

**MIKKO MOILANEN &
TIMO SAKSA (toim.)**

Aiikasvokset metsän- uudistamisessa Varjosta valoon

METSÄLEHTI KUSTANNUS

Metsäntutkimuslaitos

Aikasvokset metsänuudistamisessa

Varjosta valoon

Mikko Moilanen ja Timo Saksa (toim.)

Alikasvokset metsänuudistamisessa
Varjosta valoon

Pihlaja-sarja nro 3
Metsälehti Kustannus
Metsäntutkimuslaitos

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

Lupia teosten osittaiseenkin valokopiointiin myöntää tekijöiden ja kustantajien valtuuttamana KOPIOSTO ry. Muuhun käyttöön luvat on kysyttävä suoraan kunkin teoksen oikeudenhaltijoilta.

© 1998 Kustannusosakeyhtiö Metsälehti ja tekijät

Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti

Kannen suunnittelu: Ari Tenhunen/Pan Design Oy

Taitto ja grafiikka: Sirku Taponen, Metsälehti

ISBN 952-5118-18-5

Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi 1998

Alkusanat

Metsä uudistuu usein alikasvosten avulla. Etenkin kiertoajan loppupuolella metsikköön syntyy vaihtelevasti luontaista taimiainesta, josta osa sopeutuu alikasvokseksi ja jää elämään valtapuiden puristuksessa "varjoelämää". Metsänkasvattajan kannalta alikasvos on kiinnostava silloin, jos se säilyy elinvoimaisena ja jos se voidaan vapauttaa uudeksi puusukupolveksi.

Suhtautuminen alikasvoksiin oli takavuosisikymmeninä nuivaa. Viljelymetsätaloudessa ne nähtiin arvottomina jätepuustoina, jotka tuli raivata uudistusosalta pois ennen muokkausta ja metsänviljelyä. 1990-luvulla metsänkasvatusohjeet ovat muuttuneet luontaista uudistamista suosivaan suuntaan, ja näin myös alikasvokset ovat nousseet uudelleenarvioinnin kohteeksi.

Viime aikoina myös metsäntutkimus on paneutunut metsän luontaisen taimettumisen perusteiden selvitykseen ja sitä kautta pyrkinyt kehittämään luontaisen metsänuudistamisen menetelmiä. On esitetty, että merkittävä osa alikasvoksista olisi käyttökelpoista ja hyödynnettävissä. Alikasvoksia suosimalla päästään entistä useammin tilanteisiin, joissa metsä säilyy peitteisenä koko uudistamisvaiheen ajan.

Tämänhetkinen tietous metsiemme alikasvoksista pohjautuu pääosin ennen 1960-lukua tehtyihin tutkimuksiin. Tieto on jo osin vanhentunutta. Metsät eivät ole samanlaisia kuin ne olivat 1930- ja 1940-luvulla. Hakkuut, maanmuokkaukset, ojitukset ja lannoitukset ovat laajoilla aloilla muuttaneet puiden kasvualustaa ja vaikuttaneet alikasvosten menestymisen edellytyksiin.

Tässä kirjassa esitetään vuosina 1996–97 pidettyjen kolmen tutkijaseminaarin ja niihin liittyneiden maastoretkeilyjen keskeisin anti. Alikasvosten merkitystä arvioidaan etenkin nykypäivän näkökulmasta. Teoksen sisällön ja esitystavan suunnittelussa on hyödynnetty myös metsäammattilaisten näkemyksiä. Kirjan toivotaan palvelevan metsänkasvattajien ja metsäalan kouluttajien lisäksi kaikkia niitä, jotka ovat kiinnostuneita metsien elinkierrosta ja puulajidynamiikasta.

Muhoksella ja Suonenjoella 15.5.1998

Mikko Moilanen

Timo Saksa



A. Liuksialan piirros. Metsälehti 8/1953.



Sisällys

Tekijät ja heidän yhteystietonsa	10
1. ALIKASVOKSET JA NYKYPÄIVÄN METSÄNHOITO	13
2. ALIKASVOKSEN MONET KASVOT	19
2.1. Menestymisen reunaehdot	19
2.2. Kahden kerroksen väkeä	22
2.3. Ylispuuston kurimuksessa	26
3. ALIKASVOS VAPAUTTAMISEN JÄLKEEN	33
3.1. Muuttunut kasvuympäristö	33
3.2. Sortua vai sopeutua	35
3.3. Puiden kasvureaktiot	39
4. YLISPUUHAKKUUT JA TAIMIKKOVAURIOIT	55
4.1. Vapauttamisen ajankohta	55
4.2. Vaurioiden syyt ja seuraukset	56
4.3. Korjuuvaurioiden vähentäminen	61
4.4. Epätasainen taimikko – kelvotonko?	63
5. ALIKASVOSTEN HYÖDYNTÄMISEN TALOUS	67
5.1. Vaihtoehtojen valinkauhassa	67
5.2. Aikavoiton ja elpymisviiveen merkitys	69
5.3. Käytännön esimerkki	72
6. MITEN SUHTAUTUA ALIKASVOKSIIN	77
6.1. Hyväksyä vai hylätä	77
6.2. Käyttökelpoisuuden arviointikeinoja	79
7. METSÄ UUDISTUU – KUVAT KERTOVAT	87
Viitekirjallisuus	101
Viiteluettelon tekijähakemisto	119

Tekijät ja heidän yhteystietonsa:

MMM, VTM Jukka Aarnio, Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki (e-mail jukka.aarnio@metla.fi)

MML, metsätalous- ja ympäristöpäällikkö Mikko Hyppönen, Lapin metsäkeskus, PL 8053, 96101 Rovaniemi (e-mail mikko.hypponen@metsakeskus.fi)

Mti Jorma Issakainen, Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos (e-mail jorma.issakainen@metla.fi)

MH Mikko Moilanen, Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos (e-mail mikko.moilanen@metla.fi)

MH Pentti Niemistö, Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano (e-mail pentti.niemisto@metla.fi)

MMK Markku Saarinen, Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano (e-mail markku.saarinen@metla.fi)

MMT Timo Saksa, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema, 77600 Suonenjoki (e-mail timo.saksa@metla.fi)

MML Sauli Valkonen, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa (e-mail sauli.valkonen@metla.fi)

Mikko Hyppönen, Timo Saksa ja Sauli Valkonen

1. ALIKASVOKSET JA NYKY- PÄIVÄN METSÄNHOITO

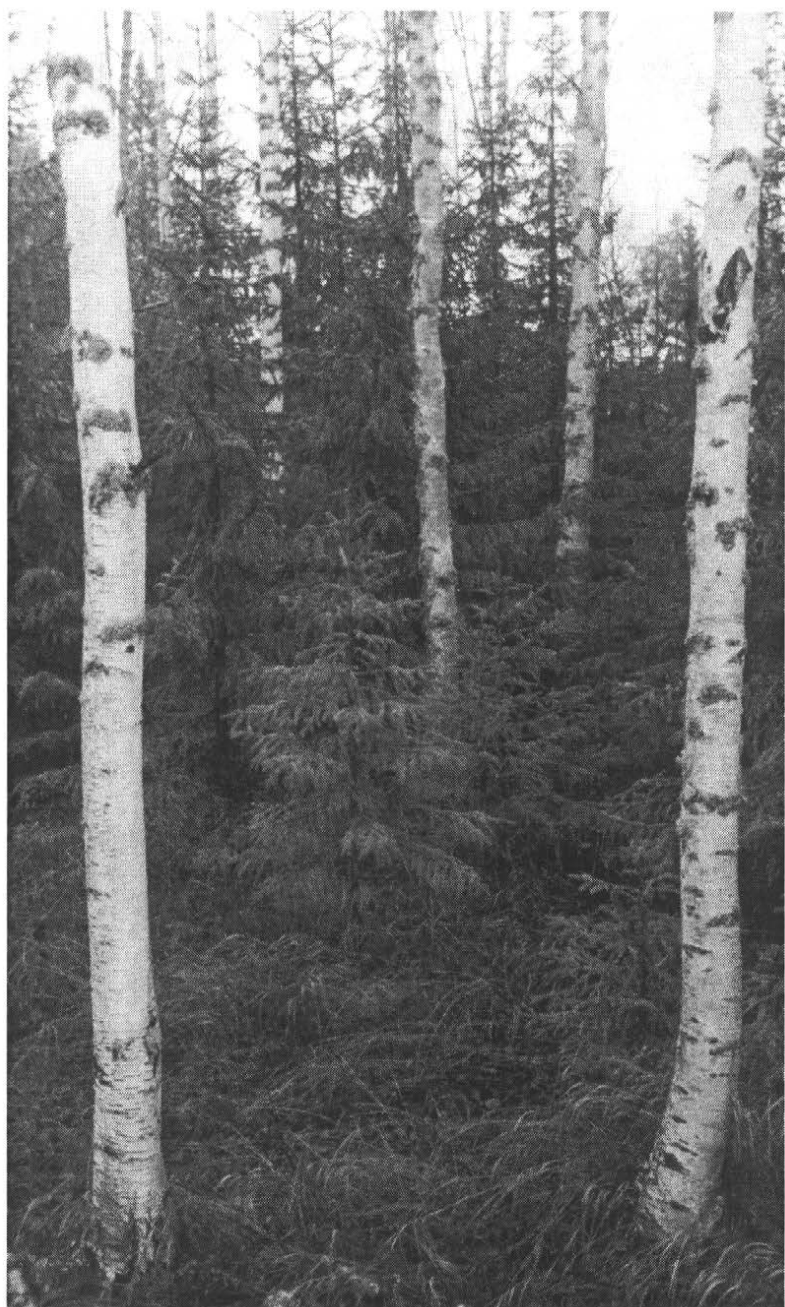
Ympäristö- ja luontonäkökohdat ovat 1990-luvulla nousseet aiempaa korostetummin esille metsien käsittelyssä. Käytännön metsänhoidossa painotetaan entistä voimakkaammin myös kustannustietouden ja kannattavuuden merkitystä. Esimerkkejä uusista suuntauksista ovat mm. pyrkimys metsien luontaisen uudistamisen lisäämiseen. Luonnonhoito ja taloudellisesti kannattava metsänhoito eivät välttämättä ole ristiriidassa keskenään. Molemmat kuuluvat kestävänsä metsänhoidon peruseräisiin ja molemmat ovat lisänneet mielenkiintoa myös alikasvosten hyödyntämiseen metsänuudistamisessa.^{1, 2, 3, 4, 5}

Metsäpuiden kyky uudistua riippuu puulajista ja metsikön kehitysvaiheesta. Luonnonsuksessiossa kukin puulaji uudistuu luontaisten taipumustensa mukaan. Hakkuun, maanmuokkauksen, metsäpalon tai muun häiriötekijän seurauksena kasvupaikan ominaisuudet äkillisesti muuttuvat, mikä yleensä merkitsee taimettumisherkkyiden kasvamista. Metsikön vartuessa taimia syntyy valtuuston alle vaihtelevasti sen mukaan, miten puulajikierto etenee ja kuinka paljon ulkoiset tekijät muovaavat kasvupaikkaa. Vaikka suuri osa tästä nk. vai-

tuvasta taimiaineksesta vuosien mittaan häviää, niin osa siitä kehittyy alikasvokseksi. Tyypillinen alikasvos on esim. koivikon tai männikön alle syntynyt kuusitaimikko. Alikasvoksen menestyminen riippuu sen saamasta valosta ja kasvupaikan ravinteista, vedestä. Syntyvän taimiaineksen vakiintumista voidaan edistää metsikön kiertoajan loppupuolen väljennyshakkuilla.^{6,7,8} Tässä kirjassa alikasvoksella tarkoitetaan valtapuuston alle ennen varsinaista uudistushakkuuta syntynyttä vaihtelevankokoista taimikko-riukuvaiheen puustoa.

Alikasvosten käyttökelpoisuudesta ja -mahdollisuuksista on käyty pitkään keskustelua niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa.^{8, 9, 10, 11, 12, 13} Vaikka mänty- ja kuusialikasvosten elpymisestä on saatu positiivisia tutkimustuloksia ja niiden hyödyntämistä on pidetty järkevänä, niitä ei ole kovinkaan yleisesti pyritty käyttämään aktiivisesti hyväksi. Asennoituminen on ollut osin syystäkin varovaista ja epäilevää. Synä varovaisuuteen ovat olleet epätietoisuus alikasvoksen elpymisestä sekä taimien huono ulkomuoto, suuri pituusvaihtelu ja taimien ryhmittäisyys. On myös epäilty puulajin soveltuvuutta kasvupaikalle tai pelätty alikasvoksen tuhoutumista ylispuuston korjuussa.^{10, 14, 15, 16, 17}

Harvennetun hieskoivikon alle luontaisesti syntynyt kuusialikasvos. Ikä 28 vuotta, tiheys 9 000 kpl/ha ja keskipituus 3,5 metriä. Kyseessä ruohoisen saranevan ojitusalue.



Käytännön metsänuudistamisessa alikasvoksilla on kuitenkin huomattava merkitys. Esimerkiksi valtakunnan metsien inventoinneissa aikoinaan kasvatuskelvottomiksi luokitelluista kuusi- ja mäntyalikasvoksista huomattava osa on myöhemmin katsottu kasvatuskelpoisiksi. On myös havaittu, että Lapin ylispuumänniköiden alle muodostuneista taimikoista lähes puolet on syntynyt alikasvoksina ilman varsinaista uudistamishakkuuta. Kuusen luontainen uudistaminen perustuu niinkään suurelta osin alikasvoksiin: suojuspuuhakkuulla Etelä-Suomessa uudistettujen kuusikoiden taimista 60–85 prosenttia on syntynyt jo ennen suojuspuuasentoon hakkuuta. Alikasvoksilla on muun luontaisen taimiaineksen ohella merkittävä asema myös taimikon täydentäjänä käytännön metsänviljelyaloilla.^{10,18,19,20}

Alikasvoksista on olemassa paljon irrallista sirpaletietoa. Tiedon kokoaminen ja yhdistäminen on osoittautunut tarpeelliseksi, koska alikasvokset liittyvät moniin nykyisiin metsänhoidon menetelmiin ja suuntauksiin: metsikön kasvattamiseen kaksijaksoisena, ns. sekastrategioiden käyttöön metsänuudistamisessa sekä monimuotoisuuden huomioon ottamiseen metsien käsittelyssä. Tässä kirjassa esitetään alikasvoksiin liittyvä keskeisin tutkimustieto ja pyritään vastaamaan kysymykseen “Miten alikasvoksia voidaan hyödyntää metsän uudistamisessa?”

Alikasvoksia käsitellään kirjassa monesta näkökulmasta lähtien niiden syntymiseen ja vakiintumiseen vaikuttavista tekijöistä. Eriyisesti huomio kiinnitetään alikasvoksen elpymiskykyyn ja ylispuuhakkuun (eli vapauttamisen) jälkeiseen kehitykseen. Lisäksi käsitellään ylispuiden korjuuta ja sen aiheuttamia taimikkovaurioita sekä tarkastellaan alikasvosten hyödyntämisen taloudellista kannattavuutta. Lopuksi esitetään ne keskeiset apuvälineet, joiden avulla päätöksentekijä voi eri tapauksissa arvioida alikasvoksen kasvatuskelpoisuutta ja hyödyntämismahdollisuuksia.

Teokseen sisältyy keskeisin alikasvoksiin liittyvä nykytietämys. Silti se ei kykene tarjoamaan valmiita ratkaisumalleja tai toimintaohjeita kaikkiin tilanteisiin. On muistettava, että päätös alikasvostaimikon hyväksikäytöstä on aina viime kädessä metsänomistajan harkinnassa. Ratkaisu on tehtävä tapaus kerrallaan käytettävissä olevaa tietoa hyödyntäen ja soveltaen.

Timo Saksa, Markku Saarinen ja Sauli Valkonen

2. ALIKASVOKSEN MONET KASVOT

2.1. Menestymisen reunaehdot

Tavallisesti alikasvoksen syntyminen mielletään metsikösköskession loppupuolen tapahtumaksi. Suomalaisen havumetsän elinkierrossa alikasvosvaihe ajoittuu nimenomaan kiertoajan lopulle.^{4,37} Vaikka alikasvokset ovat yleensä varttuneen metsän ilmiö, niitä tavataan myös metsikön aiemmissa kehitysvaiheissa. Luontaista kuusen taimettumista on usein nähtävissä mm. maanmuokkausaloille perustetuissa viljelymänniköissä.

Alikasvostaimien syntyä ja alkukehitystä sääteleviä tekijöitä ovat itämisalustan kosteus- ja lämpöolot sekä siemennyskykyisen puuston etäisyys. Koska luontainen taimiaines hivutautuu kasvupaikalle yleensä pidemmän ajan kuluessa, ei valtapuuston vuotuisen siemensadon määrä juuri rajoita taimettumista. Siemensatojen voimakas vaihtelu eri vuosien välillä heijastuu kuitenkin alikasvoksen ikärakenteeseen.¹²

SUURI KIERTO



PIENI KIERTO



Metsikön kehitysvaiheet ja luontainen uudistuminen. Voimakkaan häiriötilan, esim. metsäpalon tai avohakkuun jälkeen avoala uudistuu yleensä lehtipuvaiheen avulla (suuri kierto). Vanhoissa metsissä uudistumista tapahtuu myös alikasvosten syntymisen ja vakiintumisen kautta (pieni kierto). Kuvan lähde: Tapion taskukirja 22. painos, 1994.

Puun siemen tarvitsee itääkseen riittävästi kosteutta ja lämpöä. Männyn, kuusen ja koivun siemenet voivat itää jo 5–7 asteen lämpötilassa, mutta itämisen optimia ajatellen lämpötilan tulee olla lähellä +20 astetta. Alhaisen lämpötilan on todettu hidastavan siementen itämistä alkukesällä etenkin kuivina kausina.^{24,38,39,40}

Runsaan valon on havaittu heikentävän kuusen siementen itämistä kuivissa ja kylmissä olosuhteissa. Valon vähyys ei siis näytä määräävän havupuiden siementen itämistulosta. Koivun siemeniin valo vaikuttaa toisin kuin havupuiden siemeniin: lyhyt päivä estää ja pitkä päivä edistää itämistä. Myös valon aallonpituusjakauma vaikuttaa itämiseen. Latvuspeiton varjostuksessa pitkäaaltoisen punaisen valon osuus lisääntyy, mikä rajoittaa koivun siemenen itämistä. Kuusen siemenet taas ovat sopeutuneet varjostukseen.^{41,42,43,44}

Itämis- ja sirkkataimivaiheen jälkeen taimen jatkokehityksen määrää kunkin puulajin kyky sopeutua varjoisaan kasvuympäristöön ja selviytyä muun kasvillisuuden ja ylispuuston aiheuttamasta juuristokilpailusta. Taimien menestyminen alikasvosasemassa riippuu keskeisesti puulajin yhteyttämishokkuudesta.

