

Ari Talkkari, Esa Lientola, Veli-Pekka Karjalainen

Metsävaratietoharjoitukset



Metsävaratietoharjoitukset

Metsätieto-osaamisen kehittäminen
metsäopetuksessa -hanke

Ari Talkkari, Esa Lientola, Veli-Pekka Karjalainen

Taitto

PunaMusta Oy

Tekijät

Ari Talkkari, Karelia-ammattikorkeakoulu
Esa Lientola, Hämeen ammattikorkeakoulu
Veli-Pekka Karjalainen, Lapin
ammattikorkeakoulu
wirestock/Freepick

Kansikuva:

© Tekijät ja Karelia-ammattikorkeakoulu



Tämä julkaisu on lisensoitu Creative Commons Nimeä-
EiMuutoksia 2.0 Kansainvälinen -lisenssillä kansikuvaa lukuun
ottamatta.

ISBN 978-952-275-432-5

ISSN-L 2323-6876

ISSN 2323-6876

Karelia-ammattikorkeakoulu 2024

Joensuu

julkaisut@karelia.fi

Metsätieto-osaamisen kehittäminen metsäopetuksessa -hanke



Alkusanat

Metsänmittauksen ja -inventoinnin ajankohtaisen oppimateriaalin vähäisyys on ollut aiheen opettajien haasteena jo pidemmän aikaa. Tähän tarpeeseen julkaistiin ajantasaistettu oppikirja Metsävaratieto – hankinta ja hyödyntäminen vuoden 2021 syksyllä. Kirjan kirjoittajina toimivat yliopettaja Ari Talkkari ja lehtori Heikki Lehmonen. Kirjan kustansi Tapio Palvelut Oy. Kirjan tavoitteena oli tarjota käytännönläheistä perustietoa metsänmittauksesta kaikille metsätalousinsinöörin tutkinnon suorittajille.

Aiemmin julkaistu kirja toimii lähinnä mittausmenetelmien teorian opiskelussa ja käsikirjana. Metsänmittaukseen liittyy usein maastomittausten lisäksi tarvetta jalostaa tietoa edelleen laskennallisilla menetelmin. Tämä kirjanen täydentää aiemmin ilmestynyttä Metsävaratieto-kirjaa laskutehtävillä, jotka on jäsennetty kirjan päälukujen mukaan. Tämän kirjasen laskuharjoituksia voi käyttää ammattikorkeakoulujen metsänarvioinnin opetuksessa, mutta toivomme sen palvelevan myös toisen asteen metsäopetusta ja käytännön metsänmittauksen ja inventointien parissa toimivia metsäammattilaisia sekä aiheesta kiinnostuneita metsänomistajia.

Tämä kirjanen on tehty Metsämiesten säätiön tukemassa hankkeessa ”Metsätieto-opetuksen kehittäminen metsäopetuksessa”. Hanketta on koordinoi-
nut Metsäkoulutus ry ja toteuttajina ovat olleet Karelia-ammattikorkeakoulu, Hämeen ammattikorkeakoulu ja Lapin ammattikorkeakoulu.

Kiitämme Metsämiesten Säätiötä ja Metsäkoulutus ry:tä saamastamme tu-
esta.

Keväällä 2024

Ari Talkkari, Esa Lientola ja Veli-Pekka Karjalainen

Sisällys

Alkusanat	4
1. Johdanto	6
2. Puun mittaaminen	7
3. Metsikkökoeala	13
4. Metsikkökuvio	20
5. Metsäalueen inventointi	25
6. Metsävaratiedon hyödyntäminen	29
7. Vastaukset	35
Kirjallisuus	45

1. Johdanto

Metsäkeskuksen tuottama avoin metsävaratieto on keskeinen aineisto lähes kaikessa metsiin ja metsien käyttöön liittyvässä suunnittelussa. Suunnittelun tasot voivat vaihdella yksittäisen kuvion operatiivisesta suunnittelusta valtakunnan tason strategiseen suunnitteluun. Avoimen metsävaratiedon saatavuus ja kattavuus on nykyään hyvällä tasolla ja metsävaratiedon keruun menetelmät kehittyvät nopeasti.

Metsävaratiedon keruuta kutsutaan inventoinniksi, joka nykyään perustuu kaukokartoituksen ja maastomittausten yhdistelmään. Metsävaratieto on teknisesti käyttökelpoista sellaisenaan, mutta useimmissa tapauksissa on tarpeen tarkistaa tiedon oikeellisuus maastokäyntien yhteydessä. Tämä koskee ainakin puunkorjuun suunnittelua, metsäsuunnittelua ja tila-arvion laadintaa.

Inventointi voidaan jakaa myös mittauksiin ja laskentaan. Tällöin maastossa kerätään tietoa helposti mitattavista tunnuksista, kuten pohjapinta-ala, keskiläpimitta ja -pituus. Päätöksenteossa tarvitaan usein pidemmälle jalostettua tietoa, jolloin maastossa mitatusta tiedosta tuotetaan usein mallien avulla uutta tietoa. Tällaisia tunnuksia ovat tilavuus, puutavaralajit, puuston arvo, arvokasvu ja kasvuennuste. Metsänmittaustaidon lisäksi tarvitaan siis osaamista tai ainakin ymmärrystä erilaisista metsänmittaukseen liittyvistä laskentamenetelmistä.

Tähän kirjaseen on koottu ja suunniteltu erilaisia laskuharjoituksia ja muita tehtäviä, joiden tavoitteena on tukea ja kehittää erityisesti tulevien metsäammattilaisten metsävaratiedon tuottamiseen liittyvä laskentaosaamista. Tehtävät alkavat yksittäisen puun tunnuksista, jonka jälkeen tarkastellaan metsikkökoealaa ja metsikkökuviota. Metsäaluetason tehtävissä havainnollistetaan yleisiä tulosten laskennan menetelmiä. Kirjasen lopussa on myös metsävaratiedon paikkatietopohjaiseen hyödyntämiseen liittyviä tehtäviä.

2. Puun mittaaminen

Tässä osiossa tehdään yksittäisen puun rungon mittaukseen liittyviä laskutoimituksia. Havainnollistetaan, että käytettävien mittalaitteiden perustana on matemaattinen (usein geometrinen) laskutoimitus. Tärkeimpiä yksittäisen puun tunnuksia ovat rinnankorkeusläpimitta ja pituus, joiden avulla voidaan malleilla laskea muita tunnuksia, kuten tilavuus.

Tehtävä 2.1. Rinnankorkeusläpimitan laskenta puun ympärysmittasta

Tavoitteena on ymmärtää ympärysmitan ja läpimitan suhde sekä havainnollistaa eri välineiden käyttöä mittauksissa.

Olet aloittamassa koealalla rinnankorkeusläpimittojen mittausta ja huomaat kaulaimen ja talmeterin jääneen autolle. Karttalaukustasi löytyy kuitenkin rullamitta, jota pystyt hyödyntämään mittaamalla puun ympärysmitan rinnankorkeudelta. Laskukaava voidaan johtaa ympyrän kehän (p) laskentakaavasta

$p = 2\pi r$, jossa r on ympyrän säde tai $p = \pi d$, jossa d on ympyrän halkaisija.

Jakamalla puun ympärysmitan piillä tai piin likiarvolla (3,14) saadaan vastaukseksi rinnankorkeusläpimitta.

$$d = \frac{p}{\pi}$$

Määritä rinnankorkeusläpimitta seuraavista ympärysmittaustuloksista:

Ympärysmitta, cm	Rinnankorkeusläpimitta, cm
65	
54	
85	
26	
105	

Tehtävä 2.2. Rinnankorkeusläpimitan johtaminen kantoläpimitasta

Joissakin tilanteissa on tarpeen hakkuun jälkeen arvioida, millainen puusto metsässä on ollut ennen hakkuuta. Tällöin keinoksi jää mitata kantoläpimitat juuren niskan kohdalta. Sopivalla mallilla (esim. Nyysönen) voidaan kantoläpimitan avulla laskea estimaatti rinnankorkeusläpimitalle.

$$d=0,75*d_k-0,5$$

missä d on rinnankorkeusläpimitta ja d_k on kantoläpimitta. Läpimitat ilmoitetaan senttimetreinä.

Laske seuraavien puiden rinnankorkeusläpimitat mitattujen kantojen perusteella.

Puu	Kantoläpimitta, cm	Rinnankorkeusläpimitta, cm
1	15	
2	19	
3	23	
4	27	
5	31	
6	38	

Tehtävä 2.3. Puun pituuden laskeminen kahden kulman avulla

Tavoitteena on tuoda esiin matemaattinen laskentaperuste puun korkeuden mittauksessa. Hypsometrillä tapahtuva korkeusmittaus perustuu kahden kulman lukemiseen 15 tai 20 metrin etäisyydeltä mitattavasta puusta. Ensimmäinen tähtäys suoritetaan puun latvaan ja laitetaan lukema muistiin. Toinen täh-

täys suoritetaan puun tyvelle ja laitetaan lukema muistiin. Jos tyven taso on katsontalinjan alapuolella, puun pituus saadaan laskemalla yhteen ylä- ja alätähtäyksen lukemat. Jos tyven taso on katsontalinjan yläpuolella, puun pituus saadaan vähentämällä tyveltä saatu lukema latvasta saadusta lukemasta.

Puun pituus voidaan myös laskea hyödyntämällä suorakulmaisen kolmion kateettien laskennasta tuttuja trigonometrisiä funktioita. Kun tiedossa on katsontakulmat ja etäisyys puusta, saadaan laskettua puun pituus kahden suorakulmaisen kolmion avulla käyttämällä tangenttia (\tan). Tangentti ilmaisee suorakulmaisessa kolmiossa lähtökulmasta katsottuna vastakkaisen kateetin suhdetta viereiseen kateettiin. Tämä on kuvattu alla olevassa kuvassa. Laskentaa varten on tiedettävä kulmat a ja b sekä etäisyys C .

