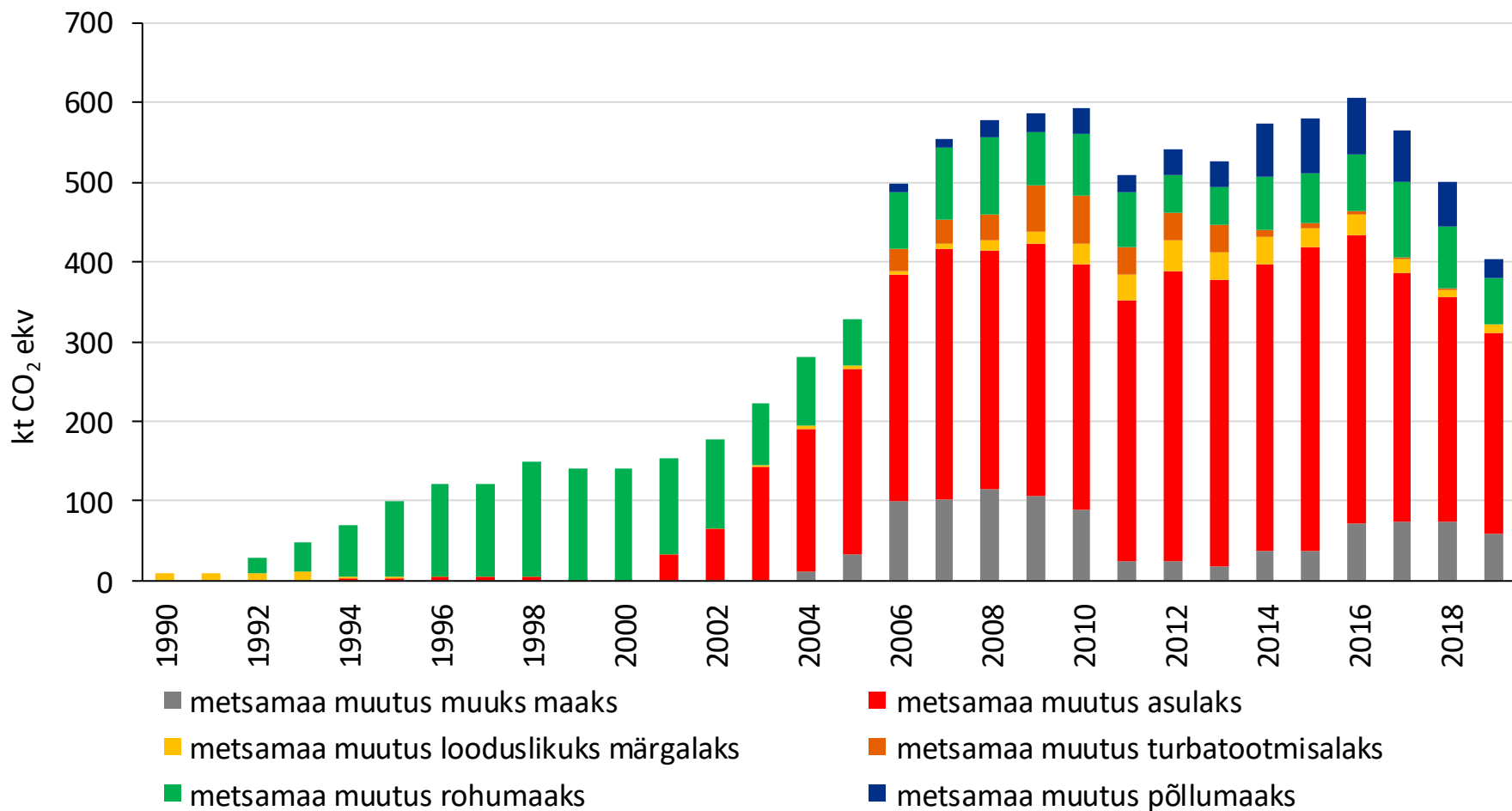
Raadamine

Raadatud metsamaa jaotus hilisema maakategooria järgi



Raadamine

Raadatud ala KHG aastane netoheide hilisema maakategooria järgi



Raadamine

Raadamisel on oluline ja pikaajaline mõju KHG heitele.

Soovitav on välja töötada raadamisest tulenevate heitkoguste kompensatsioonimehhanism.

Tulu võiks kasutada nt metsastamisprogrammi finantseerimiseks.

Raadamisele tekkiva täiendava heite kompenseerimise ühikuhinna alus võiks olla keskmine metsamaa hektaril seotud süsinikukogus.

Arvestades pikaajaliselt nii puitsesse biomassi kui ka mulda seotud süsiniku kadu ning võttes heitkoguse ühikuhinnaks 25 eur/CO₂ t tuleks 1 hektari raadamise hinnaks 7660 eurot.



KESKKONNAAGENTUUR

Metsakasvatus

Metsakultiveerimine

Metsa kultiveerimine, eriti viljakates kasvukohtades, suurendab metsa keskmist hektaritagavara ja kvaliteetpuidu väljatulekut ning sellega koos ka lisandväärtust.

