

Myöhempi harvennus



Tuoreen kankaan männikkö sopii hyvin yläharvennukseen. Päävaltapuita poistamalla parannetaan mäntytukkipuun tuotosta ja myös alemman latvuserroksen kuusten kasvu kohentuu. Kuva: © Pentti Väisänen.

Kuvaus

Myöhempi harvennus on ensiharvennuksen jälkeen varttuneeseen kasvatusmetsikköön tehtävä harvennus, jolla edistetään erilaisia metsänhoidollisia tavoitteita. Keskeinen tavoite on tuottaa puunmyyntituloja ja parantaa puustoon sitoutuneen pääoman tuottoa. Hakkuulla mahdollistetaan puuston järeytyminen tukkikokoon. Hakkuukertymä koostuu pääasiassa kuitu- ja tukkipuusta.

Harvennusten ajoitus on joustava

Varttuneita kasvatusmetsiä ovat metsiköt, joissa puuston pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta rinnankorkeudella on yli 16 cm ja puuston rinnankorkeusikä on vähintään 25 vuotta. Metsikön ensiharvennus on jo yleensä tehty ja metsä on hyvässä kasvussa.

Varttuneet kasvatusmetsät ovat metsänhoidollisesti joustavia. Harvennuksia voidaan tehdä monin eri tavoin tavoitteesta riippuen. Hyvinkin erilaiset kasvatusohjelmat voivat johtaa lähes samanlaiseen taloudelliseen tulokseen. Varttuneiden metsien harvennusten ajoitus on huomattavasti väljempää kuin nuorten metsien. Metsänomistaja voi lisätä varttuneiden havupuuvältaisten kasvatusmetsiensä tuottoa lannoituksilla sille sopivilla kasvupaikoilla.

Harvennusmallit apuna toteutuksessa

Myöhemmät harvennukset suositellaan tehtäviksi pohjapinta-alaan ja valtapituuteen perustuvien harvennusmallien mukaisesti. Harvennusmalleja soveltamalla päästään taloudellisesti ja puuntuotannollisesti hyvään lopputulokseen. Harvennuksissa jätetään kasvamaan harvennustavasta riippumatta terveitä, latvukseltaan elinvoimaisia ja hyvälaatuisia puita harvennusmallien mukainen määrä. Harvennusmallien käyttämisen oletuksena on, että metsää on hoidettu.

Harvennusmallit ottavat huomioon metsänhoidon erilaiset tavoitteet. Esimerkiksi pidemmille kiertoajoille sekä sekametsille on omat mallit, joita voidaan käyttää tarvittaessa.

Linkki harvennusmalleihin: [Hoidettujen kasvatusmetsien harvennusmallihaku | Metsänhoidon suositukset](#)

Turvemailla vähemmän harvennuskertoja

Haastavien korjuuolosuhteiden vuoksi suometsissä on syytä rajoittaa harvennuskertoja. Karumpien turvemaakasvupaikkojen männiköissä riittää useimmiten yksi harvennus ja viljavammilla kasvupaikoilla kaksi harvennusta. Kuusivaltaisilla turvemailla on puustovaurioriskin takia hyvä suosia yhtä tai kahta harvennuskertaa. Viljavien turvemaiden hieskoivikoissa riittää yksi harvennuskerta. Vaihtoehtoisesti voidaan kasvattaa kuitu- ja energiapuuta ilman harvennuksia.

Päätöksenteko

Myöhempi harvennus - Talous

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä puustoon on sitoutunut huomattava määrä pääomaa. Harventamalla voidaan pääoman määrää alentaa samalla kun saadaan osa puuston tuottamasta arvosta tuloutettua.

Huomiota arvokasvuun

Myöhemmissä harvennuksessa voidaan vielä vaikuttaa puuston arvokasvuun. Hakkuussa vältetään hakkaamasta hyvälaatuisia, arvokynnyksen ylittämässä olevia puita. Yksittäisen puun arvokasvu on korkeimmillaan, kun puu kasvaa kuitupuusta tukkipuun mittoihin. Merkittävä kynnyks on myös, kun puu kasvaa kahden tukin puuksi.

Yläharvennuksella voidaan hoidetuissa metsissä hyödyntää arvokynnyksen ylittänyttä puustoa. Alaharvennukseseen verrattuna tämä lisää välittömiä hakkuutuloja ja pienentää merkittävästi puustoon sitoutunutta pääomaa. Yläharvennuksen edellytyksenä on, että jäljelle jäävät puut ovat laadultaan hyviä ja pystyvät hyödyntämään hakkuussa syntyvän kasvutilan.

Harvennushakkuun jälkeen metsikön tuotto prosentti nousee. Puuston vanhetessa harvennuksen vaikutus jää pienemmäksi. Vanhaa puustoa ei enää kannata harventaa, kun metsikön tuotto prosentti on laskenut lähelle metsänomistajan tuotto vaatimusta.



Hyvälaatuisissa metsiköissä myöhempi harvennus kannattaa toteuttaa yläharvennuksena. Kuva: © Ponsse Oyj.

Työmaan kokoa kannattaa kasvattaa

Leimikot on syytä keskittää erityisesti, kun tehdään harvennushakkuita, joista kertyy niukasti puuta. Puunmyynti samanaikaisesti naapuritilojen kesken auttaa leimikkokeskitysten tekoa varsinkin pienillä tiloilla. Näin puu saadaan helpommin kaupaksi. Korjuukustannus (€/m³) pienenee puumäärän kasvaessa, jolloin metsänomistajan on mahdollista saada puusta parempi hinta.