Kaavoiksi puettuna korkeus (H) saadaan seuraavasti:

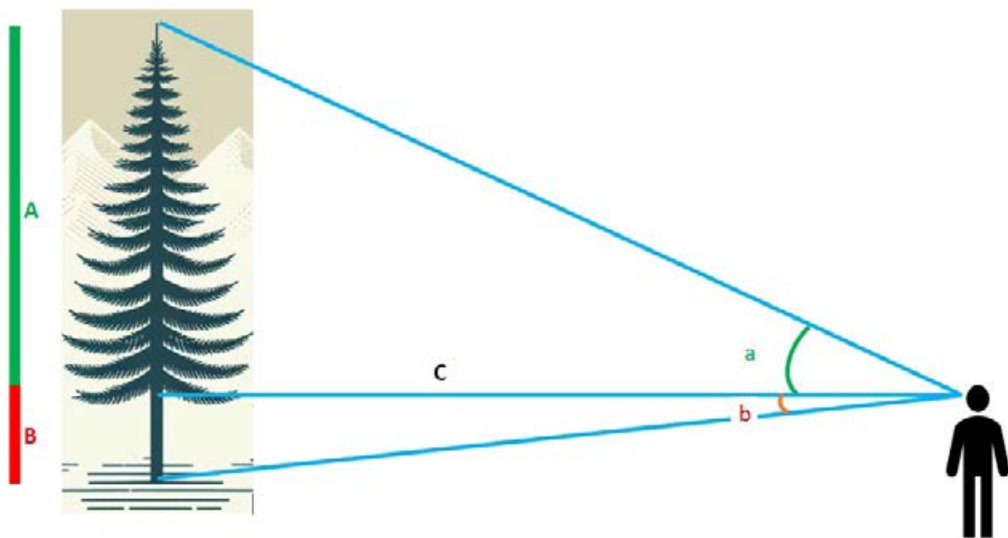
$$A = C \times \tan(a) \quad B = C \times \tan(b)$$

$$H = A + B = C \times \tan(a) + C \times \tan(b)$$

(tai $H = A - B$, jos tyven taso on katsontalinjan yläpuolella)

Laske puun pituus seuraavilla kulmilla, kun etäisyys (C) on 15 metriä.

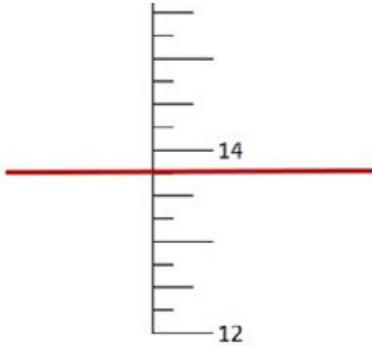
Kulma a	Kulma b	$H = C \times \tan(a) + C \times \tan(b)$
37°	2°	
26°	5°	
55°	3°	
45°	4°	



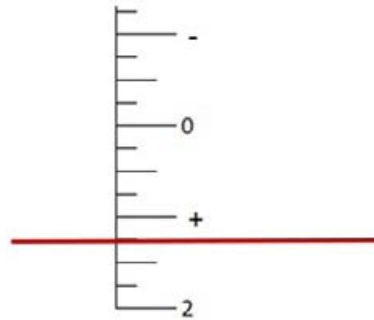
Tehtävä 2.4. Hypsometrien mittauslukemien tulkinta

Hypsometri hyödyntää suorakulmaisen kolmion laskentakaavoja. Alla on kuvattu kaksi esimerkkiä hypsometrillä tehdystä puun pituuden mittauksesta. Tehtävänä on tulkita hypsometrin lukemat ja selvittää mikä on puun pituus?

1)

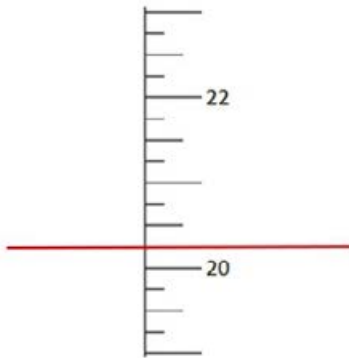


Lukema latvasta

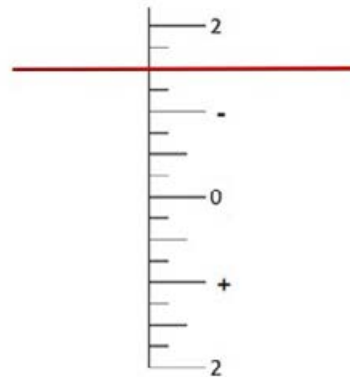


Lukema tyveltä

2)



Lukema latvasta



Lukema tyveltä

Tehtävä 2.5. Puun tilavuuden määrittäminen

Tavoitteena on tutustua yksittäisen puun tilavuuden määrittämisen menetelmiin. Käytännön tehtävissä puun tilavuus voidaan määrittää nopeasti tilavuustaulukoiden avulla. Tietokoneita ja erilaisia sovelluksia käytettäessä sovelletaan usein tilavuusyhtälöitä, joista Laasasenahon (1982) tilavuusyhtälöt ovat yleisesti käytettyjä. Tilavuusyhtälöt on laadittu puulajeittain.

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

Määritä oheisen taulukon puiden tilavuudet (v) yksittäisen puun tilavuustaulukon avulla. Voit käyttää Laasasenahon ja Snellmanin (1983) tilavuustaulukoita tai päivitettyjä taulukoita esim. Tapion Taskukirjasta. Huomaa, että eri taulukoilla voi päätyä hieman erilaiseen lopputulokseen.

Laske puiden tilavuudet myös Laasasenahon (1982) kahden parametrin (d , h) tilavuusyhtälöillä.

Puulaji	Läpimitta, cm	Pituus, m	Tilavuus, dm ³ , taulukko	Tilavuus, dm ³ , yhtälö
Mänty	21	18		
Kuusi	24	20		
Rauduskoivu	26	24		

Tehtävä 2.6. Puun tilavuuden ja kasvun laskenta

Tehtävän tavoitteena on oppia puun tilavuuden kasvun määrittäminen ja siihen liittyvät mitattavat suureet. Tilavuuskasvun määrittämiseksi puusta tulee mitata viiden viimeisen vuoden ajalta sädekasvu kairaamalla ja pituuskasvu mittaamalla esim. hypsometrillä.

Määritä yksittäisen kuusen tilavuus ja kasvut, kun puusta on mitattu seuraavat tiedot:

$d_{1,3}$ rinnankorkeusläpimitta, cm	h puun pituus, m	i_{r5v} viiden vuoden sädekasvu, mm	i_{h5v} viiden vuoden pituuskasvu, mm
30,5	24,8	15	12

- selvitä nykytilavuus taulukosta
- selvitä puun nykytilavuus laskemalla Laasasenahon kaavalla
- laske puun vuotuinen kasvu dm^3/v ja suhteellinen kasvu $\%/v$, vertaa suhteellisen kasvun laskennassa kasvua jakson keskiarvoon.

$$p = \frac{200}{n} \times \frac{x_t - x_{t-n}}{x_t + x_{t-n}}$$

jossa

n = jakson pituus

x_t = tilavuus nyt

x_{t-n} = tilavuus jakson alussa

3. Metsikkökoeala

Metsikkökohtaisia tunnuksia mitattaessa mittaukset tehdään otantana eli koalamittauksena. Koalat voivat olla kiinteäläisiä tai relaskoopikoealoja. Vaikka koaloja on eri kokoisia ja erityyppisiä, niin useimmiten mittauksilla tavoitellaan hehtaarikohtaisia tuloksia.

Tässä osiossa harjoitellaan koalalla tehtyjen mittausten pohjalta tehtäviä laskutoimituksia sekä eri kokoisten koalojen mittaustulosten skaalausta hehtaarikohtaisiksi tuloksiksi.

Ympyrän pinta-alan (A) laskentakaavat, jossa r = ympyrän säde ja d = ympyrän halkaisija.

$$A = \pi r^2 \text{ tai } \frac{\pi d^2}{4}$$

Tehtävä 3.1. Metsikkökoealan koalakertoimen laskenta

Tehtävän tavoitteena on havainnollistaa metsikkökoealan koon vaikutusta yhden koalalta mitatun puun edustamaan hehtaarikohtaiseen runkolukuun.

Metsäinventoinnissa voidaan käyttää erityyppisiä ja eri kokoisia koaloja. Koalan koko määrää, kuinka monta puuta yksi koalalta mitattava lukupuun edustaa. Laske seuraavien koalojen koalakertoimet:

Koealan tyyppi	Koealan koko, m tai Ympyräkiealan säde, m	Pinta-ala, m ²	Koealakerroin, runkoa/ha
Suorakaide	20 x 30		
Suorakaide	30 x 40		
Suorakaide	40 x 50		
Ympyrä	2,52		
Ympyrä	3,99		
Ympyrä	5,65		
Ympyrä	9		
Ympyrä	9,77		

Tehtävä 3.2. Runkoluvun määrittäminen ympyräkiealalta

Tehtävän tavoitteena on havainnollistaa ympyräkiealan säteen ja koon merkitystä hehtaarikohtaista runkolukua määritettäessä. Pinta-alakerroin määritetään seuraavalla kaavalla:

$$k = \frac{10\,000 \text{ m}^2}{x \text{ m}^2}, \text{ jossa } k = \text{pinta-alakerroin ja } x = \text{kiealan pinta-ala}$$

Taimikosta on mitattu ympyräkiealalta 21 puuta. Määritä kerroin, millä kiealan runkoluku muutetaan hehtaarikohtaiseksi runkoluvuksi. Määritä runkoluku (runkoa/ha), kun ympyräkiealan säde on tiedossa.

