

Lahopuuston yhtenäinen arviointimenetelmä metsäalan toimijoille

Lahohiili-hankkeen koulutusaineisto

Hannes Pasanen ja Matti Ylännä
Tapio Oy

TAPIO 

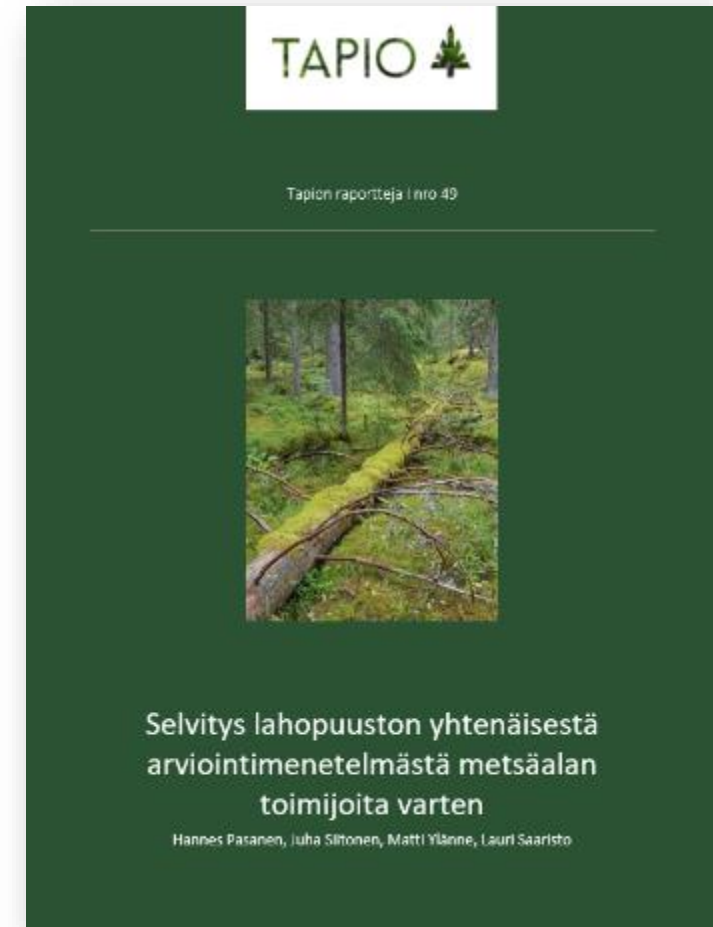
Koulutusaineisto

Käyttötarkoitus

- Tämä koulutusaineisto on tuotettu maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Lahohiili-hankkeessa laaditun lahopuuston arviointimenetelmän käytäntöön vientiä varten
- Metsätalouden toimijoilla ei ole ollut yhtenäistä menetelmää metsikkötason lahopuuston arviointiin. Ohjeistuksen avulla metsäammattilaiset pystyvät tekemään lahopuuston arvioinnin yhtenäisesti ja kustannustehokkaasti.



Maa- ja metsätalousministeriö



Koulutuksen sisältö

1. Lahopuiden merkitys

- Monimuotoisuus ja ilmastokestävä metsätalous

2. Lahopuusto ja metsätalous

- Keinoja lahopuuston turvaamiseksi
- Lahopuutieto toimenpiteiden tukena

3. Lahopuuston arviointi

- Tarkennettu silmävarainen arviointi
- Kokonaismittaus

4. Vertailukelpoisten aineistojen tuottaminen

- Standardimenetelmä
- Sovellettu menetelmä



1. Lahopuiden merkitys

Monimuotoisuus ja ilmastokestävä metsätalous

- Lahopuut ovat tärkeä osa metsien rakennetta ja toimintaa
 - Lajiston monimuotoisuus
 - Puiden taimettuminen
 - Maaperävaikutukset
- Lahopuusto turvaa myös ilmastokestävää metsätaloutta
 - Hillintä
 - Sopeutuminen



2. Lahopuusto ja metsätalous

Metsätalouden tavoitteena on kasvattaa lahopuun määrää

- Suomalaisissa luonnonmetsissä kuollutta puuta voi olla satoja kuutioita hehtaarilla
- Etelä-Suomen metsämaalla on lahopuuta nykyisin keskimäärin 4,9 m³/ha ja Pohjois-Suomessa 7,7 m³/ha (VMI 13)
- Lahopuuston turvaaminen on yksi kustannusvaikuttavimmista keinoista metsälajien ja luontotyyppien tilan parantamiseksi