Alikasvoskuuset säilyvät elossa hyvinkin vähäisessä valossa. Jopa alle 10 prosenttia täydestä valosta on riittänyt pitämään kuusentaimet hengissä. Kehittyäkseen normaalisti kuusi kuitenkin vaatii 20–30 prosenttia metsikköön tulevasta kokonaissäteilystä. Männyllä ja koivulla vastaava valomäärän kynnyisarvo on 60–80 prosenttia.^{24,45}

Metsikön valtapuusto on yleensä vanhempaa kuin alikasvos, mutta joskus ne voivat olla myös samanaikaisesti syntyneitä, varsinkin jos valtapuusto ja alikasvos ovat eri puulajia. Ali-

kasvos voi syntyä nopeasti jopa yhden vuoden siemensadosta tai hitaasti useamman vuosikymmenen aikana. Karuilta kasvupaikoilta löytyy hyvinkin iäkkäitä – yli 100-vuotiaita – kuu-sialikasvoksia.^{8,9,48,49}

2.2. Kahden kerroksen väkeä

Alikasvoksesta on puhekielessä käytetty monia eri nimityksiä. Vakiintunutta alikasvosta on nimitetty milloin juurimetsäksi tai alimetsäksi, milloin esikasvokseksi.^{8,21,22} Oppikirjoissa alikasvokseksi määritellään taimet (taimiaines, taimikko), jotka ovat syntyneet ja vakiintuneet valtapuuston alle luontaisesti ennen varsinaista uudistushakkuuta. Ne ovat kooltaan puuston muita latvuskerroksia selvästi pienempiä.^{23,24} Myös alikasvosten pituusvaihtelu on suurta. Kun pienimmät taimet ovat alle 0,5 metrin mittaisia, niin suurimmat puut yltävät yli 5 metrin korkeuteen.

Alikasvoksia esiintyy eri puolajella pitkin pohjoista havu-metsävyöhykettä. Ne kuuluvat erityisesti varjoa sietävien kuusi- ja pihtasukujen (*Picea*, *Abies*) uudistumistapaan, mutta alikasvoksia muodostavat yleisesti myös Pinus-suvun männyt. Vaikka luontaista taimiainesta löytyy hyvin monenlaisten varttuneiden puustojen alta, on sen tiheysvaihtelu kuitenkin erittäin suurta: taimimäärät vaihtelevat muutamasta sadasta useisiin kymmeneen tuhansiin hehtaarilla.^{10,11,12,13,25,26,27}

Suomessa 1950-luvun alussa tehdyn valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin mukaan alikasvostaimia ja -puita oli vähintään 1 000 kpl/ha joka toisessa turvemaan ja joka neljännessä kivennäismaan varttuneessa metsikössä. Luontaisen taimiaineksen tiheysvaihtelu on yleensä hyvin suurta.^{28,29}

Valtapuusto ja alikasvos voivat olla samaa tai eri puulajia. Alikasvos voi myös koostua yhdestä tai useammasta puulajista. Puhekielessä termi alikasvos yhdistetään yleensä kuuseen – usein puhutaan metsämaiden kuusettumisesta. Varjoa sietävänä puulajina kuusella onkin meidän oloissamme parhaat edellytykset uudistua vanhan puuston alla. Myös mänty ja koivu muodostavat suotuisissa olosuhteissa alikasvoksia. Männyn ja koivun taimien kilpailukyky ylispuuston varjostusta ja juuristokilpailua vastaan on kuitenkin heikompi verrattuna kuusen taimiin ja alikasvosasemassa ne myös menestyvät heikommin.⁴⁶

Alikasvospuulaji	Vallitseva puulaji		
	Mänty	Kuusi	Lehtipuu
Mänty	++	0	+
Kuusi	++	+	++
Koivu	+	0	0

Alikasvoksen esiintymisen todennäköisyys erilaisissa olosuhteissa. Pelkistetty kaavio Laihon (1985¹⁷) esityksestä. 0 = ei todennäköistä, + = harvoin, ++ = yleisesti.

Tyypillisiä alikasvoksia ovat suo- ja kangasmaakoivikoiden sekä kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden männiköiden alle syntyneet kuusitaimikot. Etelä-Suomessa yleisimpiä ovat kuusialikasvokset, Pohjois-Suomessa taas mäntyalikasvokset.^{8,9,10,14,15,17,21,22,32,33,34,47} Metsäojitustoiminta on viime vuosikymmeninä lisännyt soiden luonnontaimikoita. Otollisia kasvu- paikkoja ovat etenkin keskimääräistä viljavammat suot, joilla taimettumisherkyys säilyy hyvänä pitkiäkin aikoja kuivatuksen jälkeen. Tämä ilmenee etenkin kuusivaltaisten korprien sekä alunperin ruohoisten ja saraisten mänty- ja koivuvaltaisten rämeiden kuusialikasvoksissa. Alikasvosten osuus metsämaan

pinta-alasta lienee ojitusalueilla huomattavasti suurempi kuin kangasmailla. Kasvatuskelpoisia ja riittävän tiheitä havupuiden alikasvoksia esiintyi 1970-luvulla noin 60 prosentilla Etelä- ja Keski-Pohjanmaan vanhojen ojitusalueiden hieskoivikoista. Pohjoiseen päin mentäessä alikasvosten osuus näytti vähenevän.^{35,36}

Alikasvosten yleisyyttä ja niiden vaikutusta metsien ikärakenteeseen voidaan arvioida valtakunnan metsien peräkkäisten inventointitulosten avulla. Kuusialikasvosta on arvioitu olleen 1920-luvulla Etelä-Suomessa kaikkiaan noin 2,2 miljoonalla hehtaarilla. 1950-luvulle tultaessa nuo puustot olivat varttuneet nuoriksi kasvatusmetsiköiksi ja näkyivät ”ylimääräisenä” pinta-alalisäyksenä 40–80-vuotiaiden kuusivaltaisten metsien määrässä. Tämä määrä oli noin 50 prosenttia silloisten kuusivaltaisten metsien pinta-alasta Etelä-Suomessa.¹⁰

Kasvatuskelpoisen alikasvoksen yleisyys on pysynyt valtakunnan metsien inventointien mukaan likimain samalla tasolla 1930-luvulta lähtien. 1980-luvun lopulla alikasvosta tavattiin eteläisimmässä Suomessa lähes 300 000 hehtaarilla, mikä oli yli viisi prosenttia alueen metsämaan pinta-alasta. Alikasvoksista yli 2/3 oli kuusivaltaisia, noin neljännes mäntyvaltaisia ja vajaa kymmenen prosenttia lehtipuuvallaisia. Pohjoiseen mentäessä alikasvosten suhteellinen osuus metsämaan alasta vaihtelee. Keski-Suomen ja Oulun lääneissä kehityskelpoisten alikasvosten määrä edusti 1980-luvun alussa vain yhtä prosenttia metsämaan pinta-alasta. Lapissa vastaava luku oli kuusi prosenttia.^{30,31}

Metsäkeskus	1964-70	1971-76	1977-84	1986-94
Ahvenanmaa	1,3	1,3	5,4	4,2
Helsinki	4,0	6,0	4,6	6,8
Lounais-Suomi	3,9	4,0	7,0	9,2
Satakunta	3,8	4,6	6,3	4,8
Uusimaa-Häme	5,5	5,5	8,6	8,0
Pohjois-Häme	3,8	3,4	4,1	5,7
Itä-Häme	3,8	6,2	5,7	6,1
Etelä-Savo	4,8	3,7	2,3	2,3
Etelä-Karjala	3,8	2,4	5,4	4,8
Itä-Savo	5,7	3,7	2,6	2,8
Pohjois-Karjala	4,6	1,9	1,1	-
Pohjois-Savo	2,8	2,2	1,1	-
Keski-Suomi	3,4	2,7	0,7	-
Etelä-Pohjanmaa	1,8	2,7	1,2	-
Vaasa	1,4	2,6	0,9	-
Keski-Pohjanmaa	1,2	1,2	0,3	-
Kainuu	1,6	0,6	0,8	-
Pohj.-Pohjanmaa	1,5	1,4	1,1	-
Koillis-Suomi	2,8	4,0	2,5	-
Lappi	6,3	5,5	5,9	-

Kehityskelpoisen alikasvoksen esiintyminen maan eri osissa (% metsämaan alasta) valtakunnan metsien 5.–8. inventointien mukaan. Viimeisimmän inventoinnin tuloksia Keski- ja Pohjois-Suomen osalta ei vielä ole julkaistu.

2.3. Ylispuuston kurimuksessa

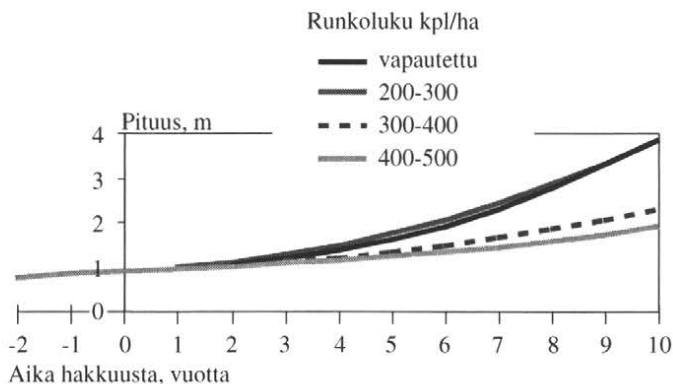
Ylispuuston aiheuttaman kilpailun vuoksi alikasvostaimien pituuskehitys taantuu jo nuorella iällä. Kasvu on hitaampaa kuin vapaassa ja valoisassa tilassa kasvavien taimien, ja se näkyy ajan myötä yhä selvemmin myös puiden ulkomuodossa. Puut sopeuttavat varjoisassa kasvuympäristössä latvuksen ja neulasten rakenteen sellaiseksi, että ne pystyvät hyödyntämään niukkaa valaistusta mahdollisimman tehokkaasti. Voimakkaassa varjostuksessa alikasvoskuusen pääranگان pituuskasvu jää oksien pituuskasvua pienemmäksi ja puu saa sateenvarjomainen ulkoasun. Latvuksista tulee lyhyitä, latteita ja epäsymmetrisiä. Neulasen ovat litteitä ja painuvat tiiviisti kasvaimen rankaa vasten. Mäntyalikasvoskille on tyypillistä neulasten määrän väheneminen varjostuksen lisääntyessä.^{8, 9, 12, 50}

Alikasvospuiden kasvu vaihtelee erittäin paljon riippuen ylispuustokilpailun voimakkuudesta, mihin taas vaikuttavat ylispuuston ikä, puulaji ja tiheys. Hakkuukypsyttä lähestyvässä järeäpuustoisessa kuusikossa alikasvostaimien kasvu saattaa jäädä ääritapauksessa lähes olemattomaksi. Toisaalta kuusentaimet voivat harventuneen ylispuuston alla ja viljavalla kasvualustalla – etenkin koivikossa – säilyä virkeinä ja kehittyä lähes normaalisti. Nuori, tiheä ja nopeasti kasvava rauduskoivikko on alikasvoskuusille selvästi voimakkaampi kilpailija kuin vanha, hitaasti kasvava hieskoivikko.⁵¹

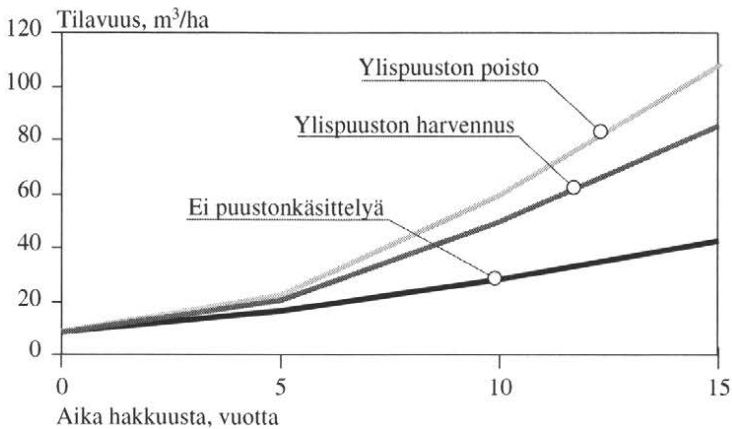
Ylispuuston aiheuttama juuristikilpailu rajoittaa tuntuvasti alikasvospuiden ravinteiden saantia. Niinpä esimerkiksi ylispuukoivikon alla kasvava kuusi hyötyy tuntuvasti lannoituksesta. Ravinneolojen parantuminen näkyy neulasten ravinnepitoisuuksien kohoamisena ja puiden pituuskasvun voimistumisena. Eräissä koivuverhokuuston alla kasvavassa ojitusalueen kuusitaimikossa pääravinnelannoituksen (NPK) jälkeinen pi-

tuuskasvu oli kymmenen vuoden aikana yli puolitoistakertainen lannoittamattomaan taimikkoon verrattuna. Kun ravinne-lisäyksellä ei juurikaan ollut vaikutusta verhopuuston kasvuun, lannoitus paransi merkittävästi alikasvoksen kilpailuasemaa.⁵³

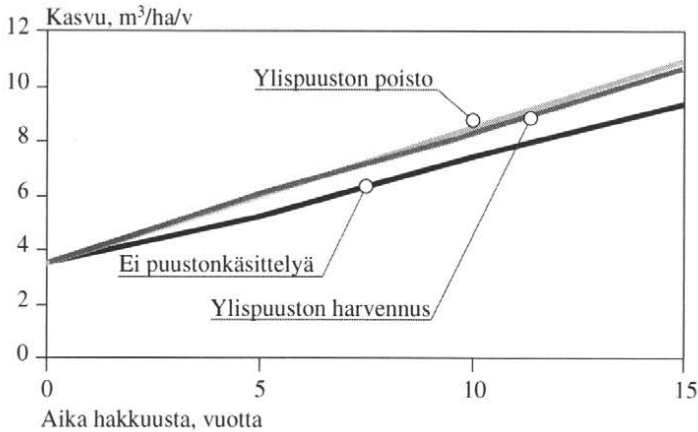
Myös alikasvos vaikuttaa olemassaolollaan ylispuustoon – kilpaileehan se samoista kasvuresursseista. Mitä tiheämpi, kookkaampi ja nopeakasvuisempi alikasvos on, sitä suuremman osan kasvupaikan voimavaroista se kuluttaa. Alikasvoksen aiheuttama kasvatappio voi joskus olla huomattavan suuri. Lähtötilanteessa yhden metrin pituisen täystiheän kuusialikasvoksen on todettu vähentäneen erään 60-vuotiaan lehtomaisen kannaan ylispuumännikön kasvua 25 vuoden aikana keskimäärin yhden kuution hehtaaria ja vuotta kohden.²⁵ Alikasvoksen met-sittämisarvo oli kuitenkin selvästi suurempi kuin männikölle aiheutunut kasvatappio.



Kuusen alikasvostaimien pituuskehitys riippuu ylispuuston määrästä. Kuvan esimerkitapauksessa taimien pituuskasvu voimistui selvästi, kun alikasvoksen vapauttamisesta tai koivuylispuuston voimakkaasta harvennuksesta (runkoluku tasolle 200–300 kpl/ha) oli kulunut 4–5 vuotta.⁵²



Kuusi menestyy hyvin koivuylispuuston alla. Kuvassa nuoren rauduskoivikon alle istutetun kuusikon runkotilavuuden kehitys hakkuukäsittelyjen jälkeen. Hakkuuhetkellä rauduskoivikon valtapituus oli 14 m ja kuusikon valtapituus 8 m. Kun koivu poistettiin kokonaan, kuusikko kasvoi 15 vuodessa pituutta lähes 3 m enemmän ja tuotti tilavuutta lähes 70 m³/ha enemmän kuin käsittelemätön vaihtoehto. Harventamaton koivikko hidasti kuusen kasvua selvästi. Sekä harventamaton että harvennettu koivikko (50 % pohjapinta-alasta) kasvoivat kuitenkin enemmän kuin mikä oli kuuselle aiheutunut kasvutappio.⁵¹



Vanhan hieskoivikon alla kasvaneen kuusikon vuotuinen tilavuuskasvu ylispuuston poiston tai harvennuksen (50 % pohjapinta-alasta) jälkeen. Hakkuuhetkellä koivikon valtapituus oli 22 m ja kuusikon valtapituus 3 m. Koivikon harvennus paransi kuusikon kasvua lähes yhtä paljon kuin koivuylispuuiden poisto. Kuusen kasvutappio harventamattoman koivikon alla jäi vähäiseksi. Koivikon järeyden ansiosta metsikön kokonaistuotos oli selvästi suurempi kuin kuuselle aiheutunut kasvutappio.⁵¹

Kuusialikasvoksen aiheuttaman juuristokilpailun merkitys on havaittu myös harmaalepikoissa. Alkuvaiheessa, kilpailun ollessa vähäistä, leppä kasvaa nopeasti ylemmäksi jaksoksi. Lepän kasvu kulminoituu ja hidastuu jo 25–30 vuoden iässä. Tämän jälkeen kuusen kilpailu vastaavasti voimistuu ja alkaa vaikuttaa leppien kasvuun sekä elinvoimaan heikentävästi. Seuraavan kymmenen vuoden kuluessa kuuset valtaavat kasvutilan ja lepät katoavat. Kuusettuminen on sitä nopeampaa, mitä tiheämpi on alikasvos ja mitä viljavampi on kasvupaikka. Kuusen vaikutus leppään on lähes puhtaasti juuristokilpailun aiheuttamaa.⁵⁴

Kilpailuvaikutuksista huolimatta kaksijaksoisen metsikön kasvatusta saattaa monesti olla perusteltua. Esimerkiksi koivu-kuusi-metsikön kokonaistuotos voi kohota suuremmaksi kuin mitä se olisi, jos jompikumpi puulaji kasvaisi puhtaana metsikkönä. Tämä ns. sekametsävaikutus aiheutunee juuristojen erilaisesta syvyysjakaumasta, puulajien erilaisesta ravinteiden ja veden käytöstä, koivun lehtikarikkeen maata parantavasta vaikutuksesta ja puulajien kasvurytmien välisistä eroista.^{55,56,57,58}

*Sauli Valkonen, Timo Saksa, Markku Saarinen ja
Mikko Moilanen*

3. ALIKASVOS VAPAUTTAMISEN JÄLKEEN

3.1. Muuttunut kasvuympäristö

Kun alikasvos vapautetaan, sen kasvuympäristö muuttuu rajusti. Muutos on sitä suurempi mitä voimakkaampi on ollut ylispuuston aiheuttama varjostus ja juuristokilpailu. Monet puun elintoimintoihin ja kasvuun käytettävissä olevat resurssit lisääntyvät, mutta jotkut voivat myös vähentyä. Valo, vesi, ravinteet ja hiilidioksidi ovat kasvutekijöitä, joiden lisäksi metsikössä muuttuvat monet ympäristötekijät. Tällaisia ovat mm. ilman ja maan lämpötila, kosteusolot sekä tuuli- ja lumisuhteet, jotka yhdessä puiden fysiologisten ja rakenteellisten ominaisuuksien kanssa vaikuttavat alikasvoksen menestymiseen. Vaihtelua lisäävät myös puun kannalta satunnaiset tekijät, kuten sään ja tuhoriskien ajalliset vaihtelut. Alikasvospuun eloonjääminen ja toipuminen on siis monien tekijöiden yhteisvaikutusta.

