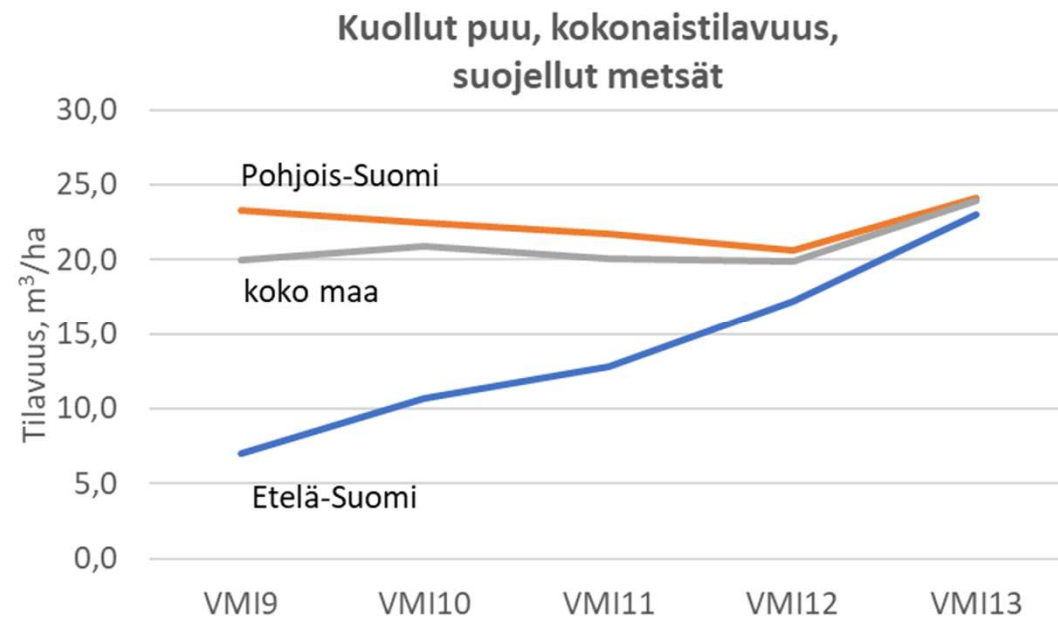
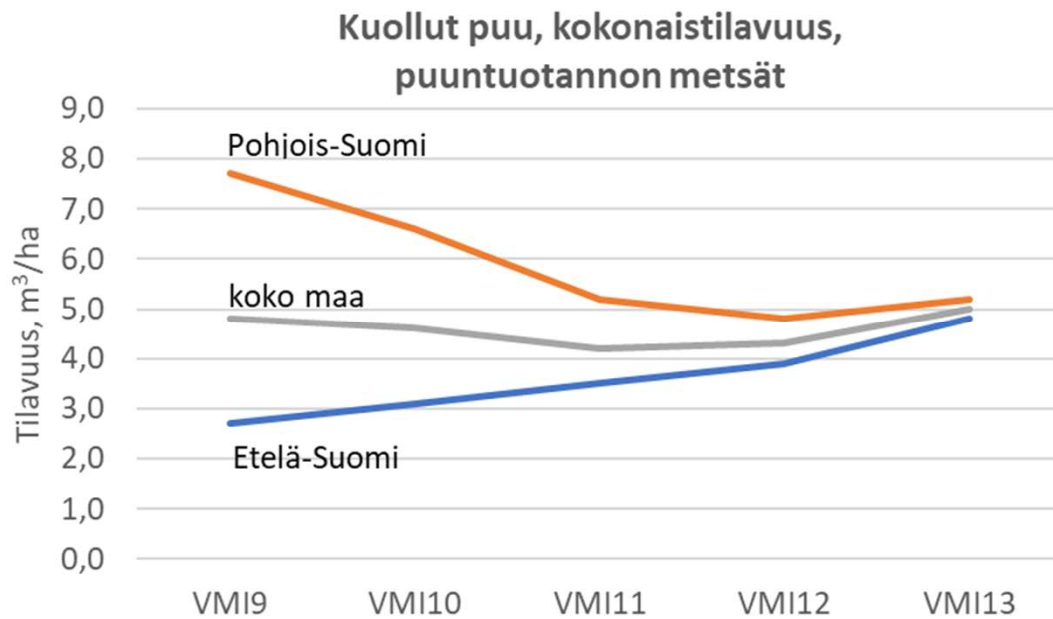