2. Lahopuusto ja metsätalous

Keinoja lahopuuston turvaamiseksi

- Kustannuksiltaan edullisin tapa turvata kuolleen puun määrää on minimoida hakkuualalla ennestään olevan lahopuuston häviäminen
 - Välttämällä lahopuun murskaantumista hakkuissa ja maanmuokkauksessa
 - Jättämällä järeä lahopuu korjaamatta energia- tai polttopuuksi



2. Lahopuusto ja metsätalous

Keinoja lahopuuston turvaamiseksi

- Lahopuuston määrä voidaan kasvattaa hakkuissa luonnonhoidon keinoilla, esimerkiksi
 - Rajaamalla luontokohteita hakkuiden ulkopuolelle
 - Jättämällä suojavyöhykkeet vesistöjen ja pienvesien varsille
 - Tekemällä tekopötkelöitä
 - Jättämällä hakkuiden yhteydessä säästöpuita



2. Lahopuusto ja metsätalous

Lahopuutieto ilmasto- ja monimuotoisuustoimenpiteiden tukena

- Lahopuun määrästä ja laadusta tarvitaan tietoa sekä suuraluetasolla että metsikkötasolla
- Valtakunnan metsien inventointi (VMI)
 - perustuu systemaattiseen otantaan
 - tuottaa tietoa siitä, kuinka paljon lahopuuta on keskimäärin esimerkiksi Etelä- ja Pohjois-Suomessa
 - Suuraluetason tieto palvelee mm. sen seuraamista, kuinka metsien käytölle asetetut yhteiskunnalliset tavoitteet toteutuvat



2. Lahopuusto ja metsätalous

Lahopuutieto ilmasto- ja monimuotoisuustoimenpiteiden tukena

- Metsätalouden toimijoilla ei ole yhtenäistä metsikkötasolle soveltuvaa kuolleen puuston arviointimenetelmää
- Kattavaa ja ajantasaista tietoa metsikkötason lahopuustosta ei toistaiseksi saada muista seurannoista tai kaukokartoituksen avulla
- Maastossa tehtävä mittaus tulee vielä toistaiseksi olemaan ainoa tapa päästä selville lahopuuston määrästä suunnitellulla metsäalueella tai hakkuukohteella

Mihin tietoa lahopuustosta käytetään?

- metsän luonnontilan arvioiminen
- luontokartoitukset
- METSO-ohjelman kriteerien täyttyminen
- ympäristötukikohteiden kriteerien täyttyminen
- luonnonsuojelualueiden hankinta ja niiden hoito- ja käyttösuunnitelmat
- uusien Natura-alueiden inventointi
- Metsähallituksen alue-ekologiset suunnitelmat
- metsälakitarkastukset
- lumi-, myrsky- ja hyönteistuhojen arvioinnit
- luonnonhoidon laadun seuranta
- kaukokartoituksen tarkistusmittaukset
- leimikoiden suunnittelu FSC-sertifioiduissa metsissä

3. Lahopuuston arviointi

Lahohiili-hankkeen arviointimenetelmät

- Hankkeen tulosten perusteella päädyttiin kahteen vaihtoehtoiseen mittausmenetelmään



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Tarvittavat mittausvälineet

- Lahopuuston arviointia varten tarvitaan seuraavat välineet:
 - Mittasakset puiden läpimitan mittaamiseksi
 - Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Talmeter-mittaa, mutta maapuiden mittaaminen on mittasaksilla helpompaa
- Puukko puiden lahoasteen arvioimiseksi
- Merkintäliitu tai -spray puiden merkkäämiseksi
- Kirjoituslasku ja kirjausvälineet
 - Maastolomakkeet (kuvattu hankkeen itseopiskelumateriaaleissa)