Työkoneiden siirto vähentää varsinaista työskentelyaikaa, kun kone on käyttämättömänä kuljetusta odottamassa tai kuljetettavana. Koneiden siirtokustannukset ovatkin usein merkittävä tekijä puun korjuussa^[1]. Kerralla korjattavan puumäärän on oltava riittävän suuri, jotta koneiden siirtokustannukset ja siirroista aiheutuva tehollisen työajan menetys pysyvät kohtuullisina.

Tuottovaatimuksen valinta

Harvennuksen ajankohdan, harvennustavan ja voimakkuuden valinta vaikuttavat sekä

välittömästi saataviin hakkuutuloihin että jäävän puuston kehitykseen. Päätöksenteon tueksi on harvennusemetsien käsittelyyn kehitetty puulaji- ja kasvupaikkakohtaisia harvennusemalleja.

Harvennusemallien laadinnassa on otettu huomioon sekä ennustettujen kassavirtojen nykyarvo (laskentakorko 2–3 %) että eri riskitekijöitä. Mallit eivät kaikissa tilanteissa takaa taloudellisen optimin saavuttamista, mutta malleja voi turvallisesti soveltaa erilaisiin metsiköihin. Mallit ovat yleistyksiä metsiköiden kehityksestä ja samoja malleja käytetään sekä luontaisesti syntyneille että viljellyille metsille. Viljeltyjen metsiköiden kehitys on usein voimakasta ja niitä voi kasvattaa luontaisesti syntyneitä metsiköitä tiheämpinä.

Kun tuottovaatimus on alhainen, voidaan enemmän pääomaa pitää puustoon sitoutettuna, mikä johtaa tiheämpiin metsikköihin. Tuottovaatimuksen noustessa pääoma kallistuu ja silloin on taloudellisempaa kasvattaa puusto harvempana sitoutuneen pääoman alentamiseksi. Optimaalinen pohjapinta-ala on suurimmillaan kiertoajan keskivaiheilla ja loppua kohti puustopääomaa kannattaa yleensä pienentää, ettei liiallinen puuston tiheys vähentäisi metsikköön sitoutuneen pääoman tuotto prosenttia^[2].

Puunmyyntitulot

Harvennuksen taloudellinen kannattavuus riippuu välittömistä kantoraha- tai hankintatuloista ja harvennuksen vaikutuksesta tulevaisuuden puunmyyntituloihin. Käsittelyalan koko, kertymä, tukkirunkojen keskikoko, puun markkinahinta ja kohteen korjuukelpoisuus vaikuttavat oleellisesti puusta maksettavaan hintaan.

Hakkuukertymältään pienten harvennusten kannattavuuden arvioinnin merkitys korostuu erityisesti metsätiloilla, joilla hakkuiden välinen aika on pitkä tai jotka ovat vaikeasti saavutettavissa. Esimerkiksi karuilla turvemaille ja heikkotuottoisilla mailla Pohjois-Suomessa yksittäiset harvennus- ja muut käsittelykohteet kannattaa hoitaa kerralla kuntoon osana suurempaa kokonaisuutta.

Myöhempi harvennus - Luonto

Luonnon- ja riistanhoitoa voi edistää harvennuksissa jättämällä säästöpuiden lisäksi riistatiheikköjä, tuottamalla lahopuuta tekopötkkelöillä, huolehtimalla varvustosta sekä ylläpitämällä normaalia suurempaa lehtipuusuutta.

Harvennushakkuut edistävät kanalintujen viihtyvyyttä ja menestymistä, kun hakkuiden seurauksena puiden latvukset ja varvusto elpyvät, muu aluskasvillisuus runsastuu ja marjasadot paranevat. Ajallaan tehdyt kasvatushakkuut luovat metsään metson vaatimaa puuston väljyyttä ja metsäkanalinnuille avoimia lentolinjoja.

Monipuolinen puusto avainasemassa

Aiemmissa hakkuissa jätetyt säästöpuut, ylispuut sekä kolopuut ja lahopuut säästetään harvennushakkuussa. Kuolevia havupuita ja tuulenkaatoja voidaan jättää metsään siinä määrin, ettei niistä aiheudu vaaraa ympäröivän metsän terveydelle. Kuolleiden pystypuiden kaatamista ja maapuiden yli ajamista tulee välttää.

Harvennuksessa pyritään sekametsärakenteen säilyttämiseen tai kehittämiseen. Riistan kannalta tärkeän vähemmistöpuulajin osuus tulisi olla 20–30 prosenttia. Myös havupuut ovat riistalle tärkeitä, joten kuusi on tärkeä männikössä ja mänty kuusikossa.

Harvennuksessa lisätään kasvutilaa erityisesti riistan ja luonnonhoidon kannalta arvokkaille puille, kuten jaloille lehtipuille, haavoille, raidoille ja muille pajuille, koivuille, leppäryhmille, metson hakomismännyille ja alikasvoskuusille. Erityisesti vaihettumisvyöhykkeet erilaisilla reuna-alueilla ja notkelmat ovat oivallisia paikkoja lehtipuuston säästämiseen.