- metsakultiveerimisel **võidetakse ajaliselt, metsa kasvus** tänu kontrollitud paljundusmaterjali kasutamisele ja **puuliikide koosseisus** tulenevalt tarbesortimentide suuremast väljatulekust;
- viljakates kasvukohatüüpides on metsakultiveerimine **okaspuuenamusega puistute osakaalu säilimise eeldus**;
- viljakate kasvukohtade küpsete okaspuu-kultuurpuistute **hektaritagavara on veerandi võrra** suurem kui looduslikult uenenud okaspuupuistutes
- raieringi keskmisena on kultiveeritud okaspuupuistute tagavara ca 27 m³/ha suurem võrreldes looduslikult uenenud puistutega

Ühtlase kasutuse raiestsenaariumi korral võiks erametsamaa kultiveerimise osakaalu lageraietest tõsta 10% võrra (1500 ha/a), mis eeldab teavitus- ja toetuskeemide jätkumist.

Metsakultiveerimine

Kultuur- ja looduslikult uuenenud küpsete puistute keskmine hektaritagavara (m³/ha) enamkultiveeritud kasvukohatüüpides

Kasvukohatüüp	Enamuspuuliik	Hektaritagavara			
		Kultuurpuistu, m ³ /ha	Looduslikult uuenenud puistu, m ³ /ha	Erinevus, m ³	Suhteline erinevus, %
Jänesekapsa- mustika	Kuusk	286	241	45	19
Jänesekapsa	Kuusk	312	247	65	26
Sinilille	Kuusk	260	202	58	28
Mustika	Mänd	316	250	66	26
Jänesekapsa- mustika	Mänd	326	266	60	22
Karusambla- mustika	Mänd	293	232	61	26
Keskmine				59	25

Harvendusraie

Harvendusraied ei suurenda puistute puiduvaru (biomassi) ja puudesse seotud süsiniku hulka.

Vahetult raie tegemise järel süsiniku sidumine väheneb, kuid puistu ei muutu süsiniku heitjaks.

Harvendusraied võimaldavad kasutada allajäänud ja surevate puude puitu puittoodetes.

Harvendusraied suurendavad uuendusraietelt saadavat kvaliteetpuidu osakaalu, mistõttu suureneb puidutulu võrreldes harvendamata puistuga ligikaudu viiendiku võrra.

Hõredate puistute ennak(eelis)raie

Häiringute ja inimtegevuse tõttu hõredaks jäänud puistud moodustavad **10% keskealistest ja vanematest majandusmetsadest.**

Hõredad puistud **ei kasuta kogu kasvupotentsiaali**, nende **tagavara** ja puitses biomassis seotud süsiniku kogus **on madal** ning juurdekasv ja süsiniku **sidumise võime** on võimalikust **oluliselt väiksem.**

Majandusmetsa hõredad keskealised ja valmivad puistud **on soovitav enne küpsusvanust raiuda.**

Sellega **tõstetakse pika perioodi keskmisena tagavara** ning süsiniku seotust puitses biomassis, **suurem on ka kallimate sortimentide osakaal** uuendusraiel.

Hõredate puistute ennak(eelis)raie

Normaalsete ja hõredate puistute hektaritagavara (m³/ha)

Enamus- puuliik	Keskealised		Valmivad		Küpsed	
	Norm	Hõre	Norm	Hõre	Norm	Hõre
Mänd	201	119	255	163	295	202
Kuusk	202	115	265	163	293	207
Kask	156	69	199	105	241	151
Haab	124	74	177	87	265	160
Sanglepp	175	68	213	89	242	127
Kokku	187	103	222	133	270	191

Hõredate puistute õigeaegsel raiumisel oleks hinnanguliseks võiduks metsa CO₂ sidumisel ca 1,8 t CO₂ /ha/a. Kui arvestada ka CO₂ sidumist puittoodetesse, siis oleks hinnanguliseks võiduks ca 1,9 t CO₂ /ha/a.

Konservatiivselt hinnates võiks tulevikus majandusmetsades kaotusest välditav olla umbes pool ehk ca 100 kt CO₂ aastas, mis tähendaks hõredate puistute ennakraiet ca 580 hektarit aastas

Kuivendamine

Kuivendamise tagajärjel suureneb metsade produktsioon, samas soodustab veetaseme alanemine turba lagunemist ning sellega seotud CO₂ ja N₂O heitkoguste kasvu.

Olenevalt kuivendatud ala ja sellel kasvava puistu iseloomust võivad kuivendatud metsad olla nii süsiniku sidujad kui ka emiteerijad. Üldiselt hinnatakse boreaalses vööndis kuivendamist kliimaatiliselt jätkusuutlikuks eelkõige toitainetevaestes kasvukohatüüpides.

Uuendusraiate planeerimisel ja uue metsapõlve puuliikide valikul tuleks kuivendatud aladel arvestada ka süsiniku sidumise aspektiga.

2020. aastal käivitus EL LIFE OrgBalt projekt, hinnatakse:

- heitkoguseid kuivendatud toitainerikastelt turvasmuldadelt;
- **meetmeid turvasmuldadel kasvavate metsade** heitkoguste vähendamiseks.