Ympyräkiealan säde, m (r)	Ympyräkiealan pinta-ala, m ²	Pinta-alakerroin	Runkoluku runkoa/ha
2,52			
3,99			
5,64			
7,98			
9,77			
12,62			

Tehtävä 3.3. Keskiarvon ja mediaanin määrittäminen

Tehtävän tavoitteena on havainnollistaa mediaaniläpimitan ja aritmeettisen keskiläpimitan ero.

Etsi tai laske alla olevasta taulukosta

- mediaaniläpimitan puu puulajeittain
- aritmeettinen keskiläpimita puulajeittain

Relaskooppikoealan mittauksessa saatiin taulukon mukainen puulista.

Järjestysnumero (pienin nro 1)	Rinnankorkeusläpimita ($d_{1,3}$), cm, mänty	Rinnankorkeusläpimita ($d_{1,3}$), cm, kuusi
1	8	6
2	9	6
3	9	7
4	10	8
5	12	8
6	16	9
7	17	19
8	17	
9	20	
10	21	
11	21	
12	22	
13	22	

Tehtävä 3.4. Pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan laskeminen

Pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimita huomioi tarkemmin metsikön kehitysvaiheen kuin aritmeettinen keskiläpimita. Tehtävän tavoitteena on havainnollistaa, miten pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimita lasketaan ja miten pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan laskenta poikkeaa aritmeettisen keskiläpimitan laskennasta.

Kiinteäalalaiselta (10 m x 20 m) koedalta mitattiin jokaisen rungon rinnankorkeusläpimitta, tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Laske pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta kaavalla:

$$d = \frac{(\sum nd^3)}{(\sum nd^2)}, \text{ jossa } d = \text{läpimitta, } n = \text{runkomäärä ja } \Sigma = \text{summa}$$

Laske myös aritmeettinen keskiläpimitta ja vertaa tulosten eroa.

Runkoja (n), kpl	Läpimitta (d), cm	nd ³ , cm ³	nd ² , cm ²
6	14		
4	17		
5	19		
2	24		

Laske lisäksi edellä mainitulta koedalta puuston hehtaarikohtainen pohjapinta-ala ja runkoluku.

Tehtävä 3.5. Metsikkökoalan laskenta

Harjoituksen tavoitteena on laskea metsästä mitatulle koedalalle puustoa kuvaavat metsikkötunnukset ja oppia sitä kautta ymmärtämään metsikön mitaamista, puustotunnusten laskemista ja erilaisten metsikkötunnusten teoriaa. Tämän harjoituksen suoritettuasi ymmärrät, kuinka metsästä mitattujen tunnusten avulla lasketaan puustotunnukset metsikölle. Harjoitus tehdään Excel-ohjelmalla, joten ohjelman perusteet tulee olla hallussa ennen harjoitusta. Harjoituksessa yhdistyvät siis metsänmittaus ja Excel-ohjelman käyttö. Muista kuitenkin keskittyä mekaanisen kaavan kirjoittamisen sijaan ymmärtämään laskemaasi.

Laskennan vaiheet

Metsikkökoalan laskenta jakautuu useaan eri vaiheeseen, jotka on kuvattu tarkemmin jäljempänä. Laskenta tehdään liitteenä olevan Excel-työkirjan avulla. Työkirjassa on valmiina eräältä koedalalta mitatut tiedot. Koedalalla kasvaa vain mäntyä ja se onkin hyvä yksinkertainen esimerkki laskuharjoituksiin. Usean puulajin koedalalla taulukkoon luotaisiin omat taulukot joka puulajille. Osa tiedostoista kopioituu Excel-työkirja välilehdeltä toiselle, jolloin niitä ei tarvitse itse kopioida.

1. Aineistoon tutustuminen.
2. Runkolukusarjojen muodostaminen.
3. Pituusmallien laatiminen koepuiden perusteella.

4. Aritmeettisen ja pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan ja -pituuden laskenta.
5. Tukkipuun, kuitupuun, hukkapuun ja kokonaistilavuuden laskenta puula-jeittain ja yhteensä.

1. Koeala-aineistoon tutustuminen

Avaa Metsikkökoeala.xlsx -tiedosto. Tiedostossa on useita välilehtiä. Aloita välilehdeltä Koeala. Täältä välilehdeltä löydät metsästä mitatun aineiston. Koealalta on ensiksi mitattu eli luettu jokaisen puun läpimitta rinnankorkeudelta yhden senttimetrin luokkaan ja pienin mitattu puu on seitsemän senttiä. Näistä lukupuista on määritelty myös puulaji. Puulaji on määritelty metsävaratietostandardin mukaisin koodein. Lukupuista on valittu koe-
puiksi osa puista, vähintään 30 puuta. Tutki aineistoa ja selvitä kuinka paljon koealalla on puita? Entä kuinka monta puuta on valittu koepuiksi. Laske lukupuiden perusteella koealan runkoluku, runkoa/ha?

2. Runkolukusarjojen muodostaminen

Runkolukusarjalla tarkoitetaan aineistoa, jossa esitetään eri läpimittaluokkien mukaiset runkoluvut. Se kertoo siis, kuinka paljon eri läpimittaisia puita alueella on. Koealueelta on mitattu jokaisen puun läpimitta sentin tarkkuudella, tämän vuoksi runkolukusarjassa puita käsitellään sentin välein. Runkolukusarjaa käytetään hyväksi metsikön kehityksen laskennassa eri mallinnusohjelmissa. Runkolukusarjasta voidaan päätellä mm. metsikön rakennetta ja sen perusteella lasketaan mm. erilaisten harvennustapojen mukaiset kertymät.

Muodosta *Runkolukusarja*-välilehden taulukkoon runkolukusarja. Runkolukusarja kopioituu täältä välilehdeltä toisille, joten sitä ei tarvitse syöttää toista kertaa.

Runkolukusarjan muodostamisessa käytetään LASKE.JOS.JOUKKO -funktiota.

a) Aloitetaan runkolukusarjojen muodostaminen laskemalla läpimitaltaan 7 cm männyt soluun B7. LASKE.JOS.JOUKKO-funktioon voidaan antaa useita ehtoalueita ja ehtoja. Tässä tapauksessa halutaan siis laskea niiden puiden lukumäärä, joiden puulaji on mänty ja läpimitta 7 cm.

b) Osoita ensimmäiseksi ehtoalueeksi luku- ja koepuut -välilehdeltä lukupuiden puulaji-sarake ja anna ehdoksi 1. Toiseksi ehtoalueeksi osoita luku- ja koepuut -välilehden läpimitta-sarake ja ehdoksi osoita solu A7. Ehtoalueiden soluviittaukset kannattaa lukita lisäämällä \$-merkit soluviittaukseen (tai painamalla F4-näppäintä).

- c) Solussa B7 pitäisi olla suurin piirtein seuraavanlainen funktio: **=LASKE.JOS.JOUKKO(Koala!\$B\$5:\$B\$94;1;Koala!\$C\$5:\$C\$94;A7)** Ehtoalueen pituus vaihtelee mitattujen puiden lukumäärän mukaan.
- d) Kopioi kaava muille männyn läpimitan soluille solun oikeasta alanurkasta vetämällä.
- e) Muodosta runkolukusarja samaan tapaan myös koepuille. **=LASKE.JOS.JOUKKO(Koala!\$F\$5:\$F\$94;1;Koala!\$G\$5:\$G\$94;A7)**
- f) Luo pylväskaavio runkolukusarjasta ja tarkastele kuinka eri kokoiset puut jakautuvat metsässä.

3. Pituusmallin muodostaminen

Koetalta ei yleensä mitata kaikkien puiden pituuksia. Puiden pituudet tulee kuitenkin määrittellä tarkempia laskutoimituksia varten ja tämän vuoksi pituudet tulee mallintaa koepuiden avulla. Aineistossa olevien mitattujen pituuksien avulla määrittellen pituudet kaikille mitatuille puille. Tilavuuskoepuista mitattujen pituuksien perusteella laaditaan pituusmalli, jolla lasketaan lukupuille pituus läpimitan perusteella. Käytetään pituus- ja läpimittahavaintoihin sovitettua suoraa ja sen yhtälöä pituusmallina. Pituusmallien laadinta tehdään työkirjan välilehdellä *Pituusmallit*

Valitse ensiksi taulukosta koepuiden läpimitat ja pituudet. Tämän jälkeen muodosta niistä piste-kaavio. *Lisää*-välilehdellä valitse kohdasta *kaaviot, pistekaavio*. Lisää trendiviiva/suuntaviiva kaavioon valitsemalla kaavioalue aktiiviseksi ja kaavion yläkulman plus-painikkeesta avautuvasta valikosta aktivoi *Suuntaviiva*, valitse tyyppiä lineaarinen ja vielä *lisää asetuksia*. Asetuksista valitse *näytä kaava kaaviossa* ja *näytä selitysaste kaaviossa*. Kaavioon tulee näkymään suuntaviivan kaava eli pituusmalli. Nyt sinulla on kaava jolla voit laskea puun pituuden mille tahansa aineistosta löytyvälle puulle. Kaavaa tarvitaan myöhemmin laskennassa. Tarkastele kaavioita ja mallia. Mitä arvelet mallin luotettavuudesta?

4. Keskiläpimitan ja pituuden laskenta

Keskiläpimita ja keskipituus ovat tärkeitä tunnuksia ja niiden laskenta tehdään mittaustietoihin ja mallinnettuun pituuteen perustuen. Tässä harjoituksessa tunnuksia lasketaan laskemalla ensiksi välivaiheet läpimittaluokittain taulukossa ja niistä keskitunnuksia. Laskennat tehdään välilehdelle *Keskiläpimita ja -pituus*. Huomaa että runkolukusarja kopioituu tänne automaattisesti, eli sinulla on taulukossa jo lähtötiedot.