Ylispuuhakkuun seurauksena maanpinnan läheisten ilmakerrosten päivälämpötilat yleensä nousevat ja yölämpötilat laskevat. Ilman kosteuspitoisuus ja mahdollisesti myös hiilidioksidipitoisuus alenevat. Alikasvospuiden neulasten, oksien ja rungon lämpötilat ovat päivisin ilman lämpötilaa korkeampia ja öisin alempia. Ylispuuston poiston jälkeen myös maan lämpötila nousee ja biologinen aktiviteetti lisääntyy.^{37,59}

Ylispuuston poistamisen jälkeen alikasvospuiden juuristojen kasvutila lisääntyy ja kilpailu vedestä ja ravinteista vähenee. Juuristot ovat kuitenkin monesti rakenteeltaan ja toimintakyvyltään liian heikkoja pystyäkseen hyödyntämään vapautuneen kasvutilan, joten niiden tarvitsee ensin kasvaa. Maan kosteus lisääntyy, kun ylispuuston haihdunta lakkaa ja kun maahan tuleva osuus sadannasta kasvaa. Turvemailla pohjavedenpinta nousee hakkuun jälkeen usein liikaakin, mikäli ojat eivät toimi.¹⁴⁶ Hakkuutähteistä tulee merkittävä lisä metsikön ravinnekiertoon. Rehevöityvä pintakasvillisuus ja vesakko voivat myöhemmin alkaa kilpailla pienimpien alikasvostaimien kanssa vedestä ja ravinteista.^{11,59,60,61}

Turvemailla esiintyy usein kaliumin ja boorin puutoksia. Kaliumilla saattaa olla merkitystä alikasvosten vapauttamisen jälkeisessä sopeutumisessa, sillä mm. viherhiukkasten vaurioituminen valaistuksen lisääntyessä on voimakasta nimenomaan kaliumin, magnesiumin ja sinkin puutteesta kärsivillä kasveilla. Eräissä tapauksissa on kuusen neulasten kaliumpitoisuuksien havaittu turvemailla selvästi alentuvan ylispuuston poiston jälkeen, mikä entisestään heikentää puille epäedullista typen ja kaliumin suhdetta. Kaliumpuutoksia esiintyy lähinnä paksuturpeisten, alkuaan nevaisten ja runsastyyppisten soiden ojitusalueille syntyneissä puustoissa. Ravinne-epätasapaino on tällaisilla kohteilla korjattavissa tai ennaltaehkäistävissä fosfori-kaliumlannoituksella.^{53, 62,63,64}

3.2. Sortua vai sopeutua

Alikasvospuiden saama valon määrä lisääntyy äkillisesti vapautuksen jälkeen. Puut eivät kykene välittömästi mukautumaan uuteen kasvuympäristöön eivätkä heti saavuta vapaana kasvaneen puun yhteyttämisenopeutta, koska niiden rakenne ja toiminta on sopeutunut toisenlaisiin oloihin. Varjossa muodostunut neulasisto yhteyttää täydessä valossa vähemmän kuin valoneulasisto. Voimakas lämpö- ja valosäteilyn lisäys voi johtaa varjoneulasten klorofyllin ja entsyymien toiminnan häiriöihin ja yhteyttämisen pienenemiseen.

Koska puun yhteyttämistuotteiden kulutus lisääntyy lämpötilan nousun takia, neulasen vaihtuvat hitaasti ja kasvu elpyy vasta tietyn aikaviiheen jälkeen. Varjoneulasista haihtuu lämpimässä ja kuivassa ympäristössä runsaasti vettä. Veden vajaus saa aikaan neulasten ilmarakojen sulkeutumisen, mikä edelleen vähentää yhteyttämistä.

Voimakkaasta varjostuksesta äkillisesti vapautettujen puiden varjoneulasten ilmaraot eivät pysty kunnolla sulkeutumaan ja estämään liiallista haihtumista. Kuivuusstressi voi tällöin johtaa jopa puun kuolemaan.^{60,65,66} Olemassa olevien neulasten rakennetta ei voi juuri muuttaa, joten puun on kasvatettava uusiin olosuhteisiin sopivat valoneulasen. Tähän kuuluu aikaa etenkin havupuilla, joilla vain osa neulasista vaihtuu vuosittain. Puu sopeutuu uuteen ympäristöön myös kasvattamalla lisää hienojuuria.

Alikasvospuiden sopeutumisesta muuttuneeseen kasvuympäristöön on esitetty toisistaan poikkeavia tutkimustuloksia. Kuisen on todettu kärsineen vakavista neulasvaurioista, mutta toisaalta myös menestyneen hyvin 2–5 vuoden kasvutaantumien jälkeen. Joskus kasvutaantumaa ei ole esiintynyt lainkaan. Mis-

sä määrin kyse on valaistusolojen muutoksen aiheuttamasta stressistä, missä määrin muista ympäristötekijöiden muutoksista, on toistaiseksi epäselvää.^{72,73,74}

Ylispuuston poistaminen saattaa lisätä taimikon tuhonalttiutta: yölämpötilojen laskiessa mm. hallanvaara kasvaa.^{147,148} Säteilyn lisääntymisellä on muitakin seurauksia. Suora aurin-
gonvalo ja siihen liittyvät lämpötilan vaihtelut voivat vaurioittaa neulasia ja rungon jälsi- ja nilakerroksia. Suojaavan puuston poistaminen merkitsee muutoksia myös lumi- ja tuulisuhteisiin. Ohutrunkoiset ja heikkojuuristoiset, mutta latvukseltaan laaja-alaiset alikasvostaimet voivat kärsiä mm. myrsky- ja lumituhoista.

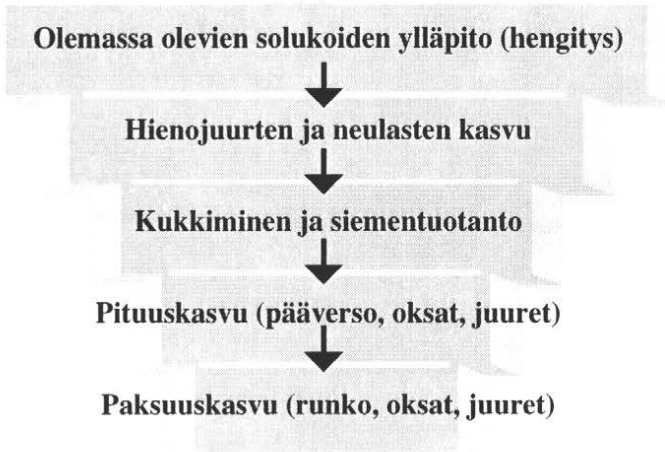
Neulastuhojen esiintymistä alikasvostaimikoissa ei ole juuri tutkittu. Versosurmakka vaivaa joskus männikön alla kasvavia mäntyjä ja kuusia aiheuttaen mutkaisuutta runkoihin. Kuusen neulaskariste on hiukan yleisempi alikasvoksissa kuin vapais-
sa taimikoissa. Lumihometta esiintyy joidenkin havaintojen mukaan ylispuun lähiympäristössä vähiten, koska ison puun lähettyvillä lunta on vähemmän ja se sulaa aikaisemmin. Toisaalta taimet ovat näillä kohdilla matalampia ja siksi lumihomemelle alttiimpia.^{67,68}

Alikasvosten hyönteistuhonalttiudesta on tietoja niukasti, mutta mitään erityistä riskiä niissä ei ole havaittu. Tukkimiehen-
tään tuhoja on todettu esiintyvän vähemmän ylispuuhakkuiden kuin avohakkuiden jälkeen. Myös hakkuutähteistä voi levitä tuhonaiheuttajia.^{69,70,71}

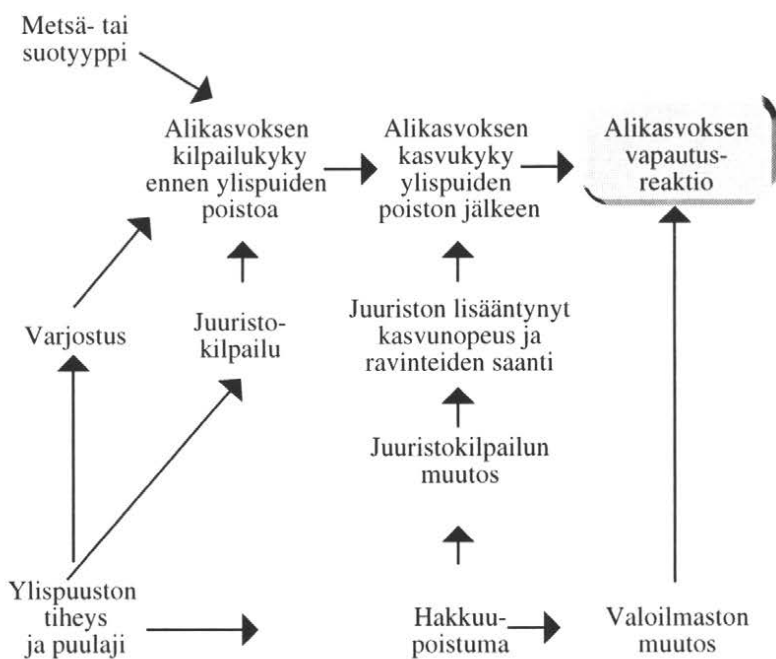
Puiden eri osien kasvua voidaan selittää ns. allokaatiohierarkian avulla. Se tarkoittaa yhteyttämistuotteiden käytön tärkeysjärjestykseen laittoa erilaisten toimintojen ja puun eri osien välillä. Allokaatio on hyvin monimutkainen prosessi eikä se etene

kaavamaisesti. Silti puiden elintoiminnot voidaan asettaa tiettyyn tärkeysjärjestykseen, mikä auttaa ymmärtämään niin alikasvospuun vapautusreaktiota kuin puun kasvua yleensäkin.³⁷

Tärkeysjärjestys eli ns. allokaatiohierarkia:



Allokaatiohierarkia näyttäisi selittävän alikasvospuille tyypillisen ulkomuodon kehittymisen: latvuksen ylläpito ja kasvataminen ovat etusijalla pituuskasvuun nähden. Latvuksista tulee leveitä ja lyhyitä. Paksuuskasvu on hidasta ja puut ovat pituuteen nähden ohuita. Vapautettu ja toipuva puu sijoittaa niukat yhteyttämistuotteensa ensisijaisesti lehti- ja neulasmassan ja hienojuuriston kasvattamiseen eli tuotantokoneiston laajentamiseen. Pituus- ja paksuuskasvu alkavat lisääntyä voimakkaasti vasta sitten, kun yhteyttämistuotteita riittää tähän tarkoitukseen. Kukkiminen ja siementuotanto ovat alikasvospuilla vähäisiä.



Kaavio alikasvoksen elpymiseen vaikuttavista tekijöistä.

3.3. Puiden kasvureaktiot

Alikasvospuun vapautusreaktio voidaan jakaa useampaan vaiheeseen. Vapauttamisen jälkeen kasvu pysyy aluksi ennallaan tai jopa hieman hidastuu. Tätä aikajaksoa kutsutaan jatkossa toipumisvaiheeksi. Jakson pituus riippuu alikasvoksen kasvupaikasta, puulajista, kasvukunnosta ja poistetun ylispuuston tiheydestä. Hyväkuntoisilla ja kehittämiskelpoisilla puilla toipumisvaihe on kuusella 2–6 vuotta ja männyllä 1–3 vuotta. Karulla kankaalla (tai nevaisella suolla) ylispuuston alla pitkään kituneet kuusentaimit saattavat juroa vapautuksen jälkeen vuosikausia.

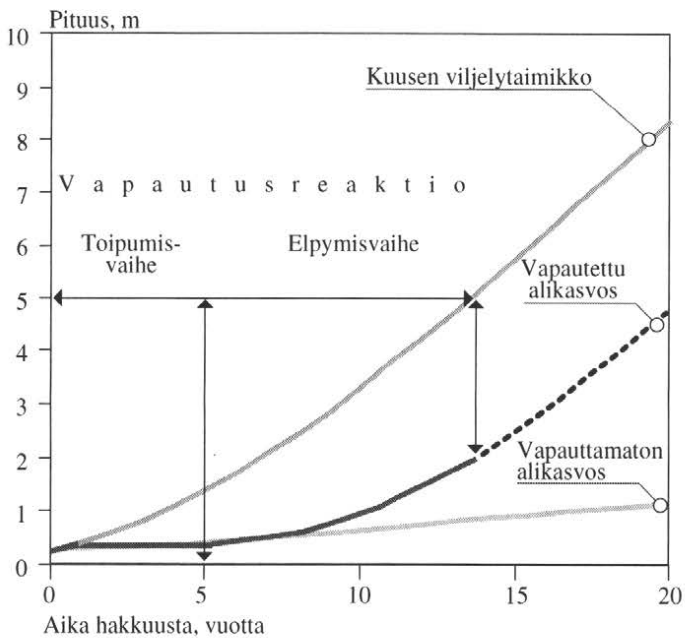
Alikasvospuiden kesken esiintyy usein suurta vaihtelua myös metsikön sisällä: kahdesta kitukasvuisesta yksilöstä toinen toipuu nopeammin kuin toinen. Viljavalla kasvupaikalla koivun alla kasvaneet kuuset ovat monesti niin hyväkuntoisia, ettei vapauttaminen merkitse oleellisia muutoksia niiden kasvurytmiin.^{8,51,52,79,82,83}

Vapautusreaktioon kuuluvan toipumisvaiheen jälkeinen seuraava jakso voidaan nimetä elpymisvaiheeksi. Se kestää siihen saakka kunnes alikasvospuu kasvaa pituutta yhtä nopeasti kuin samankokoinen, aina vapaana kasvanut puu vastaavalla kasvupaikalla.^{37,84,85} Suuri latvussuhde (latvuksen pituuden osuus puun koko pituudesta) merkitsee kookasta ja usein hyväkuntoista latvusta, jonka avulla puu toipuu nopeammin kuin pienilatuksinen puu. Nopea kasvu ennen vapauttamista ennustaa myös nopeaa kasvua vapauttamisen jälkeen. Pienten puiden toipuminen kestää keskimääräistä kauemmin. Muita alikasvoksen hengissä pysymistä ja nopeaa toipumista ennustavia tunnuksia ovat nuori ikä, kasvun nopeutuva trendi ennen vapauttamista sekä hyvä terveys.^{11,75,76,77,78,79,80,81}

Vapautettujen puiden paksuuskasvu voi olla aluksi nopeampaa kuin saman mittaisten vapaana kasvaneiden puiden, koska paksuuskasvu reagoi vapauttamiseen nopeammin kuin pituuskasvu.^{8,51,86,87} On löydetty viitteitä siitä, että vapautetut alikasvospuut jäisivät lopulta pysyvästi ohuemmiksi kuin yhtä pitkät vapaana kasvaneet puut.³⁷ Vertailussa on kuitenkin otettava huomioon myös alikasvospuun poikkeava runkomuoto. Alikasvospuun paksuuskasvu on suurin latvuksen alueella ja sen alarajan lähellä. Vapauttamisen jälkeen paksuuskasvu nopeutuu erityisesti rungon alemmissa osissa sitä mukaa kun sinne alkaa riittää yhteyttämistuotteita.

Iän vaikutuksesta alikasvospuiden elpymiskykyyn on vaihtelevia käsityksiä. Joidenkin selvitysten mukaan iällä ei ole merkitystä, vaan tärkeämpiä ovat puun koko ja kunto. Miksi saman kokoinen vanhempi puu kuitenkin näyttää reagoivan hitaammin kuin nuorempi? Syy voi olla siinä, että samankokoisista puista vanhempi on kasvanut kovemman kilpailun alaisena pitempään ja hitaammin, mistä syystä sen kunto ja elpymiskyky ovat heikentyneet.

Ilmiön ei siis tarvitse olla seurausta puun iästä, vaikka korkeaan ikään yleensä liittyykin elpymiskykyä heikentäviä rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia. Kohtuullisten ikäerojen merkitys toipumiskyvyn ja kasvureaktion ennustajana on käytännössä pieni verrattuna puun kuntoon ja vapauttamista edeltäneeseen pituuskasvuun.^{8,37,88,89}



Malli alikasvoksen vapautusreaktion vaiheista. Vapautushetkellä samankokoisen istutustaimikon ikä on 5 vuotta. Toipumisvaihe kestää tässä esimerkissä viisi vuotta ja elpymisvaihe yhdeksän vuotta. Vapautusreaktion aikajänne on kaikkiaan 14 vuotta, minkä jälkeen alikasvospuut kehittyvät samassa kasvurytmissä istutuskuusten kanssa.

Kuusialikasvokset

Alikasvoskuusten kasvunopeus riippuu niiden kasvusta ennen vapauttamista. Mitä nopeammin puut kasvavat ennen vapauttamista, sitä vähemmän niiden kasvu lisääntyy vapauttamisen jälkeen. Kun puiden pituuskasvu on lähellä niiden luontaisen kasvupotentiaalin edellyttämää tasoa (esimerkiksi 30–40 cm/v) tai kun ne kasvavat ylispuiden välisissä aukoissa, niin vapauttamisreaktio jää suhteellisen vähäiseksi.⁷⁹

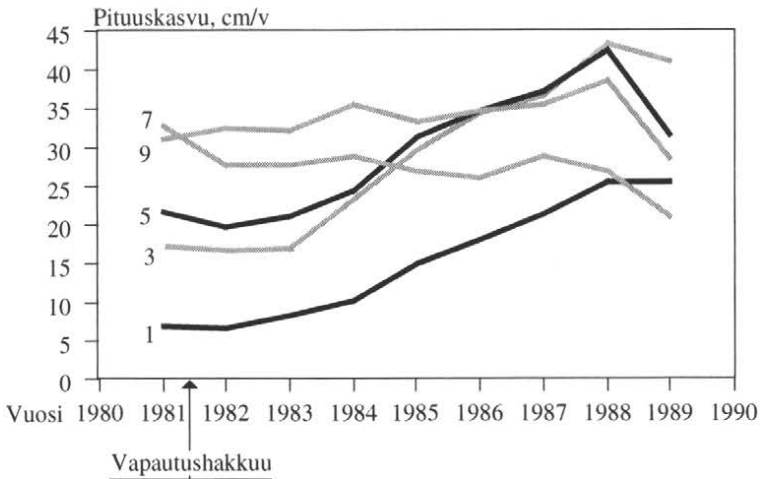
Elpymisreaktio on nopein ja voimakkain puilla, joiden kasvu ennen vapauttamista on ollut keskimääräistä tai sitä vähäisempää, korkeintaan puolet (10–25 cm/v) parhaiten kasvavien puiden kasvusta. Ylispuuston aiheuttama kilpailu on hidastanut alikasvoksen kehittymistä, mutta silti puut ovat säilyneet riittävän hyväkuntoisina ja elpymiskykyisinä. Ennen vapauttamista heikoimmin kasvaneet (esim. 3–5 cm/v) alikasvospuut lisäävät kasvuaan määrällisesti vähiten, joskin suhteellinen kasvureaktio voi kuitenkin olla melko voimakas.^{79,81} Ääritapauksissa alikasvos ei reagoi vapauttamiseen juuri lainkaan. Tällöin taimien pituuskehitys on ollut pysähdyksissä jo pitempään, johtuen kauan jatkuneesta kitumisesta valtuuoston alla.

Kuusialikasvoksen pituuskasvun pitäisi ennen vapauttamista olla eräiden suositusten mukaan vähintään 3–10 cm vuodessa hyvän elpymiskyvyn takaamiseksi.⁸⁹ Alikasvoksen kasvun ja kunnan parantamiseksi ylispuustoa olisi hyvä myös väljentää ennen varsinaista vapautushakkuuta. Harvennetussa metsikössä alikasvoskuusten neulasiston rakenne ehtii sopeutua lisääntyneeseen valoon, jolloin niiden elpymisreaktiosta tulee voimakkaampi verrattuna koko ajan varjossa kasvaneisiin taimiin.



Alistetussa asemassa kuusen pääverson kasvu jää sivuverson kasvu heikommaksi. Tällaisen puun elpyminen vie aikaa useita vuosia.