On suositeltavaa tehdä lisää kasvutilaa luonnon- ja riistanhoidon kannalta arvokkaille puuyksilöille kuten jalopuille, haavoille, raidoille, koivuille, leppäryhmille ja metson hakomismännyille. Vaihettumisvyöhykkeet erilaisilla reuna-alueilla ja notkelmat ovat lehtipuuston säästämiseen oivallisia paikkoja.

Lintujen tärkeimpään pesimäaikaan touko–kesäkuussa on suositeltavaa välttää harvennuksia lehtipuuvaltaisilla tuoreilla ja sitä viljavimmilla kankailla, korvissa ja rantametsissä.

Purojen ja norojen ylitykset on suositeltavaa minimoida ja tehdä mahdollisimman kantavista kohdista. Pienvesien ja vesistöjen suojavyöhykkeiden sekä vaihettumisvyöhykkeiden puustoa on suositeltavaa käsitellä normaalia kevyemmin. Riittävästä vesistön suojavyöhykkeistä tulee huolehtia myös harvennushakkuissa.

Seuraavat harvennukset voidaan toteuttaa samoilla periaatteilla ja tehdä uudistushakkuu normaalisti puuston saavutettua uudistamiskypsyyden. Menettely voi myös toimia siirtymävaiheena kohti eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatusta.

Myöhempi harvennus - Virkistys

Virkistyskäyttöä painotettaessa on syytä huomioida erityisesti kasvatushakkuiden maisemavaikutukset. Olennaista on tunnistaa maisemassa tärkeät tekijät, joita hakkuulla halutaan vahvistaa. Kasvatushakkuilla voidaan lisätä näkyvyyttä lähimaisemassa ja vaikuttaa metsän rakenteeseen kuten puulajisuhteisiin.

Harvennuksella vaihtelevuutta maisemaan

Maiseman avaamista edellyttävä harvennus voidaan tehdä normaalia voimakkaampana kuitenkin ottaen huomioon tuuli- ja lumituhoriskit. Harvennus lisää näkyvyyttä etenkin nuorissa ja tiheissä metsissä. Hakkuutähteitä korjaamalla voidaan parantaa metsän kulkukelpoisuutta. Harvennuksen seurauksena lisääntyvä valon määrä parantaa kenttäkerroksen kasvillisuuden kasvuedellytyksiä.

Metsikköön voidaan luoda vaihtelua harvennusvoimakkuutta säätelemällä sekä jättämällä pieniä alueita käsittelemättä. Maisemanhoidollisia tavoitteita voidaan edistää myös suosimalla sekametsärakennetta ja säästämällä hallitusti alikasvosta. Maisemallisesti merkittäviä puuyksilöitä, etenkin kulkureittien varsilla ja avoimien alojen reunoilla, voidaan tuoda esille harventamalla puustoa niiden ympäriltä. Taajamien virkistysmetsissä on usein perusteltua pyrkiä säilyttämään mahdollisimman tiheitä näkymäsuojia esimerkiksi liikenneväylien, asutuksen ja ulkoilureittien välissä.

Myöhempi harvennus - Ilmastonmuutoksen hillintä

Harvennushakkuut ovat jaksollisen metsänkasvatuksen ainespuuntuotantoon tähtäävä toimenpide. Harvennuksilla vaikutetaan mahdollisuuksiin hyödyntää puuta puutuotteissa ja ohjataan hiilensidonta kasvatettaviin puihin.

Vaikutukset hiilen määrään puustossa ja puutuotteissa

Harvennushakkuun vuoksi puuston määrä ja hiilivarasto vähenevät hetkellisesti, samoin hiilensidonta.^{[3][4]} Puuston kasvun ja elinvoiman ylläpito harvennusten avulla edistää hiilensidontaa, mikä auttaa ilmastonmuutoksen hillinnässä.

Harvennushakkuut parantavat jäävän puuston laatua ja vahvistavat järeytymistä. Tämä lisää tulevia hakkuutuloja ja puuston hyödyntäminen pitkäkestoisempiin puutuotteisiin on todennäköisempää kuin ilman harvennuksia.

Jos käytetään harvennusmallin mukaista lievempää harvennusvoimakkuutta ja/tai yläharvennusta sille sopivilla kohteilla, kiertoaikaa voi pidentää ja siten lisätä puuston hiilivarastoa.^[5]

Vaikutukset maaperän hiilivaraston kehitykseen

Tutkimustulokset harvennuksen vaikutuksista metsämaan hiilivarastoon eivät ole yhdenmukaisia. Harvennus voi hetkellisesti lisätä metsämaan hiilivarastoa lisääntyneen kariketuotannon kautta. Kuitenkaan yleisesti harvennushakkuilla ei ole todettu olevan suurta vaikutusta maaperän hiilivaraston kehitykseen kivennäismailla. Harvennuksen vaikutus maaperään on joka tapauksessa pienempi ja lyhytaikaisempi kuin avohakkuun, joskin vaikutuksia tunnetaan huonosti.^{[6][7][8]}

Ojitetuilla turvemaileda harvennuksen vaikutukset maaperän hiilivarastoon ja kasvihuonekaasupäästöihin ovat todennäköisesti vähäiset verrattuna avohakkuuseen^{[9][10]}, koska harvennuksen vaikutukset pohjaveden pinnan korkeuteen ovat yleensä vähäiset^[11] ja häiriö kasvillisuudessa huomattavasti vähäisempi kuin avohakkuun.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tuhoriskeihin

Päätöksenteossa on huomioitava ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit. Erityisesti on huomioitava lumituhojen riski metsän harventamisen jälkeen. Lumituhoja tapahtuu

erityisesti metsissä, jotka ovat ennen harvennusta olleet ylitieheitä. Ilmastonmuutoksen vuoksi on huomioitava mm. männynjuurikäävän, tervasroson, tunturimittarin, hallamittarin ja ruskomäntypistiäisen leviäminen kohti pohjoista. Myös harvennusten puunkorjuun riskit suurenevät ilmaston lämmitessä.