- a) Aloita laskenta syöttämällä sarakkeeseen 3 pituusmallin yhtälö, jonka sait *Pituusmalli*-välilehdeltä. Pituusmallin avulla saat laskettua pituuden kullekin läpimittaluokalle. Tarkistan laskennan jälkeen, että saamasi pituudet ovat oikeassa suhteessa läpimittoihin.

- b) Laske sarakkeeseen 4 läpimitta kerrottuna kappalemäärällä eri frekvenssillä. Tätä arvoa tarvitaan myöhemmin runkoluvulla painotetun läpimitan laskennassa.
- c) Laske sarakkeeseen 5 pituus kerrottuna kappalemäärällä eri frekvenssillä. Tätä arvoa tarvitaan myöhemmin runkoluvulla painotetun pituuden laskennassa.
- d) Laske sarakkeeseen 6 kunkin läpimittaluokan yhden puun pohjapinta-ala, huomaa yksikkö neliometri.
- e) Laske sarakkeeseen 7 kunkin läpimittaluokan kaikkien puiden yhteenlaskettu pohjapinta-ala kertomalla yhden puun pohjapinta-ala runkojen lukumäärällä.
- f) Laske sarakkeeseen 8 pohjapinta-alalla painotettu läpimitta kertomalla läpimitta pohjapinta-alojen summalle (eli sarakkeet 1 ja 7 keskenään)
- g) Laske sarakkeeseen 9 pohjapinta-alalla painotettu pituus kertomalla pituus pohjapinta-alojen summalle (eli sarakkeet 3 ja 7 keskenään)
- h) Laske jokaisen sarakkeen tiedot yhteen sarakkeiden alle. (summa-funktio)
- i) Laske seuraavaksi taulukon alapuolelle runkoluvulla ja pohjapinta-alalla painotetut keskiläpimitat ja -pituudet. Apuna voit käyttää taulukon alapuolelta löytyviä kaavoja (esim. runkoluvulla painotetun keskiläpimitan kaava on $D = b/a$, laskennassa jaat taulukon alapuolen a- ja b-solut keskenään, eli jaat yhteen lasketut läpimitat puiden lukumäärällä). Selvitä itsellesi aina mitä olet laskemassa.
- j) Laske myös valtapituus eli hehtaarilla sadan paksuimman puun keskipituus. (esim. 0,1 hehtaarin koelalla lasketaan 10 paksuimman puun pituus yhteen ja jaetaan kymmenellä.) Käytä laskennassa taulukosta löytyvien paksuimpien puiden pituuksia.

5. Tilavuuden ja kokonaistilavuuden laskenta

Lasketaan seuraavaksi tilavuudet puutavaralajeittain. Käytä välilehteä *Tilavuus*. Sarakkeiden 2 ja 3 tiedot kopioituvat aiemmilta välilehdiltä.

- a) Laske sarakkeeseen 4 puun tilavuus Laasasenahon kahden muuttujan tilavuusyhtälöillä (Excel-tilaukossa mukana). Viittaa yhtälön kirjoituksessa sarakkeisiin A ja C. Kopio kaava aina koko sarakkeeseen.
- b) Etsi sarakkeisiin 5 ja 7 tukki- ja kuitupuun prosenttiosuudet Laasasenahon puutavaralajitaulukoiden avulla (Excel-tilaukossa mukana). Prosentit tarvitsee etsiä ainoastaan niille läpimittaluokille, joissa on puita.
- c) Laske läpimittaluokittaiset tukki-, kuitutilavuudet sarakkeisiin 6 ja 8
- d) Laske sarakkeisiin 9-11 koelakohtainen kokonaistilavuus ja puutavaralajeittaiset tilavuudet. Vinkkejä laskentaan saat Excel-työkirjan riviltä 7.
- e) Laske edellisten alle koelakohtaiset tilavuudet käyttäen Summa-funktiota.

- f) Laske lopuksi hehtaarikohtaiset tilavuudet ja runkoluku lomakkeen alailaitaan. Hehtaarikohtaiset tilavuudet ja runkoluku saadaan jakamalla koealakohtainen tilavuus koealan pinta-alalla.

6. Yhteenveto

Kokoa *Tulokset*-välilehdelle koealalaskennan tulokset. Tutki tuloksia ja mieti millaisessa metsässä koeala sijaitsee, millainen on sen kehitysluokka ja mikä voisi olla kuvion seuraava käsittelytarve.

4. Metsikkökuvio

Tässä osiossa jatketaan koealalla tapahtuvien mittausten parissa. Teemanä on selvittää matemaattisesti erilaisia kertoimia, rajapuiden arvoja, metsikön tunnuksia sekä laskea sovellettuna hehtaarikohtaisesta tavoiterunkoluvusta koealalle skaalatut tavoiterunkoluvut.

Tehtävä 4.1. Pohjapinta-alan laskenta läpimittaan perustuen

Laske ympyrän pinta-alalaskentakaavan

$$\frac{\pi d^2}{4} \text{ tai } \pi r^2$$

avulla yksittäisen puun pohja-pinta-ala g (m^2) oheisen taulukon mukaisista rinnankorkeusläpimitoista. Oletetaan, että 1 ha:n metsikkökuvioilla olevat puut ovat täsmälleen yksittäisen puun kantaisia puunrunkoja, joiden runkoluku on ilmoitettu taulukossa. Laske pohjapinta-ala m^2/ha .

d (cm)	g (m^2/runko)	n (kpl)	G (m^2/ha)
9		2200	
12		1600	
24		800	
31		600	
32		400	

Tehtävä 4.2. Runkoluvun laskeminen ympyräkoalojen mittaustuloksista

Tavoitteena on ymmärtää koalamittausten merkitys rahoitushankkeiden tarkastustehtävissä.

Metsänomistaja hoiti 5 metrisen männyntaimikkonsa ja hakee hoitotyölle jälkikäteen Metka-tukea. Havupuuvaltaisissa taimikoissa hoidetun puuston keskipituus tulee olla 0,7–12 metriä. Keskipituuden ollessa 3–8 metriä, hoidetun taimikon runkoluku tulee olla enintään 2500 runkoa hehtaarilla. Hoidon jälkeen taimikosta mitattiin 5 ympyräkoalaa (säde 3,99 m) ja saatiin seuraavat tulokset:

Koala 1	→	12 runkoa
Koala 2	→	16 runkoa
Koala 3	→	11 runkoa
Koala 4	→	14 runkoa
Koala 5	→	15 runkoa

Paljonko oli runkoluku ja oliko hanke tällaisenaan Metka-tukeen oikeuttava?

Tehtävä 4.3. Hehtaarikohtaisen tavoiterunkoluvun soveltaminen ympyräkoalamittaukseen

Tavoitteena on hahmottaa hehtaarikohtaisen runkoluvun ja ympyräkoalan runkoluvun suhdetta.

Käsillä on taimikonhoitokohde, jonka runkoluku on keskimäärin 6500 runkoa hehtaarilla. Taimikko on mäntyvaltaista (75 %) sisältäen sekapuuna hieskoivua (20 %) ja kuusta (5 %). Kohteelle on tarkoitus hakea toteutuksen jälkeen metka-tukea. Toteutuksen jälkeen kohteen runkoluku tulee olla enintään 2500 runkoa hehtaarilla, jäävässä puustossa 10 % hieskoivusekoitus sekä lisäksi kuusia 2–4 %. Hoitotyö tarkastetaan työn valmistumisen jälkeen ympyräkoalamittauksella (useita koaloja, säde 3,99 m). Laske puolajieittain montako runkoa pitäisi tulla koalojen keskiarvoon, jotta asetettu tavoite täytyisi.

Tehtävä 4.4. Relaskooppikerroin ja rajapuuetaisyys

Metsäalueen inventoinnissa käytetään relaskooppikoaloja puustotietojen keruussa. Tyypillisesti kuvioittaisessa arvioinnissa, mutta joissakin tapauksissa myös koalainventoinnissa.

Relaskoopilla tehtävissä mittauksissa käytettävä relaskoopikerroin laskeaan kaavalla

$$q = \frac{10000}{4} \cdot \frac{d^2}{r^2}$$

Missä q on relaskoopikerroin (m²/ha), r on varren pituus (cm) ja d on hahlon leveys (cm).

Laske relaskoopikerroin seuraaville relaskoopin varren ja hahlon yhdistelmille.

Varsi, cm (r)	Hahlo, cm (d)	Relaskoopikerroin (q)
65	1,3	
100	2	
65	1,8	
100	2,8	
65	0,9	
100	1,4	

Yllä olevasta kaavasta voidaan johtaa relaskoopikoealan rajapuuetaisyys. Ts. miltä etäisyydeltä tietyn läpimittainen puu vielä luetaan koealaan mukaan

$$r = \frac{50 \cdot d}{\sqrt{q}}$$

Missä r on rajapuun etäisyys (m), d on puun rinnankorkeusläpimitta (m) ja q on relaskoopikerroin (m²/ha)

Laske rajapuuetaisyys seuraaville rinnankorkeusläpimitoille: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 ja 45 cm.

Tehtävä 4.5. Relaskoopikoealan rajapuumittaus

Tavoitteena on oppia laskemaan mittojen avulla, sisältyykö rajapuu relaskoopikoealaan. Muistisääntönä rajapuulle voidaan pitää seuraavat laskutoimitukset: rajapuun rinnankorkeusläpimitta on 2 % mittausetäisyydestä tai mittausetäisyys on 50 x rinnankorkeusläpimitta. Nämä luvut ovat johdettavissa relaskoopin hahlon leveyden ja relaskoopin varren pituuden suhteesta.