Alikasvoskuusen koko vaikuttaa elpymiseen samalla tavoin kun sen kasvu. Suurimpien puiden elpymisreaktio jää suhteellisen vähäiseksi vapauttamisen jälkeen. Niiden pituuskasvu on jo ohittanut luontaisen kasvurytmin mukaisen kiihtyvän vaiheen ja siirtynyt vähitellen hidastuvaan vaiheeseen. Keski-kokoisilla kuusilla kasvureaktio on monesti selvempi ja niiden kasvu kiihtyy enemmän – kasvussa näkyy sekä luontaisen kasvurytmin mukainen että vapauttamista seuraava kiihtyminen. Kaikkein pienimmät kuuset toipuvat hitaasti etenkin silloin, kun ylispuusto on ollut täystiheä ja voimakkaasti varjostava.⁷⁹



Kuusen alikasvospuiden pituuskasvu kokoluokittain (1–9 m) vapauttamisen jälkeen. Elpymisreaktio on havaittavissa parhaiten keskikokoisissa ja niitä pienemmissä puissa.⁷⁹

Alikasvoskuusikon pituuskehitystä voidaan verrata viljellen perustetun kuusitaimikon pituuskehitykseen. Eräässä tutkimusaineistossa kuusialikasvokset vapautettiin vanhojen – 90–160 vuotiaiden – ja runsaspuustoisten, elinvoimaisuudeltaan jo heikentyneiden kuusikoiden alta. Kasvupaikat olivat tuoreita ja lehtomaisia kankaita (MT- ja OMT-tyypit). Vapauttamishetkellä alikasvokset olivat vanhahkoja, mutta vielä kohtalaisen elinvoimaisia. Selvitys osoitti, että alikasvostaimien täytyy olla vähintään 1,0–1,5 metrin pituisia pärjätäkseen myöhemmässä pituuskehityksessä viljelykuusikolle. Toipumisjakso kesti vähintään kymmenen vuotta, pienillä taimilla pitempäänkin.⁷⁹ Toisessa tutki-

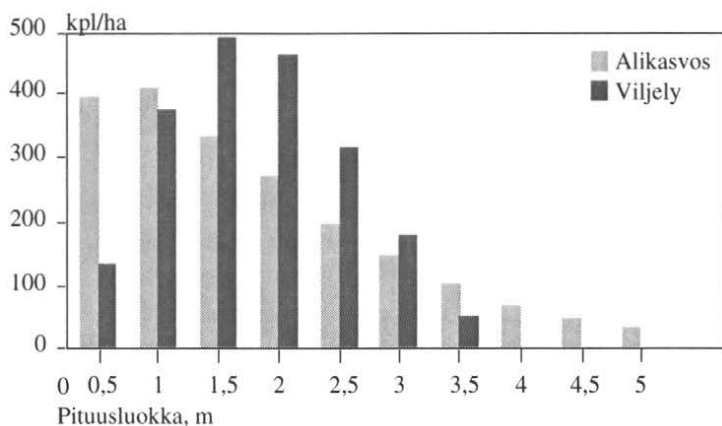
musaineistossa kuusialikasvos toipui nopeammin ja kasvoi jo viiden vuoden kuluttua vapauttamisesta yhtä nopeasti kuin saman kokoiset viljelykuuset vastaavalla kasvupaikalla.⁵²

Esimerkeistä voi päätellä, että nuori ja hyväkuntoinen, vähintään 0,5 m pituinen ylispuuston alta vapautettu kuusen alikasvos voi kasvaa yhtä nopeasti kuin samoihin aikoihin perustettu kuusen viljelytaimikko. Vanhoissa, kauan alikasvosasemassa olleissa taimikoissa kuusten täytyy olla selvästi kookkaampia kyetäkseen jatkossa kehittymään istutuskuusikon valtapuiden nopeudella, koska toipumisaika on huomattavasti pitempi. On kuitenkin huomattava, että kaikki puut eivät kasva hyvin viljelytaimikossakaan. Vanhojenkin alikasvosten kuuset yleensä pärjäävät pituuskehityksessä niille viljelytaimikoiden puille, jotka ovat keskimittaisia tai sitä pienempiä.

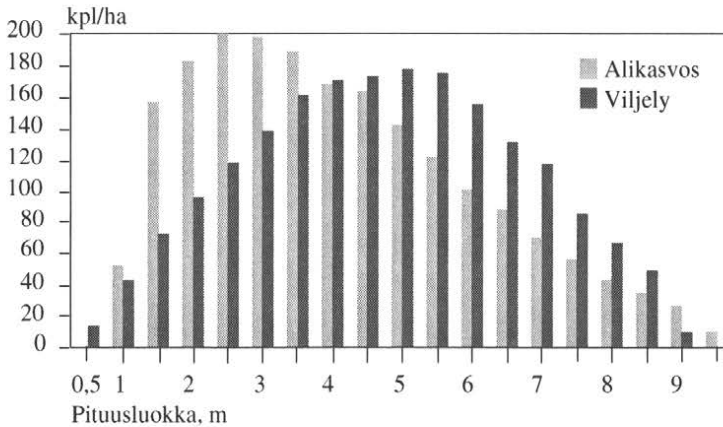
Koivuylispuuston alla kasvaneet kuuset elpyvät ja lisäävät pituuskasvuun selvästi nopeammin kuin kuusen alta vapautetut. Tutkituissa tapauksissa toipumis- ja elpymisvaihe on kestänyt 4–7 vuotta.⁵¹ Koivuylispuuston kuusitaimikkoon kohdistama kilpailuvaikutus on pienempi kuin yhtä runsaspuustoisen kuusikon. Syynä on pidettävä puulajien eroja mm. juuristojen syvyysjakaumassa ja varjostusominaisuuksissa.

Kuuset saattavat vapautusreaktion jälkeen kasvaa jopa nopeammin kuin ikänsä vapaassa tilassa olleet. Koivuylispuuston alta vapautetut kuuset kasvoivat eräässä metsikössä nopeammin kuin koko ajan vapaana kasvaneet kuuset. Niiden valtapituuden kuuset saavuttivat 15 vuoden kuluessa, vaikka lähtötilanteessa olivat olleet kaksi metriä koivua lyhyempiä.⁸⁴

85



Malli alikasvoskuusikon pituusjakaumasta vapauttamishetkellä verrattuna yhtä tiheään ja kookkaan (keskipituus 1,8 m) viljelykuusikon pituusjakaumaan. Taimikoiden tiheys 2 000 kpl/ha. Alikasvoksen valtipituus on 1,3 metriä suurempi kuin viljelytaimikon. Kasvupaikka vastaa mustikkatyyppin kangasmaata. Alikasvoksen päältä poistetun ylispuuston pohjapinta-ala oli 26 m²/ha. Alikasvoksen pituusjakauma on vapautushetkellä viljelytaimien pituusjakaumaa huomattavasti vinompi ja hajonnoltaan suurempi.^{79,92}



Malli alikasvoskuusikon ja viljelykuusikon pituusjakaumista 10 vuoden kuluttua alikasvoksen vapauttamisesta. Viljelytaimikko on kasvanut nopeammin ja on saavuttamassa alikasvoksen valtapituutta. Alikasvoksen pituusjakauman vinous säilyy voimakkaana ja taimien väliset pituuserot edelleen kasvavat. Viljelytaimienkin pituusjakauma laajenee puiden välisten kasvuerojen ja keskinäisen kilpailun seurauksena.

Yksittäisten puiden kasvun lisäksi metsikön kehitykseen vaikuttaa puiden kokovaihtelu, joka on alikasvostaimikossa tunnetusti suurta. Syy siihen on selvä: taimia on syntynyt eri aikoina ja ne ovat kasvaneet eri nopeuksilla ylispuuston kilpailun säätelemänä.

Kuusen alikasvoksen pituusjakauma on lähtötilanteessa huomattavasti vinompi ja vaihtelu suurempi kuin viljelytaimikon. Aikaa myöten myös viljelytaimikon kokojakauma suurenee mm. kasvupaikan mikrovaihtelun ja puiden välisen kilpailun takia. Alikasvoksen pituusjakauman vinous säilyy ja jopa lisääntyy siten, että pituuserot suurenevat vuosien mittaan. Hyväkuntoiset, kookkaat ja nopeakasvuiset puut lisäävät vuosien mittaan etumatkaansa huonompikuntoisiin ja pienempiin naapureihinsa nähden. Kilpailun koveneminen metsikön tihentyessä alkaa vähitellen heikentää pienempien puiden kasvua.^{8,52,79,92}

Tiedot turvemaille syntyneiden kuusialikasvosten kehityksestä ovat niukkoja. Kun 1–5 metrin mittainen kuusen viljelytaimikko vapautettiin järeän hieskoivuylispuuston alta ohutturpeisella puolukka-mustikkaturvekangasta vastaavalla kasvupaikalla, niin alikasvoskuuset saavuttivat vapaassa tilassa kasvavien vertailukuusien kasvunopeuden 5–10 vuoden kuluessa.⁵³ Pituuskasvun parantuminen oli suhteellisesti voimakkainta niillä puilla, jotka ennen vapautusta kasvoivat hitaimmin. Määrällisesti eniten taas reagoivat alkuaan keskinkertaisesti tai hyvin kasvaneet kuuset. Eräässä toisessa koivuverhoppuuston alle istutetussa ojitusalueen kuusitaimikossa puiden pituuskasvun voimakas lisääntyminen ajoittui kolmanteen vapautuksen jälkeiseen kasvukauteen.⁹⁰

Ylispuuhakkuun jälkeen alikasvospuiden ravinteiden saatavuus kasvaa tuntuvasti. On havaittu, että vapauttamishetkellä tehdyllä lannoituksella ei juuri voida parantaa elpymisreaktiota – aina-

kaan tilanteissa, joissa alikasvos jo ennen vapautusta on kasvanut kohtalaisen hyvin. Lannoitus on kuitenkin perusteltu toimenpide esim. soiden kaliumpuutosalueilla ravinne-epätasapainon kärjistymisen ennaltaehkäisemiseksi.

Ravinnelisäys puuston kasvun parantamiseksi saattaa olla järkevä vaihtoehto myös silloin, kun täystiheä kuusentaimikko on ehtinyt varttua männikön alla lähes pinotavarakokoon, vaikka kyseessä olisi kuuselle liian karu kasvupaikka (esim. puolukka- tai kanervatyypin kangas). Typpilannoituksen avulla kuusikko tällöin joudutetaan kaupallisiin mittoihin ja poistetaan lannoitusvaikutuksen päätyttyä.^{25,53,91}

Mänty- ja koivualikasvokset

Myös männyn toipumisjakson pituus määräytyy alikasvospuiden elinvoimaisuuden mukaan. Tuoreen kankaan (MT) männikön alikasvostaimet kasvavat elpymisjakson jälkeen yhtä nopeasti kuin kuivahkon kankaan (VT) istutusmännyn.^{79,93} Vapauttamishetkellä yli 0,5 metrin pituiset hyväkuntoiset männyt pärjäävät istutusmänniköiden valtataimille.

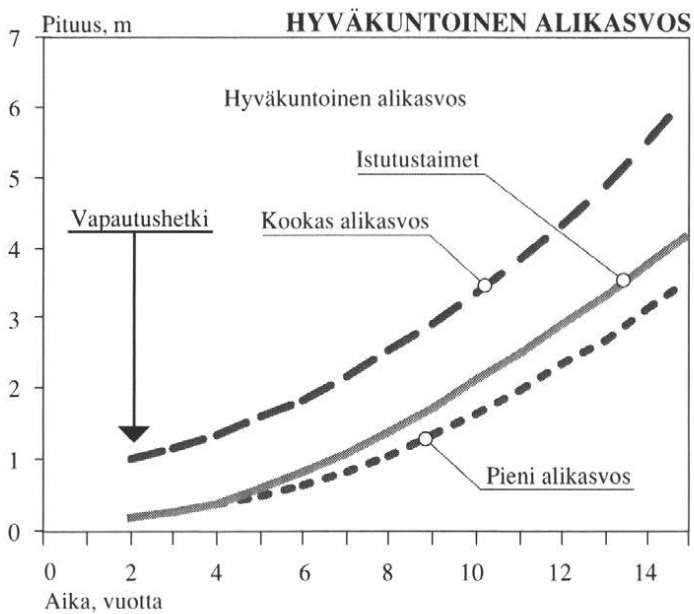
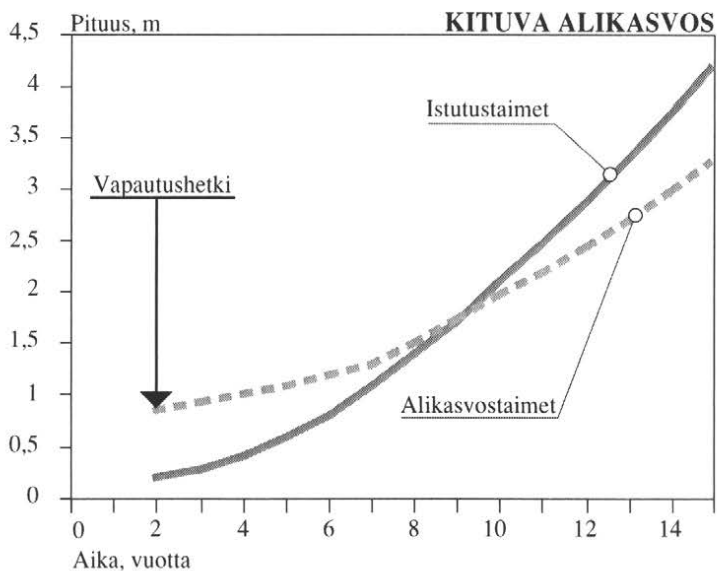
Toipumis- ja elpymisjakso on tällöin yleensä lyhyt, ja suurtenkin mäntyjen pituuskasvu vakiintuu 4–5 vuoden kuluessa. Kitukasvuiset ja huonokuntoiset mäntyalikasvokset reagoivat selvästi hitaammin: toipumis- ja elpymisjakso saattaa venyä kymmenen vuoden mittaiseksi.⁸

Pienet männyntaimet elpyvät yleensä hitaammin kuin suuret, koska ovat yleensä huonokuntoisia ja lisäksi kärsivät suurempien taimien jatkuvasti voimistuvasta kilpailusta. Soiden ojitusalueilla tavataan yleisesti männyn luontaista taimiainesta. Tyypillisiä ovat hieskoivikon tai harvahkon männikön alle oji-

tuksen jälkeisinä vuosina nousseet mäntyalikasvokset. Tällaisia pituudeltaan 0,5–3 metrin alikasvoksia ei liene käytännössä juuri hyödynnetty eikä niiden kasvukykyä tunneta. Vakiintuneiden mäntyalikasvosten hyödyntämistä voisi kuitenkin harvita joissain tapauksissa – onhan esimerkiksi rämemetsistä runsaasti myönteisiä kokemuksia ns. vaihtuvan taimiaineksen vapauttamisesta.

Koivualikasvosten esiintyminen rajoittuu yleensä metsikön aukkopaikkoihin, rantametsiin, kuvioiden reunavyöhykkeisiin ja metsäojastojen varsiin. Harvapuustoihin hakkuilla ja lannoituksilla käsiteltyihin rämemänniköihin hieskoivua saattaa niinikään ilmaantua. Alikasvoskoivikoiden käyttökelpoisuudesta ei juuri ole käytännön kokemuksia. Myöskään tutkimus ei ole riittävästi selvittänyt niiden kehitysmahdollisuuksia.

Mäntyalikasvosten pituuskehitys ylispuuston poiston jälkeen verrattuna männyn istutustaimien keskipituuden kehitykseen. Kasvupaikkana kuivahko kangas (VT-tyyppi). Mitä suurempia taimet vapauttamishetkellä ovat, sitä nopeammin ne yleensä parantavat kasvuaan (alakuva). Pienet ja pitkään kituneet taimet (yläkuva) elpyvät hitaasti ja jäävät alkuvaiheessa selvästi jälkeen viljelytaimista.^{8,79,93}





*Vapauttamishakkuusta on kulunut kaksi vuotta. Ylispuuston alla kituneen kuusen kasvu ei ole elpynyt. Viereisessä kuvassa sama metsikkö muutamaa vuotta myöhemmin: kuusen kasvunopeus on moninkertais-
tunut.*



4. YLISPUUHAKKUUT JA TAIMIKKOVARIOT

4.1. Vapauttamisen ajankohta

Kehityskelponen alikasvos vapautetaan ylemmän jakson hakkuulla, ellei tavoitteena ole useamman puujakson samanaikainen kasvattaminen. Ylispuiden hakkuuta ei ole syytä lykätä tarpeettomasti, sillä ne haittaavat taimikon kehitystä jo varhaisessa vaiheessa.⁹⁴ Hallanaroilla uudistamiskohteilla voi olla kuitenkin syytä kasvattaa kuusitaimikko suojaavan verho puuston alla riittävän kookkaaksi. Vapauttamisen myöhäistäminen saattaa olla perusteltua myös Pohjois-Suomessa, jossa kookkaatkin taimet ovat monesti vaarassa tuhoutua ankarissa ilmasto-oloissa. Esimerkiksi suojametsäalueella ylispuut suositellaan poistettavaksi silloin, kun taimikko on kahden metrin pituusvaiheessa.

Ylispuut poistetaan tavallisesti yhdellä kertaa korjuukustannusten säästämiseksi ja vaurioiden vähentämiseksi. Jos kuusen alikasvos on syntynyt tiheän puuston alle, on ylispuuhakkuu kuitenkin syytä tehdä kahdessa vaiheessa, jotta alikasvos eh-

tii riittävästi sopeutua lisääntyvään valoon.⁹⁴ Näin vältetään shokkivaikutusta mahdollisesti seuraavilta vaurioilta ja kasvutappioilta. Ylispuut on järkevää hakata useammassa vaiheessa myös silloin, kun tavoitteena on kasvattaa kahta puujaksoa päällekkäin pidemmän aikaa – esimerkkinä varttunut koivikko kuusitaimikon päällä.

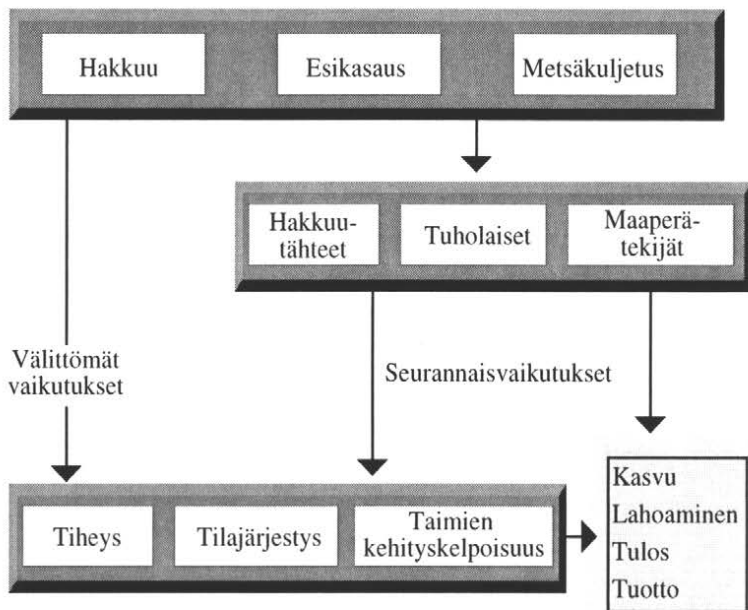
4.2. Vaurioiden syyt ja seuraukset

Ylispuuston hakkuu on samanaikaisesti puunkorjuuta ja metsänhoitoa. Toimenpiteellä on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia taimikon kuntoon, tiheyteen, tilajärjestykseen ja kasvatuskelpoisuuteen. Positiivisia vaikutuksia ovat mm. lisääntynyt kasvutila ja ravinteiden parempi saatavuus, valon lisääntyminen ja juuristokilpailun väheneminen.