Eestis algasid 2021. aastal mõõtmised **siirdesoo ja raba baasil kujunenud kõdusoometsades**, et täpsustada kuivendatud metsamaa turvasmuldade KHG heitkoguseid ja mulla süsinikuvaru dünaamikat.

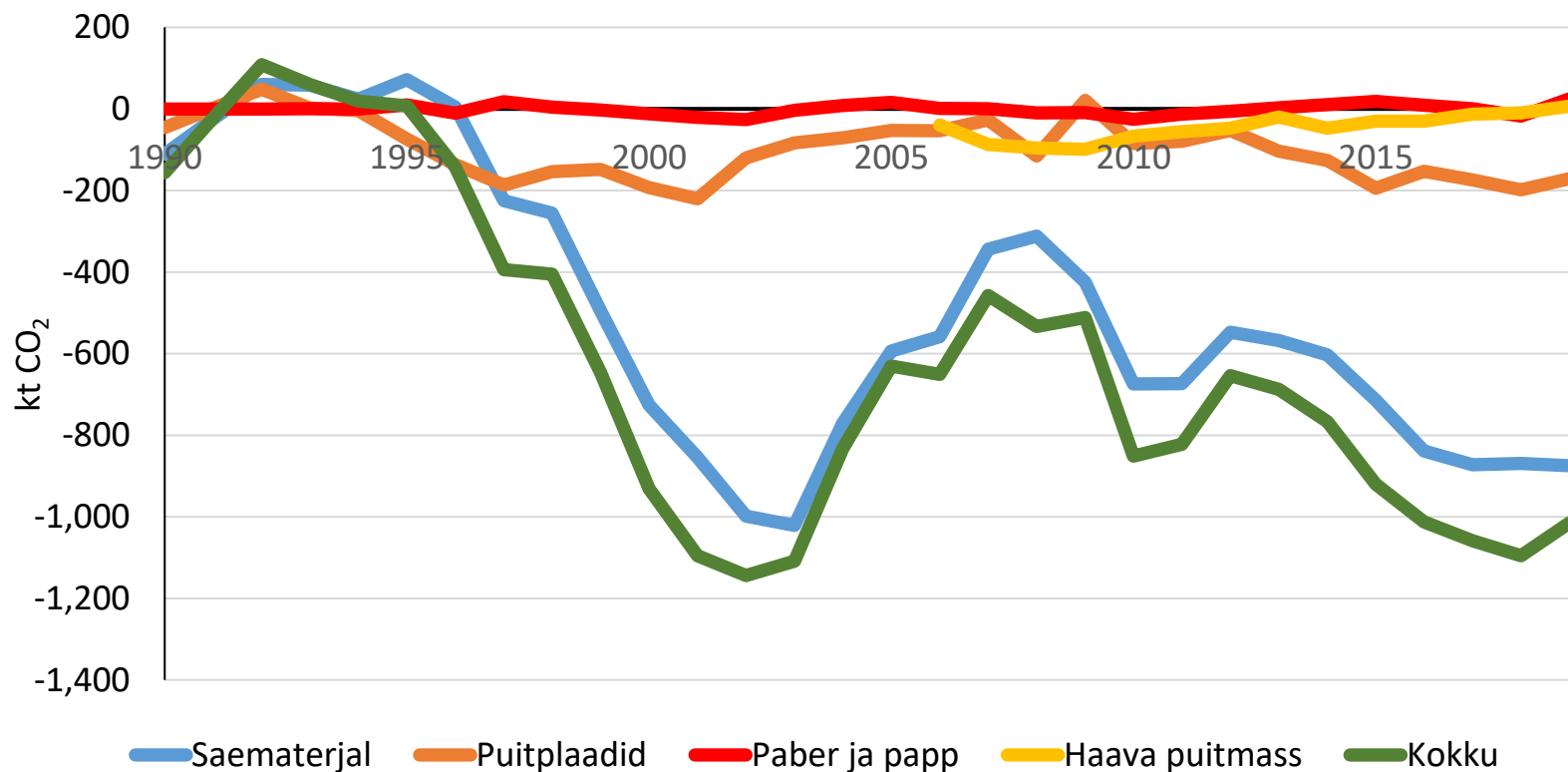


KESKKONNAAGENTUUR

Puittooted

Puittooted - netoheide

Puittoodetesse süsiniku sidumine (kt CO₂) 1990.–2019. aastal

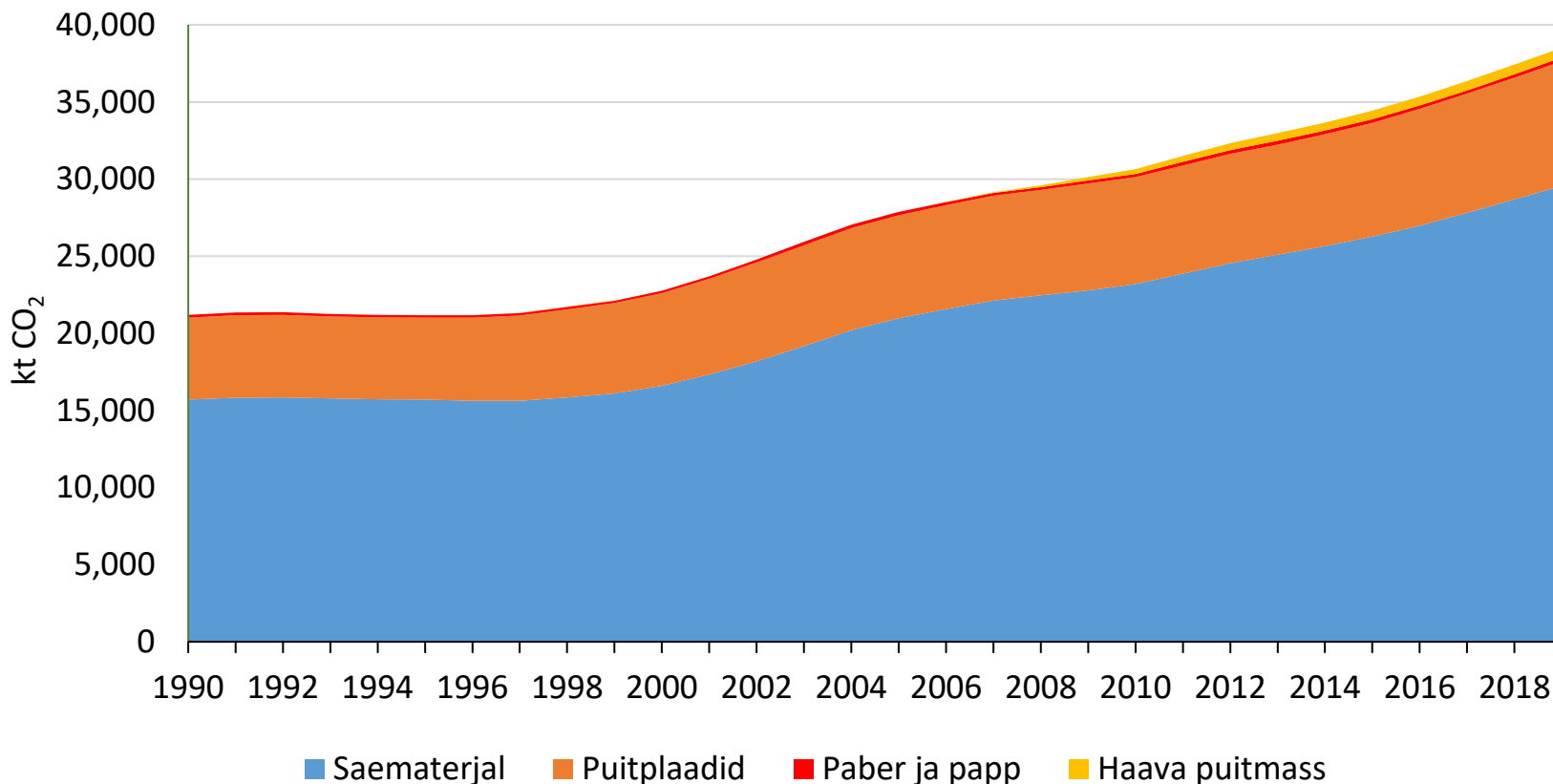


2019. a puittoodete kategooria netoheide: -1015 kt CO₂ ekv

Poollaguajad: paber ja papp (2 a)
puitplaadid (25 a)
saematerjal (35 a)

Puittooted – talletatud süsinik

Puittoodetesse seotud süsinik 1990.–2019. aastal (kt CO₂)



*IPCC metoodika eripära tõttu võib eeldada mõningast seotuse alahindamist esimesel kümnendil (1990–2000)

Talletatud süsiniku 2019. a seisuga:

saematerjal 76%, puitplaadid 21%, paber ja pabertooted 1%, puitmass 2%

Puittooted - eesmärgid

Pikemal perioodil on süsiniku sidumine puittoodetesse vaadeldav nullina, sest täiendav sidumine saab tulla:

- tootmiskahtude kasvust (eeldab suuremat raiemahtu),
- toodete struktuuri muutumisest (pikemaerialiste toodete osakaalu suurenemine)
- toodete eluea tõstmisest.

Eesmärgid meetmete kujundamisel:

- Eksporditava paberpuudu kasutamine Eestis
- Eksporditava hakke kasutamine Eestis
- Energiapuudu osakaalu vähendamine
- Pikema elueaga toodete tootmine
- Puittoodete eluea tõstmine