Kuolleen pysty- ja maapuun tilavuuden kehitys VMI-aineiston perusteella sekä toimenpiteet lahopuun määrän lisäämiseksi

Juha Siitonen



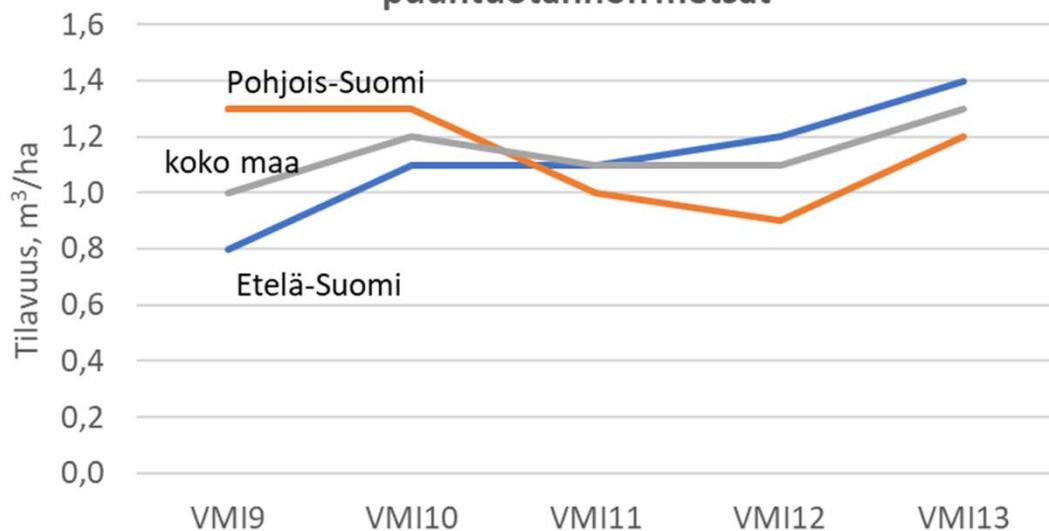
Kuolleen puun kokonaistilavuuden kehitys, VMI



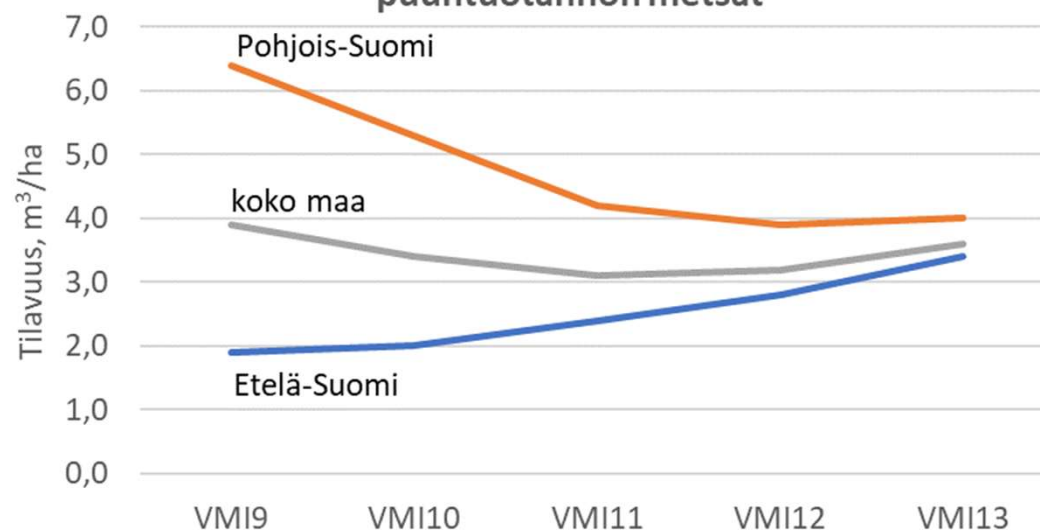
Huom. Kuvien erilainen y-akselin asteikko

