

# METSÄTIETEIDEN VALINTAKOE

## OSA 1: Monivalintatehtävät 1–15. Oikeat vastaukset.

Kussakin tehtävässä on **yksi** oikea väittämä. Oikeasta vastauksesta saa 2 p., väärästä vastauksesta –1 p. ja vastaamatta jätetystä 0 p. (yhteensä 30 p.)

**Aineisto A:** Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. *Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopas. Tapion julkaisuja, s. 68–80. Tehtävät 1–10.*

1. a) Kevyt maanmuokkaus ei lisää riskiä pohjaveden laadun heikkenemiseen.  
b) Metsätalouden aiheuttama typen ja fosforin kokonaiskuormitus on suurempi kuin maatalouden, koska metsäpinta-alamme on moninkertainen maatalousmaahan verrattuna.  
c) Eroosion riski on turvemilla suurempi kuin kivennäismailla.  
**d) Metsätalouden suhteellinen osuus ravinteiden kokonaiskuormituksesta on yleensä suurinta latvavesistöjen alueella.**
2. **a) Avohakkuun vesistökuormitusriski on suurempi kuin harvennushakkuun.**  
b) Kantojen korjuun vesistökuormitus on keskimäärin suurempi kuin maanmuokkauksen.  
c) Kiintoainekuormituksen riski on kivennäismailla suurempi kuin turvemilla.  
d) Taimien juuret kärsivät vedenpuutteesta, jos pohjaveden pinta on jatkuvasti yli 30 cm:n syvyydellä.
3. a) Taimikonhoidolla ei ole vaikutusta vesistökuormitukseen.  
b) Metsäautoteitä ei rakenneta soiden yli suuren kiintoainekuormitusriskin vuoksi.  
**c) Puusto haihduttaa sitä enemmän vettä, mitä suurempi puuston tilavuus on.**  
d) Vesiensuojelurakenteet mitoitetaan yleensä maan kaltevuuden perusteella.
4. a) Navero- ja ojitusmätästyksellä on sama tavoite eli laskea pohjaveden pinnan tasoa.  
**b) Metsänviljelyä varten tehtävä maanmuokkaus saattaa happamoittaa vesistöjä.**  
c) Lietekuopat toimivat tehokkaimmin hienojakoisilla maalajeilla.  
d) Vesiensuojelun näkökulmasta tulisi suosia laikkumätästystä kääntömätästyksen sijaan.
5. **a) Yksittäisen hakkuukohteen vesistökuormituksen riskejä kartoitettaessa on otettava huomioon myös muut lähialueella tehdyt hakkuut.**  
b) Oksat ja latvusmassa kannattaa kerätä pois hakkuualueelta vasta 2–3 vuotta hakkuun jälkeen, jotta osa neulasten ja lehtien ravinteista ehtii sitoutua maahan.  
c) Kantojen nostosta tulisi luopua vesistöjen läheisyydessä hienojakoisilla mailla ravinnehuuhtoutumariskien vuoksi.  
d) Metsänviljelyssä taimet voidaan mättäiden puuttuessa istuttaa lietekuoppiin.
6. a) ELY-keskukselle on ilmoitettava ojitushankkeesta vain silloin, kun ojitettava alue on yli 5 ha:n suuruinen.  
b) Maanmuokkaustapa tulisi ensisijaisesti valita vesiensuojelullisesta näkökulmasta.  
c) FSC- ja PEFC-standardien suojakaistavaatimukset ovat yhtenevät.  
**d) Maalaji ja maaston muoto vaikuttavat siihen, kuinka leveä suojakaistan tulisi olla.**
7. a) Mätästysaloilla laskeutumisaltaan tilavuuden tulisi olla 2–5 kuutiometriä maalajista riippuen.  
b) Kymmenen neliökilometrin valuma-alueella pintavalutuskentän koon pitäisi olla vähintään yhden hehtaarin suuruinen.  
**c) Ennallistettavaksi aiottu suo soveltuu hyvin pintavalutuskentäksi, koska tavoitteena on saada suon vedenpinnan taso aiempaa korkeammalle.**  
d) Luontaiset kosteikot toimivat vesiensuojelussa tehokkaammin kuin rakennetut kosteikot.
8. a) Pohjaveden laadun näkökulmasta naveromätästys on turvemilla suositeltavampi menetelmä kuin kääntömätästys.  
b) Metsätie voidaan linjata lähdealueen läpi, mikäli tien ja lähteen etäisyys on yli 10 metriä.  
c) Typpilannoitteiden käyttö pohjavesialueilla on kielletty.  
**d) Riski ojituksen aiheuttamaan pohjaveden laadun heikkenemiseen kasvaa alueilla, joilla pohjaveden pinta on korkealla.**