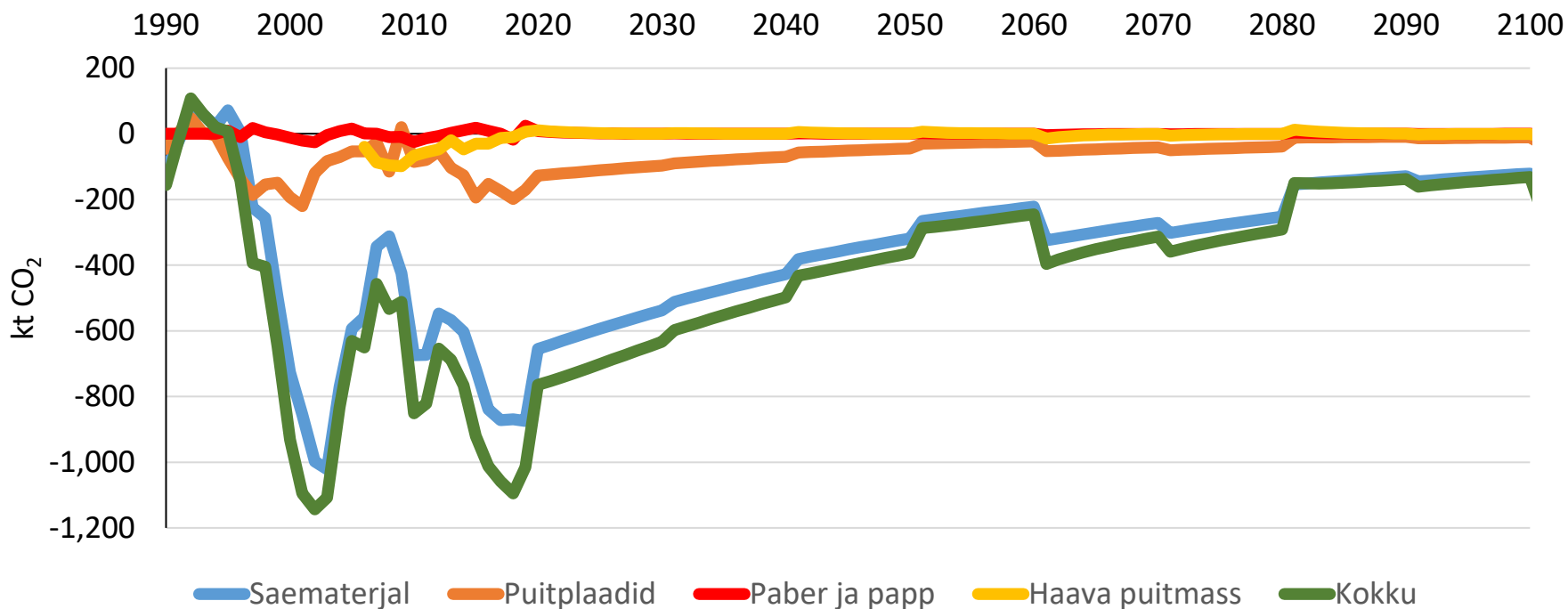
Puittooted - stsenaariumid

Käsitletud stsenaariumid on järgmised:

- **baasstsenaarium** (ühtlase kasutuse raiestsenaariumi järgi)
- **täiendav tselluloosi tootmine 1 miljonist m³ puidust** (paberipuidu ja puiduhakke eksport väheneb 1 miljoni m³ võrra)
- **täiendav tselluloosi tootmine 2 miljonist m³ puidust** (paberipuidu ja puiduhakke eksport väheneb 2 miljoni m³ võrra)
- **täiendav puitplaatide tootmine 0,5 miljonist m³ puidust** (puit pärineb paberipuidu ja puiduhakke ekspordist)
- **saematerjali tootmise kasv (+ 0,5 miljonit m³ palki)** (puit pärineb paberipuidu ekspordist)
- **saematerjali tootmise vähenemine (- 0,5 miljonit m³ palki)** (ülejääv puit eksporditakse paberipuuna)
- **saematerjali poollaguaja kasv +5 aastat**

Baasstsenaarium

Puittoodetesse süsiniku sidumine 1990.–2100. aastal (kt CO₂)
(baas- ehk ühtlase kasutuse raiestsenaarium)