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

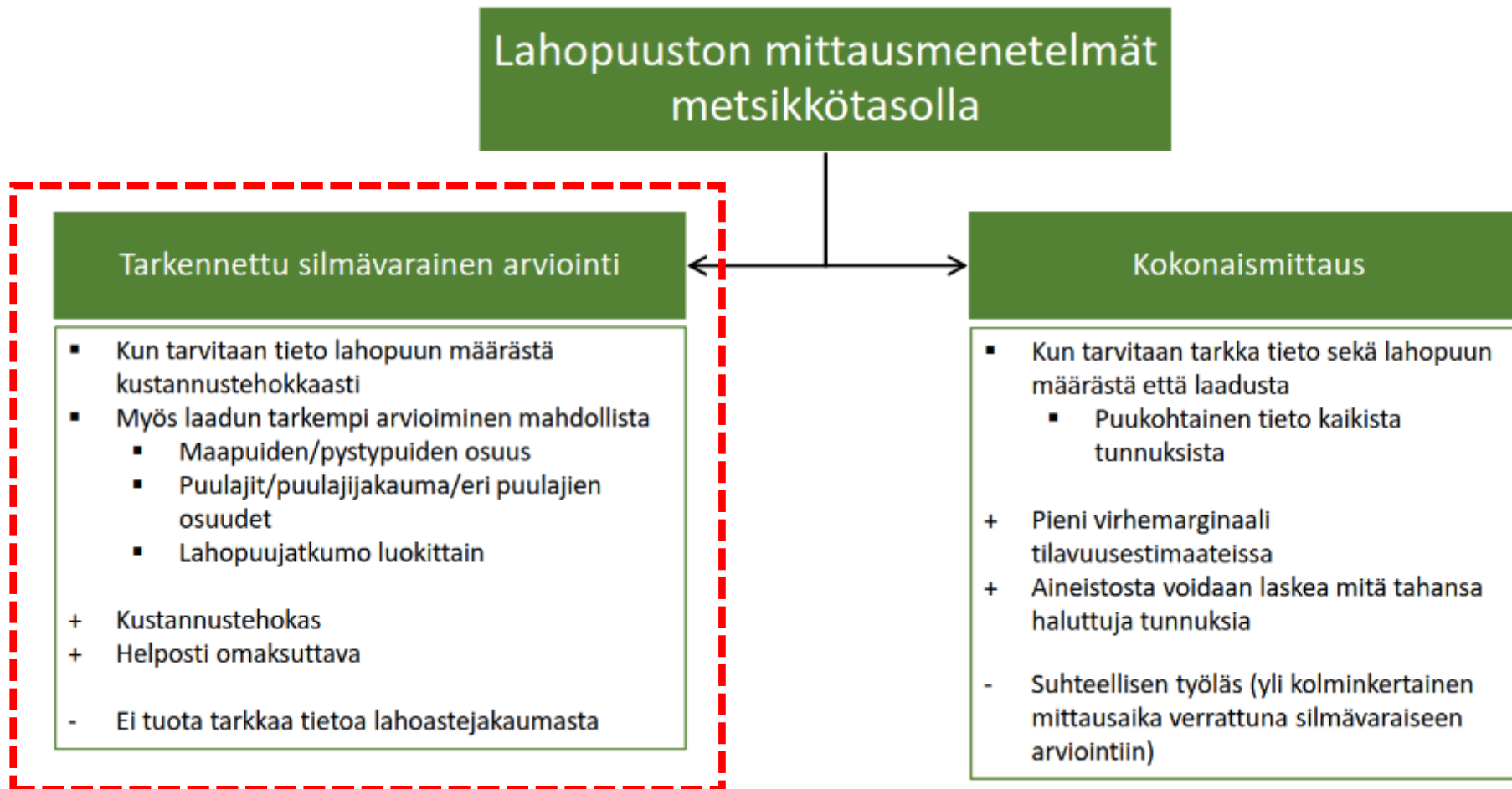
Mitattava lahoppuusto

- Mittaukseen sisällytetään kaikki kuolleet puut riippumatta siitä, ovatko ne ehtineet vielä lahota
- Tässä ohjeistuksessa käytetään termiä lahoppu samassa merkityksessä kuin kuollut puu
- Pitkälle lahonneista rungoista luetaan puut, joista voidaan varmuudella arvioida niiden olevan kuolleita puita. Tällaiset rungot voivat olla kokonaan sammalen peittämiä.