9. a) Pohjavesialueilla ei sallita avohakkuita.  
**b) Litra öljyä voi antaa ylimääräistä makua jopa 1000 kuutiometrille pohjavettä.**  
 c) II-luokan pohjavesialueelta saatavaa vettä ei voida käyttää talousvetenä.  
 d) Metsänuudistaminen suositellaan tehtäväksi ilman maanpinnan käsittelyä sekä I- että II-luokan pohjavesialueilla.
10. a) Luokan II pohjavesialueilla saa korjata kantoja sekä PEFC:n että FSC:n kriteeristöjen mukaan.  
 b) PEFC ei salli torjunta-aineilla käsiteltyjen taimien istuttamista vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille.  
**c) PEFC:n kriteeristö on pohjavesialueilla sallivampi tuhkalannoituksen suhteen kuin FSC:n.**  
 d) FSC-sertifiointi sallii tuhkalannoituksen pohjavesialueilla, mikäli sille on ympäristöviranomaisen lupa.

**Aineisto C: Kunttu ym. 2020. Preferable utilisation patterns of wood product industries' by-products in Finland. Tehtävät 11–15.**

### Glossary/sanasto/ordlista

English	suomi	svenska
bark	kuori	bark
by-products	sivutuotteet	biprodukter
consensus	yhteisymmärrys	konsensus
disaggregate	erotella	separera
fibreboard	kuitulevy	fiberskiva
foresight study	ennakointitutkimus	framsynsforskning
particleboard	lastulevy	spånskiva
pulp	sellu	cellulosa
qualitative	laadullinen	kvalitativ
quantitative	määrällinen	kvantitativ
sawdust	sahanpuru	sågspån
wood chips	puuhake	träflis

11. a) Q2-tekniikalla etsitään todennäköistä tulevaisuudenkuvaa.  
 b) Q2-tekniikassa periaatteet ovat samat kuin alkuperäisessä Delphi-tekniikassa.  
**c) Delphi-tekniikassa käytetään hyväksi asiantuntijanäkemyksiä.**  
 d) Tutkimuksessa Q2-tekniikalla ennustettiin hakkuumäärää, joka tarvitaan puupohjaisten tuotteiden sivutuotteiden valmistamiseen.
12. a) Tutkimuksen Versatile uses -skenaarion sivutuotteiden käyttökohteet muistuttavat lähimmin nykyisiä sivutuotteiden käyttökohteita.  
 b) Kaikissa skenaarioissa käytetään sivutuotteita sellun ja energian tuotantoon.  
**c) Long-lifetime products -skenaario eroaa näkökulmaltaan ja tavoitteiltaan selvästi muista skenaarioista.**  
 d) Nykyisin suurin osa puun kuoresta käytetään sellun tuotantoon.
13. a) Sellu kuuluu tällä hetkellä niin sanottuihin pitkäikäisiin puutuotteisiin.  
 b) Long-lifetime products -skenaario muodostui usean samansuuntaisen asiantuntijanäkemyksen perusteella.  
**c) Skenaarioiden toteutumista edistäisi, jos tutkimukseen ohjattaisiin lisää EU-rahoitusta.**  
 d) Tuloksista voidaan päätellä, että Versatile uses oli taloudellisesti vakain skenaario.
14. a) Asiantuntijoiden mukaan sivutuotteita kannattaisi käyttää Suomessa erityisesti lastu- ja kuitulevyihin, koska niillä on erittäin suuri kysyntä rakennusteollisuudessa.  
**b) Puutuoteteollisuuden puuraaka-aineesta voi – lopputuotteesta riippuen – päätyä yli puolet sivutuotteiksi.**  
 c) Tällä hetkellä sivutuotteiden käyttöä eri lopputuotteisiin ohjaa voimakkaimmin tuotteiden markkinahinta.  
 d) Puukomposiittien tuotannon yleistymistä hidastaa sopivan raaka-aineen heikko saatavuus.