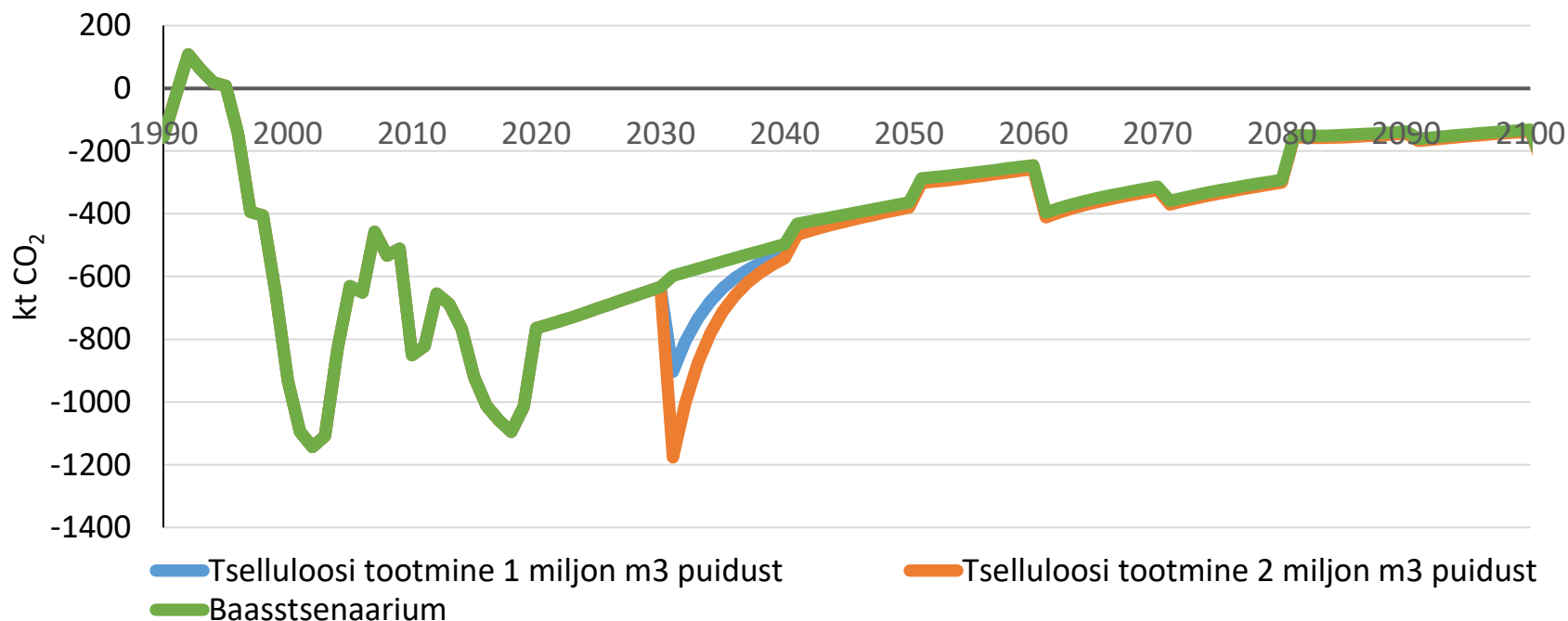


2015.–2019. süsiniku aastane sidumine puittoodetesse:
saematerjal 82%, puitplaadid 17%, paber, pabertooted ja puitmass 1%

2015.–2019. süsiniku aastane sidumine puittoodetesse (lagunemist arvestamata):
saematerjal 67%, puitplaadid 19%, paber, pabertooted ja puitmass 14%

Puidu rafineerimistehas

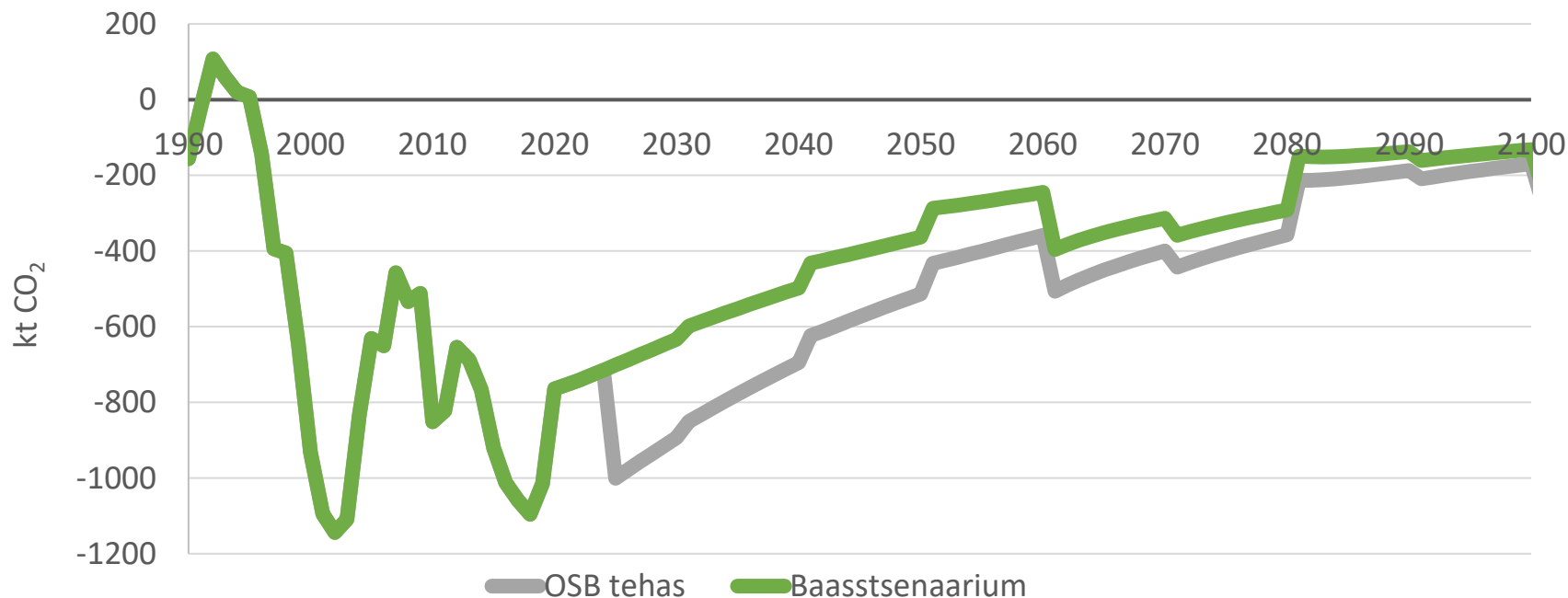
Puittoodetesse süsiniku sidumine 1990.–2100. aastal (kt CO₂)
(stsenaarium PT0–BAU, PT1–Cel+1M ja PT2–Cel+2M)