Kuolleen pysty- ja maapuun tilavuuden kehitys, VMI

Kuolleen pystypuun tilavuus,
puuntuotannon metsät



Kuolleen maapuun tilavuus,
puuntuotannon metsät



VMI13, puuntuotannon metsät, koko maan keskiarvot:

- kokonaistilavuus 5,0 m³/ha
- pystypuu 1,3 m³/ha (27 %)
- maapuu 3,6 m³/ha (73 %)

Kuolleen puun tilavuus kehitysluokittain puuntuotannon metsissä, VMI13

	Uudistusalat	Taimikot	Harvennus- metsät	Uudistus- kypsät
Etelä-Suomi	5,7	4,5	3,9	10,2
Pohjois-Suomi	5,6	5,6	4,1	12,4
Koko maa	5,6	4,9	4,0	11,0

Lahopuun tilavuuteen vaikuttavat tekijät



Lahoamisnopeus (1/4)

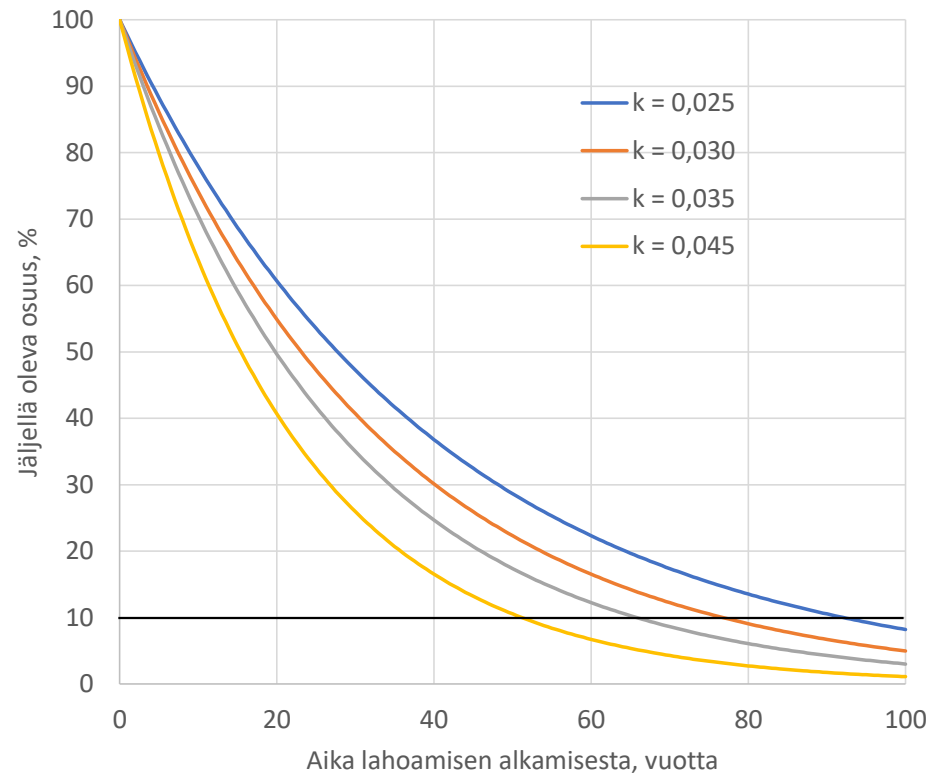
- Kuolleiden puiden lahoamisnopeuden kuvaamisessa yleisimmin käytetty malli on yksinkertainen negatiivinen eksponenttifunktio:

$$Y_t = Y_0 e^{-kt}$$

- Lahopuun jäljellä oleva määrä vuonna t on lahopuun määrä alussa Y_0 kertaa luonnollisen logaritmin kantaluku e negatiiviseen potenssiin (lahoamisvakio k kertaa t vuotta lahoamisen alkamisesta)
- Mitä suurempi lahoamisvakion k arvo on, sitä nopeammin lahopuun jäljellä oleva määrä pienenee ajan funktiona
- Käytännössä sama tulos saadaan vähentämällä jäljellä olevasta lahopuun määrästä vuosittain sama prosenttiosuus, esim. $k = 0,035$ tarkoittaa jäljellä olevan määrän vähenemistä 3,5 % vuodessa