15. a) **EU voi maankäytön, maankäytön muutosten ja metsätalouden voimakkaan säätelyn avulla edistää Long-lifetime products -skenaarion toteutumista.**
- b) Suorat julkiset tuet investoinneille ovat välttämättömiä, jotta tutkitut skenaariot voisivat toteutua.
- c) Tutkimuksen perusteella päästökauppa on poliittisista ohjauskeinoista tehokkain ja tärkein sivutuotteiden käytön ohjaaja.
- d) Tutkimuksessa ei noussut esiin poliittisia ohjauskeinoja, joilla olisi merkittävää vaikutusta Pulp and bioenergy -skenaarion toteutumiseen.

# METSÄTIETEIDEN VALINTAKOE

## OSA 2: Tehtävät 16–19. Mallivastaukset.

*Aineisto A: Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopus. Tapion julkaisuja, s. 68–80. Tehtävä 16.*

16. Suunnitellet Etelä-Suomessa sijaitsevan, ojitetulla turvemaalla kasvavan kuusikon uudistamista. Kolmen hehtaarin metsikkökuvio sijaitsee suositun mökkijärven läheisyydessä. Mitä vesiensuojelullisia riskejä metsänkäsittelyyn liittyy? Millaisia valintoja ja toimenpiteitä sinun pitäisi tehdä, jotta uudistushakkuun vesistövaikutukset ja metsänuudistamiseen liittyvät riskit jäisivät mahdollisimman vähäisiksi? Perustelee ja anna esimerkkejä! (10 p.)

### Mallivastaus:

Metsänkäsittelyllä on vaikutusta myös alueen vesitalouteen. Hakkuissa poistetaan kasvavaa puustoa, joten haihduttavan lehvästön määrä vähenee, mikä puolestaan **nostaa pohjaveden tasoa**. Tämä aiheuttaa riskin **ravinteiden ja kiintoaineiden huuhtoutumiselle vesistöihin**. On tärkeää **suunnitella metsänkäsittelytoimenpiteet** niin, että em. haittavaikutukset jäävät mahdollisimman pieniksi. (2 p.)

Turvemaan metsikön uudistamiseen liittyy useita sekä vesiensuojeluun että metsikön tulevaan kehitykseen liittyviä asioita, joita sinun pitäisi ottaa huomioon, mm. (a' 2 p., yhteensä enintään 8 p.):