Toteutus

Myöhempi harvennus kuusivaltaisessa metsässä



Varttuneissa kuusikoissa voidaan harvennuksissa poistaa myös päävaltapuita. Tällöin on kyse yläharvennuksesta. Kuva: © Pentti Väisänen.

Kuusivaltaisissa metsissä kannattavimpaan kasvatusohjelmaan kuuluu kaksi harvennusta ennen uudistushakkuuta. Jos kiertoaikaa halutaan jatkaa, yläharvennuksena tehtävä kolmas harvennus voi vielä olla taloudellisesti perusteltua. Yläharvennus lisää kuusikoissa hieman kasvua ja tukkipuun saantoa alaharvennuksen verrattuna. Sekapuustoisuutta suosissa varmistetaan harvennuksilla riittävästi valoa ja kasvutilaa myös männylle ja lehtipuille. Sekametsiin voidaan soveltaa omia harvennusmalleja, jotka huomioivat eri puulajien kasvuvaatimukset.

Riskit huomioitava

Uudistuskypsän kuusikon harvennus tulee tehdä harkiten, sillä hakkuu lisää tuulituho-, kirjanpainaja- ja juurikäpäriskiä. Puuston reagoitokyky lisääntyneeseen kasvutilaan

heikkenee puuston vanhetessa. Lisääntyneiden riskien vuoksi uudistuskypsän kuusikon harventaminen ei ole taloudellisesti perusteltua ainakaan riskialueilla.

Jos alue on tarkoitus uudistaa luontaisesti suojuspuumenetelmällä, voidaan kuusikon viimeinen harvennus tehdä väljennyshakkuuna, jolla voidaan edistää luontaista taimettumista. Suojuspuuhakkuu on suositeltavaa erityisesti korpimaisilla turvemaidella, joilla avohakkuuta halutaan välttää.

Lue lisää: [Luontaiseen uudistumiseen tähtäävät jaksollisen kasvatuksen hakkuut - Toteutus.](#)

Myöhempi harvennus mäntyvaltaisessa metsässä



Puuston harvennustarvetta voi päätellä arvioimalla elävän latvuksen osuutta ja kuntoa. Männyllä latvusta pitäisi olla vähintään 40 % puun pituudesta. Kuva: © Pentti Väisänen.

Mäntyvaltaisissa metsissä harvennuksen lähtötilanne riippuu puuston laadusta. Heikkolaatuiset puustot on kannattavinta harventaa kahdesti ennen uudistushakkuuta. Hyvälaatuisissa männiköissä kolmas harvennus on usein tarpeen, jotta arvokkaimpien tukkirunkojen järeytyminen saadaan turvattua.

Yläharvennus mahdollisuutena

Hoidetuissa männiköissä voidaan toinen ja kolmas harvennus toteuttaa yläharvennuksena,

mikä johtaa hieman alaharvennusta parempaan taloudelliseen tulokseen. Yläharvennuksen seurauksena kiertoaika pitenee 5–20 vuodella, jos uudistushakkuu tehdään läpimitan perusteella. Yläharvennus edellyttää huolellisuutta, jotta puuston pohjapinta-ala ei laske harvennusmallin esittämän tason alapuolelle.

Sekapuustoisuutta suosiessa huomioidaan harvennuksissa myös muut puulajit ja niiden kasvuedellytykset. Sekametsiin voidaan soveltaa omia harvennusmalleja, jotka huomioivat eri puulajien kasvuvaatimukset.

Katso sekametsän harvennusmallit täältä: [Hoidettujen kasvatusmetsien harvennusmallihaku - Mänty-lehtisekapuusto](#).

Uudistuskypsää männikköä voidaan harventaa väljennyshakkuulla, jos tavoitteena on parantaa luontaisen uudistamisen edellytyksiä. Tällöin valtapuuston latvukset tuuhentuvat ja kyky tuottaa siementä paranee. Uudistuskypsän männikön harvennus voi olla perusteltua myös silloin, kun tavoitteena on järeän huippulaatuisen tukin kasvattaminen tai metsikön kiertoajan jatkaminen.

Myöhempi harvennus koivuvaltaisessa metsässä



Hoidettu koivikko järeytyy nopeasti. Kuva: © Pentti Väisänen.

Rauduskoivikoissa tavoitellaan puuston nopeaa järeytymistä voimakkaan ensiharvennuksen jälkeen. Kasvatuksen tavoitteena on hyvälaatuisen tukkipuun tuottaminen.

Harvennuksen toteutus

Toisessa harvennuksessa pyritään jo hakkaamaan jonkin verran vaneritukkia etenkin, jos sen avulla kasvatettavan puuston laatu ja taloudellinen tulos paranee. Harvennuksessa jätetään kasvamaan noin 400 puuta hehtaarille.