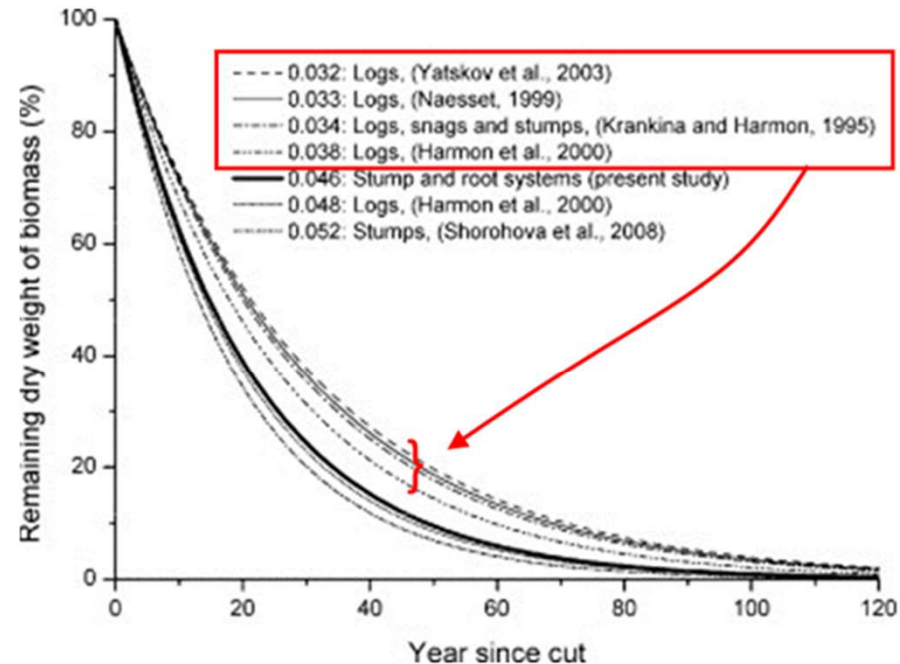
Lahoamisnopeus (2/4)

- Lahopuun määrän vähenemisen riippuvuus lahoamisvakioista (vuosittain lahoava osuus jäljellä olevasta lahopuusta) sadan vuoden jaksolla.
- Vaakaviiva: osuus, missä lahopuut alkavat hävitä näkyvinä maapuina



Lahoamisnopeus (3/4)