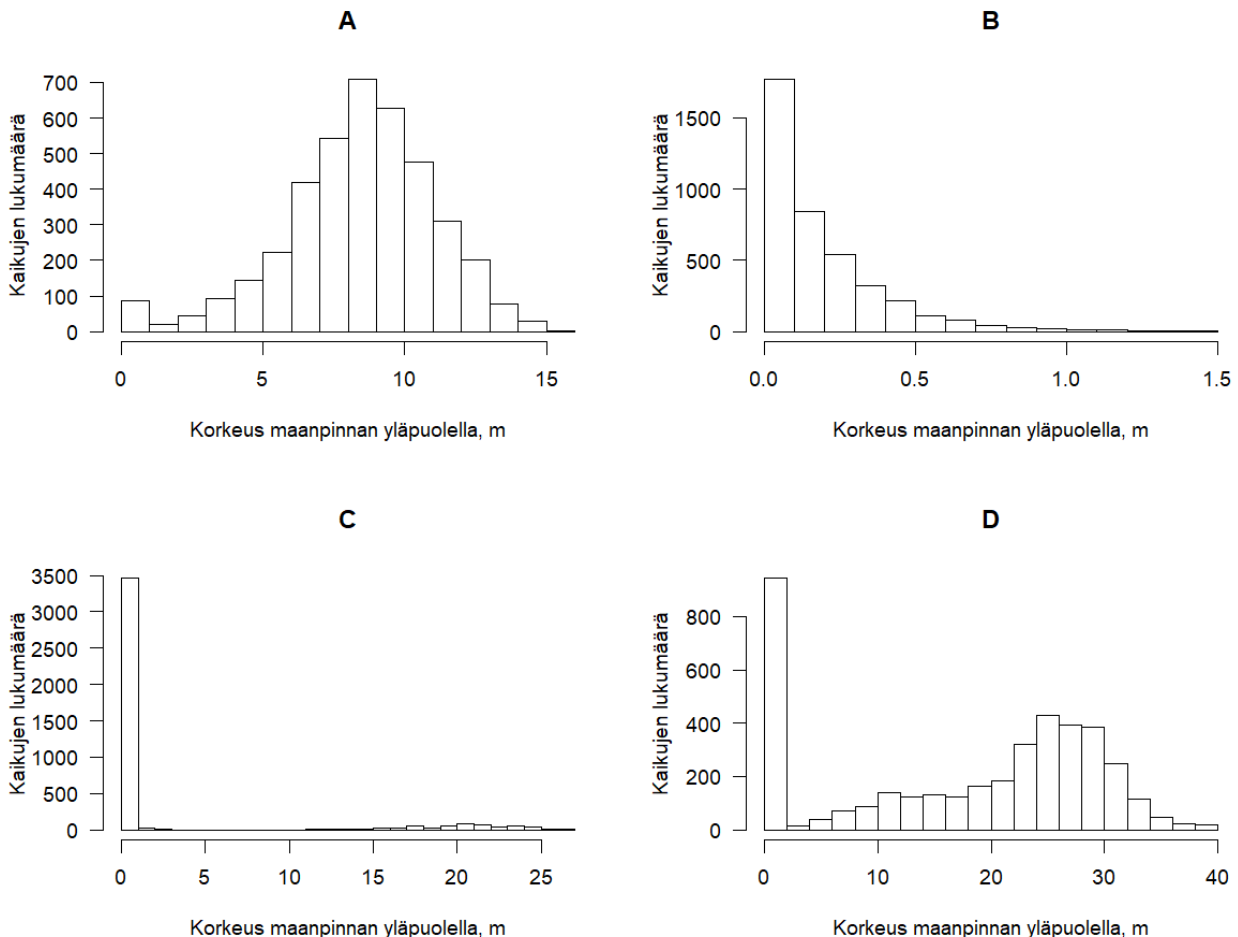
- **Hakkuutapa:** Avohakkuu lisää riskiä pohjaveden pinnan nousulle. Tapauskohtaisesti tulisi harkita, voisiko metsikön uudistaa ns. eri-ikäisrakenteisuuteen tähtäävällä hakkuulla, jolloin se pysyy jatkuvasti peitteellisenä ja haihduttavana.
- **Kunnostusojitus ja maanmuokkaus:** Mikäli metsikkö avohakataan, on harkittava kunnostusojitusta ja metsänviljelyn onnistumisen turvaamiseksi esimerkiksi ojitusmätästystä.
- **Hakkuiden ajoitus:** Turvemaan hakkuut kannattaa ajoittaa tehtäväksi routa-aikaan. Tämä vähentää riskiä korjuuvaurioille, maapohjan rikkoutumiselle ja vesitalouden häiriöille.
- **Metsäenergian korjuu ja kantojen nosto** (mikäli avohakkuu): Hakkuutähteiden keräämisellä voidaan vähentää ravinnehuuhtouman määrää. Hakkuutähteitä ei tule jättää ojien päälle. Kantojen nosto lisää kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia, joten niiden korjuuta on tarkasteltava huolellisesti.
- **Vesiensuojelurakenteet:** Ravinteiden ja kiintoaineiden päätyminen vesistöihin voidaan minimoida erilaisten vesiensuojelurakenteiden, kuten suojakaistojen, lietekuoppien, laskeutusaltaiden ja kosteikkojen avulla. Kun uudistettava metsikkö sijaitsee lähellä suosittua mökkijärveä, ovat vesiensuojelutoimenpiteet erityisen tärkeitä.