Paras koivu sekametsästä

Korkealaatuisen koivutukin kasvattaminen onnistuu parhaiten kuusikon sekapuuna samassa jaksossa kuusen kanssa. Kuusi-koivusekametsässä koivut eivät ole yhtä oksaisia kuin puhtaassa koivikossa. Myös koivun teknisen laadun takia kasvatus sekapuuna on hyödyllistä, sillä ruskotäpläkärpäsen aiheuttamat vioitukset ovat kuusikoivusekametsissä yleensä vähäisempiä kuin puhtaissa koivikoissa. Vaneriksi käytettävissä laatutyvissä ei

sallita ruskotäpläkärpäsien aiheuttamia värivikoja tukin viilutettavassa osuudessa.

Harvennusmallien käyttö

Metsanhoidon harvennusmallit on laadittu avuksi harvennusten suunnitteluun ja toteutukseen. Harvennusmallit perustuvat pitkäaikaisista harvennuskokeista saatuihin tutkimustuloksiin ja niillä tavoitellaan hyvää kannattavuutta, puuntuotosta ja korjuukelpoisia leimikoita. Harvennusmallit on laadittu puulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin. Niiden avulla voidaan määrittää hoidetun metsikön harvennustarve ja hakkuussa jätettävän, kasvatettavan puuston suositeltava määrä.

Siirry harvennusmalleihin: [Hoidettujen kasvatusmetsien harvennusmallihaku | Metsanhoidon suositukset](#)

Soveltaminen kohteen ominaispiirteet huomioiden

Harvennusmalleissa on kuvattu valtapituuden ja puuston tiheyden perusteella rajat, joiden sisällä metsikön käsittelyssä on turvallista pysyä, kun tavoitteena on hyvä puuntuotannollinen ja taloudellinen tulos. Suosituksessa on esitetty kahdenlaisia harvennusmalleja: puuston valtapituuteen ja pohjapinta-alaan perustuvat sekä valtapituuteen ja runkolukuun perustuvat.

Ensiharvennuksissa suositellaan ensisijaisesti käyttämään valtapituuteen ja runkolukuun perustuvia harvennusmalleja. Hoitamattomien metsien hoitoon on kehitetty omat runkolukuun perustuvat harvennusmallit. Myöhemmissä harvennuksissa suositellaan käyttämään pohjapinta-alaan ja valtapituuteen perustuvia malleja.

Mallia voimakkaampi harvennus lisää välittömiä puunmyyntituloja, mutta voi aiheuttaa puuston kasvutappioita ja nostaa lumi- ja tuulituhojen riskiä. Toisaalta useat, hyvin lievät harvennukset, joissa poistuma on pieni, eivät yleensä ole perusteltuja korjuun heikon kannattavuuden ja korjuuvaurioiden kasvavan riskin vuoksi.

Ylitiheydestä kärsineissä, tuuli- ja lumituhoille alttiissa metsiköissä puuston määrä on syytä jättää harvennusmallien jäävää puustoa kuvaavan vyöhykkeen yläpuoliskoon, mikä pienentää tuhoriskiä. Vyöhykkeen alapuoliskoon voidaan harventaa pystykarsitut metsiköt, sekametsiköt, erittäin kivisten maiden metsiköt sekä koivikot, joihin on syntynyt kehityskelpoinen kuusialikasvos.

Harvennusmallien lukuohje

Harvennustarvetta ilmaiseva harvennusraja, eli leimausraja, on piirretty malleihin

katkoviivalla. Kun puuston määrä nousee alimman katkoviivan yläpuolelle, on syytä harkita harvennusta. Hakkuussa puuston määrä vähennetään harvennuksen jälkeistä puustoa kuvaavalle pohjapinta- alavyöhykkeelle. Ajourien vaikutus on otettu huomioon jäävän puuston määrässä. Mikäli puustotunnuksia mitataan vain ajourien välistä, harvennushakkuusta vastaava pohjapinta-ala on 1–2 m² ja runkoluku 100–300 runkoa/ha suurempi. Ero on suurin silloin kun jäävän puuston määrä on yli 1 200 runkoa/ha ja/tai ajourien väli lähellä 20 m. Erolla ei ole enää merkitystä, kun jäävän puuston määrä on alle 800 runkoa/ha.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen näkökulma kasvatushakkuissa

Elinvoimainen puusto on kestävä tuhonaiheuttajia vastaan. Yleensä riski luonnontuhoille kasvaa kuitenkin hetkellisesti harvennuksen jälkeen. Tämä koskee eritoten tuulituhoja. Pidemmällä aikavälillä harvennushakkuut parantavat metsikön tuhonkestävyyttä.

Harvennushakkuissa sekapuustoisuuden ylläpitäminen parantaa puuston kykyä vastata ilmastonmuutoksen tuomiin riskeihin^[12]. Viivästyneet ja/tai voimakkaat harvennukset sekä samanaikainen puuston lannoittaminen lisäävät tuulituhoriskiä. Samoin varttuneissa metsissä kannattaa välttää tarpeettomia harvennuksia kasvavan tuulituhoriskin vuoksi. Harvennuksilla on positiivinen vaikutus jäävän puuston kuivuudensietokykyyn^[13].

Harvennusten ajoitus turvemaidella

Suometsän kannattavin harvennusajankohta arvioidaan ensisijaisesti puuston tiheyden, rakenteen ja kasvukunnon perusteella. Oikein ajoitettu harvennushakkuu lisää kasvatuksen kannattavuutta ja käyttöpuun tuotosta. Tämän edellytyksenä kuitenkin on, että hakkuun jälkeen maaperän ravinne- ja vesitalous ovat puiden kasvun kannalta sopivia.