Relaskoopikoealalle osui neljä relaskoopitähtäyksessä rajapuulta näytävää puuta. Tarkista seuraavien mittojen avulla lasketaanko puut mukaan pohjapinta-alaan. Ketjurelaskoopin mittausetäisyys (ketjun mitta) on 65 cm ja hahlon leveys on 13 mm.

Etäisyys = etäisyys koealan keskipisteestä puun keskipisteeseen
 $d_{1,3}$ = Puun rinnankorkeusläpimitta

Koepuu (nro)	Etäisyys (m)	Rinnankorkeusläpimitta $d_{1,3}$ (cm)
1	9,58	19,5
2	13,11	26,0
3	7,55	15,0
4	18,50	36,5

Tehtävä 4.6. Metsikön keskitunnusten laskenta

Tavoitteena on laskea kehitysluokaltaan varttuneen metsikkökuvion puusto-ositteiden keskitunnukset mitattujen relaskooppikoealojen avulla. Koealalta mitataan tai arvioidaan tyypillisesti kustakin ositteesta pohjapinta-ala sekä mediaanipuun rinnankorkeusläpimitta, pituus ja ikä.

Metsätietojärjestelmissä, kuten ForestKIT, kuvion puusto-ositteet lasketaan koealojen puusto-ositteiden pohjapinta-alalla painotettuna keskiarvona. Käsien laskettaessa puustotunnukset voidaan kuitenkin laskea aritmeettisinä keskiarvoina.

Seuraavassa taulukossa on metsikkökuviolta mitattujen relaskoopikoealojen tunnuksset. Laske kuvion keskimääräiset puustotunnukset ositteittain sekä aritmeettisina että pohjapinta-alalla painotettuina keskiarvoina.

Koe-ala	Osite	Puulaji	Pohjapinta-ala, m ² /ha	Rinnankorkeus-läpimitta, cm	Pituus, m	Ikä, v
1	1	Mänty	9	19	17	55
1	2	Kuusi	13	18	17	50
1	3	Rauduskoivu	5	20	18	45
2	1	Mänty	7	17	17	52
2	2	Kuusi	15	16	16	48
2	3	Rauduskoivu	5	18	17	40
3	1	Mänty	11	21	19	56
3	2	Kuusi	9	19	18	51
3	3	Rauduskoivu	6	20	19	47
4	1	Mänty	10	18	17	52
4	2	Kuusi	14	19	18	49
5	1	Kuusi	18	21	19	50
5	2	Rauduskoivu	7	22	20	46

5. Metsäalueen inventointi

Tässä osiossa siirrytään koelamittauksissa suurempiin kokonaisuuksiin. Määritellään tarvittava koelamäärä ja lasketaan tuloksia useampia koelajoja sisältäviltä koelainventoinneilta.

Tehtävä 5.1. Otanta metsäalueen inventoinnissa

Metsäalue, jonka pinta-ala (N) on 800 ha, inventoidaan systemaattisella koelaja-arvioinnilla. Yksi koelaja edustaa 4 ha (k). Laske seuraavat:

- Kuinka paljon koelajoja (n) tarvitaan, jotta ehto täyttyy?
- Millaisilla linja- ja koelaväleillä (L ja K) inventointi voidaan toteuttaa? Laske kolme erilaista vaihtoehtoa ja perustele minkä valitsisit?

Tehtävä 5.2. Linjoittaisen koelaininventoinnin tulosten laskenta runkolukusarjan avulla

Tavoitteena on havainnollistaa, miten metsäalueen puustotunnukset voidaan laskea runkolukusarjan avulla. Runkolukusarjassa metsäalueelta mitattujen kaikkien koelajojen puut järjestetään läpimittaluokittain ja lasketaan mitattujen runkojen lukumäärät yhteen.

Mäntyvaltaiselta metsäalueelta on mitattu systemaattisella otannalla kahdeksan ympyräkoelajaa käyttäen 120 metrin linja- ja koelaväliä. Kaikkien ympyräkoelajojen säde oli 7,98 m.

Mittauksissa saatiin seuraava runkolukusarja ja taulukoista poimitut runkojen tilavuudet:

d, cm	n, kpl	v, dm ³
8	20	20
9	24	28
10	36	34
11	28	46
12	60	60
13	48	80
14	44	102

Laske koealan pinta-ala ja koealakerroin eli yhden koealalta mitatun puun edustama runkoluku hehtaarilla.

Laske metsäalueen hehtaarikohtainen runkoluku (runkoa/ha) ja tilavuus (m³/ha) sekä metsäalueen kokonaistilavuus (m³). Kuinka suuri on metsäalueen pinta-ala?

Tehtävä 5.3. Linjoittaisen koealainventoinnin tulosten laskenta relaskooppikoealoilta

Tavoitteena on havainnollistaa, miten metsäalueen puustotunnukset laske-
taan relaskooppikoealojen avulla.

Mäntyvaltaiselta metsäalueelta on mitattu systemaattisella otannalla kah-
deksan relaskooppikoealaa käyttäen 120 metrin linja- ja koealaväliä. Rela-
skooppikoealat on mitattu kertoimella 1. Koepuuna mitattiin jokaiselta koea-
lalta mediaanipuu.

Koealan tilavuudet saadaan relaskooppitaulukoista puulajin, pohjapinta-alan
ja keskipituuden avulla. Keskipituutena käytetään koepuiden mittaustuloksia.
Kaikki puut ovat mäntyjä.

Koeala	G, m ² /ha	H, m
1	13	13
2	15	13
3	14	12
4	16	13
5	17	12
6	16	12
7	14	13
8	15	12

Määritä ensin kunkin koealan puuston hehtaarikohtainen tilavuus (m³/ha) relaskooppitaulukoista. Laske sitten koko metsäalueen hehtaarikohtainen tilavuus (m³/ha) sekä kokonaistilavuus (m³).

Tehtävä 5.4. Kuvioittaisen arvioinnin tulosten laskenta

Tavoitteena on havainnollistaa kuvioittaisen arvioinnin puustotietojen laskentaa. Kuvioittaisen arvioinnin osaaminen on edelleen metsälalla tärkeää, vaikka harvoin inventointia tehdään ns. puhtaalta pöydältä. Useimmissa tapauksissa käytössä on esim. avoin metsävaratieto, jota maastotyöllä tarkistetaan ja päivitetään.

Kuvioittaisessa arvioinnissa saatiin erältä Pohjois-Karjalassa sijaitsevalta tilalta seuraavan taulukon mukaiset kuviokohtaiset tiedot:

Kuvio	Pinta-ala, ha	Puulaji	G, m ² /ha	H, m
1	2,9	kuusi	20	20
2	0,8	kuusi	22	22
3	3,0	kuusi	30	18
4	2,2	mänty	20	16
5	1,1	mänty	15	15
6	1,5	kuusi	22	14
7	1,6	koivu	24	18
8	0,9	mänty	28	24
9	1,2	koivu	24	21

- a) Määritä kuvioiden hehtaarikohtaiset tilavuudet (m^3/ha) relaskooppitaulukoiden perusteella ja laske tilan puuston keskitilavuus (m^3/ha) ja kokonaistilavuus (m^3).
- b) Määritä eri puulajien osuudet (m^3 ja %) puuston kokonaistilavuudesta.

6. Metsävaratiedon hyödyntäminen

Tässä osiossa tutustutaan avoimen metsävaratiedon peruskäyttöön QGIS-ohjelmalla tehtävien harjoitusten avulla. Tässä tarvitaan jo jonkin verran QGIS-ohjelman osaamista.

Tehtävissä käytetään geopackge-muotoista kuviotietoaineistoa (**MV_N5211D.gpkg**), joka sisältyy oheiseen aineistopakettiin. Tehtävissä tarvitaan myös kuviotiedon tietomallia (**kuviot tietokantakaavio.dbf**) sekä kuviotiedon koodistoa (**mvjaete-koodisto-ja-tietokantakuvaus.xlsx**), jotka sisältyvät myös oheiseen aineistopakettiin.

Tehtävä 6.1. Kuviotiedon hyödyntäminen QGIS:n perustoimintoja käyttäen

Tässä tehtävässä harjoitellaan Geopackage-muotoisen kuviotiedon hyödyntämistä QGIS:n perustyövälineillä ilman tietokannanhallintaa.

Tarkastele Geopackage-muotoista kuviotietoa Browser-ikkunassa. Tutki mikä karttataso sisältää geometrian. Tutki myös ominaisuustietotauluja ja tutustu kuviotiedon tietomalliin.

Lataa karttataso **stand** karttaikkunaan.

Lataa tarvittaessa karttaikkunaan taulut **operation** ja **specialfeature**.

Poimitaan uudistuskypsät kuusikot.