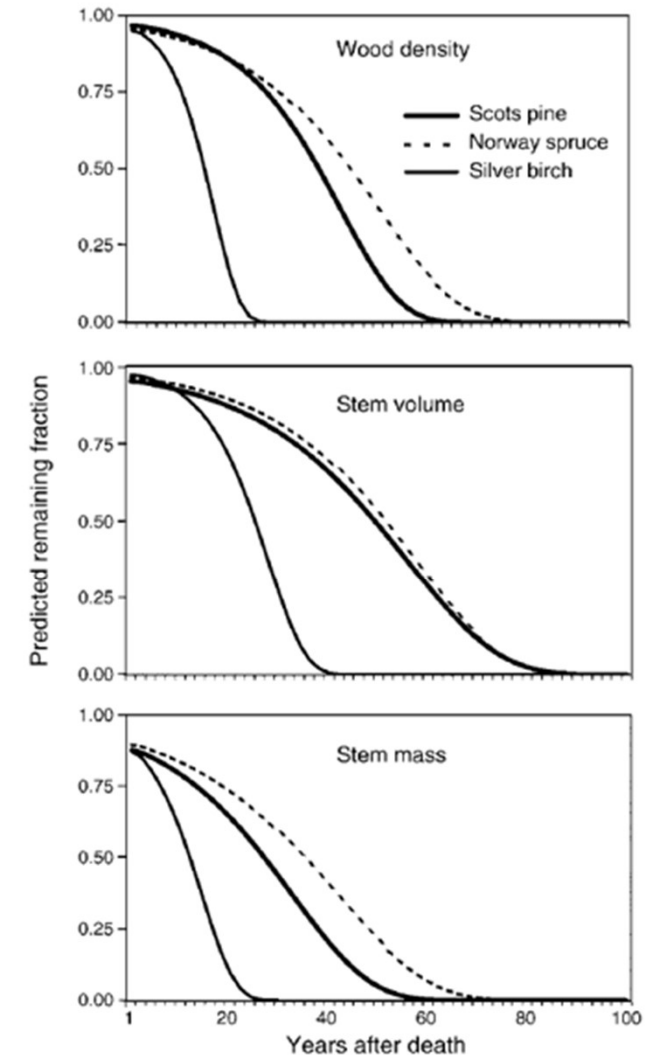
- Fennoskandiassa tehtyjen tutkimusten mukaan kuusimaapuiden keskimääräinen lahoamisnopeus on vaihdellut välillä 3,2–3,8 % vuodessa (Krankina ja Harmon 1995, Næsset 1999, Harmon ym. 2000, Yatskov ym. 2003, Melin ym. 2009)
- Runkojen häviämiseen menee noin 70 vuotta (Hytteborn ja Packham 1987, Liu ja Hytteborn 1991, Mäkinen ym. 2006, Rinne ym. 2017).
- Koivulla lahoamisnopeus suurempi, noin 4,5 % vuodessa, häviäminen noin 40–50 vuodessa (Krankina ja Harmon 1995, Mäkinen ym. 2006)



Kuva 2. Fennoskandian alueella tehdyissä, kuusimaapuiden, kuolleiden pystypuiden ja kantojen lahoamisnopeutta selvittäneissä tutkimuksissa havaittuja lahoamisnopeuksia (Melin ym. 2009).

Lahoamisnopeus (4/4)

- Yksittäisen rungon lahoaminen noudattaa tavallisesti käännetyn S-kirjaimen (käänteisen sigmoidikäyrän) muotoista mallia (Mäkinen ym. 2016)
- Lahoaminen on aluksi hidasta, koska puuta lahottavat sienet ja mikrobit eivät ole vielä ehtineet vallata puuta.
- Pystyyn kuolleita puita ja kaatuneita puita ei useinkaan ole eroteltu lahoamismalleissa. Pystyyn kuolleiden puiden lahoaminen on hidasta, koska ne ovat liian kuivia
- Isossa lahopuujoukossa lahopuita on sekä hitaamman että nopeamman lahoamisen vaiheessa. Keskimääräinen lahoamisnopeus noudattaa tällöin suunnilleen negatiivista eksponentiaalista vähenemistä, jossa keskimääräistä lahoamisnopeutta hidastavat hitaassa lahoamisen vaiheessa olevat rungot (loivempi käyrä).



Kuva 3. Mäkinen ym. (2016). Kuusen, männyn ja koivun lahoamismallit. Rungon tiheyden, tilavuuden ja massan pieneneminen puun kuolemasta kuluneen ajan funktiona.