Hoidetuissa suometsissä harvennus ei yleensä ole kannattavaa ennen harvennusmallin leimausrajan täyttymistä. Harvennuksella saatavan puutavaran hakkuukertymän on suositeltavaa olla vähintään 40 m³/ha. Hoitamattomilla, puustoltaan epätasaisilla tai runsaasti hieskoivua sisältävillä kohteilla voidaan tästä joutua tinkimään.

Epätasaisissa turvemaiden puustoissa voi olla selvää harvennustarvetta vain ojien reuna-alueilla. Tämä on tyypillistä varsinkin kohteilla, joissa sarkaleveys on 50 metriä tai suurempi. Vaihtoehdot etuineen ja haittoineen ovat tällöin [\[14\]](#):

Viivästyttää koko kuvion harvennusta seuraavaan hoitohankkeeseen

- + isompi hakkuukertymä ja parempi taloustulos yksittäisenä metsikkökuviona tarkasteltuna
- + harvennuskertojen lukumäärä vähenee
- – suuri viivästyminen heikentää puuston jatkokehitystä.

Tehdä harvennus koko kuviolla ja avata tarvittaessa ojalinjat

- + hankkeen kokonaishakkuukertymä kasvaa
- + tarve seuraavalle käsittelykerralle siirtyy eteenpäin
- – turhaa ajoa vähäpuustoisella alalla, mikä lisää maastovaurioriskiä ja korjuukustannuksia.

Harventaa ainoastaan ojien reunoilla kasvava puusto ja avata tarvittaessa ojalinjat

- + hankkeen kokonaishakkuukertymä kasvaa
- + seuraava käsittelykerta siirtyy eteenpäin
- +/- vältetään turhaa ajoa saroilla, toisaalta siellä mahdollisesti olevat puustoiset kohdat voivat jäädä käsittelemättä.

Harvennus osana suometsän hoitohanketta

Metsikön harvennusta kannattaa harkita osana hoitohanketta, vaikka puuston pohjapinta-ala ei kuviolla ole saavuttanut harvennusmallien mukaista leimausrajaa, jos:

- puuston ryhmittäisyys tai erirakenteisuus selvästi haittaa hyvälaatuisten puiden järeytymistä tukkipuuksi, esimerkiksi ojavarsien puusto kärsii ylitiheydestä, vaikka keskisarka on harvapuustoista
- metsikössä on ennen ojitusta syntyneitä paksuoksaisia järeitä puita, jotka haittaavat pienempien parempilaatuisten puiden kasvua
- hakkuun viivästyttäminen seuraavaan käsittelykertaan heikentäisi arvokkainta puustoa, esimerkiksi hieskoivu ehtisi syrjäyttää tukkipuuksi kasvatettavan männyn tai haittaisi liikaa kuusten kehitystä.

Lehtipuusekoituksen säilyttäminen havupuustoissa



Lehtipuusekoituksen säilyttäminen tuo väriä ja vaihtelua maisemaan. Kuva: © Erkki Oksanen / Luke.

Havupuuvaltaisissa metsissä on suositeltavaa säilyttää vähintään kymmenen prosentin lehtipuusekoitus puuston elinvoimaisuuden, metsämaan hoidon ja luonnon monimuotoisuuden vuoksi. Lievä lehtipuusekoitus johtaa havupuuvaltaisissa metsissä myös taloudellisesti hyvään tulokseen varsinkin, kun lehtipuuna suositaan rauduskoivua.

Koivu vaatii kasvutilaa

Koivujen elinvoimaisena pitäminen edellyttää väljempää kasvutilaa, minkä vuoksi harvennusten tulee olla hieman voimakkaampia kuin puhtaissa havupuumetsiköissä.

Lehtipuusekoituksen säilyttäminen metsikön eri kehitysvaiheissa riippuu metsänomistajan tavoitteista. Jos metsänkasvatuksessa painavat enemmän muut arvot kuin puuntuotanto, voidaan havupuuvaltaisessa metsikössä ylläpitää hyvinkin suurta lehtipuuosuutta. Eri puulajien erilainen valontarve, varjostuksensietokyky ja kasvurytmi tulee ottaa huomioon kaikissa kasvatusvaiheissa.



Hoidettua sekametsää on helppoa kasvattaa metsänomistajan haluamaan suuntaan. Monipuolinen puusto on kestävä myös erilaisia tuhoja vastaan. Kuva: © Pentti Väisänen.