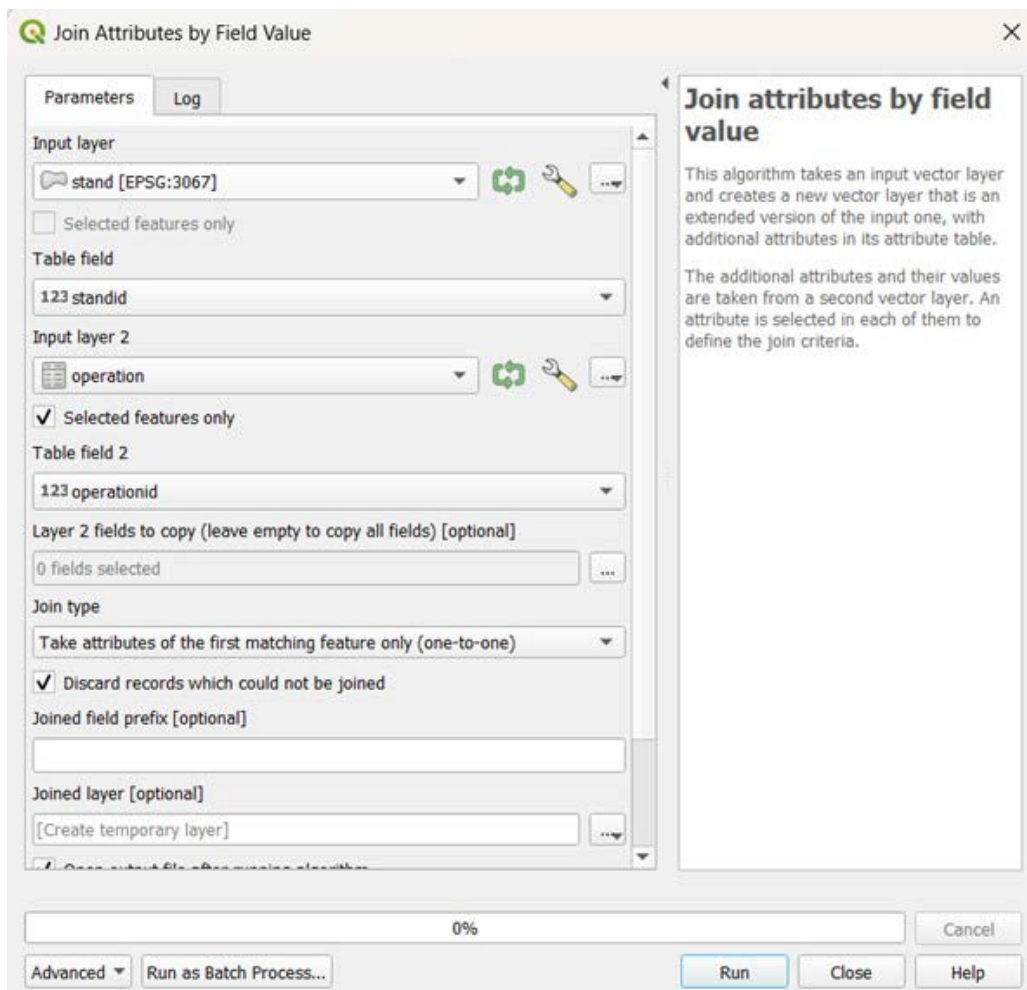
- Valitse aineistosta (stand) kaikki uudistuskypsät kuusikot (Select by ex-

pression). Valintakriteereinä käytetään kuvion kehitysluokkaa (developmentclass) 04 ja pääpuulajia (maintreespecies) 2.

- Tallenna valinnan tulos omana karttatasona haluamallasi nimellä (Save features as).
- Kuinka monta uudistuskypsää kuusikkokuvaiota aineistossa on?

Etsitään kuviotietoaineistosta kaikki taimikonhoitokohteet ja lasketaan niiden kokonaispinta-ala.

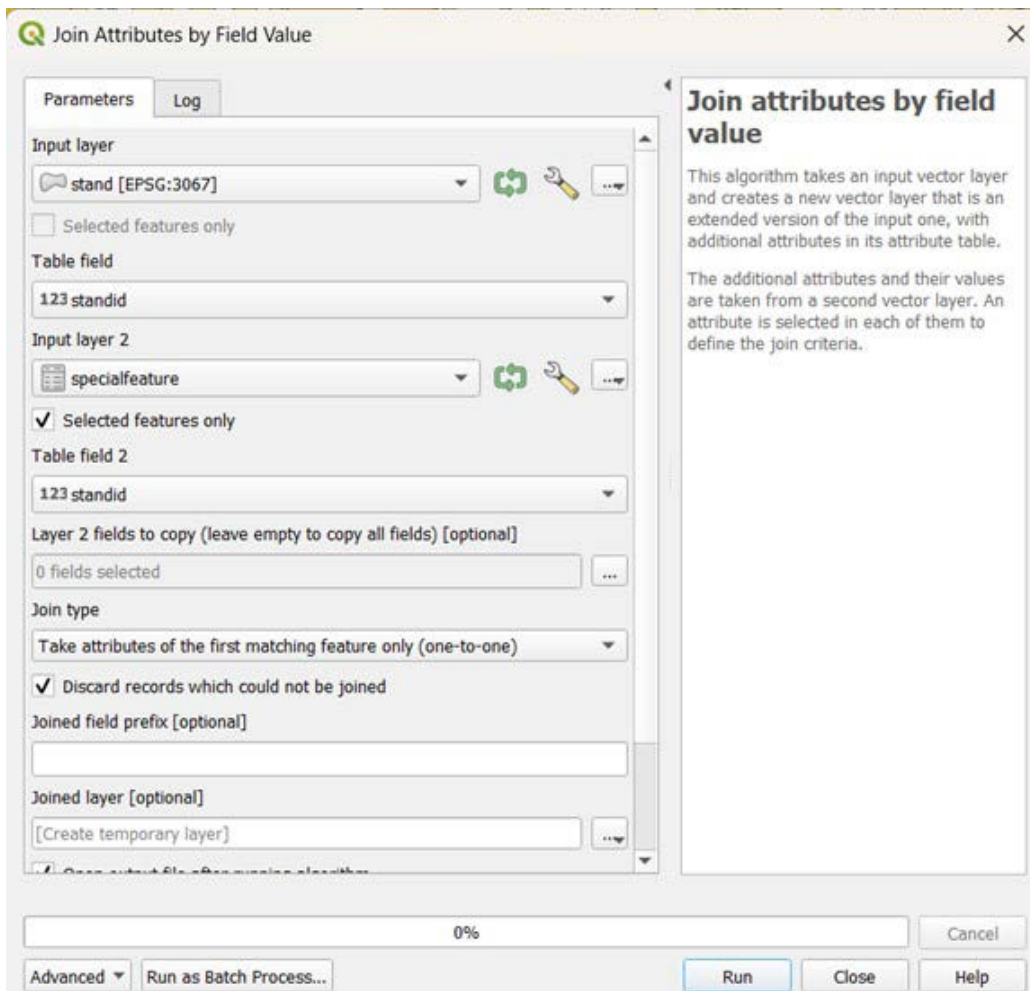
- Valitse operation-taulusta kaikki taimikonhoitokohteet (Select by expression). Käytetään metsänhoitotoimenpiteiden työlajeja (operationtype) 740 ja 750.
- Liitä valitut toimenpiteet stand-karttatasoon (Join attributes by field value). Yhdistävänä tietona käytetään standid-attribuuttia.



- Nyt liitoksen tuloksena syntyy tilapäinen karttataso Joined layer, jonka voit halutessasi tallentaa pysyvänä (Hiiren oikea | Make Permanent...). Voit myös nimetä karttatason haluamallasi tavalla, esim. Taimikonhoitokohteet (Hiiren oikea | Rename Layer).
- Tee kohteista teemakartta työlajin mukaan.
- Laske taimikonhoitokohteiden yhteispinta-ala (Show Statistical Summary).

Etsitään aineistosta kaikki metsälakikohteet.

- Valitse specialfeature-taulusta kaikki metsälakikohteet (Select by expression). Käytetään erityispiirteen tarkennetta (featureadditionalcode) 43.
- Liitä valitut kuviot stand-karttatason (Join attributes by field value).



- Nyt liitoksen tuloksena syntyy tilapäinen karttataso Joined layer, jonka voit halutessasi tallentaa pysyvänä (Hiiren oikea | Make Permanent...). Voit

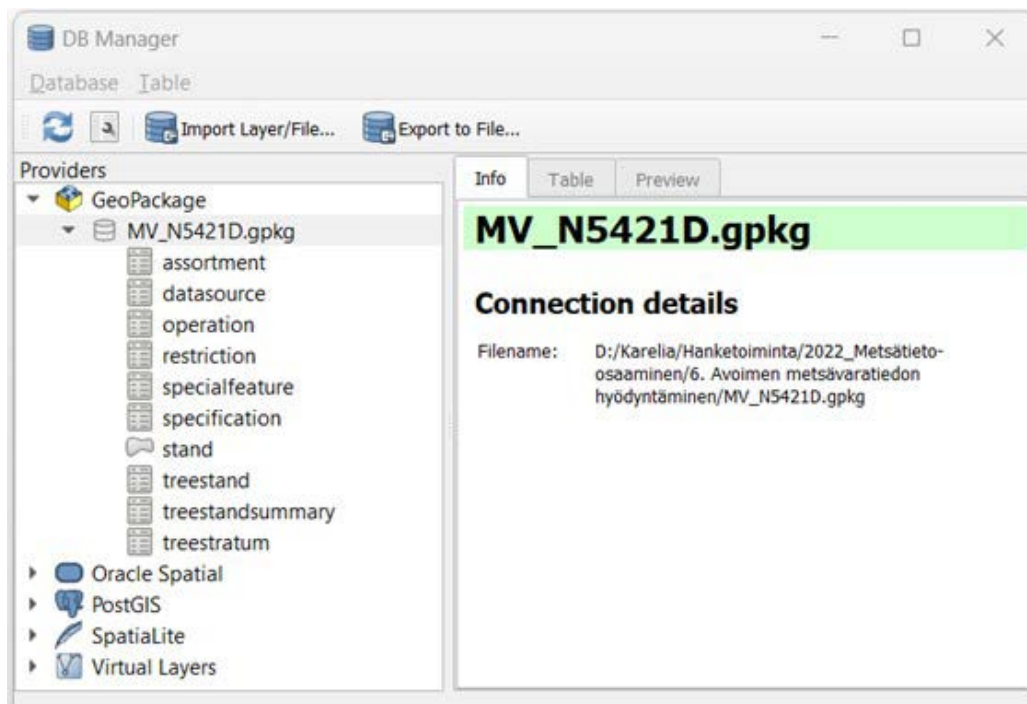
myös nimetä karttatason haluamallasi tavalla, esim. Metsälakikohteet (Hiiren oikea | Rename Layer).