Negatiivisesti puolestaan vaikuttavat alikasvostaimien vaurioituminen, taimikkoon syntyvien aukkojen aiheuttama vaa-jaapuustoisuus, maaperävauriot ja tuhoriskien lisääntyminen. Taimikon lisääntyvä ryhmittäisyys, aukkoisuus ja puiden kovuusvaihtelu johtavat muutoksiin puiden laadussa ja kasvussa sekä vaikuttavat pitkällä aikavälillä tuotokseen, tuottoon ja metsikön kasvatuksen kannattavuuteen.

Taimia vaurioituu ylispuuston korjuun eri vaiheissa, niin kaadossa kuin lähikuljetuksessakin. Yleisimmin vaurioiden syinä ovat kaatuvan puun latvus, pienten taimien jääminen hakkuutahteiden alle, ajourien raivaus sekä taimien jääminen ajouralla pyörän tai telan alle.^{90,95,96} Vaurioitumiseen vaikuttavat eniten ylispuuston hakkuukertymä, taimikon tiheys ja ajourien määrä. Mitä suurempi on hakkuukertymä ja mitä tiheämpi on ajouraverkko, sitä enemmän vaurioita syntyy. Mitä tiheämpi on taimikko, sitä enemmän taimia myös vaurioituu. Toisaalta ti-

heässä taimikossa on myös ns. särkymävaraa. Ylispuuston puulajilla ei ole havaittu olevan selvää vaikutusta vaurioiden määrään.^{90, 95,96,97,98,99,100,101}



Ylispuuston korjuun taimikkovaikutuksia kuvaava malli.⁹⁵

Yleisesti luullaan, että suurikokoiset taimet vaurioituvat herkemmin kuin pienet. Useiden tutkimusten mukaan taimikon pituudella ei kuitenkaan ole vaikutusta tuhojen määrään. Oli miten tahansa, ylispuuston tarpeeton seisottaminen lisää taimikon aukkoisuutta ja pituusvaihtelua sekä hidastaa taimikon kehitystä.^{67,95,96,102,103,104}

Muita vaurioiden määrään vaikuttavia tekijöitä ovat hakkuualueen koko ja muoto, lumen syvyys, ilman lämpötila korjuuhetkellä sekä taimikon aukkoisuus. Taimikon koko ja muoto vaikuttanevat vaurioitumiseen välillisesti siten, että pienen ja monipolvisen leimikon korjuun suunnittelu ja erityisesti ajourien suuntaaminen on hankalaa ja saatetaan helposti laiminlyödä. Paksu lumi suojaa matalia taimikoita korjuuvaurioilta. Lumen aikana myös ajourasto jää yleensä harvemmaksi kuin sulan maan aikana. Pakkanen tekee havupuiden taimet erityisen aroiksi vaurioitumiselle.^{95,96,102,103,105,106}

Leimikoiden korjuujälkien välisistä eroista päätellen ylispuuhakkuuseen ei aina osata suhtautua yhtä vakavasti kuin harvennushakkuuseen.^{95,96} Joissakin tapauksissa hakkuujälki muisuttua enemmänkin avohakkuuta kuin ylispuuhakkuuta. Syinä huonoon korjuujälkeen ovat yleensä tietämättömyys, osamattomuus ja huolimattomuus.

Mäntytaimikoiden ylispuuhakkuussa vaurioprosentti (= eri tavoin vaurioituneiden taimien osuus kokonaistaimimäärästä) on keskimäärin 15–20 prosenttia. Kuusitaimikoissa vaurioprosentti on yleensä korkeampi kuin mäntytaimikoissa ja keskimäärin noin 30 prosenttia.^{95,96,97,104,105,107,108}

Vaurioituneiden taimien määrä vaihtelee käytännössä erittäin paljon. Keski-Suomessa, Pohjois-Savossa ja Kainuussa 1980-luvun puolivälissä tehdyissä ylispuuhakkuissa vaurioituneita

taimia oli mäntytaimikoissa vähimmillään 4 prosenttia ja enimmillään 57 prosenttia. Kuusitaimikoissa luvut vaihtelivat välillä 12–74 prosenttia. Lapin yksityismetsien mänty-ylispuuhakuissa vaihteluväli oli 1990-luvun alussa 4–45 prosenttia. Sekataimikoiden ylispuiden poistotekniikkaa selvittäneissä Metsätehon tutkimuksissa vaurioprocentti on vaihdellut välillä 5–26.^{96,99,101,109}

Korjuuvaurioiden vaikutusta alikasvospuiden kasvuun ja lahoisuuteen ei ole paljon tutkittu, mutta harvennusmetsien osalta asiasta tiedetään enemmän. Korjuukoneen raiteiden aiheuttamat vauriot saattavat alentaa harvennusmetsän puiden kasvua 3–4 metrin etäisyydelle ajouran reunasta. Koneellisesti peratussa taimikossa maan tiivistymisen on todettu vähentävän lähellä olevien taimien kasvua alkuvuosina n. 25 prosenttia. Kasvun alentuminen on kuitenkin ohimenevä ilmiö mikäli puut eivät saa lahovikoja. Taimikossa koneen kulkemisesta syntyvien raiteiden aiheuttama kasvutappio jäänee pieneksi lukuunottamatta syviä ja veden täyttämiä raiteita, jotka voivat estää reunapuiden juurten kasvun raiteiden väliselle alueelle.^{110,111}

Alikasvoksen vapauttamisessa syntyneet juurivauriot saattavat olla suurempi riski, koska taimikkovaiheessa alkunsa saaneilla lahovioilla on runsaasti aikaa levitä runkoon. Juurikäävän (*Heterobasidion annosum*) on todettu leviävän nopeasti sen jälkeen, kun kuuseen alkaa syntyä sydänpuuta. Pesiädyttyään kuusikkoon tyvilaho voi aiheuttaa vakavan uhan puuston myöhemmälle kehitykselle. Juurikäävän vaivaamien vanhojen kuusikoiden aukkoihin syntyneissä taimiryhmissä esiintyy sydänlahoa jo aivan pienissäkin taimissa.^{112,113,140,141}



Alikasvostaimikko jää usein ryhmittäiseksi vapauttamishakkuun jälkeen. Ylispuumännikkö korjattiin tällä kuivahkolla kankaalla metsurityönä. Mäntyalikasvoksen keski-ikä on 23 vuotta ja tiheys lähes 12 000 kpl/ha. Korjuussa taimia vaurioitui 16 prosenttia.

Eräiden havaintojen perusteella nuoret alikasvoskuuset ovat vain harvoin juurikäävän tartuttamia. Tulokset lahoriskistä ovat kuitenkin ristiriitaisia eikä riskin suuruutta ja aiheuttajia ole vielä tutkittu tarpeeksi. Joka tapauksessa kuusiyliapuuston lahoriskisuus on niin suuri riski, että se on syytä ottaa huomioon harkittaessa alikasvoksen hyödyntämistä. Mänty- tai koi-vuyliapuuston alle syntyneillä kuusialikasvoksilla – jotka ovat yleisempiä kuin kuusen alle syntyneet – vastaavaa juurikää-päriskää ei onneksi ole.^{9,114,142,143,144,145}

Juurenniskalle tai runkoon syntyvät vauriot ovat vapautetuille puille useimmiten niin vakavia, että puut tuhoutuvat tai ne poistetaan seuraavan harvennuksen yhteydessä. Lievät oksavauriot, latvakatkot ja monilatuaisuus yleensä korjaantuvat 5–10 vuoden aikana niin männyllä kuin kuusella. Vaurioista aiheutuu kuitenkin pituuskasvun taantuman ohella mm. runkomutkia. Lahon on todettu leviävän varttuneisiin kuusiin niissä tapauksissa, joissa katkenneen latvan läpimitta on ollut yli 5 cm. Katkeilleet taimet tuskin kuitenkaan aiheuttavat uhkaa lahottajasiementen pesiytymiselle metsikköön, koska tällaista riskiä ei ole havaittu taimikoiden harvennuksissakaan.^{53,103}

4.3. Korjuuvaurioiden vähentäminen

Korjuuvaurioiden välttämiseksi leimikon suunnitteluun ja töiden toteuttamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ajourien suunnittelu ja suuntaaminen ovat avainasemassa. Ajourien määrä olisi pyrittävä minimoimaan. Alle metrin korkeissa taimikoissa systemaattiset ajourat lienevät vaurioiden välttämisen kannalta usein paras vaihtoehto. Pienet taimet jäävät vahingoittumattomina raiteiden väliin ja vain pyörien alle jäävät tuhoutuvat.

Taimia voidaan myös väistää niin, että ne eivät jää pyörien tai telojen alle. Varttuneessa ja täystiheässä taimikossa ajourat on syytä suunnata systemaattisesti samaan tapaan kuin harvennushakkuussa. Mitä kookkaampia taimet ovat, sitä enemmän ylispuuston korjuu muistuttaa harvennushakkuuta.^{95,106}

Alikasvostaimikot ovat yleensä aukkoisia. Ajourien suuntaaminen aukkoja pitkin pääkuljetussuuntaa noudattaen vähentää ajourien haittoja ehkäisemällä lisääukkojen syntymistä. Aukkoja voidaan käyttää hyväksi myös hakkuuvaiheessa suuntaamalla kaadettavien puiden latvat niihin, jolloin taimivauriot jäävät vähäisiksi eivätkä hakkuutähteet jää peittämään taimia. Suunnattua kaatoa on muutenkin käytettävä mahdollisuuksien mukaan hyväksi. Jos ylispuusto on kookasta ja hakkuutähteitä jää taimien päälle runsaasti, kannattaa taimia pelastaa hakkuutähteitä siirtelemällä.^{95,106,109,115}

Työjäljen laatuun on mahdollista vaikuttaa myös korjuun ajankohdan valinnalla. Pienistä taimikoista ylispuusto voidaan korjata joko lumettomana aikana, jolloin taimet ovat näkyvissä ja niitä voidaan väistää, tai sitten paksun lumen aikana, jolloin lumi suojaa taimia sekä hakkuun että metsäkuljetuksen vaikutuksilta. Kovalla pakkasella taimikon vaurioitumisriski on suuri ja hakkuuta tulee tällöin välttää.

Hyvin kantavilla mailla alikasvoksen vapauttaminen on syytä ajoittaa sulan maan kauteen ja heikosti kantavilla mailla talvikauden leutoihin päiviin. Kesäkorjuuta tulee välttää heikosti kantavilla kivennäismailla ja soilla. Sulan maan aikaista korjuuta puoltaa kylläkin se, että uutta taimiainesta syntyy helposti korjuukoneen kulku-uraan. Lahovikojen välttämiseksi kuusiylispuuston korjuu pitäisi ajoittaa talvikauteen. Lahottajasienten leviämistä tuoreisiin kantoihin voidaan sulan aikana ehkäistä biologisilla torjunta-aineilla tai urealla.^{102, 103, 106, 116}

Oikean korjuumenetelmän valinta on tärkeää. Pitkälle ulottuvan kuormaimen käyttö puutavaran kuljetuksessa mahdollistaa harvan ajouravälin ja vähentää vaurioita. Huolellisuus leimikon suunnittelussa ja korjuutyössä on yhtä tärkeää ylispuuhakkuussa kuin harvennushakkuussakin. Sekä miestyöhön että hakkuukoneisiin perustuvilla menetelmillä ylispuut voidaan korjata suhteellisen vähäisin vaurioin suuremman hakkuupoistuman ollessa kysymyksessä.^{106,109}

4.4. Epätasainen taimikko – kelvotonko?

Taimikon aukkoisuus lisääntyy ylispuuhakkuun seurauksena ja on suurempi kuusi- kuin mäntytaimikossa. Aukkoja muodostuu ajourista sekä isojen puiden kaadosta ja siirtelystä. Lapsissa 1990-luvun alussa tehdyn selvityksen mukaan ajourien vaatima pinta-ala vaihteli männyn ylispuuhakkuissa välillä 880–5 100 m²/ha.^{95,96,98,108}

Taimikon kasvatuskelpoisuus määräytyy tiheyden ja tilajärjestyksen perusteella. Ylispuuiden poistossa se yleensä alenee korjuuvaurioiden ja aukkoisuuden takia.^{95,96,100} Lapin yksityismetsien männyn ylispuuhakkuualoista todettiin 1990-luvun alussa olevan ennen korjuuta hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa 81 prosenttia, mutta korjuun jälkeen vain 58 prosenttia. Yhtään taimikkoa ei kuitenkaan luokiteltu kasvatuskelvottomaksi.⁹⁵

Eräiden havaintojen mukaan korjuu pienentää mäntytaimikoiden keskipituutta. Useimmissa selvityksissä näin ei kuitenkaan ole käynyt. Esimerkiksi ylispuukoivikon korjuussa tuhoutuneet ja vaurioituneet kuusentaimet ovat monesti pienempiä kuin vaurioitumattomat taimet. Tämä merkitsee siis pikemminkin taimikon keskipituuden kasvua.^{90, 95, 96, 103, 104}

Alikasvoksena kehittynyt taimikko on jo lähtötilanteessa useimmiten epätasainen. Pituusvaihtelu on vapaana kasvanutta taimikkoa suurempi ja aukkoisuus yleisempää. Ylispuuston korjuu lisää aukkoisuutta. Onnistuneessakin puunkorjuussa alikasvos menetetään koneen raiteilta ja niiden välittömästä läheisyydestä, usein myös raiteiden välistä. Hakkuun jälkeen saattaa ajourille ja rikkoontuneisiin maastokohtiin tosin syntyä uusia taimia, mutta niiden menestyminen on epävarmaa. Viljavilla mailla koivu on helppo ja toivottu taimikon täydentäjä, koska se saattaa hyvinkin ehtiä tasavertaisena mukaan havupuiden kehitysrytmiin.^{79,90,95,96,98}

Jääkö pituudeltaan epätasaisen, ajourien halkoman ja aukkoisen alikasvotaimikon myöhempi kasvu ja tuotos heikommaksi kuin viljellen perustetun ja tilajärjestykseltään tasaisemman taimikon kasvu? Aukkoisuus tai ryhmittäisyys eivät välttämättä alenna puuston kasvua. Kun ryhmittäisyys on erittäin voimakasta tai ajourat leveitä, niin männyn kasvun on todettu vähentyvän laskennallisesti 10–20 prosenttia. Aukkoisuus näyttäisi alentavan puuston tuotosta enemmän nuorena kuin vartuneessa puustossa. Puiden ryhmittäisyys taas vähentäisi kasvua vasta metsikön myöhemmällä iällä.¹¹⁷

Kuusen ja koivun ryhmittäisyyden on todettu aiheuttavan samaa luokkaa olevia kasvutappioita kuin mitä männylle on esitetty. Aukkoisuudesta kuusen on havaittu kärsivän hiukan vähemmän kuin männyn. Eräissä koetilanteissa männyn kasvutappio oli kuivahkon kankaan VT-männiköissä 7 prosenttia ja kuivan kankaan CT-männiköissä 10 prosenttia harvennuksen jälkeisellä kymmenvuotiskaudella. Ajourien leveys oli neljä metriä ja ne sijaitsivat 25 metrin välein. Kasvupaikaltaan parempien MT- ja OMT-kuusikoiden kasvu on vastaavissa olosuhteissa vähentynyt keskimäärin 6 prosenttia.^{115,118,119,120}

Aukkoisuuden aiheuttamat puuston kasvutappiot jäänevät yleensä ohimeneviksi. On huomattava, että aukkojen reunapuut voivat parantaa kasvuaan hyödyntämällä aukkojen ja ajouran reuna-alueiden kasvutilaa.^{110,115,120} Alikasvoksen vapauttamishakkuissa tilanne kuitenkin poikkeaa selvästi edellä kuvatuista tilanteista. Alkuvaiheessa aukkoisuus alentaa puiden kasvua, koska niiden juuristot eivät välittömästi ulotu käyttämään laajentunutta tilaa hyväkseen. Muutaman vuoden sopeutumisvaiheen jälkeen kuusentaimien keskipituuden kasvun oletetaan yltävän samalle tasolle kuin mitä koko ajan vapaana kasvaneen taimikon kasvu on. Joissakin tutkimuksissa kasvuerojen on tosin havaittu jääneen pysyviksi vapautetun taimikon tappioksi. Käyttöpuun mitat saavuttavia puita saadaan alikasvoksina syntyneistä metsiköistä vähemmän kuin tasakokoisesta puustosta. Myös puutavaran kokojakaumasta tulee tavallista epätasaisempi.^{51,79,117,121,122}

Puuston aukkoisuus ja erikokoisrakenne luovat alikasvoksesta syntyneeseen metsään tavanomaisesta yksijaksoisesta metsiköstä poikkeavan metsikköilmaston, joka ainakin epäsuorasti vaikuttaa puiden kehitykseen. Metsikön ja maan lämpötila pysyy aukkojen ansiosta korkeampana kuin tasaisessa kuusikos-
sa. Puuston kokonaistuotoksen kannalta suurista pituuseroista voi olla myös hyötyä, koska eripituiset puut pystyvät käyttämään tehokkaasti hyväkseen aukkoisen metsän valaistusta.^{123,124,125} Ylispuiden korjuun aiheuttamat kasvutappiot pienevät entisestään, jos ajourille syntyy hakkuun jälkeen uutta puustoa. Taimettumattomia ajouria taas voidaan aikanaan käyttää uuden puusukupolven korjuu-urina.

5. ALIKASVOSTEN HYÖDYNTÄMISEN TALOUS

5.1. Vaihtoehtojen valinkauhassa

Metsänomistajan on tehtävä metsikön kiertoajan kuluessa monia valintoja erilaisten puunkasvatusvaihtoehtojen välillä. Tyypillinen päätöksentekotilanne on uudistamismenetelmän valinta. Päätöksentekoon vaikuttavat sekä taloudelliset että muut tekijät, esim. metsälaki. Joskus myös henkilökohtaiset syyt, kuten perintömetsään liittyvät tunnesiteet tai maisema- ja virkistysarvot, määräävät metsänkäsittelevän riippumatta omistajan taloudellisista arvoista. Yleensä metsänomistaja kuitenkin pyrkii saamaan yksittäisestä metsiköstä ja koko metsälöystä mahdollisimman hyvän taloudellisen tuloksen.