Monipuolisesta, perustellusta ja runsaasti esimerkkejä sisältävästä vastauksesta saa 10 pistettä.

**Aineisto B 1:** Holopainen, M., Hyyppä, J. & Vastaranta, M. 2013. Laserkeilaus metsävarojen hallinnassa. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen julkaisuja 5: 11–13. **JA**

**Aineisto B 2:** Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M. & Maltamo, M. 2011. Metsän mittaus ja kartoitus: kuvioittainen arviointi perustuen maastomittauksiin ja laserkeilaukseen. Silva Carelica 40. 210 sivua (ote, muokattu). **Tehtävät 17–19.**

17. Histogrammit A–D esittävät neljästä, Pirkanmaan alueella sijaitsevasta, metsiköstä laserkeilauksella saatujen kaikujen korkeusjakaumia. Mitä voit päätellä kustakin metsiköstä sen histogrammin perusteella? Perustele. (4 p.)



Mallivastaus:

Histogrammeista tuli tulkita puuston korkeutta korkeimpien kaikujen perusteella, ja tiheyttä maakaikujen osuuden perusteella. Pisteitä sai myös kuvaamalla metsän rakenteen sanallisesti oikein. Kaikujen korkeudet eivät kuvaa suoraan puiden korkeuksia, koska kaikuja saadaan myös latvusten alemmista osista, ja vain harvoin korkeimmista latvoista.

A = Puusto on erittäin tiheää, koska maakaikuja on hyvin vähän. Kaikujen korkeusjakauma on käytännössä normaali välillä 2–15 m eli metsä on myös varsin nuorta. Kyseessä on ylitiheä nuori kasvatusmetsä, joka on todellisuudessa lehtipuun valtaama kuusikko. Pituuden tai nuorehkon iän kuvaamisesta sai 0,5 p, ja suuren tiheyden kuvaamisesta toiset 0,5 p. (1 p)

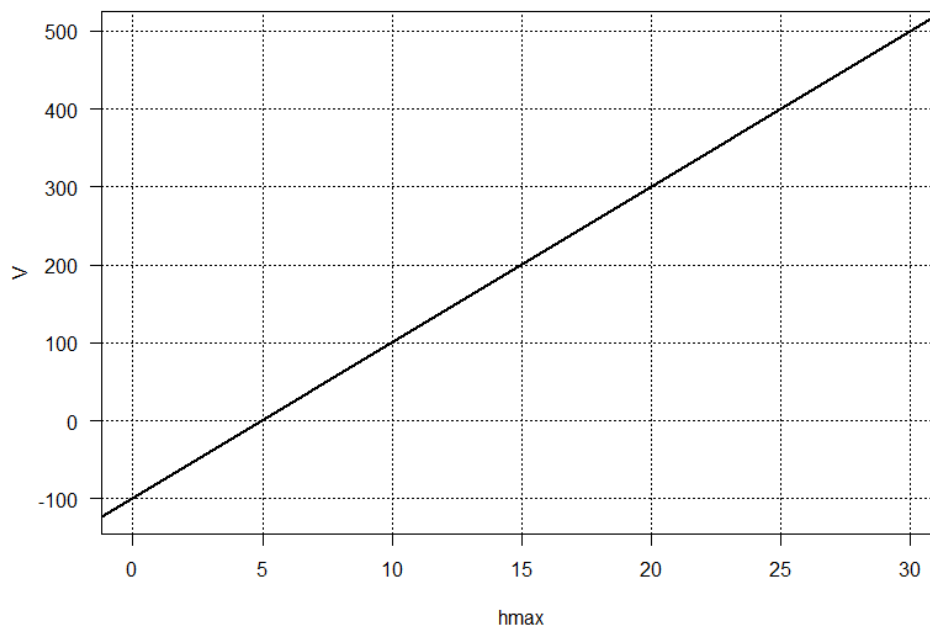
B = Puut ovat pieniä, koska korkeimmat kaiut ovat vain n. 1 m. Suurin osa kaiuista on joko maan pinnalta tai alle 0,5 metrin korkeudelta, eli puusto on myös varsin harvaa. Tästä voidaan päätellä, että kyseessä on taimikko. Todellisuudessa puusto on 1–2 m pitkää männikköä lehtipuusekoituksella. Pisteitä sai tunnistamalla taimikon tai muun hyvin matalan kasvillisuuden. (1 p)