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

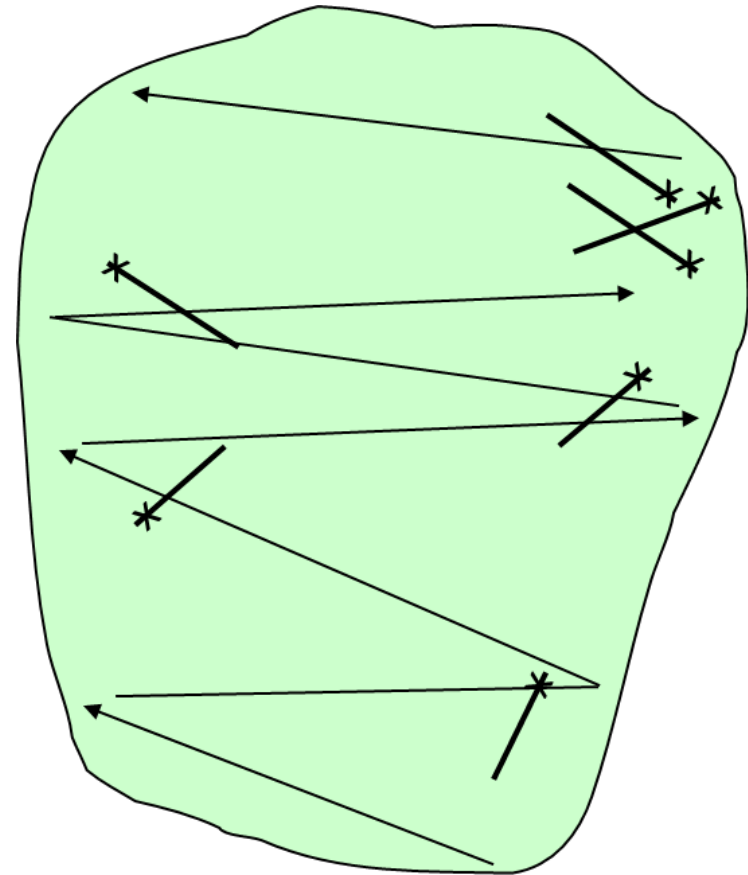
Tarkennettu silmävarainen arviointi



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Tarkennettu silmävarainen arviointi

- Kohde kierretään lävitse siten, että kaikki kuolleet puut voidaan havaita



Piirros: Juha Siitonen

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Tarkennettu silmävarainen arviointi

- Kuolleiden pystypuiden ja maapuiden yhteenlaskettu kappalemäärä kuviolla arvioidaan 10 cm läpimittaluokittain: 10–19 cm, 20–29 cm, 30–39 cm, 40–49 cm jne.
 - Lahopuiden vähimmäisläpimitta päätetään riippuen mittauksen tavoitteesta
- Rungoista on suositeltavaa tehdä välillä tarkistusmittauksia
- Lahopuiden tilavuus lasketaan kuhunkin läpimittaluokkaan kuuluvien puiden kappalemäärän sekä luokan keskimääräisen rungon tilavuuden avulla

Huom. runkojen keskitilavuuksien laskentaan käytetään hankkeen loppuraportissa kuvattuja keskitilavuuksia

MAASTOLOMAKE: TARKENNETTU SILMÄVARAINEN ARVIOINTI						
Mittaja/organisaatio: Matti / Tapio				Pvm. 5.10.2021		
Kohteen tiedot				Huomioita		
Ylänteen tila, kuvio 23				Kohtalaisen hyvin lahopuita. Kohteella pelkkää mäntyä.		
Mittaustiedot						
Puulaji	Läpimittaluokka	Runkoja yht.		Keskitilavuus	Tilavuus	Lahojatkumoluokka (1–3)
		Maapuut	Pystypuut			
mänty	10–19 cm	3	3	0,15	0,9	2
	20–29 cm	3	3	0,5	3	
	30–39 cm	2	1	1	3	
	40–49 cm	1	1	1,5	3	
	50–59 cm	0	0	2	0	
				Tilavuus yht.	9,9	
	10–19 cm					
	20–29 cm					
	30–39 cm					
	40–49 cm					
	50–59 cm					
				Tilavuus yht.		
	10–19 cm					
	20–29 cm					