- Tee teemakartta erityispiirteen tyyppin mukaan. Tarkista selitteet tietokantakuvauksesta.
- Mikä on metsälakikohteiden lukumäärä ja yhteispinta-ala aineistossa?

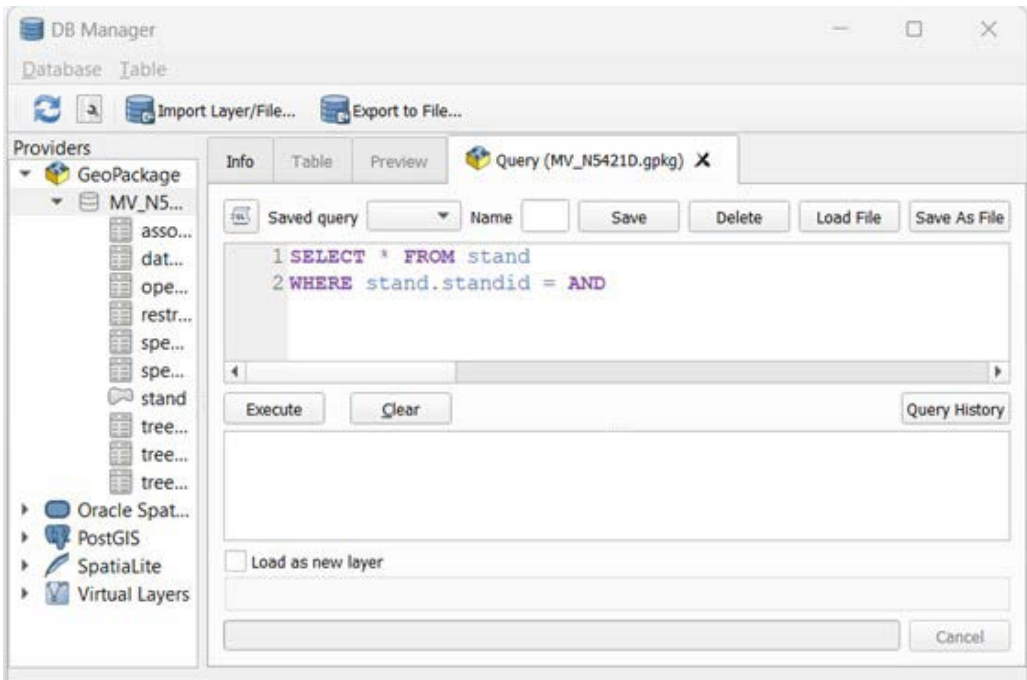
Tehtävä 6.2. Kuviotiedon käyttö tietokantayhteyden avulla

Käynnistä tietokannan hallinta (Database | DB Manager).

- Avaa yhteys Geopackage-muotoiseen kuviotietoon (Hiiren oikea | New Connection).
- Tutustu metsävaratietokannan rakenteeseen.



Käynnistä SQL Window.



- SQL-kieliset kyselyt kirjoitetaan ylempään ikkunaan
- FROM-sanan jälkeen kirjoitetaan pilkulla erotettuina kyselyyn liittyvien taulujen nimet.
- WHERE-sanan jälkeen kirjoitetaan hakuehdot. Ensimmäinen ehto asettaa taulujen väliset liitokset voimaan. Katso tietokantakaaviosta, mitä kenttiä liitoksessa käytetään. Hakuehdoissa täytyy kirjoittaa sekä taulun että attribuuttikentän nimi pisteellä erotettuna, esim. stand.standid. tai operation.standid.
- Hakuehtojen väliin kirjoitetaan joko AND tai OR sen mukaan, pitääkö kaikkien ehtojen täytyä vai riittääkö, jos jokin ehto täytyy.
- Kyselyn toimivuutta voi testata Execute-napilla, jolloin haun tulos ilmestyy alempaan ikkunaan.
- Load as new layer –toiminnolla kyselyn tuloksen voi ladata QGIS:n projektiin karttatasona, missä sitä voi käyttää tavanomaisen karttatason tavoin.

Laadi SQL-kielellä hakulausekkeet, jotka tuottavat seuraavat tulokset:

1. Metsälakikohteet

- Tarvittavat taulut ovat stand ja specialfeature

- Muotoile kysely ja suorita se (Execute)
- Lataa kyselyn tulos QGIS:n projektiin (Load as new layer)
- Tee teemakartta erityispiirteen perusteella
- Kuinka monta metsälakikohdetta aineistossa on ja mikä on niiden yhteispinta-ala?

2. Taimikonhoitokohteet

- Tarvittavat taulut ovat stand ja operation
- Käytettävät työlajit ovat 740 ja 750
- Muotoile kysely ja suorita se (Execute)
- Lataa kyselyn tulos QGIS:n projektiin (Load as new layer)
- Mikä on kuvioiden yhteispinta-ala (ha)?

3. Hakkuukohteet

- Tarvittavat taulut ovat stand ja operation
- Muotoile kysely ja suorita se (Execute)
- Lataa kyselyn tulos QGIS:n projektiin (Load as new layer)
- Tee teemakartta hakkuutavan mukaan
- Mikä on kuvioiden kokonaispinta-ala hakkuutavoittain ryhmiteltynä?

4. Ensiharvennumänniköt

- Tarvittavat taulut ovat stand ja operation
- Käytettävät hakuehdot ovat: pääpuulaji mänty, toimenpide ensiharvennus
- Muotoile kysely ja suorita se (Execute)
- Lataa kyselyn tulos QGIS:n projektiin (Load as new layer)
- Mikä on kuvioiden kokonaishakkuukertymä (m³)?

5. Harvennuskuusikot

- Tarvittavat taulut ovat stand ja operation
- Käytettävät hakuehdot ovat: pääpuulaji kuusi, toimenpide harvennus
- Muotoile kysely ja suorita se (Execute)
- Lataa kyselyn tulos QGIS:n projektiin (Load as new layer)
- Mikä on kuvioiden kokonaishakkuukertymä (m³)?

6. Puustotietojen yhteenveto

- Tarvittavat taulut ovat stand, treestand ja treestandsummary
- Käytetään laskentapuustoa (treestand.type = 2)
- Muotoile kysely ja suorita se (Execute)
- Lataa kyselyn tulos QGIS:n projektiin (Load as new layer)
- Mikä on kuvioiden kokonaistilavuus kehitysluokittain ryhmiteltynä (m³)?

7. Vastaukset

Tässä luvussa kerrotaan tehtävien oikeat vastaukset, joiden avulla voi tarkistaa tehtävien tulokset. Varsinaista ratkaisumenetelmää tässä ei kuitenkaan kerrota.

Tehtävä 2.1. Rinnankorkeusläpimitan laskenta puun ympärysmittasta

Ympärysmitta, cm	Rinnankorkeusläpimita, cm
65	20,7
54	17,2
85	27,1
26	8,3
105	33,4

Tehtävä 2.2. Rinnankorkeusläpimitan johtaminen kantoläpimitasta

Puu	Kantoläpimita, cm	Rinnankorkeusläpimita, cm
1	15	10,75
2	19	13,75
3	23	16,75
4	27	19,75
5	31	22,75
6	38	28,00

Tehtävä 2.3. Puun pituuden laskeminen kahden kulman avulla

Kulma a	Kulma b	$H = C \times \tan(a) + C \times \tan(b)$, m
37°	2°	11,8
26°	5°	8,6
55°	3°	22,2
45°	4°	16,0

Tehtävä 2.4. Hypsometrin mittauslukemien tulkinta

Tehtävä	Lukema latvasta, m	Lukema tyveltä, m	Puun pituus, m
1)	13,75	1,25	15,00
2)	20,25	-1,50	18,75

Tehtävä 2.5. Puun tilavuuden määrittäminen

Puulaji	Läpimita, cm	Pituus, m	Tilavuus, dm ³ , taulukko	Tilavuus, dm ³ , yhtälö
Mänty	21	18	310	300,97
Kuusi	24	20	457	433,70
Koivu	26	24	601	574,99

Tehtävä 2.6. Puun tilavuuden ja kasvun laskenta

Tilavuus taulukosta arvioimalla, m ³	Tilavuus taulukosta interpoloimalla, m ³	m ³	Vuotuinen kasvu, dm ³	Suhteellinen kasvu, %
0,81	0,832	0,839	34,8	4,2

Tehtävä 3.1. Metsikkökoetalan koetalakertoimen laskenta

Koetalan tyyppi	Koetalan koko, m Ympyräkoetalan säde, m	Pinta-ala, m ²	Koetalakerroin, runkoa/ha
Suorakaide	20 x 30	600	17
Suorakaide	30 x 40	1200	8
Suorakaide	40 x 50	2000	5
Ympyrä	2,52	20	500
Ympyrä	3,99	50	200
Ympyrä	5,64	100	100
Ympyrä	9	254	39
Ympyrä	9,77	300	33

Tehtävä 3.2 Runkoluvun määrittäminen ympyräkoetalalta (21 runkoa/koetal)

Ympyräkoetalan säde (r), m	Ympyräkoetalan pinta-ala, m ²	Pinta-akerroin	Runkoluku, runkoa/ha
2,52	20	500	10500
3,99	50	200	4200
5,64	100	100	2100
7,98	200	50	1050
9,77	300	33,3	699
12,62	500	20	420