C = Puut ovat suuria, koska suurimmat laserkeilatut korkeudet ovat miltei 25 m, mutta niitä on vain vähän, minkä voi päätellä maakaikujen erittäin suuresta määrästä suhteessa puukaikuihin. Kyseessä on

siemenpuumännikkö, jonka mainitsemalla sai suoraan pisteen, mutta myös pituuden ja erittäin harvan tiheyden kuvaaminen riitti. (1 p)

D = Puusto on erittäin kookasta, monet puut ovat yli 30 m pitkiä. Lisäksi puusto on harvaa, koska maakaikujen osuus on melko suuri suhteessa puuston pituuteen. Metsikössä on myös alikasvoksesta aiheutuvaa erikäsrakennetta. Kyseessä on harvapuustoinen uudistuskypsä metsä, todellisuudessa ylijäreä kuusikko. Puuston suuren pituuden tai uudistuskypsyyden huomaamisesta sai 0,5 p, ja harvan tiheyden tai erikäsrakenteisuuden huomaamisesta toiset 0,5 p. (1 p)

18. Tutkija laati laserkeilausaineiston perusteella alla olevan kuvaajan mukaisen mallin, missä  $V$  on puuston tilavuus ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) ja  $h_{\text{max}}$  laserkaikujen maksimikorkeus maanpinnan yläpuolella (m). Määritä kuvan perusteella mallia kuvaava funktio. Onko malli realistinen? Miten sitä voisi parantaa? (6 p.)



Mallivastaus:

Funktio on muodoltaan suora, jonka yhtälö on muotoa

$$V = f(h_{\text{max}}) = a + b \times h_{\text{max}} \quad (1 \text{ p}),$$

missä  $a$  on suoran vakiotermin eli pisteen, jossa suora leikkaa  $y$ -akselin ja  $b$  on suoran kulmakertoimen.

$a = -100$  voidaan lukea suoraan kuvaajasta. (1 p)

$b$  lasketaan  $y$ - ja  $x$ - akselien välisen muutoksen perusteella. Kuvaajasta voidaan lukea, että  $V$  kasvaa  $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ , kun  $h_{\text{max}}$  kasvaa  $5 \text{ m}$ . Näin ollen  $b = 100 / 5 = 20$ . (1 p)

Funktion yhtälö on siis  $V = -100 + 20 \times h_{\text{max}}$ .

Kuvaajasta havaitaan, että malli ei ole täysin realistinen, koska alle  $5 \text{ m}$  pienemmillä korkeuksilla se tuottaa negatiivisia tilavuusarvoja. (1 p)

Malli ei myöskään ota huomioon puuston tiheyttä, vaan ennuste riippuu pelkästään kaikujen maksimikorkeudesta  $h_{\text{max}}$ . Niinpä esim. metsikkö, jossa on vain yksi puu, saa saman tilavuusennusteen kuin metsikkö, jossa on  $100$  puuta, jos molempien metsiköiden korkeimman puun pituus on sama. (1 p)

Samalla tavoin malli ei huomioi puuston läpimittaa. Läpimitan ja siitä riippuvaan puun tilavuuden kasvu jatkuu vielä pituuskasvun pysähtyttyä, mistä aiheutuu virhettä. (1 p)

Malli kuitenkin tuottaa realistisia ennusteita metsiköille, joissa puiden maksimipituus on yli 5 m ja tiheys sekä läpimitta keskimääräisiä. (1 p)

Mahdollisista muista hyvistä huomioista, esim. keskipituuden vaihtelun vaikutuksista, saattoi saada yhden lisäpisteen.