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

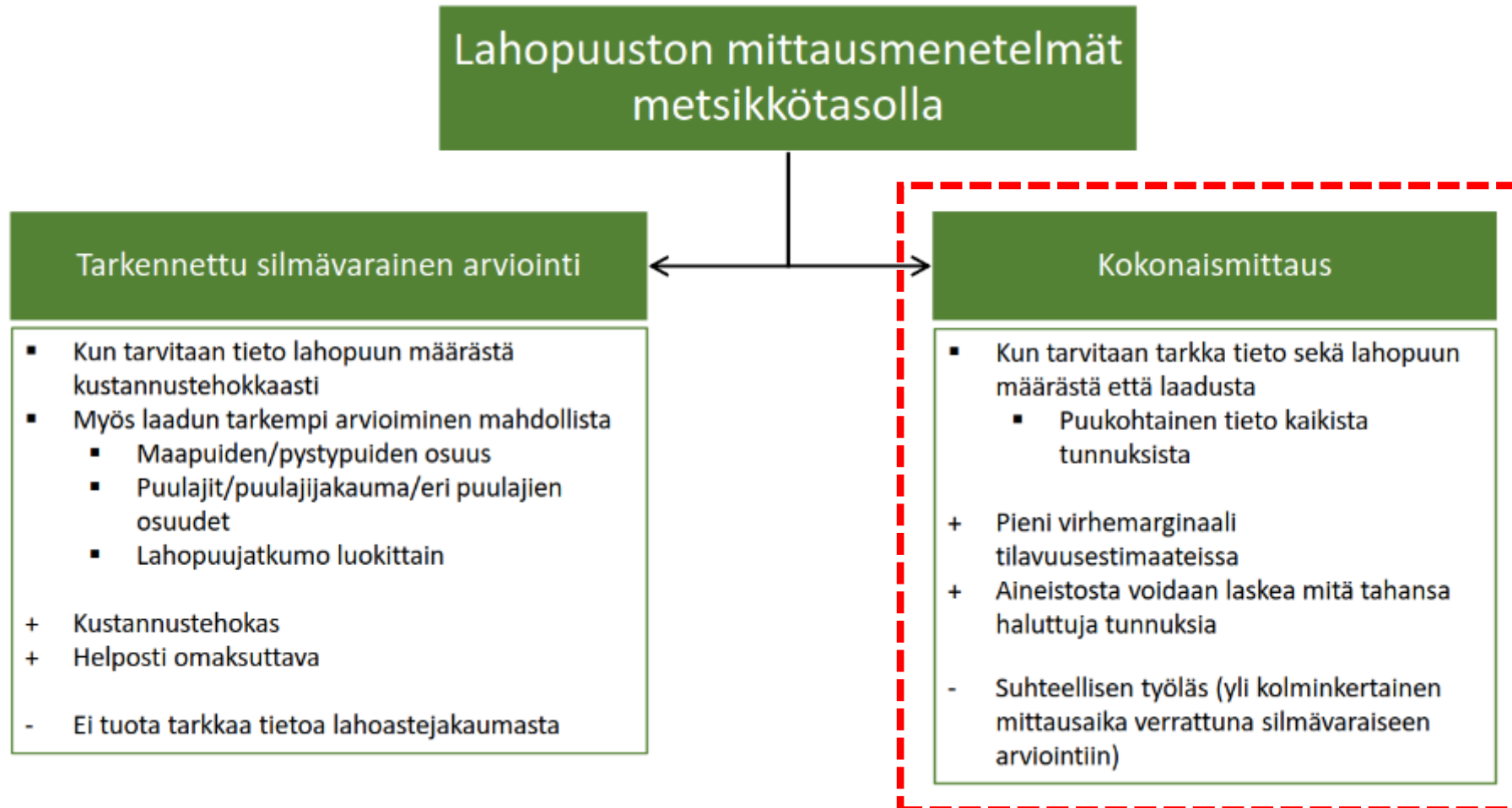
Tarkennettu silmävarainen arviointi

- Lahopuiden määrän lisäksi koko kuviolta voidaan arvioida lahopuujatkumo. Lahoasteita ei kirjata yksittäisille rungoille, vaan lahoastejakauman tasaisuus arvioidaan kokonaisuutena seuraavalla luokituksella:
 - 1) heikko lahopuujatkumo; valtaosa kuvion kuolleista puista joko kuollutta pystypuustoa tai kovia maapuita, vanhempia maapuita korkeintaan yksitellen
 - 2) kohtalainen lahopuujatkumo; kuviolla kuolleen pystypuuston ja kovien maapuiden lisäksi vähintään noin kolmasosa kuolleesta puustosta pitemmälle lahonneita (keskilahoja ja pitkälle lahonneita) maapuita
 - 3) hyvä lahopuujatkumo; kuviolla vähintään noin kolmasosa maapuurunkoista on pitkälle lahonneita, vähintään noin kolmasosa keskilahoja ja korkeintaan noin kolmasosa vielä kovia, melko äskettäin kuolleita