Uudistamisvaihtoehtojen kannattavuusvertailuissa on otettava huomioon kunkin menetelmän biologiset edellytykset, kasvu-, tuotos- ja tuotto-odotukset, eri vaihtoehtojen aikahorisontti sekä vaihtoehtojen vaatimat kustannukset. Laskelmiin vaikuttavat lisäksi hankkeen rahoitukseen saatavat tuet ja lainat sekä päätöksentekijän käyttämä laskentakorkokanta. Vaihtoehtoja

verrataan joko nykyarvomenetelmällä tai sisäisen korkokannan menetelmällä.¹²⁶

Puunkasvatusinvestointien vaikutusaika on yleensä erittäin pitkä. Lähes kaikki kustannukset sijoittuvat päätöksentekohetkeen ja sitä seuraaviin vuosiin, mutta investoinnista saadaan tuloa vasta vuosikymmenten kuluttua. Kustannusten selvittäminen on yleensä helppoa. Tulojen arviointi taas perustuu puun kasvu- ja kantohintaennusteisiin, joihin liittyy aina epävarmuutta.¹²⁷

Laskentakorkokannan avulla määritetään ns. diskonttaustekijä, jolla eriaikaiset kustannukset ja tuotot muunnetaan nykyarvoiksi laskentakauden alkuun eli päätöksentekohetkeen. Nettotuottojen nykyarvo lasketaan tietyllä laskentakorkokannalla, joka on puunkasvatuksen investointilaskelmissa yleensä 3, 4 tai 5 prosenttia. Mitä suurempaa laskentakorkokantaa laskelmissa käytetään sitä pienempi vaikutus etäällä nykyhetkestä olevilla tapahtumilla on nykyarvoon. Investointiin liittyvät epävarmuustekijät ja riskit (esim. pitkä aikajänne) tukevat korkeamman laskentakorkokannan käyttöä. Verrattavista vaihtoehdoista kannattavin on se, jonka nykyarvo on suurin.

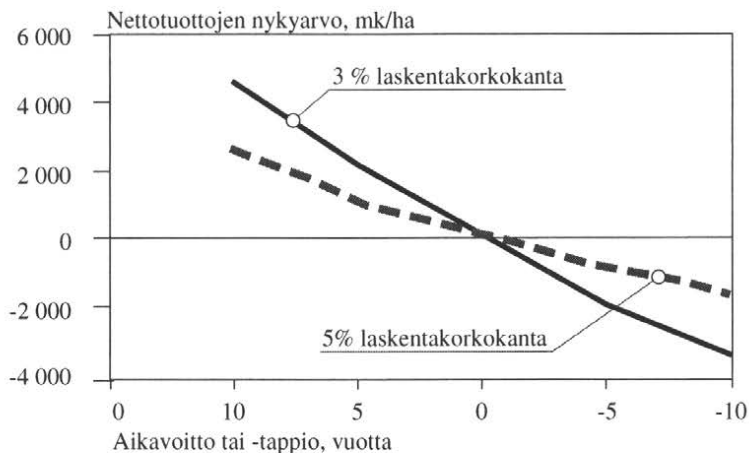
Sisäisen korkokannan menetelmässä määritetään se korkokanta, jolla kustannusten ja tuottojen nykyarvot ovat tarkaste-lujaksolla yhtä suuret. Investointihanke on kannattava, mikäli laskettu sisäinen korko ylittää hankkeelle tuottovaatimukseksi asetetun reaalisen tuottoprosentin. Parhaan taloudellisen tuloksen antaa se vaihtoehto, jonka sisäinen korko on suurin.

5.2. Aikavoiton ja elpymisviiveen merkitys

Alikasvosuudistamisen etu muihin uudistamisvaihtoehtoihin verrattuna perustuu lähinnä kahteen tekijään. Ensimmäinen alikasvoksen hyödyntämisessä saavutetaan toipumis- ja elpymisvaiheesta huolimatta yleensä aikavoittoa muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Alikasvos on kasvanut lyhyemmän tai pitemmän ajan valtapuuston alla ja on lähtötilanteessa monesti kookkaampaa kuin istutustaimikko. Kun ylispuusto poistetaan, taimikko on jo valmiina toisin kuin viljelyvaihtoehdossa. Toisaalta alikasvoksen hyödyntäminen voi joissakin tilanteissa merkitä myös aikatappiota muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Esimerkiksi lyhyt ja kitukasvuinen alikasvos voi alkuvaiheessa jäädä jälkeen istutustaimien kasvusta ja kehityksestä.

Aikavoiton tai -tappion vaikutusta voidaan tarkastella nettotuottojen nykyarvojen avulla joko aikaistamalla tai viivästä-mällä harvennus- ja päätehakkuutuloja taimikon kehitysvaiheen ja arvioidun elpymisvauhdin perusteella. Jos kuusen alikasvostaimet ovat lehtomaisella kankaalla yli 1,5 metrin tai tuoreella kankaalla yli yhden metrin pituisia, niiden katsotaan pituuskehityksessä voittavan viljelykuusikoiden valtataimet.⁷⁹

Mainittuja kokoluokkia pidemmät alikasvokset merkitsevät siten aikavoittoa ja lyhyemmät vastaavasti aikatappiota, jonka merkitystä voidaan arvioida edellä esitetyn nykyarvovertailun pohjalta. Mikäli elpymisviiveestä aiheutuvan aikatappion nykyarvo on pienempi kuin viljelyvaihtoehdon kustannukset, niin tällöin alikasvoksen hyödyntäminen on periaatteessa kannattavampaa kuin viljely. Aikavoitto vastaavasti lisää hyötyä alikasvoksen eduksi. On siis muistettava, että alikasvosten kasvattaminen voi olla hyvin kannattavaa siitä huolimatta, että niiden käyttö aiheuttaa jonkin verran aikatappioita.



Alikasvoksen hyödyntämisestä aiheutuvan aikavoiton tai -tappion vaikutus nettotuottojen nykyarvoon lehtomaisen kankaan OMT-kuusikossa. Puuston kasvatustamalli edellyttää kahta harvennushakkuuta ja 70 vuoden kiertoaikaa. Laskelmat on ulotettu yhdelle kiertoajalle ja alikasvoskuusikon kasvun ja kehityksen oletetaan pitkällä aikavälillä vastaavan viljelykuusikon kehitystä. Käytettäessä 3 prosentin korkokantaa hakkuutulosten aikaistuminen viidellä vuodella suurentaa nettotuottojen nykyarvoa yli 2 000 mk/ha. Kymmenen vuoden aikavoittoa vastaava nykyarvon lisäys on jo yli 4 000 mk/ha. 5 prosentin laskentakorkokannalla vaikutus jää selvästi pienemmäksi. Vastaavasti aikaviiveistä aiheutuu 3 prosentin korkokannalla laskettuna 2 000–3 500 markan vähennykset nykyarvoihin.

Toinen etu alikasvoksia käytettäessä on se, että yleensä selvittää ilman varsinaisia uudistamiskustannuksia eli saavutetaan kustannussäästöjä. Luontainen uudistaminen ja metsänviljely edellyttävät useita toimenpiteitä, kuten uudistusalan raivausta, maanmuokkausta sekä kylvöä tai istutusta. Alikasvosuudistamisessa näitä ei tarvita. Tosin ylispuiden korjuusta aiheutuu lisäkustannuksia, kun taimia joudutaan varomaan. Alikasvostaimikkoa voidaan myös joutua täydentämään viljelemällä.

Alikasvoksen säästäminen lisää kustannuksia sekä hakkuussa että lähikuljetuksessa. Kustannuksia syntyy useimmiten sekä koneellisessa hakkuussa että metsurihakkuussa. Vuonna 1996 koneellisen korjuukustannukset olivat uudistushakkuissa keskimäärin 40 mk/m^3 ja metsurityövoimalla vastaavasti 60 mk/m^3 .

Tutkimukset eivät suoraan kerro kuinka paljon lisäkustannuksia ylispuiden korjuu aiheuttaa varsinaiseen avohakkuuseen verrattuna. Jos lisäkustannus on esimerkiksi 10 mk/m^3 ja uudistusalan hakkuupoistuma $150 \text{ m}^3/\text{ha}$, niin lisäkustannusten suuruus kohoaa $1\,500 \text{ mk/ha}$:aan. Pienillä poistumamäärillä (alle $100 \text{ m}^3/\text{ha}$) korjuusta ei juuri aiheutune lisäkustannuksia.

5.3. Käytännön esimerkki

Koivikon alle syntyneen kuusitaimikon käyttökelpoisuuden arviointi on yleisimpiä käytännön päätöksentekotilanteita alikasvosten hyödyntämisessä. Alikasvos voi syntyä sekä suolla kasvavan hieskoivikon että kivennäismaan hies- tai rauduskoivikon alle. Seuraavassa tarkastellaan teoreettisen esimerkin avulla hieskoivikkoon syntyneen kuusialikasvoksen kasvatuksen kannattavuutta ja verrataan sitä kuusen viljelyvaihtoehtoon. 45-vuotiaan tuoreella kankaalla (MT-tyyppi) kasvavan koivikon tilavuus on päätöksentekohetkellä 145 m³/ha, kuusitaimikon ikä 15 vuotta ja taimikon keskipituus 2 metriä.

Verrattavat vaihtoehdot ovat seuraavat:

1. Alikasvostaimikon tiheys 1 000 kpl/ha. Koivikon harvennus heti, ylispuuhakkuu 10 vuoden kuluttua.
2. Alikasvostaimikon tiheys 2 000 kpl/ha. Koivikon harvennus heti, ylispuuhakkuu 10 vuoden kuluttua.
3. Kuusen paakkutaimien istutus koivikon alle muokkaamattomaan maahan, tiheys 2 000 kpl/ha. Vaihtoehto edellyttää yleensä uudistusalan raivauksen. Koivikon harvennus heti, ylispuuhakkuu 10 vuoden kuluttua.
4. Kuusen paakkutaimien istutus avohakkuu-alalle, tiheys 2 000 kpl/ha. Vaihtoehto edellyttää koivikon avohakkuun, uudistusalan raivauksen ja ojitustämätöksen ennen istutusta.

Vertailtavat vaihtoehdot muodostavat erilaisia puustonkasvatsohjelmia, joiden kasvu- ja poistumasarjat sekä puutavara-lajijakaumat perustuvat tutkimustietouteen metsiköiden kehityksestä.^{51, 92, 128, 129, 130} Kustannukset ja tuotot perustuvat vuoden 1997 aikana Etelä-Suomessa toteutuneisiin keskimääräisiin puunkasvatuksen kustannuksiin ja puun kantohintoihin.

Eri vaihtoehtojen kustannukset ja tuotot on seuraavassa taulukossa (s. 74) sijoitettu aika-akselille mahdollisimman todellisiin ajankohtiin ja todellisen suuruiseksi. Välittömällä tuloilla ja välittömällä kustannuksilla on keskeinen merkitys vaihtoehtojen kannattavuuteen. Mitä kauempana päätöksentekohetkestä odotettavissa olevat tulot ovat, sitä pienempi on niiden vaikutus vaihtoehdon kannattavuuteen.

Alikasvoksen hyödyntäminen on kummallakin kasvatustiheydellä ja laskentakorkokannalla selvästi kannattavampi vaihtoehto kuin kumpikaan viljelyvaihtoehto. Alikasvoksen käytön paremmuus perustuu siihen, että viljely vaatii välittömiä kustannuksia, joita alikasvosuudistamisessa ei synny. Lisäksi alikasvosvaihtoehdossa saavutetaan aikavoittoa viljelyyn verrattuna. Aikavoitto ilmenee harvennus- ja päätehakkuun aikaisutumisenä. Korjuun lisäkustannuksia ei laskelmissa ole otettu huomioon. Jos korjuun lisäkustannukset olisivat esimerkiksi 2 000 mk/ha, niin se ei vielä muuttaisi vaihtoehtojen kannattavuusjärjestystä.

Toimenpide	Ajan-	Vaihtoehdot sekä niiden			
	kohta, v	kustannukset ja tuotot, mk/ha			
	v	1	2	3	4
Koivikon päätehakkuu	0				13 220
Koivikon harvennus	0	4 370	4 370	4 370	
Raivaus	0				-350
Maanmuokkaus	1				-750
Viljely	1			-3 800	
Viljely	2				-3 300
Koivikon ylispuuhakkuu	10	22 550	22 550	22 550	
Taimikonhoito	12	-800	-800	-800	
Taimikonhoito	15				-1 100
Kuusikon harvennus	34		6 130		
Kuusikon harvennus	40				9 130
Kuusikon harvennus	44			6 130	
Kuusikon harvennus	49	8 900			
Kuusikon harvennus	64		14 460		
Kuusikon harvennus	65				16 570
Kuusikon harvennus	74			14 460	
Kuusikon päätehakkuu	79	78 100	68 150		
Kuusikon päätehakkuu	89			68 150	
Kuusikon päätehakkuu	90				78 640

Nettotuottojen nykyarvot	Vaihto- ehto 1.	Vaihto- ehto 2.	Vaihto- ehto 3.	Vaihto- ehto 4.
☒ 3 %:n laskentakorko	30 250	31 500	25 600	19 400
☒ 5 %:n laskentakorko	20 250	21 700	16 200	11 700

Uudistamisvaihtoehtojen kustannukset ja tuotot sekä niiden ajoittuminen ensimmäisellä kiertoajalla (mukana myös edellisen puusukupolven päätehakkuuvaiheet), sekä nettotuottojen nykyarvot kahdella eri laskentakorkokannalla.

Timo Saksa, Mikko Hyppönen ja Sauli Valkonen

6. MITEN SUHTAUTUA ALIKASVOKSIIN

6.1. Hyväksyä vai hylätä

“Käytännöllisessä metsänhoidossa joudutaan täten päivittäin kuusialikasvosten kanssa tekemisiin. Kun kuusialikasvokset laadultaan ja ulkonäöltään vaihtelevat paljon, ei ole suinkaan sanottu, että ne metsänhoidolliselta arvoltaan olisivat samanlaisia. Kuusialikasvosten metsänhoidollinen käsittely ja arvostelu riippuu sängen oleellisesti esim. siitä, minkä puulajin alla ne ovat kasvaneet, miten kauan ja miten vaikeissa olosuhteissa ne ovat kituneet, miten vanhoja ne ovat, mikä on niiden ikä päällysmetsän ikään verrattuna, alikasvoksen omasta tiheydestä, puurodusta, terveydentilasta, kasvupaikasta, jne. Kaikki tällaiset seikat on otettava huomioon, ennen kuin kyetään ratkaisemaan, voidaanko ja minkälaisin toivein uuden metsäpolven muodostuminen jättää alikasvoskuusten varaan, vai onko tämä alikasvos armotta hävitettävä taloudellisesti tuottavamman puulajin eduksi.” (Siren 1951: Alikasvoskuusten biologiaa¹³¹)

Käytännön metsänuudistusaloilla alikasvosten merkitys on huomattava, vaikkei niitä yleensä pyritä tietoisesti käyttämään hyväksi. On arvioitu, että eteläsuomalaisista uudistamistarpeesta olevista metsiköistä noin neljännes voitaisiin uudistaa pelkästään poistamalla ylispuut.¹⁹ Kuusen luontainen uudistaminen on usein selkeästi alikasvosten hyödyntämistä, ovathan taimet syntyneet suurelta osin jo ennen suojuspuuhakkuuta.¹³² Suojuspuuhakkuussa taimille annetaan lisää kasvutilaa ja ylispuuhakkuussa ne vapautetaan kokonaan.

Usein myös kaistalehakuissa puuston alla valmiina olevat luontaiset taimet muodostavat tulevan puusukupolven peruspuuston. Myös eri-ikäisen metsän kasvatuksessa uudistaminen perustuu lähes yksinomaan alikasvoksen hyödyntämiseen.

Muutkin näkökohdat puoltavat alikasvosten hyödyntämistä metsänuudistamisessa. Ensiksi ne ovat syntyneet tai ne on saatu aikaan käytännöllisesti katsoen ilman kustannuksia. Toiseksi alikasvoksia käyttämällä voidaan lyhentää seuraavan puusukupolven kiertoaikaa. Kolmanneksi luonnon monimuotoisuuden sekä ympäristö- ja maisemakysymysten kannalta on yleensä edullista, jos puustoa ei uudistusaloilta kokonaan poisteta. Tämä taas vähentää maankäsittely-, heinätorjunta- ja perkaustarvetta.

Alikasvosta voidaan hyödyntää myös ns. metsänuudistamisen sekastrategioissa viljelyn ja luontaisen uudistamisen täydentäjänä. Vaikka siemenpuu- ja avohakuissa sekä näihin liittyvissä maanmuokkauksissa osa alikasvospuista tuhoutuu, jää uudistusaloille etenkin kuusen taimia täydentämään tulevaa taimikkoa. Kevyesti muokatuilla männyn istutusaloilla jopa yli 60 prosenttia luontaisista kuusen taimista on syntynyt ennen maanmuokkausta.¹³³

Kun alikasvostaimet täydentävät viljelytaimikkoa yleensä satunnaisesti, ei niihin juuri kiinnitetä huomiota uudistamistoimenpiteitä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Nykyisten monimuotoisuuden säilyttämistä korostavien hakkuuohjeiden myötä alikasvoksen osuus uusissa puusukupolvissa tulee todennäköisesti kasvamaan.

Pienten alikasvosryhmien jättäminen uudistusalueelle on perusteltua, vaikka niiden toipuminen jäisikin heikoksi. Viljeltävällä tai luontaisesti uudistettavalla alueella on syytä jättää poistamatta paitsi alikasvosryhmiä myös yksittäisiä puita, keloja, pötkelöitä ja maapuita. Puuryhmät ja säästöpuut pienentävät uudistusalan kokovaikutelmaa, tarjoavat suojaa metsän eläimille ja osaltaan turvaavat luonnon monimuotoisuutta talousmetsissä. Mm. metson soidintutkimuksissa on korostettu heterogeenisten ja monikerroksisten metsiköiden tärkeyttä. Soidinalueella tulisi olla riittävästi niin vanhaa puustoa kuin suojaa tarjoavaa pienpuustoa ja taimitiheikköjäkin.^{134, 135}

6.2. Käyttökelpoisuuden arviointikeinoja

Metsänuudistamisen tavoitteena on saada aikaan sekä puuntuotannon että muiden arvojen kannalta hyvä taimikko pienin kustannuksin ja lyhyessä ajassa.

Puuntuotannollinen arvo riippuu taimikon tiheydestä, kunnosta ja rakenteesta (kokojakauma, tilajärjestys). Niiden kehittymiseen vaikuttavat taimien syntyminen, kuoleminen ja kasvu sekä taimikon käsittely (perkaus ja harvennus).

Yleisesti voidaan sanoa, että alikasvos on kehityskelpoinen, jos se voi muodostaa vapauttamisen jälkeen uuden, kasvupaikalle sopivan puusukupolven.

Kuvitteellinen esimerkki alikasvoksen käyttökelpoisuuden arvioinnista.



Kasvatuskelpoisen alikasvostaimikon tunnistamista voidaan helpottaa seuraavien ”päätöksentekoavainten” avulla, joihin kuuluvat biologiset, tekniset, taloudelliset ja sosioekonomiset tekijät.

Käyttökelpoisuuteen vaikuttavat

- (1) alikasvospuulajin soveltuvuus kasvupaikalle,
- (2) taimikon tiheys, tilajärjestys ja pituusvaihtelu sekä
- (3) taimien elpymiskyky, kunto ja laatu.

Päätöksenteossa tulee lisäksi ottaa huomioon

- (4) ylispuuston poiston aiheuttamat korjuuvauriot,
- (5) hakkuussa säästyneen taimikon jatkokehitys sekä
- (6) alikasvosuudistamisen kannattavuus verrattuna muihin uudistamisketjuihin.

Metsänomistajan (7) muut tavoitteet kuten luonnon monimuotoisuuden suojele ja metsien muut käyttömuodot saattavat vielä vaikuttaa päätöksentekoon. Ratkaisu alikasvoksen hyödyntämisestä on tehtävä ennen uudistushakkuuta.