19. Vertaile laserkeilauspohjaisen metsänarvioinnin ja perinteisen maastomittauksiin perustuvan kuvioittaisen arvioinnin hyviä ja huonoja puolia. (10 p.)

#### Mallivastaus:

Maastomittauksia käytettäessä puustotiedot saadaan suoraan mittaamalla kuviolta otos koealoja, joiden tiedot keskiarvoistetaan kuviotasolle. Maastoarvioinnin virhelähteisiin kuuluvat arviointivirheet (mittausvirhe ja otantavirhe) sekä malli- ja taulukkovirheet. Laserkeilausmenetelmässä puustotiedot saadaan soveltamalla tilastollisia malleja, jotka on laadittu erillisen koeala-aineiston perusteella.

Kustannukset: 2 p

Maastoarvioinnin otantavirheen suuruus riippuu mitattujen koealojen määrästä ja sijoittelusta. Tarkan tiedon saaminen maastomittauksilla on kallista, koska koealoja tarvitaan paljon joka kuviolta (1 p). Laserkeilausta käytettäessä kuviolla ei tarvitse käydä paikan päällä, mikä säästää kustannuksia ja mahdollistaa suurien alueiden inventoinnin edullisesti (1 p).

Virhelähteet: 6 p

Maastoarviointi on usein subjektiivista (1 p), koska arviointi on osittain silmävaraista ja koealojen sijainteja ei aina määritetä objektiivisesti. Näin ollen tarkkuus riippuu mittajaan ammattitaidosta. Subjektiivisuuden takia maastoarvioinnin virheet ovat usein systemaattisia, eli vaikka mittausten määrää lisätään, virhe ei lähene nollaa vaan jotain vakiota (1 p).

Laserkeilausmenetelmä on maastoarviointia objektiivisempi, koska inventointiin tarvittava maastokoealaotos mitataan tarkasti ja ennusteet lasketaan tilastollisella mallilla (1 p). Laserkeilauksen etuna on myös että puustotunnukset mallinnetaan kattavasti koko kuviolle, jolloin otantavirhettä ei synny (1 p).

Mallivirheet ovat ongelma sekä maastoarvioinnissa että laserkeilaustulkinnassa. Esimerkiksi puulajia ei saada kaukokartoitusaineistosta mallintamalla määritettyä yhtä tarkasti kuin maastossa, vaan puulajitulkinta yksinkertaistetaan malleissa kolmeen luokkaan (mänty, kuusi, lehtipuut) (1 p).

Kokonaisuutena laserkeilausmenetelmä on puulajeittaisten tunnusten osalta yhtä tarkka kuin maastoarviointi, ja kokonaistunnusten osalta keskimäärin maastomittauksia tarkempi. (1 p)

Muut hyvät ja huonot puolet: 2 p

Vaikka tulkinta tehdään yleensä ennustamalla keskitunnukset 16 x 16 m hilaruudukon soluille, laserkeilauksella voidaan saada myös tietoja yksittäisten puiden sijainneista ja pituuksista (1 p). Toisaalta laserkeilaus mittaa lähinnä puuston ja maanpinnan korkeutta, ja monet maastossa helposti havaittavat asiat voivat jäädä havaitsematta (1 p). Esimerkiksi maanpinnan kasvillisuutta, joka kertoo kasvupaikan hyvydestä, on vaikea tulkita kaukokartoituksella.

Muusta hyvästä huomiosta saattoi saada yhden lisäpisteen. Tehtävästä saa maksimissaan 10 p.