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

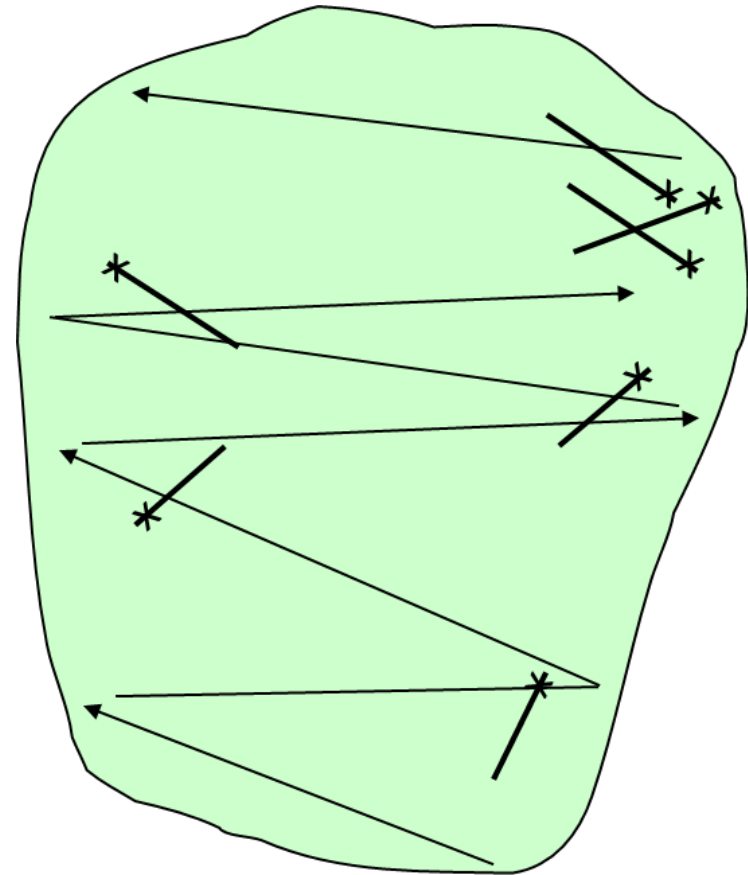
Lahopuuston kokonaismittaus



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Lahopuut mitataan kulkemalla kuvion poikki edestakaisin niin, että kaikki minimiläpimitan täyttävät kuolleet puut varmasti huomataan
- Mitatut pystypuut voidaan merkitä rinnankorkeudelle merkityllä liitumerkillä, jolla voidaan varmistua siitä, että kaikki puut mitataan ja puita ei ole toisaalta mitattu vahingossa kahteen kertaan
- Pidemmälle lahonneita maapuita ei yleensä pysty merkitsemään liidulla, joten ne voidaan merkitä poistamalla sammalta rinnankorkeuden kohdalta tai nostamalla maasta sammalen pala rungon päälle rinnankorkeudelle



Piirros: Juha Siitonen

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Puun numero
 - Juokseva numerointi
 - Pökkelöt koostuvat yleensä aina pystyssä olevasta pökkelöosasta (pituus vähintään 1,3 metriä, laatu 2) sekä maapuuosasta (laatu 4, katkennut puu). Nämä saavat saman juoksevan puunnumeron, koska kyse on samasta puusta.
- Puulaji
 - mä, ku, ko, ha, hale, tele jne.
- Läpimitta
 - Kokonaisista kuolleista puista mitataan rinnankorkeusläpimitta
 - Lahopuukappaleista mitataan tyviläpimitta

MAASTOLOMAKE: KOKONAISMITTAUS					
Mittaaja/organisaatio: Matti / Tapio			Pvm. 5.10.2021		
Kohteen tiedot			Huomioita:		
Ylänteen tila, kuvio 14			Nyt on paljon lahopuuta. Kaikki säästetään.		
Puu nro	Puulaji	Läpimitta, cm	Laatu	Lahoaste	Pituus, m
1	mä	41	3	3	
2	mä	20	4	2	
3	ku	22	3	3	
4	ko	32	4	1	5,7
5	mä	24	3	1	
6	ku	29	3	4	
7	mä	34	3	4	
8	ko	26	5	2	2,6
9	ko	19	5	1	2,1
10	ku	24	4	3	
11	ku	29	3	2	
12	ra	16	4	4	
13	mä	34	4	3	
14	ku	24	4	3	
15	ha	22	1	1	
16	mä	27	6	1	2,6
17	ku	20	1	2	

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Laatu

0 = ei tietoa (yleensä pitkälle lahonneista maapuista)

1 = kokonainen pystyyn kuollut puu

2 = pötkelö tai korkea luonnonkanto, yli 1/3 rungon pituudesta murtunut

3 = kokonainen juurineen kaatunut maapuu

4 = katkennut puu

5 = ihmisen tekemä korkea kanto tai tekopötkelö (huom. minimipituus 1,3 m)

6 = tyveys tai jätetty pölli

7 = ihmisen tekemä latvaosa (esim. hakkuutähde)

8 = kokonainen katkaistu maapuu

MAASTOLOMAKE: KOKONAISMITTAUS					
Mittaja/organisaatio: Matti / Tapio			Pvm. 5.10.2021		
Kohteen tiedot			Huomioita:		
Ylänteen tila, kuvio 14			Nyt on paljon lahopuuta. Kaikki säästetään.		
Puu nro	Puulaji	Läpimitta, cm	Laatu	Lahoaste	Pituus, m
1	mä	41	3	3	
2	mä	20	4	2	
3	ku	22	3	3	
4	ko	32	4	1	5,7
5	mä	24	3	1	
6	ku	29	3	4	
7	mä	34	3	4	
8	ko	26	5	2	2,6
9	ko	19	5	1	2,1
10	ku	24	4	3	
11	ku	29	3	2	
12	ra	16	4	4	
13	mä	34	4	3	
14	ku	24	4	3	
15	ha	22	1	1	
16	mä	27	6	1	2,6
17	ku	20	1	2	

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Lahoaste

1 = Puuainekseltaan kova. Puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin. Luokkaan kuuluvat myös kovat kelopuut ja muut pystyyn kuolleet puut sekä äskettäin kaatuneet puut, joissa puuaines ei ole alkanut lahota.