Alikasvoksen tulee olla kasvupaikalle biologisesti soveliaista puulajia. Tuoreilla kankailla ja sitä viljavammilla mailla sekä näitä vastaavilla soilla kuusi ja koivu ovat biologisesti soveliaimpia. Kuivahkoille kankailla ja sitä karummille kasvupaikoille sekä vastaaville soille sopivat parhaiten mäntyalikas-

vokset. Kuivahkon kankaan männikön alle noussutta kuusikkoa saattaa poikkeustapauksissa olla järkevää kasvattaa kuitupuun mittoihin saakka, varsinkin jos metsikkö lannoitetaan.

Jos alikasvos on kasvupaikalle sopivaa puulajia, on seuraavaksi tarpeen määrittää sen tiheys, tilajärjestys ja pituusvaihtelu. Taimikon tiheyden tulee ylittää vähintään metsälain asettamat vaatimukset, mutta mieluummin sen tulee täyttää metsänhoito-ohjeiden tiheyssuosituksiset. Taimikkoa voidaan täydentää viljelemällä, vaikkakaan täydennyksellä ei aina ole päästy tyydyttävään tulokseen.^{136, 137} Luontaisesti syntyneille alikasvostaimikoille on ominaista ryhmittäisyys, aukkoisuus ja suuri pituusvaihtelu. Tästä ei kuitenkaan välttämättä seuraa huomattavaa kasvun alenemista.

Alikasvoksen elpymiskyvyn arviointi on tärkeä, mutta vaikea tehtävä. Elpymiskykyä voidaan arvioida tarkastelemalla taimien pituuskasvua, vihreän latvuksen pituutta sekä pääverson ja sivuverson pituuskasvujen suhteita ennen ylispuiden poistoa. Kiihtyvän kasvun vaiheessa olevat alikasvostaimet elpyvät yleensä paremmin kuin pituuskasvussaan taantuneet. Jos sivuverson kasvu on ollut pääverson kasvua suurempi, vaatii pituuskasvun elpyminen yleensä pitemmän ajan kuin päinvastaisessa tilanteessa. Toipumiskykyisten kuusten latvus on muodoltaan kartiomainen. Kituvan kuusen tuntomerkkejä ovat puolestaan sateenvarjomaisuus, pitkät sivuokset ja latvuksen epäsymmetrinen levittäytyminen valoa kohti. Kituvilla alikasvoskuusilla on lisäksi poikkeuksellisen pinnallinen juuristo. Mäntyalikasvokset elpyvät heikosta ulkonäöstä huolimatta yleensä hyvin.

Ylispuuston poiston aiheuttamat ympäristömuutokset näkyvät alikasvoksen elpymisreaktioissa. Mitä suurempi on valaistuksen muutos, sitä kauemmin alikasvoksen elpyminen todennä-

köisesti kestää. Ylispuuston poiston jälkeiset muutokset vesi- ja ravinnetaloudessa saattavat oleellisesti hidastuttaa elpymistä varsinkin soilla.

Ylispuuiden korjuu vaikuttaa niin taimikon tiheyteen, pituusjakaumaan kuin tilajärjestykseenkin. Ylispuuston korjuussa vaurioituu tutkimusten mukaan kuusitaimikoissa keskimäärin 30 prosenttia ja mäntytaimikoissa 15–20 prosenttia taimista. Huolellisessa korjuussa vaurioiden määrä jää pienemmäksi, mutta huolimattomasti korjatussa leimikossa alikasvos voi tuhoutua kasvatuskelvottomaksi. Vaurioitumiseen vaikuttavat eniten korjattavan ylispuuston määrä, korjuuajankohta ja ajouraverkon tiheys.

Alikasvostaimikon hyödyntämistä harkitsevan on syytä arvioida myös puuston tulevaa kasvua ja tuotosta. Kasvua voidaan verrata vastaavalla kasvupaikalla kasvavan viljellen tai luontaisesti uudistetun metsikön kehitykseen. Vaihtoehtojen vertailussa voidaan käyttää kunkin puulajin kasvu-, tuotos- ja poistumasarjoja sekä harvennusmalleja.^{128,138,139}

Alikasvostaimikon kasvatuksen kannattavuutta voidaan selvittää esimerkiksi diskonttausmenetelmin. Tällöin lasketaan kasvatuksen kustannukset, arvioidaan metsikön tuotto eri ajankohtien hakkuukertymistä ja asetetaan korkovaatimus. Näistä tekijöistä lasketaan metsikön nettotulojen nykyarvo tai sisäinen korko. Jos alikasvoksen kasvatusta halutaan verrata erilaisiin uudistamisvaihtoehtoihin, lasketaan myös näille vastaavat kannattavuustunnukset. Joskus voi olla kannattavaa kasvattaa vajaapuustoistakin taimikkoa, koska se on syntynyt ilman kustannuksia.

Lopullisen päätöksen alikasvoksen hyödyntämisestä tekee metsänomistaja tai hänen valtuuttamansa ammattilainen ottaen

huomioon yhteiskunnan metsänkäytölle asettamat rajoitukset. Päätöksentekoon voivat vaikuttaa metsänomistajan muut arvot ja tavoitteet, kuten luonnon monimuotoisuuden ylläpito ja edistäminen, maisemanhoitotavoitteet, riistanhoitonäkökohdat jne.

Alikasvoksen merkitys metsikön uudistamisessa joudutaan arvioimaan aina tapaus kerrallaan kulloistenkin olosuhteiden ja rajoitteiden vallitessa. Edelläesitetyt arviointiohjeet antavat suuntaviivat, joiden avulla päätöksentekoa voidaan tukea. Ohjeita ei pidä tulkita yksioikoisen kaavamaisesti. Alikasvosta hyödynnetäessä voidaan aiemmin tehtyä päätöstä joutua myöhemmin muuttamaan, esim. jos taimikko tuhoutuu ylispuuston korjuuvaiheessa.

Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen

7. METSÄ UUDISTUU – KUVAT KERTOVAT

Kuusen alikasvosta uudistuskypsässä sekametsässä tuoreella kankaalla. Taimien elpymiskyky kohtalainen.



Lehtomaisen kankaan kuusialikasvosta lepinkossa. Taimien määrä 11 000 kpl/ha.





Elinvoimaista kuusialikasvosta tuoreen kankaan haavikossa.



Kuusentaimia tuoreen kankaan koivikossa. Taimien määrä 2 000–3 000 kpl/ha. Monesti alikasvos on tällaisessa tilanteessa käyttökelpoinen vaihtoehto tavanomaiselle metsänviljelylle.



Turve- tai kivennäismaamänniköihin syntynyt kuusialikasvos on yleensä käyttökelpoista, mikäli kasvupaikka on ravinteisuudeltaan vähintään tuoretta kangasta tai sitä vastaavaa suota. Kuusialikasvosta mustikkaturvekankaalla.



Varttuneen kuusikon alle taimia syntyy ryhmittäin valtapuiden väliköihin. Yleensä taimia on liian vähän täystiheän taimikon aikaansaamiseksi. Lehtomaisella ja tuoreellakin kankaalla kuusialikasvos on joskus käyttökelpoista, mikäli taimet ovat elpymiskykyisiä. Kuvassa tuoreen kankaan kuusialikasvosta.



Kuusi leviää herkästi myös sellaisille kasvupaikoille, jotka ovat sille liian karuja.

Kuvassa kuivan kankaan männikköä: kuusen tuotos jää selvästi männyn tuotosta pienemmäksi.



Hyvin kasvavaa kuusialikasvosta ojitusalueen hieskoivikossa. Kasvupaikkana ohutturpeinen korpi. Alikasvoksen tiheys 4 500 kpl/ha ja keskipituus 2,2 metriä. Tällainen alikasvos on useimmiten käyttökelpoista ja sitä kannattaa kasvattaa.

Nevaisten ja paksuturpeisten soiden puustoissa esiintyy usein ravinnetalousongelmia.

Kaliumpuutoksesta pahoin kärsivän kuusialikasvoksen tuntee neulasiston kellertävästä värisistä. Alkuperäinen suotyypipi on tässä tapauksessa ollut koivulettokorpea.



Kuivan tai kuivahkon kankaan männikön alla esiintyy yleisesti kasvatuskelpoisia mäntyalikasvoksia. Ne ovat hyvä vaihtoehto luontaiselle uudistamiselle.

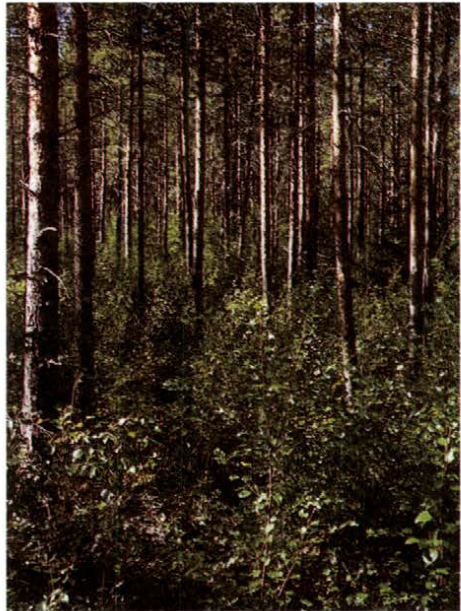
Kuvassa kuivahkon kankaan männikköön syntynyt alikasvos, jonka tiheys n. 14 000 kpl/ha ja keskipituus 2,5 metriä.





*Ojitusalueiden rämemänniköistä ja -koivikoista löytyy kasvatuskelpoisia mäntyalikasvoksia, varsinkin jos ylispuustoa on kasvatettu harvassa asennossa. Kuvassa puolukkaturvekan-
kaalle syntynyt männyn alikasvos: tiheys 4 200 kpl/ha ja keskipituus 1,3 metriä.*

*Lannoituksen ja harvennuksen seurauksena myös koivualikasvosten synty on joskus mahdollista. Tämä puolukkaturvekan-
kaan koivunuorenno on pääosin siemensyntyistä. Koivualikasvosten hyödyntämisestä ei ole paljon kokemusta.*





Hieskoivikon alta vapautettua 0,5–1 metrin mittaista alikasvosta vanhalla ojitusalueella. Kasvupaikkatyypinä ohutturpeinen mustikkaturvekangas. Hakuuhetkellä kuusentaimia oli 3 500 kpl/ha ja männyntaimia 2 100 kpl/ha. Ylispuukoi-vun runkoluku oli 850 kpl/ha ja runkotilavuus 120 m³/ha. Met-surityönä toteutettu hakkuu on onnistunut hyvin.



Sinnillä elossa. Voimakkaassa valtapuuston kilpailussa alikasvos joutuu joskus sopeutumaan äärirajoilleen. Tällaisten yksilöiden toipuminen on hyvin hidasta.



Mäntyalikasvos on vapautettu kuivan kankaan männikön alta monitoimikoneella.



Mänty-kuusialikasvos (2 900 kpl/ha) heti yლისpuuhakkuun jälkeen viljavalla ruohoturvekankaan ojitusalueella. Yლისpuus-tona oli varttunut koivikko, joka hakattiin metsurityönä.

Hieskoivikon alla kasvanut kuusikko on varttumassa metsikön toiseksi jaksoksi.



Harventaen hoidettu ylispuusto ei ole haitannut kuusten kehitystä. 10 vuoden kuluttua vapauttamishakkuusta kuuset kasvavat hyvin ja ovat toipuneet ilman viivettä. Kyseessä 1930-luvun ojitusalue ruoho-mustikatason korvessa.





Yleensä alikasvoksen ryhmittäisyys lisääntyy vapauttamisen jälkeen. Toisaalta taimia saattaa myöhemmin syntyä täydennykseksi etenkin ajourille. Kuvan ajourat erottuvat lumisina alueina.



Kuusen elpymisreaktio on alkuviiheen jälkeen monesti hyvin voimakas.

Alikasvostaimien vaurioilta ei ylispuiden poistossa voida täysin välttyä. Koivuylispuusto on korjattu monitoimikoneella.



Avohakkuualan jätepuuston alle syntyneen kuusialikasvoksen vapauttamisesta on kulunut 5 vuotta. Vapauttamisen jälkeen kuuset juroivat muutaman vuoden ajan, minkä jälkeen niiden pituuskasvu voimistui nopeasti. Kasvupaikkana lehtomainen kangas.

Pitkään kituneilla alikasvospuilla on vaikeuksia löytää uusi latva ylispuuhakuun jälkeen. Kuusialikasvosta mustikaturvekankaan ojitusalueella 5 vuotta vapautamisen jälkeen.



Mänty-hieskoivuylispuuston alta edellisenä syksynä vapautettu ojitusalueen alikasvos. Mäntyjä 1 300 kpl/ha ja kuusia 700 kpl/ha. Ylispuiden varjostuksesta kärsineet männyt ovat usein hentoja.

VIITEKIRJALLISUUS

1. Metsätalouden ympäristöopas 1993. Metsähallitus. Tuokinprint, Helsinki.
2. Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.). 1997. Kannattava puuntuotanto. Tapio ja Metsäntutkimuslaitos. Metsälehti Kustannus. Helsinki.
3. Luonnonläheinen metsänhoito 1994. Metsänhoitosuosituksat. Metsäkeskus Tapion julkaisuja 6.
4. Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511.
5. Kinnunen, K. 1997. Uudistamisen tekniikka ja talous. Julkaisussa: Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.). 1997. Kannattava puuntuotanto. Tapio ja Metsäntutkimuslaitos. Metsälehti Kustannus. Helsinki.
6. Kalela, E. K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. Metsänhoitajien jatkokurssit 1947. V. Silva Fennica 64: 16–32.
7. Kalela, E. K. 1950. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. Seloste: Ekologiset puulajiryhmät ja metsänhoito. Acta Forestalia Fennica 57: 1–35.
8. Vaartaja, O. 1952. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Acta Forestalia Fennica 59(3).
9. Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Acta Forestalia Fennica 35.

10. Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 83: 4–7.
11. Tesch, S. & Korpela, E. 1992. Douglas-fir and white fir advance regeneration for renewal of mixed-conifer forests. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1427–1437.
12. Sundkvist, H. 1993. Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden. Dissertation. Department of Silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden.
13. Listov, A. A., & Semyonov, B. A. 1995. Nature and rational use of pretundra pine forests in the European part of the USSR. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (eds.). *Northern silviculture and management. Proc. IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. The Finnish Forest Research Institute, Research Papers* 567: 211–216.
14. Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. *Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja* 1.
15. Tikka, P. S. 1928. Havaintoja kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. *Silva Fennica* 10.
16. Tertti, M. 1938. Hakkuualan raivaamisesta. *Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. Silva Fennica* 46: 99–108.
17. Laiho, O. 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. Julkaisussa: Saksa, T. (toim.). *Varttuneen metsän metsänhoidollisen käsittelyn vaihtoehtoista. Vesijaolla 7.–9.5.1984 pidetyn koulutus- ja neuvottelupäivän alustukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 182: 39–50.

18. Hänninen, T., Räsänen, P. & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 7.
19. Räsänen, P. K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. *Folia Forestalia* 637.
20. Hyppönen, M. 1998. Mänty-ylipuutaimikoiden syntyhistoria ja rakenne Lapin yksityismetsissä. Käsikirjoitus. 16 s.
21. Blomqvist, A. G. 1891. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta I. Mänty. Helsinki.
22. Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. *Acta Forestalia Fennica* 46 (1): 1–146.
23. Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Porvoo.
24. Kellomäki, S. 1991. Metsänhoito. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Silva Carelica* 8.
25. Isomäki, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. *Folia Forestalia* 392.
26. Zyabchenko, S. S. 1995. Methods of regenerating pine forests in Russian Karelia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 551:16–21
27. Kneeshaw, D. D. & Bergeron, Y. 1996. Ecological factors affecting the abundance of advance regeneration in Quebec's southwestern boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 888 - 898.

28. Laiho, O., Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1995. Alikasvos metsän uudistumispotentialina. Teoksessa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.) 1995. Metsäntutkimuspäivä Tampereella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 538: 70–76.
29. Laiho, O., Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1997. Undergrowth as a regeneration potential on Finnish peatlands. In: Trettin, C.C., Jurgensen, M.F., Grigal, D.F., Galle, M.R. & Jeglum, J.K. Northern Forested Wetlands: Ecology and Management. CRC Press Inc.; Lewis Publishers, p. 121–131.
- 30(a). Kuusela, K., & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979–82 sekä koko Etelä-Suomessa 1977–82. *Folia Forestalia* 568.
- 30(b). Kuusela, K., Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982–84. *Folia Forestalia* 655.
31. Salminen, S. 1993. Eteläisimmän Suomen metsävarat 1986–1988. *Folia Forestalia* 825.
32. Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien uudistamisesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1).
33. Ilvessalo, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921–24 vuosiin 1951–53: kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 47(1).
34. Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 73: 225–230.

35. Seppälä, K. & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. *Suo* 29(1): 11–16.
36. Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930–1978 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. *Acta Forestalia Fennica* 193.
37. Oliver, C. & Larson, B. 1990. *Forest stand dynamics*. McGraw-Hill, New York.
38. Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. *Acta Forestalia Fennica* 75: 1–122.
39. Nygren, M. 1987. Germination characteristics of autumn collected *Pinus sylvestris* seeds. *Acta Forestalia Fennica* 201.
40. Leinonen, K., Nygren, M. & Rita, H. 1993. Temperature control of germination in the seeds of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 107–117.
41. Black, M. & Wareing, P. F. 1955. Growth studies in woody species VII. Photoperiodic control of germination in *Betula pubescens* Ehr. *Physiologia Plantarum* 8: 300–316.
42. Leinonen, K. & Rita, H. 1995. Interaction of prechilling, temperature, osmotic stress and light in *Picea abies* seeds germination. *Silva Fennica* 29(2): 95–106.
43. Vanhatalo, V., Leinonen, K., Rita, H. & Nygren, M. 1996. Effect of prechilling on the dormancy of *Betula pendula* seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1203–1208.
44. Leinonen, K. 1998. *Picea abies* seed ecology: effects of environmental factors on dormancy, vigour and germination. *Hel-singin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja* 18.

45. Cescatti, A. 1996. Selective cutting, radiative regime and natural regeneration in a mixed coniferous forest: a model analysis. In: Skovsgaard, J. P. & Johannsen, V.K. (eds.). Modelling regeneration success and early growth of forest stands. Proceedings from the IUFRO conference, held in Copenhagen, 10–13 June 1997. Danish Forest and Landscape Research Institute, Horsholm. 474–483.
46. Steijlen, I. & Zackrisson, O. 1987. Long-term regeneration dynamics and successional trends in a northern Swedish coniferous forest stand. *Canadian Journal of Botany* 65: 839–848.
47. Multamäki, S. E. 1919. Tutkimuksia metsien tilasta Savossa ja Karjalassa. *Acta Forestalia Fennica* 9(2): 1–166.
48. Groot, A. & Horton, B. J. 1994. Age and size structure of natural and second-growth peatland *Picea mariana* stands. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 225–233.
49. Liefvers, V. J., Stadt, K. J. & Navratil, S. 1996. Age structure and growth of understory white spruce under aspen. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1002–1007.
50. Lesinski, J. A. & Sundkvist, H. 1992. Morphological diversity in advance growth of conifers native to Sweden. In: *Silvicultural alternatives. Proceedings from an internordic workshop June 22-25 1992* (ed. Mats Hagner) Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Reports 35: 104–110.
51. Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu -sekametsikön kasvu. *Folia Forestalia* 1995(2): 81–97.
52. Cajander, E. K. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 19(5).