Ala- ja yläharvennus

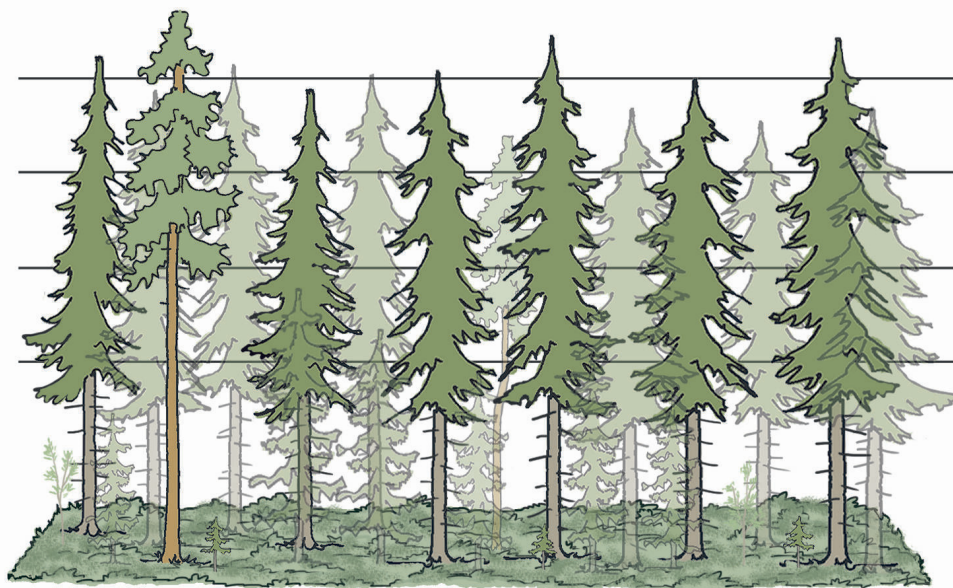


Yläharvennuksella saadaan hyvin hoidetuista metsiköistä suurempi tukkikertymä kuin alaharvennuksella. Kuva: © Maria Lindén.

Harvennustavalla tarkoitetaan periaatetta, jolla poistettavat puut valitaan. Kaikissa harvennustavoissa yleistavoitteena on parantaa kasvatettavan puuston laatua, nopeuttaa järeytymistä ja tuottaa puunmyyntituloja. Kasvamaan jätetään mahdollisimman laadukas ja tuottava puusto. Tasaikäisrakenteisten metsien harvennustavat ovat ala- ja yläharvennus. Harvennustapaa on hyödyllistä vaihtaa tilanteen mukaan myös metsikön sisällä.

Harvennustapa tilanteen mukaan

Tiheiköt on suositeltavinta alaharventaa, ja järeämmäksi kasvaneita puita voi myös poistaa yläharvennuksena. Tasaiseen kasvatustiheyteen pyrkiminen on työn toteutuksen ja suunnittelun kannalta helpointa, mutta vaihteleva kasvatustiheys voi palvella paremmin metsänkasvatuksen maiseman- ja luonnonhoidollisia tavoitteita. Huonolaatuiset puut, joita ei ole tarkoitus jättää säästöpuiksi, poistetaan.



Esimerkki kasvatettavista ja poistettavista puista kuusikon alaharvennuksessa. Kuva: Juha Varhi, © Tapio.



Esimerkki kasvatettavista ja poistettavista puista kuusikon yläharvennuksessa. Kuva: Juha Varhi, © Tapio.

Alaharvennus

Alaharvennus on harvennustapa, joka sopii kaikenikäisiin ja eri puulajien tasarakenteisiin

metsiköihin. Kasvamaan jätetään ensisijaisesti laadultaan metsikön parhaat valta- ja lisävaltapuut, joilla on rungon laadun puolesta mahdollisuus kasvaa tukkipuiksi. Alaharvennuksen tavoitteena on saada puusto järeytymään nopeasti ja tuottamaan nopeammin tuloja seuraavissa hakkuissa.

Alaharvennuksessa poistetaan

- vialliset sekä sairaat puut
- valta- ja lisävaltapuita pienemmät puut
- valtapuista mutkaiset, lengot, paksuksaiset ja tukkiosaltaan haaroittuneet puut niin että metsikköön jää harvennusmallien mukainen määrä mahdollisimman hyvälaatuista ja kasvuisaa puustoa. Täydennykseksi voidaan jättää pienikokoisia, huonolaatuisia tai taloudellisesti vähäarvoisia puita.

Yläharvennus

Yläharvennus on tasarakenteisen [jaksollisen kasvatuksen] varttuneen metsikön harvennustapa, jossa pienempien puiden lisäksi poistetaan myös osin kookkaimpia ja taloudellisesti arvokkaimpia puita. Hakkuu tehdään erityisesti hyvälaatuisten lisävaltapuiden hyväksi ja se tasaa puuston pituus- ja läpimittajakaumaa. Yläharvennus lisää laadukkaan tukkipuun tuotosta ja pidentää metsikön kiertoaikaa.

Yläharvennuksessa poistetaan

- puun koosta riippumatta vialliset, sairaat, teknisesti huonolaatuiset ja erityisen paksuksaiset sekä huonolatvuksiset puut, ellei niitä jätetä säästöpuiksi
- 50–100 valtapuuta hehtaarilta. Kahdesta latvukseltaan yhtä hyvästä puusta poistetaan järeämpi.

Yläharvennusta suunniteltaessa on varmistuttava kohteen sopivuudesta. Hakkuussa kasvamaan jätetään harvennusmallin mukaisesti hyvän latvuksen omaavia laadukkaita ja elpymiskykyisiä lisävaltapuita tilajärjestykseltään tasaisesti. Valtapuiden harvennus vaatii tekijältään ammattitaitoa ja huolellisuutta, jotta puuston tiheys pysyy harvennusmallin mukaisena.