2 = Pintalahko. Puukko tunkeutuu puuhun 1–2 cm.

3 = Melko pehmeä. Puukko tunkeutuu puuhun 3–5 cm.

4 = Läpilaho. Puukko tunkeutuu puuhun helposti kahvaa myöten.

MAASTOLOMAKE: KOKONAISMITTAUS					
Mittaja/organisaatio: Matti / Tapio			Pvm. 5.10.2021		
Kohteen tiedot			Huomioita:		
Ylänteen tila, kuvio 14			Nyt on paljon lahopuuta. Kaikki säästetään.		
Puu nro	Puulaji	Läpimitta, cm	Laatu	Lahoaste	Pituus, m
1	mä	41	3	3	
2	mä	20	4	2	
3	ku	22	3	3	
4	ko	32	4	1	5,7
5	mä	24	3	1	
6	ku	29	3	4	
7	mä	34	3	4	
8	ko	26	5	2	2,6
9	ko	19	5	1	2,1
10	ku	24	4	3	
11	ku	29	3	2	
12	ra	16	4	4	
13	mä	34	4	3	
14	ku	24	4	3	
15	ha	22	1	1	
16	mä	27	6	1	2,6
17	ku	20	1	2	

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Lahoaste
 - Kuolleen puun lahoasteen määrittämisessä arvioidaan rungon keskimääräinen lahoaste tilavuudella painottaen. Usein rungon latvapää on pidemmälle lahonnut kuin tyvipää, ja samoin maahan koskettavat osat ovat pidemmälle lahonneita kuin vielä ilmassa olevat osat.
 - Lahoasteet arvioidaan VMI:n mukaisesti käyttäen 4 luokkaa



LAHOASTE 1

Puuainekseltaan kova. Puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin. Aputuntomerkkejä: Yleensä kaarna ei ole vielä sanottavasti irronnut eivätkä oksat karisseet. Luokkaan kuuluvat myös kovat kelopuut, joissa puuaines ei ole alkanut lahota.



LAHOASTE 1

Puuainekseltaan kova. Puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin. Aputuntomerkkejä: Yleensä kaarna ei ole vielä sanottavasti irronnut eivätkä oksat karisseet. Luokkaan kuuluvat myös kovat kelojuut, joissa puuaines ei ole alkanut lahota.



LAHOASTE 2

Melko kova. Puukko tunkeutuu puuhun 1–2 cm.

Aputuntomerkkejä: Oksat ovat alkaneet karista, havupuilla kaarna on alkanut irrota.

Lehtipuilla on kääpien itiöemiä puun yläosassa usein runsaasti.



LAHOASTE 3

Melko pehmeä. Puukko tunkeutuu puuhun 3–5 cm. Aputuntomerkkejä: Havupuu menettänyt kaarnansa, mutta kaarnaa usein tyvellä. Lehtipuilla kaarna/ tuohi on tavallisesti jäljellä, mutta runko on alkanut lahota. Puiden oksat ovat pääosin karisseet ja jäljellä on vain isoimpien oksien rankoja. Osa latvasta on usein pudonnut.



LAHOASTE 4

Runko pehmennyt. Puukko tunkeutuu puuhun helposti kahvaa myöten.

Aputuntomerkkejä: Runko pysyy vain kaarnan/tuohen tukemana koossa. Lehtipuilla tavallisesti kaikki oksat karisseet. Puu on useimmiten katkennut, vain tyvipötkkelö on pystyssä.



3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Kokonaisista puista ei mitata pituutta. Toisin sanoen pituustiedon puuttuminen pituussarakkeelta tarkoittaa sitä, että puu on kokonainen.
- Pituustieto pituussarakkeella tarkoittaa sitä, että puu kuutioidaan kappaleena

MAASTOLOMAKE: KOKONAISMITTAUS					
Mittaaja/organisaatio: Matti / Tapio			Pvm. 5.10.2021		
Kohteen tiedot			Huomioita:		
Ylänteen tila, kuvio 14			Nyt on paljon lahopuuta. Kaikki säästetään.		
Puu nro	Puulaji	Läpimitta, cm	Laatu	Lahoaste	Pituus, m
1	mä	41	3	3	
2	mä	20	4	2	
3	ku	22	3	3	
4	ko	32	4	1	5,7
5	mä	24	3	1	
6	ku	29	3	4	
7	mä	34	3	4	
8	ko	26	5	2	2,6
9	ko	19	5	1	2,1
10	ku	24	4	3	
11	ku	29	3	2	
12	ra	16	4	4	
13	mä	34	4	3	
14	ku	24	4	3	
15	ha	22	1	1	
16	mä	27	6	1	2,6
17	ku	20	1	2	