Tehtävä 3.3. Keskiarvo ja mediaani

Puulaji	Mediaaniläpimitta, cm	Keskiläpimitta, cm
Mänty	17	15,7
Kuusi	8	9

Tehtävä 3.4. Pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan laskeminen

	Runkoja (n), kpl	Läpimitta (d), cm	nd^3 , cm ²	nd^2 , cm ²
	6	14	16464	1176
	4	17	19652	1156
	5	19	27436	1805
	2	24	27648	1152
Yhteensä	17		91200	5289
	Aritmeettinen keskiläpimitta	17,35	PPA-painotet- tu keskiläpi- mitta	17,24

Jatkoa tehtävään 3.4. Laske pohjapinta-ala ja runkoluku (koealan koko 10 m x 20 m = 200 m²)

	Runkoja (n), kpl	Läpimitta (d), cm	m ²	m ² /ha
	6	14	0,09236	4,61801
	4	17	0,09079	4,53947
	5	19	0,14176	7,08801
	2	24	0,09048	4,52379
Yhteensä	17			20,76924
Runkoluku kpl/ ha	850		PPA m²/ha	20,8

Tehtävä 3.5 Metsikkökoelan laskenta

Runkoluku, r/ha	790
Pohjapinta-ala, m ² /ha	29.1
Keskiläpimitta (ppa:lla painotettu), cm	22.9
Keskipituus (ppa:lla painotettu), m	20.8
Valtapituus, m	22.6
Tilavuus	
tukki m ³ /ha	200.6
kuitu m ³ /ha	80
kokonaistilavuus m ³ /ha	286.9

Tehtävä 4.1. Pohjapinta-alan laskenta läpimittaan perustuen

d, cm	g, m ² /runko	n, kpl	G, m ² /ha
9	0,006362	2200	14,0
12	0,011309	1600	18,1
24	0,045238	800	36,2
31	0,075475	600	45,3
32	0,080422	400	32,2

Tehtävä 4.2. Runkoluvun laskeminen ympyräkoelajen (säde 3,99 m) mittaustuloksista

Koelan numero	runkoa/koeala	koelakerroin	runkoa/ha
1	12	200	2400
2	16	200	3200
3	11	200	2200
4	14	200	2800
5	15	200	3000
Keskiarvo	13,6		2720

Runkoluku oli 2720 runkoa hehtaarilla. Hanke ei ole tällaisenaan Metka-tukeen oikeuttava.

Tehtävä 4.3. Hehtaarikohtaisen tavoiterunkoluvun soveltaminen ympäräkoalamittaukseen

Ti- lanne alussa					Ta- voite max.			Vas- taus max.
	%	RL/ha alussa	Koea- laker- roin	run- koa/ koeala	%	RL/ha lopus- sa	Koea- laker- roin	run- koa/ koeala
Yh- teensä	100 %	6500	200	32,5	100 %	2500	200	12,5
Mänty	75 %	4875	200	24,4	86 %	2150	200	10,75
Koivu	20 %	1300	200	6,5	10 %	250	200	1,25
Kuusi	5 %	325	200	1,6	4 %	100	200	0,5

Tehtävä 4.4. Relaskooppikerroin ja rajapuuetaisyys

Rinnankorkeuslämmitä, cm	Rajapuuetaisyys, m
10	5,0
15	7,5
20	10,0
25	12,5
30	15,0
35	17,5
40	20,0
45	22,5

Tehtävä 4.5. Relaskooppikoealan rajapuumittaus

Koepuu (nro)	Etäisyys, m	Rinnan- korkeus läpimitta $d_{1,3}$, cm	Koealaan sisältyvän rajapuun ylin etäisyys koealan keskipisteestä, m	Koealaan sisältyvän rajapuun alin rinnankorkeus läpimitta, cm	Sisältyykö runko koealaan Kyllä/ Ei
1	9,58	19,5	9,75	19,16	Kyllä
2	13,11	26,0	13,00	26,22	Ei
3	7,55	15,0	7,5	15,10	Ei
4	18,50	36,5	18,25	37,00	Ei

Tehtävä 4.6. Metsikön keskitunnusten laskenta

Aritmeettiset keskiarvot

Puulaji	Pohjapinta-ala, m ² /ha	Rinnankorkeusläpimitta, cm	Pituus, m	Ikä, v
Mänty	7,4	18,8	17,5	53,8
Kuusi	13,8	18,6	17,6	49,6
Rauduskoivu	4,6	20,0	18,5	44,5

Pohjapinta-alalla painotetut keskiarvot

Puulaji	Pohjapinta-ala, m ² /ha	Rinnankorkeusläpimitta, cm	Pituus, m	Ikä, v
Mänty	7,4	18,9	17,6	53,9
Kuusi	13,8	18,7	17,6	49,5
Rauduskoivu	4,6	20,2	18,7	44,7

Tehtävä 5.1. Otanta metsäalueen inventoinnissa

a) Tarvitaan 200 koealaa

b) Linja- ja koealaväline yhdistelmiä voivat olla esim. 100 m x 400 m, 200 m x 200 m ja 400 m x 100 m.

Tehtävä 5.2. Linjoittaisen koealainventoinnin tulosten laskenta runkolukusarjan avulla

Metsäalueen runkoluku on 1625 runkoa/ha ja metsäalueen puuston keskitilavuus on 96,95 m³/ha. Metsäalueen pinta-ala on 11,54 ha.

Tehtävä 5.3. Linjoittaisen koealainventoinnin tulosten laskenta relaskooppikoealoilta

Metsäalueen puuston keskitilavuus on 95,53 m³/ha ja kokonaistilavuus on 1112,04 m³.

Tehtävä 5.4. Kuvioittaisen arvioinnin tulosten laskenta

Puuston keskitilavuus on 204,0 m³/ha ja kokonaistilavuus on 3141,4 m³.

Puulajien osuudet kokonaistilavuudesta ovat:

Puulaji	Tilavuus, m ³	Tilavuus, %
Mänty	739,0	23,5
Kuusi	1774,2	56,5
Koivu	628,2	20,0

Tehtävä 6.1. Kuviotiedon hyödyntäminen QGIS:n perustoimintoja käyttäen

Aineistossa on 133 kehitysluokaltaan uudistuskypsää kuusikkokuviota.

Aineistossa on 422 kuviota, joilla on toimenpide-ehdotus taimikonhoito tai nuoren metsän hoito. Kuvioiden yhteispinta-ala on 638,26 ha.

Aineistossa on 24 metsälakikohdetta, joiden yhteispinta-ala on 9,77 ha.

Tehtävä 6.2. Kuviotiedon käyttö tietokantayhteyden avulla

1. Metsälakikohteet

Tietokannassa on 24 metsälakikohdetta.
Kuvioden yhteispinta-ala on 9,77 ha.

2. Taimikonhoitokohteet

Tietokannassa on 422 taimikonhoitokuviota.
Kuvioden yhteispinta-ala on 638,26 ha.

3. Hakkuukohteet

Kokonaispinta-alat hakkuutavoittain

Hakkuutapa	Kokonaispinta-ala, ha
Ylispuiden poisto	52,0
Ensiharvennus	674,6
Harvennus	1753,3
Kaistalehakkuu	6,0
Avohakkuu	1180,2
Suojuspuuhakkuu	0,4
Siemenpuuhakkuu	24,1
Erikoishakkuu	3,4
Poimintahakkuu	12,8

4. Ensiharvennusmänniköt

Tietokannassa on 43 mäntykuviota, joilla on hakkuuehdotuksena ensiharvennus.
Kuvioden kokonaishakkuukertymä on 2060,9 m³.

5. Harvennuskuusikot

Tietokannassa on 381 kuusikuviota, joilla on hakkuuehdotuksena harvennus.
Kuvioden kokonaishakkuukertymä on 38610,4 m³.

6. Puustotietojen yhteenveto

Kuvioiden kokonaistilavuus kehitysluokittain

Kehitysluokka	Kuvioiden lkm, kpl	Kokonaistilavuus, m ³
Aukea, A0	1	3,6
Taimikko alla 1,3 m, T1	96	0
Taimikko yli 1,3 m, T2	273	7121,6
Ylispuustoinen taimikko, Y1	20	1321,9
Nuori kasvatusmetsikkö, 02	515	74231,2
Varttunut kasvatusmetsikkö, 03	1297	391245,8
Uudistuskypsä metsikkö, 04	167	94268,7
Eri-ikäisrakenteinen metsikkö, ER	1	245,8
Ei kehitysluokkaa	22	682,5

Kirjallisuus

Auvinen, P. 2000. Metsänmittauksen perusteet. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Kangas, A. & Päivinen, R. 1996. Metsänmittaus. *Silva Carelica* 27. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 195 s.

Korpela, I. 1997. Metsänmittauksen perusteet –luentopakso. Helsingin yliopisto. 28.4.1997. <https://www.mv.helsinki.fi/home/korpela/tkk.html>. 29.4.2024

Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 108.

Laasasenaho, J. & Snellman, C.-G. 1983. Männyn, kuusen ja koivun tilavuustaulukot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 113.

Talkkari, A. & Lehmonen, H. 2021. *Metsävaratieto – Hankinta ja hyödyntäminen*. Tapio Palvelut Oy. 102 s.



Tämä julkaisu täydentää vuonna 2021 ilmestynyttä Metsävaratieto - Hankinta ja hyödyntäminen -kirjaa (Talkkari & Lehmonen) las-kutehtävillä, jotka on jäsennetty kirjan päälukujen mukaan. Lasku-harjoituksia voi käyttää ammattikorkeakoulujen metsänarvioinnin opetuksessa, ja ne palvelevat myös toisen asteen metsäopetusta ja käytännön metsänmittauksen ja inventointien parissa toimivia metsäammattilaisia sekä aiheesta kiinnostuneita metsänomistajia.

Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja B: 94

ISBN 978-952-275-432-5 | ISSN 2323-6876