53. Moilanen, M. 1997. Ylispuuhakuun ja lannoituksen vaikutus kuusialikasvoksen pituuskasvuun turvemaan hieskoivikossa. Teoksessa: Issakainen, J., Moilanen, M. & Verkasalo, E. Metsäntutkimuspäivät Muhoksella 13.–14.11.1997. Maastoretkeilyn kohdeseloste nro 7.1. Moniste Muhoksen metsäntutkimusasemalla.
54. Kalela, E. K. 1936. Kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. *Acta Forestalia Fennica* 44(2).
55. Laitakari, E. 1934. Koivun juuristo. *Acta Forestalia Fennica* 41(2).
56. Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3).
57. Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133.
58. Agestam, E. 1991. Blandskogens produktion. *Skog & Forskning* 2: 44–51.
59. Kimmins, J. 1987. *Forest ecology*. Macmillan Publishing Company, New York.
60. Tucker, G., Hinckley, T., Leverenz, J. & Jiang, S. 1987. Adjustments of foliar morphology in the acclimation of understory Pacific silver fir following clearcutting. *Forest Ecology and Management* 21: 249–268.
61. Waring, R. 1987. Characteristics of trees predisposed to die. *BioScience* 37: 569–574.

62. Marschner, H. & Cakmak, I. 1989. High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc, potassium, and magnesium deficient bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. *Journal of Plant Physiology*. Vol 134: 308–315.
63. Saarinen, M. 1995. Alikasvosten ravinnetalous ojitusalueilla. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). *Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1994*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 538: 36–44.
64. Saarinen, M. 1996. Effects of removal of shelterwood on the foliar nutrient concentrations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on drained peatlands. Tiivistelmä: Neulasten pääravinnepitoisuuksien muutokset turvekankaan alikasvoskuusikossa ylispuuhakkuun jälkeen. *Suo* 47(3): 95–102.
65. Tucker, G. & Emmingham, W. 1977. Morphological changes in leaves of residual western hemlock after clear and shelterwood cutting. *Forest Science* 23: 195–203.
66. Ferguson, D. & Adams, D. 1980. Response of advance grand fir regeneration to overstory removal in northern Idaho. *Forest Science* 26: 537–545.
67. Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. *Folia Forestalia* 826.
68. Kurkela, T. 1998. Suullinen tieto (haastattelu).
69. Sundkvist, H. 1994. Extent and causes of mortality in *Pinus sylvestris* advance growth in Northern Sweden following overstorey removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 158–164.

70. Annala, E. 1998. Suullinen tieto (haastattelu).
71. Hagner, M. 1998. Optimizing the present value of the forest. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. Käsikirjoitus Muhoksen tutkimusasemalla.
72. Katurusenko, I. V. 1965. The photosynthetic adaptation to light of old needles of *Picea abies* underwood. *Botaniches-kii Zhurnal* 50(8): 1119–1121.
73. Seryakov, A. D. 1994. Survival and adaptation of thin spruce trees after cutting of small-leaved tree layer. *Lesovedenie* 4: 11–18.
74. Robertsdotter-Gnojek, A. 1992. Changes in chlorophyll fluorescence and chlorophyll content in suppressed Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in response to release cutting. *Trees* 6: 41–47.
75. Monserud, R. A. & Ek, A. 1977. Prediction of understory tree height growth in northern hardwood stands. *Forest Science* 23(3): 391–400.
76. Helms, J.A. & Standiford, R.B. 1985. Predicting release of advance reproduction of mixed conifer species in California following overstory removal. *Forest Science* 31(1): 3–15.
77. Oliver, W. 1985. Growth of California red fir advance regeneration after overstory removal and thinning. Pacific Southwest Forest And Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Paper PSW-180.
78. Seidel, K. 1985. Growth response of suppressed True fir and Mountain hemlock after release. Pacific Northwest Forest And Range Experiment Station, USDA Forest Service, Research Paper PNW-344.

79. Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. *Silva Fennica* 27(3): 179–194.
80. Ruel, J., Doucet, R. & Boily, J. 1995. Mortality of balsam fir and black spruce advance growth 3 years after clear-cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 25: 1528–1537.
81. Moilanen, M. 1997. Miten kuusen alikasvos reagoi vapauttamiseen? Alikasvosseminaari Muhoksella 20.8.1997. Seminaarin alustusmuistio Muhoksen metsäntutkimusasemalla.
82. Skoklefald, S. 1967. Fristilling av naturlig gjenvekst av gran. Summary: Release of natural Norway spruce regeneration. *Meddelser fra det Norske Skogforsöksvesen* 23(85): 385–409.
83. Bergan, J. 1971. Skjermforyngelse av gran sammenlignet med plantning i Grane i Nordland. Summary: Natural Norway spruce regeneration under shelterwood compared with plantations at Grane in Nordland. *Meddelser fra det Norske Skogforsöksvesen* 28(104): 194–211.
84. Bergan, J. 1987. Virkningen av bjørkeskjerm på etablering og vekst hos bartraer utplantet i Nord-Norge. Summary: The influence of birch shelter trees on establishment and growth of conifers planted in North Norway. *Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport* 10.
85. Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.))

- Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research. Report 23.
86. Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. Summary: Yield of *Betula verrucosa* Ehrh. in Middle Sweden and southern North Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 14.
 87. Andersson, S-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungsko- gar. *Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift* 82(3-4): 69–95.
 88. McCaughey, W. & Ferguson, D. 1988. Response of advance regeneration to release in the inland mountain west: a summary. *Proceedings - Future forests of the mountain west. A stand culture symposium. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-243.*
 89. Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngrung under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. *SkogForsk, Redogörelse* 4.
 90. Niemistö, P. 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvoskuusikon tiheyteen. *Julkaisussa: Poikolainen, J. & Väärä, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 552: 87–103.
 91. Vuokila, Y. 1977. Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. *Folia Forestalia* 324.
 92. Valkonen, S. 1997. Viljelykuusikoiden alkukehityksen malli. *Folia Forestalia* 1997(3): 321–347.

93. Varmola, M. 1993. Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli. *Folia Forestalia* 813.
94. Kalela, E. K. 1961. Metsät ja metsien hoito. Metsänhoidon alkeita. Porvoo-Helsinki.
95. Hyppönen, M. 1996. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja arvoon Lapissa. Licensiaattityö MML-tutkintoa varten. Joensuun yliopisto.
96. Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244.
97. Thesslund, O. 1975. Tutkimus kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Tehdaspuu Oy. Tutkimusseloste 43.
98. Wuolijoki, K. 1983. Tutkimus suojuspuukaistaleiden taimettumisesta ja taimikon vaurioitumisesta ylispuuhakkuussa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos.
99. Mäkelä, M. 1990. Ylispuiden poisto Pika 75- ja FMG 707/12 S Motonalle-harvestereilla. Metsätehon katsaus 19.
100. Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos.
101. Peltoniemi, T. 1991. Ylispuiden poisto konetyönä, mies-työnä ja niiden yhdistelmänä. Metsätehon katsaus 18.
102. Erkkilä, L. 1979. Mäntytaimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen kangasmailla Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos.

103. Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 72–82.
104. Westerberg, D. & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. Försöksmetod för att bestämma prestation, kostnad och skador på föryngringen. Skog Forsk. Redogörelse 10.
105. Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhopuuston korjuun kuusentaimikolle aiheuttamat vauriot. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos.
106. Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 18–22.
107. Andersson, O. & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. Sveriges Skogsvärdssförbunds Tidskrift 2: 123–129.
108. Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyypillä esimerkkitaipauksen valossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos.
109. Mäkelä, M. 1992. Ylispuiden poistohakkuiden korjuutekniikka. Metsätehon katsaus 6.
110. Fries, J. 1976. Körskador och produktionförluster. Skogshögskolan, Institution för skogsproduktion: Rapporter och Uppsatser 40: 1–64.
111. Wästerlund, I. 1988. Damages and growth effects after selective mechanical cleaning. Scandinavian Journal of Forest Research 3: 259–271.

112. Kangas, E. 1952. Maannousemasiienen (*Polyporus annosus* Fr.) esiintymisestä, tartunnasta ja tuhoista Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fennica 40(33).
113. Aaltonen, R. 1995. Juurikäpää vaanii vuosikymmeniä kuusen alikasvosryhmissä. Metsälehti 1995 (24): 9.
114. Dimitri, L. 1969. Untersuchungen über die unterirdischen. Eintrittspforten der wichtigsten Rotfäuleerreger bei der Fichte (*Picea abies* Karst.). Forstwiss. Centralbl. 88: 281–308.
115. Niemistö, P. & Isomäki, A. 1990. Ajourien vaikutus puuston kasvuun Etelä-Suomen nuorissa kuusikoissa. Folia Forestalia 756.
116. Kallio, T. 1985. Harvennusemetsien puunkorjuu ja metsätuhot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 181: 6–7.
117. Pukkala, T. 1988. Effect of spatial distribution of trees on the volume increment of a young Scots pine stand. Tiivistelmä. Puiden tilajärjestyksen vaikutus nuoren männikön tilavuuskasvuun. Silva Fennica 22: 1–17.
118. Braathe, P. 1952. Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran. Meddelser fra det Norske Skogsforsøksvesen 42: 1–25.
119. Lundell, S. 1973. En model för simulering av volymtillväxt i teoretiska bestånd. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsskötsel Skogshögskolan 2: 1–64.
120. Bucht, S. 1981. Effecten av några oliga gallringsmönster i tallskog. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Rapport 4.
121. Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. Silva Carelica 8.

122. Fries, C. 1990. Utveckling hos beståndsförnygrad gran och kompletteringsplanterade granar och tallar i ett kärvt klimatläge. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Reports 30.
123. Salminen, H. & Varmola, M. 1993. Influence of initial spacing and planting design on the development of young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *Silva Fennica* 27(1): 21–28.
124. Niemistö, P. 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 235–244.
125. Niemistö, P. 1995. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the growth and yield of silver birch (*Betula pendula*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 245–255.
126. Honko, J. 1979. Investointien suunnittelu ja tarkkailu.
127. Hämäläinen, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing: underlying models and empirical applications. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 77(4).
128. Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havupuumetsiköiden kasvatusmallit. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(2).
129. Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Seloste: Männyn, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 108.

130. Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja.
131. Siren, G. 1951. Alikasvoskuusten biologiaa. Acta Forestalia Fennica 58(2): 1–90.
132. Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Acta Forestalia Fennica 209.
133. Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Folia Forestalia 644.
134. Rolstad, J. & Wegge, P. 1987. Habitat characteristics of *Capercaillie Tetrao urogallus* display grounds in southeastern Norway. Holarctic Ecology 10(3): 219–229.
135. Valkeajärvi, P. & Ijäs, L. 1986. Metson soidinpaikkavaatimuksista Keski-Suomessa. Suomen Riista 33: 5–18.
136. Leppälä, T. 1992. Männynistutusalojen täydennysviljelyn antamat tulokset Pohjanmaalla ja Lapissa. Metsänhoitotieteen tutkielma MMK-tutkintoa varten. Helsingin yliopiston metsäekologian laitos.
137. Saarenmaa, L. & Leppälä, T. 1995. Fill-in seedlings in constituting the stocking of Scots pine stand in Northern Finland. Silva Fennica 29(2): 141–150.
138. Koivisto, P. 1972. Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä. Folia Forestalia 142.
139. Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemilla. Folia Forestalia 782.

140. Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway Spruce in Southern Finland. Seloste: Kuusen tyvilahoisuus Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 127: 1–52.
141. Piri, T. 1996. The spreading of the stype of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. Eur. J. For. Path. 26: 193–204.
142. Semenkova, I. 1968. Developmental characteristics of spruce understorey in disease centres of *Heterobasidion annosum*. In: Nauchno-tehnicheskaya konferentsiya, referaty dokladov, sektsiya Icsnogo kozyaistva MLTI, Moskva, pp. 62–68. (Rus).
143. Gramms, G. 1992. Invasion of wood by basidiomycetous fungi. VI Quantitative but not qualitative differences in the pathovirulence of pathogenic decay fungi. Journal of Basic Microbiology 32(2): 75–90.
144. Moilanen, J. 1990. Korjuuvaurion vaikutus kuusen kasvuun, lahoutumiseen ja käyttöarvoon. Metsänarvioimistieteen opinnäytetyö. Helsingin yliopisto.
145. Nilsson, P-O. & Hyppel, A. 1968. Studier över rötangrepp I särskador hos gran. Sveriges Skogsvårdförbunds Tidskrift 66(8): 675–713.
146. Päivänen, J. 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. Folia Forestalia 516.
147. Leikola, M. & Rikala, R. 1983. Verhoppuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen. Folia Forestalia 559.
148. Multamäki, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Acta Forestalia Fennica 51(1).

Viiteluettelon tekijähakemisto (suluissa viitteen numero)

Aaltonen, R. (113)
Aaltonen, V. T. (14)
Agestam, E. (58)
Andersson, O. & Fries, J. (107)
Andersson, S-O. (87)
Annala, E. (70)

Bergan, J. (83, 84)
Black, M. & Wareing, P. F. (41)
Blomqvist, A. G. (21)
Braathe, P. (118)
Bucht, S. (120)

Cajander, E. K. (52)
Cescatti, A. (45)

Dimitri, L. (114)

Erkkilä, L. (102)

Ferguson, D. & Adams, D. (66)
Fries, C. (122)
Fries, J. (86, 110)
Frilander, O. (105)

Gramms, G. (143)
Groot, A. & Horton, B. J. (48)

Hagner, M. (71)
Hannerz, M. & Gemmel, P. (89)

Harstela, P. & Rantonen, H. (106)
Harvennushakkuiden... (130)
Helms, J.A. & Standiford, R.B. (76)
Honko, J. (126)
Hyppönen, M. (20, 95)
Hämäläinen, J. (127)
Hänninen, T. ym. (18)

Ivessalo, Y. (33)
Isomäki, A. (25)

Kalela, E. K. (6, 7, 54, 94)
Kallio, T. (116)
Kangas, E. (112)
Katurusenko, I. V. (72)
Kellomäki, S. (24, 121)
Keltikangas, M. ym. (36)
Kimmins, J. (59)
Kinnunen, K. (5)
Kneeshaw, D. D. & Bergeron, Y. (27)
Koistinen, E. & Valkonen, S. (79)
Koivisto, P. (138)
Kurkela, T. (68)
Kuusela, K. & Salminen, S. (30)

Laasasenaho, J. (129)
Laiho, O. (17)
Laiho, O. ym. (28, 29)
Laitakari, E. (55)
Leikola, M. & Rikala, R. (147)
Leinonen, K. & Rita, H. (42)
Leinonen, K. (44)
Leinonen, K. ym. (40, 132)
Leppälä, T. (136)

Lesinski, J. A. & Sundkvist, H. (50)
Lieffers, V. J. ym. (49)
Listov, A. A. & Semyonov, B. A. (13)
Lundell, S. (119)
Luonnonläheinen metsänhoito (3)

Mäkelä, M. (99, 109)
Marschner, H. & Cakmak, I. (62)
Maukonen, A. (96)
McCaughey, W. & Ferguson, D. (88)
Metsätalouden ympäristöopas. (1)
Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (2)
Mielikäinen, K. & Valkonen, S. (51)
Mielikäinen, K. (56, 57)
Mikola, P. (10)
Moilanen, J. (144)
Moilanen, M. (53, 81)
Monserud, R. A. & Ek, A. (75)
Multamäki, S. E. (47, 148)

Niemistö, P. & Isomäki, A. (115)
Niemistö, P. (90, 124, 125, 139)
Niemistö, P. ym. (67)
Nilsson, P-O. & Hyppel, A. (145)
Nygren, M. (39)

Oinonen, E. (34)
Oliver, C. & Larson, B. (37)
Oliver, W. (77)

Päivänen, J. (146)
Parviainen, J. & Seppänen, P. (4)
Peltoniemi, T. (101)
Piri, T. (141)

Pöntynen, V. (9)
Pukkala, T. (117)

Räsänen, P. K. ym. (19)
Robertsdotter-Gnojek, A. (74)
Roiko-Jokela, P. (103)
Rolstad, J. & Wegge, P. (134)
Ruel, J. ym. (80)

Saarenmaa, L. & Leppälä, T. (137)
Saarinen, M. (63, 64)
Saksa, T. (133)
Salminen, H. & Varmola, M. (123)
Salminen, S. (31)
Sarvas, R. (22, 32)
Seidel, K. (78)
Semenkova, I. (142)
Seppälä, K. & Keltikangas, M. (35)
Seryakov, A. D. (73)
Sievänen, M. (108)
Sirén, G. (131)
Skoklefeld, S. (82)
Steijlen, I. & Zackrisson, O. (46)
Sundkvist, H. (12, 69)
Suni, J. (100)

Tamminen, P. (140)
Tertti, M. (16)
Tesch, S. & Korpela, E. (11)
Tham, Å. (85)
Thesslund, O. (97)
Tikka, P. S. (15)
Tucker, G. & Emmingham, W. (65)
Tucker, G. ym. (60)

Vaartaja, O. (8)
Valkeajärvi, P. & Ijäs, L. (135)
Valkonen, S. (92)
Vanhatalo, V. ym. (43)
Varmola, M. (93)
Vuokila, Y. & Väliäho, H. (128)
Vuokila, Y. (23, 91)

Waring, R. (61)
Wästerlund, I. (111)
Westerberg, D. & Berg, S. (104)
Wuolijoki, K. (98)

Yli-Vakkuri, P. (38)

Zyabchenko, S. S. (26)

Pihlaja-sarjassa:

- 1 Tenho Hynönen & Jyrki Hytönen:
Pellosta metsäksi
- 2 Lauri Hetemäki:
Metsäsektori 2010
- 3 Mikko Moilanen & Timo Saksa (toim.):
**Alikasvokset metsänuudistamisessa
–Varjosta valoon**

Alikasvokset metsänuudistamisessa

– varjosta valoon

Alikasvosten mahdollisuuksista metsänuudistamisessa on keskusteltu jo pitkään niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Asennoituminen on ollut osin syystäkin varovaista. Alikasvokset ovat kuitenkin nousseet uudelleenarvioinnin kohteeksi luontaista uudistamista suosivien metsänkasvatusohjeiden myötä. Metsänkasvattajan kannalta alikasvos on kiinnostava, jos se säilyy elinvoimaisena ja jos se voidaan vapauttaa uudeksi puusukupolveksi.

Alikasvokset liittyvät moniin nykyisiin metsänhoidon menetelmiin ja suuntauksiin, kuten metsikön kasvattamiseen kaksijaksoisena ja ns. sekastrategioiden käyttöön metsänuudistamisessa. Alikasvoksilla on muun luontaisen taimiaineksen ohella merkittävä asema viljelytaimikoiden täydentäjänä.

Tässä kirjassa esitetään keskeisin alikasvoksiin liittyvä nykytietämys. Erityisesti huomio kiinnitetään niiden elpymiskykyyn ja ylispuuhakkuun jälkeiseen kehitykseen. Lisäksi käsitellään ylispuiden korjuuta ja sen aiheuttamia taimikko-vaurioita sekä tarkastellaan alikasvosten hyödyntämisen taloudellista kannattavuutta.

Kirjan toivotaan palvelevan metsänkasvattajien ja metsäalan kouluttajien lisäksi kaikkia, jotka ovat kiinnostuneita metsien elinkierrosta ja puulajidynamiikasta.



METSÄLEHTI KUSTANNUS

Metsälehti Kustannus
Soidinkuja 4, 00700 Helsinki
Puh. 09-156 2333, Fax 09-156 2335
<http://www.metsalehti.fi/>

ISBN 952-5118-18-5



9 525118 185