- Tehas käivituks 2031. aastal
- 2 miljoni m³ puidu kasutamisel toodanguks ca 420 000 t tselluloosi
- Oluline mõju netosidumisele ca 10 aastat, ca 200 kt CO₂ aastas
- 2 miljoni m³ puidu keemilise töötlemise korral otseseks lisandväärtuseks 89–113 miljonit eurot, koos kaudse lisandväärtusega 148–188 mln eurot aastas
- 2050. aastaks kasvas Eestis toodetud puittoodetes seotud süsiniku kogust võrreldes baasstsenaariumiga 4%

Plaaditootmine

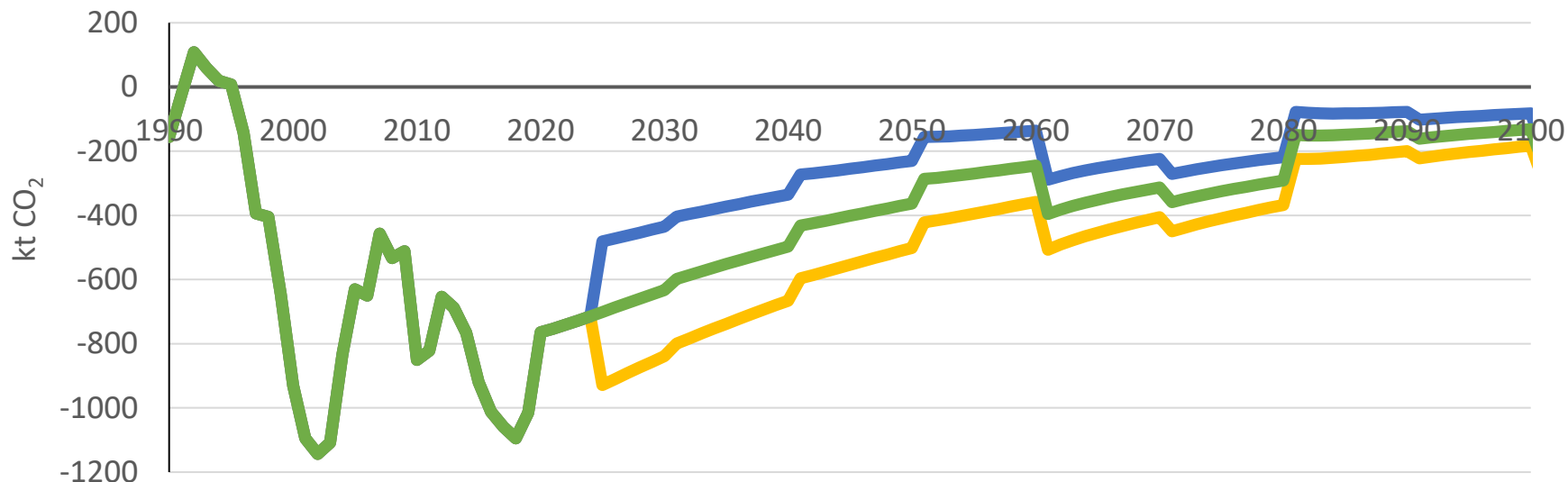
Puittoodetesse CO₂ sidumine 1990.–2100. aastal (kt CO₂)
(stsenaarium PT0–BAU ja PT3–Board+0,5M)



- OSB tehas käivituks 2025. aastal, toormeks 0,5 miljonit m³ puitu
- Seni on puitplaatide toormena kasutatud ca 1 miljonit m³ puitu
- Kümne aasta jooksul oleks täiendav sidumine ca 250 kt CO₂ aastas
- Potentsiaalseks täiendavaks toormeks paberipuit ja saetööstuste jäägid
- Probleemiks suur konkurents puitlaastplaatide turul
- Täiendav lisandväärtus 9 miljonit eurot aastas
- 2050. aastaks kasvaks Eestis toodetud puittoodetes seotud süsiniku kogus võrreldes baasstsenaariumiga 10%

Saematerjali tootmine

Puittoodetesse süsiniku sidumine 1990.–2100. aastal (kt CO₂)
(stsenaarium PT0–BAU, PT4–SW+0,5M ja PT5–SW-0,5M)



— Suurem saematerjali tootmine (+ 0.5 miljonit m³ palki) — Väiksem saematerjali tootmine (- 0.5 miljonit m³ palki)
— Baasstsenaarium

- Tehas(ed) käivituks 2025. aastal, toormeks 0,5 mil m³ puitu
- Potentsiaalseks täiendavaks toormeks seni paberipuiduna eksporditud peenem materjal ja ka lehtpuu
- Saematerjali tootmiseks kasutatakse praegu eelkõige okaspuud (lehtpuu saematerjali tootmise osakaal on alla 10%),
- Kümne aasta jooksul oleks täiendav sidumine ca 250 kt CO₂ aastas
- Täiendav lisandväärtus 8 miljonit eurot aastas
- 2050. aastaks kasvaks Eestis toodetud puittoodetes seotud süsiniku kogust võrreldes baasstsenaariumiga 8%



KESKKONNAAGENTUUR

Puittooted Asendusefekt

Asendusefekt

Puidu kasutamine **suure süsiniku jalajäljega materjalide** (nt betoon, metall, tekstiilid) ja **kütuste asemel**.