Tasapainotilavuus (1/2)

- Lahopuun pitkän aikavälin tasapainotilavuus tietyssä metsikössä tai metsäalueella riippuu kuolleen puuston keskimääräisestä vuotuisesta muodostumisnopeudesta (= kuolleisuus, luonnonpoistuma) sekä olemassa olevan lahopuuston keskimääräisestä häviämisennopeudesta (= lahoaminen + kuolleen puuston korjuu)
- Puuston suknessio sekä erilaiset luontaiset häiriöt ja hakkuut aiheuttavat sen, että yhden metsikön tasolla tasapainotilavuus ei ole pysyvä tila
- Isolla alueella tasapainotilavuus voidaan kuitenkin laskea lahopuun keskimääräisen muodostumisnopeuden ja lahoamisnopeuden perusteella

Tasapainotilavuus (2/2)

Taulukko 2. Lahopuun pitkän aikavälin tasapainotilavuus keskimääräisen luonnonpoistuman ja keskimääräisen lahoamisnopeuden funktiona olettaen, että lahoppuuhun ei kohdistu korjuuhävikkiä ja että puut häviävät lahoamisen seurauksena 70 vuodessa.

Luonnonpoistuma, m ³ /ha/v	Lahoamisnopeus, %					
	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,5
0,15	4,5	4,1	3,9	3,6	3,4	3,0
0,20	6,0	5,5	5,1	4,9	4,5	4,0
0,25	7,5	6,8	6,4	6,1	5,6	5,0
0,30	9,0	8,2	7,7	7,3	6,8	6,0
0,35	10,5	9,5	9,0	8,5	7,9	7,0
0,40	12,0	10,9	10,3	9,7	9,0	8,0
0,45	13,5	12,3	11,6	10,9	10,1	9,0
0,50	15,0	13,6	12,9	12,3	11,3	10,0

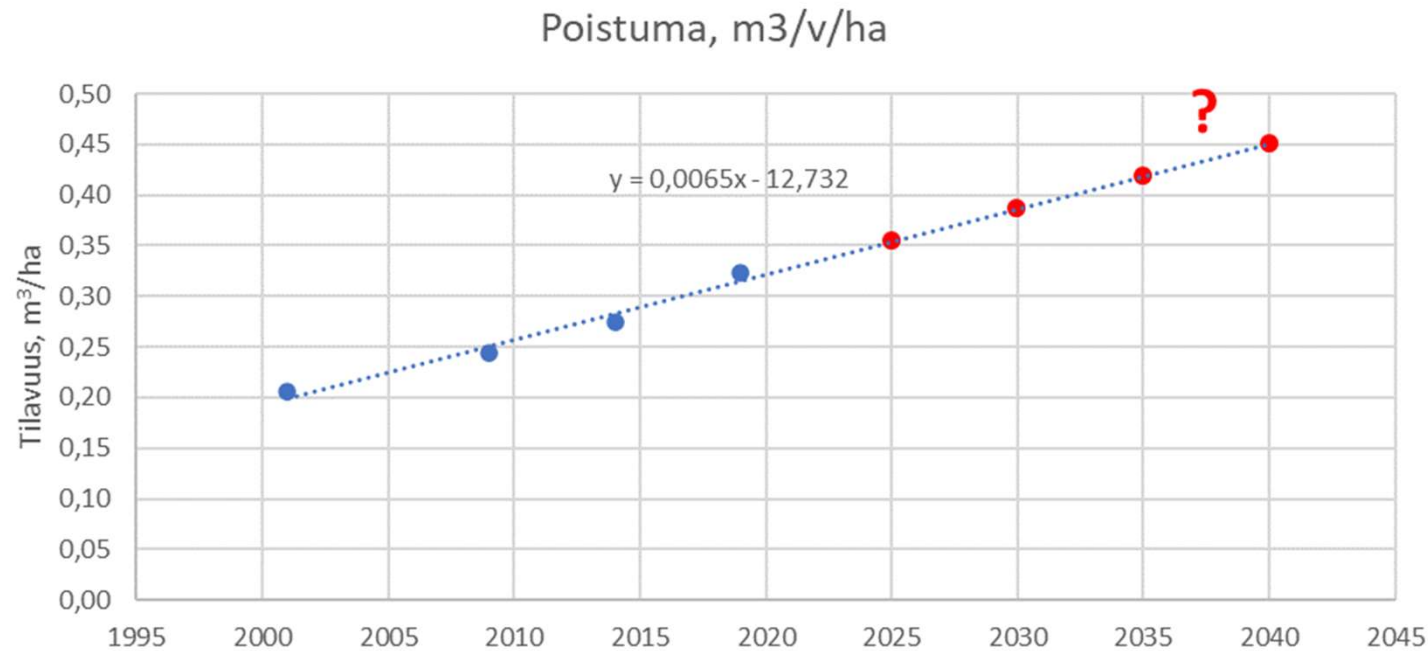
Puuston kasvu ja metsään jäävä luonnonpoistuma kymmenessä Euroopan maassa (Gschwantner ym. 2024)