3. Lahopuuston arviointimenetelmä

Lahopuuston kokonaismittaus

- Maapuupätkät ja sahatut pöllit kuutioidaan lieriöinä ja hakkuutähdelatvukset kartioina
- Kokonaisten kuolleiden puiden tilavuus lasketaan Laasasenahon (1982) puulajikohtaisilla rinnankorkeusläpimittaan (d) ja pituuteen (h) perustuvilla tilavuusyhtälöillä



$$v = f(d, h)$$

$$\begin{aligned} \text{Pine} \quad v &= 0,036089 \cdot d^{2,01395} \cdot (0,99676)^d \cdot h^{2,07025} \cdot (h-1,3)^{-1,07209} \\ \text{Spruce} \quad v &= 0,022927 \cdot d^{1,91505} \cdot (0,99146)^d \cdot h^{2,82541} \cdot (h-1,3)^{-1,53547} \\ \text{Birch} \quad v &= 0,011197 \cdot d^{2,10253} \cdot (0,98600)^d \cdot h^{3,98519} \cdot (h-1,3)^{-2,65900} \end{aligned}$$

4. Vertailukelpoisten aineistojen tuottaminen

Standardimenetelmä

- Lahohiili-hankkeen tuloksena esitetään käyttöön otettavaksi sekä ns. *standardimenetelmä* että *sovellettu* menetelmä arviointi- ja mittaustietojen käyttötarkoituksen mukaan
- Hankkeessa kuvatut menetelmät antavat lähtökohdat sille, kuinka mittaus voidaan toteuttaa, mutta päätöksen mittaukseen sisällytettävistä asioista tekee sitä käyttävä taho



4. Vertailukelpoisten aineistojen tuottaminen

Standardimenetelmä

Standardimenetelmällä tarkoitetaan lahopuun mittauksen minimitasoa, jolla päästään riittävän tarkkaan lahopuun määrä- ja laatu-tietoon kustannustehokkaasti

- Standardimenetelmänä käytetään tarkennettua silmävaraista arviointia, jossa luettavien puiden minimiläpimitta on 10 cm rinnankorkeudelta. Näin ollen mittaukseen sisällytetään valtakunnan metsien inventointia vastaavat lahopuut.
- Kuolleet puut luetaan 10 cm läpimittaluokissa erotellen maalahopuut, pystylahopuut, havupuut ja lehtipuut sekä kirjaamalla lahopuujatkumo kolmeportaisella luokituksella
- Standardimenetelmää voivat käyttää toimijat, joille riittää tieto lahopuun hehtaarikohtaisesta määrästä, perustieto laadusta ja jotka eivät ole kiinnostuneita puukohtaisista tunnuksista
- Tilavuuksien laskentaa varten rinnankorkeusläpimittaluokittaiset keskitilavuudet lasketaan maastotaulukoissa esitettyihin runkojen keskitilavuuksiin perustuen. Keskitilavuuksissa on huomioitu maantiede ja kasvupaikkatyyppi. Kaikilla puulajeilla käytetään samaa keskitilavuutta.

4. Vertailukelpoisten aineistojen tuottaminen

Sovellettu menetelmä

Sovellettu menetelmä tarkoittaa joko tarkennettua silmävaraista arviointia tai koko metsikkökuvion alan puuston mittausta silloin, kun mittaus tehdään tietojen käyttötarpeen takia joko vähemmän tarkasti tai tarkemmin kuin standardimenetelmässä. Silmävaraisessa arvioinnissa standardimittausta epätarkempi mittaus voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että mitattavien puiden minimiläpimitta on suurempi kuin 10 cm (esimerkiksi 15 cm tai 20 cm) tai että maapuita ja pystypuita tai havupuita ja lehtipuita ei erotella.

- Sovelletussa menetelmässä tarkennettua silmävaraista arviointia voidaan tehdä siten, että maastossa mitataan tai arvioidaan useampia tunnuksia tai harvempia tunnuksia kuin standardimenetelmässä
- Koko kuvion alan puuston mittauksessa mittaus on aina tarkempi kuin standardimenetelmässä
- Kirjattavat tunnukset ovat puulaji, rinnankorkeusläpimitta, laatu (puun ulkoasu) ja lahoaste. Pituustieto kirjataan vain puista, jotka eivät ole kokonaisina vaan joista vain osa on jäljellä.

Kiitos

Lisätietoja

Hannes Pasanen (hannes.pasanen@tapio.fi)

Matti Yläanne (matti.ylanne@tapio.fi)

TAPIO 