Oluline on tõsta süsiniku koguhulka, mis on seotud metsa biomassi, metsa mulda ja puittoodetesse, ning samal ajal arvestada ka asendusefektiga.

Asendusefekt võimendub ajas.

Asendusefekti hindamisel tuleks arvestada **materjalide kogu eluea heidet** (sh tootmine, transport, taaskasutus ja jäätmekäitlus)

Puudub ühtne arvutusmetoodika.

Näiteks 2019. aastal sidusid Euroopa Liidu (EL27 + ÜK) metsad	358 Mt CO ₂ ekv,
millele lisandus puittoodetesse seotud kogus	41 Mt CO ₂ ekv,
hinnangud asendusefekti mõjule jäävad vahemikku	40–400 Mt CO ₂ ekv.

Asendusefekt

Asendusefekti mõju hindamiseks leitakse asendusfaktorid

$$SF = \frac{GHG_{non-wood} - GHG_{wood}}{WU_{wood} - WU_{non-wood}}$$

$GHG_{non-wood}$ ja GHG_{wood} on kasvuhoonegaaside emissioonid puitsetel ja mittepuitsetel alternatiividel.

WU_{wood} ja $WU_{non-wood}$ on kasutatud puidu kogus puitsetel ja mittepuitsetel alternatiividel.

Asendusfaktor on ühikuta suhtarv, kõik valemi sisendid on teisendatud süsiniku ekvivalendiks.

Keskmised asendusfaktori hinnangud teaduskirjanduse põhjal

Allikas	Aasta	Asendusfaktor	Asendusfaktori detailsem jaotus
Rüther jt, Sathre, O'Connor 2010 põhjal	2016	2,1	–
Seppälä jt	2019	1,1	–
Leskinen jt	2018	1,2	1,3 konstruktsioonelemendid
			1,6 mittestruktuursed konstruktsioonelemendid
			2,8 tekstiilid
			1–1,5 muu (kemikaalid, mööbel, pakend)
Knauf jt	2015	1,5	1,30–2,40 konstruktsioonelemendid
			1,10–1,62 mittestruktuursed konstruktsioonelemendid
			1,66–1,62 mööbel
			1,35–1,62 muu

Asendusefekt

Kliimaaruandlus asendusefekti otseselt ei hõlma. Eeldades ülemaailmset ühtset raporteerimist, peaks mõju olema kaudselt arvestatud teistes sektorites, näiteks väiksemad heited terase, plastiku või tsemendi tootmises.

Arvestades puittoodete panust ainult praeguse kliimaaruandluse ja LULUCFi reeglitest lähtuvalt, jääb tähelepanuta nende tegelik panus kliimamuutuste leevendamisel.

Metsasektori kogumõju (metoodika - Holmgren 2020):

	2018 EL (27 + 3)	2019 Eesti*
Mets	-406 Mt CO ₂ ekv	-1,8 Mt CO ₂ ekv
Puittooted	-41 Mt CO ₂ ekv	-1,0 Mt CO ₂
Puittooted ja puiduenergia hoidis heidet ära	-410 Mt CO ₂ ekv	-4,8 Mt CO ₂ ekv
Metsasektori põhjustatud fossiilne heide	51 Mt CO ₂ ekv	...

* Arvutatud vastavalt Holmgren 2020 metoodikale Keskkonnaagentuuri poolt



KESKKONNAAGENTUUR

Töö autorid:

Eesti Maaülikool:

Paavo Kaimre, Karin Kauer, Alar Astover, Martti Maasik, Airiin Vaasa

Keskkonnaagentuur:

Madis Raudsaar, Helen Karu, Eve Suursild, Enn Pärt, Allan Sims, Mati Valgepea

Töö autorid tänavad abi eest:

Kaupo Kohv (Riigimetsa Majandamise Keskus), Martin Arula (AS Toftan), Erki Niitlaan (MTÜ Eesti Turbaliit), Edgar Karofeld (Tartu Ülikool), Reeli Sildnik (Keskkonnaministeerium), Sandra Salom (Maaeluministeerium), Tiiu Timmusk ja Tiit Matson (Keskkonnaagentuur), Siim Umbleja (Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing), Eduard Latõšov (Tallinna Tehnikaülikooli Energiatehnoloogia Instituut)

Loe uuringut: <https://envir.ee/elusloodus-looduskaitse/metsandus/lulucf>