Maa	Keskikasvu, m ³ /ha	Keskimääräinen luonnonpoistuma, m ³ /ha
Itävalta	9,51	1,06
Tsekki	9,53	1,62
Suomi	4,44	0,26
Ranska	6,16	0,76
Saksa	11,23	0,90
Italia	3,73	0,54
Puola	9,21	0,95
Romania	6,22	1,30
Espanja	2,97	0,35
Ruotsi	4,01	0,59

- Suomessa metsään jäävä luonnonpoistuma alin vertailussa olevista Euroopan maista
- Tällä luonnonpoistumalla (0,26 m³/ha) lahopuun keskitilavuudeksi muodostuu pitkällä tähtäimellä noin 6,7 m³/ha
- Vastaavasti esim. Ruotsissa (0,59 m³/ha) tilavuudeksi muodostuu 15,2 m³/ha

Nettoluonnonpoistuman kehitys, VMI

(mukana puuntuotannon metsät ja suojellut metsät ja sekä metsä- että kitumaat)



VMI13, nettoluonnonpoistuma keskimäärin 0,32 m³/ha/v, tällä luonnonpoistumalla lahopuun keskitilavuudeksi muodostuisi pitkällä tähtäimellä 8,2 m³/ha

Johtopäätöksiä

- Uusimmassa kansallisessa metsästrategiassa 2035 (MMM2023) tavoitteena on *"edetä kohti 10 m³/ha keskimääräistä tasoa talousmetsissä vuoteen 2035 mennessä"*
- Jotta talousmetsien nykyisestä keskitilavuudesta 5 m³/ha, päästäisiin tavoitetasolle 10 m³/ha, tarvittaisiin nykyistä suurempi keskimääräinen nettoluonnonpoistuma, noin 0,4 m³/ha/vuosi
- Tällöin vuonna 2035 tilavuus on noin 7,2 m³/ha, vuonna 2050 noin 9,0 m³/ha ja vuonna 2065 noin 10,0 m³/ha
- Jos tavoitetilavuus halutaan saavuttaa jo vuoteen 2035 mennessä, keskimääräisen nettoluonnonpoistuman pitäisi olla yli kaksinkertainen nykyiseen verrattuna, noin 0,7 m³/ha

Tarvittavat/mahdolliset toimenpiteet

- Olemassa olevan lahoppuuston säästäminen – uudistuskypsissä talousmetsissä on jo nyt keskimäärin yli 10 m³/ha lahoppuuta; tämän pitäisi siirtyä nuorempiin kehitysluokkiin
- Säästöpuuston määrän kaksinkertaistaminen nykytasosta; noin 10 m³/ha säästöpuuta uudistushakkuilla tuottaa pitkällä aikavälillä noin 2,5 m³/ha lahoppuuta keskimäärin koko metsäalalle laskettuna
- Luontaisten häiriöalojen (myrskytuhoalat, paloalat, kaarnakuoriaistuhot) säästäminen määräaikaisen ympäristötuen tms. turvin, mikäli ne ovat jo ehtineet sivuuttaa metsätuholain edellyttämän korjuuvelvoitteen (vahingoittunut puu: sellainen vaurioitunut mänty- tai kuusipuun, josta metsätuhoja aiheuttavat hyönteiset **voivat levitä**)
- Tekopökkelöiden lisääminen
- Kiertoaikojen pidentäminen
- Harvennusten lieventäminen tai harvennusvälien pidentäminen

Kiitoksia!