Yläharvennuksen etuna on, että sillä voidaan lisätä harvennushakkuiden välittömiä puunmyyntituloja ja koko kasvatusaikana saatavan tukkipuun määrää. Kannattavinta yläharvennus on sellaisessa metsän kasvatuksen vaiheessa, jossa yläharvennuksella

poistetaan äskettäin tukkipuukoon saavuttaneita puita. Sopivimpia yläharvennettavia puita ovat sellaiset, joista saadaan vähintään kaksi tukkia tai yhden suuren. Riittävät mitat ovat tällöin 23 cm:n rinnankorkeusläpimitta ja 19 metrin pituus. Mitä suurempaa taloudellista tuottoa metsänomistaja edellyttää, sitä suositeltavampaa yläharvennuksen käyttö on sille soveltuvalla kohteella.

Ala- ja yläharvennuksen vertailua.

	Alaharvennus	Yläharvennus
Tavoitteet	Saada puunmyyntituloja ja edistää kasvatettavan puuston nopeaa järeytymistä. Keskittää kasvu parhaisiin valta- ja lisävaltapuihin.	Saada puunmyyntituloja ja parantaa kasvatettavan puuston suhteellista arvokasvua. Viivästyttää uudistushakkuuta 5-20 vuodella. Keskittää kasvu parhaisiin valta- ja lisävaltapuihin.
Toteutus ja valvonta	Helppo toteutustapa.	Edellyttää hyvää ammattitaitoa ja huolellisuutta.
Soveltuvat kohteet	Soveltuu kaikkiin harvennuskohteisiin.	Hoidettujen varttuneiden havupuuvaltaisten metsiköiden sekä rauduskoivikoiden toinen tai kolmas harvennus. Ei sovellu hieskoivikoihin eikä ylitieheinä kasvaneisiin hoitamattomiin tasaikäisrakenteisiin metsiin.
Hakkuun taloudellinen kannattavuus	Hakkuukertymässä ei ole merkittävää eroa yläharvennukseen verrattuna. Tukkipuun saanto on kuitenkin pienempi kuin yläharvennuksessa, mikä vähentää välittömiä puunmyyntituloja.	Alaharvennukseen verrattuna suurempi tukkipuun saanto ja välittömät puunmyyntitulot.
Merkittävimmät riskit	Liian voimakas harvennus lisää tuuli- ja lumituhojen riskiä.	Hakkuussa voidaan poistaa liikaa isoja puita, mikä alentaa puuston kokonaistuotosta. Puustovaurioiden ja tuulituhojen riski voi hieman kasvaa alaharvennukseen verrattuna.

Sekapuustoisuuden etuja ja haasteita.

Esimerkki: Ylä- ja alaharvennuksen vertailu kuusivaltaisessa metsässä

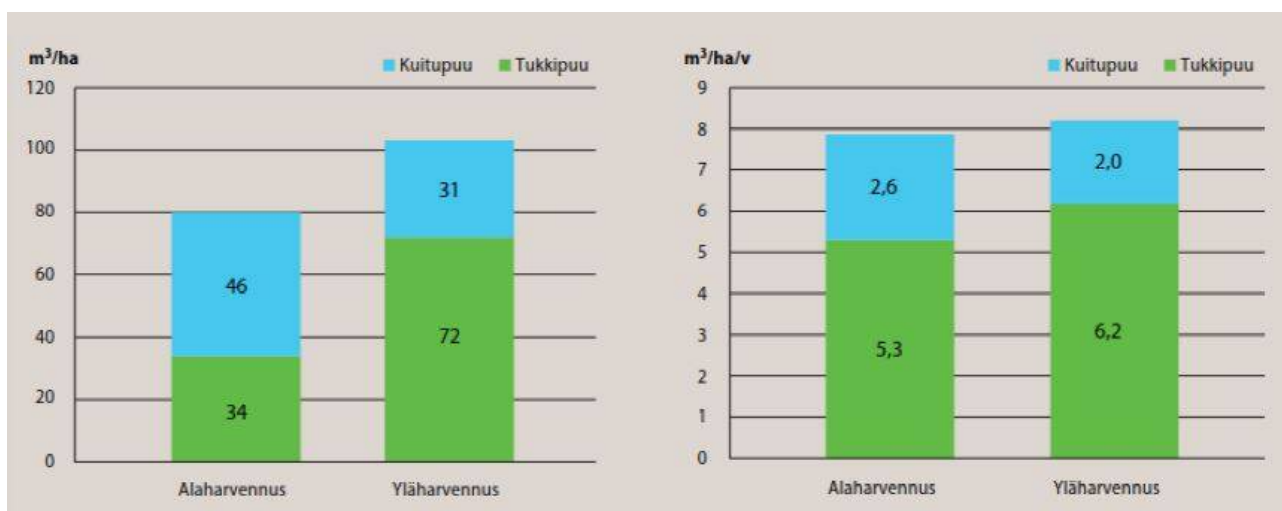
Esimerkissä verrataan kahden alaharvennuksen kasvatusohjelmaa sellaiseen, jossa on yksi alaharvennus ja yksi yläharvennus. Esimerkkimetsikön ollessa 50-vuotias tehdään päätös, käytetäänkö ylä- vai alaharvennusta. Tarkastelussa on keskisuomalainen lehtomaisen kankaan istutettu kuusikko, Lapinlahti (1 083 d.d.). Kiertoaikoina vertailussa ovat 67 ja 75

vuotta.

Kuvassa esitetään kasvatusohjelmien toisen harvennushakkuun kertymät. Yläharvennuksen käyttö toisessa harvennuksessa lisää hakkuukertymää, etenkin tukkipuukertymää sekä lisää puunmyyntituloja. Poistuman keskijäreys kasvaa, mikä alentaa korjuukustannuksia. Maltillisen yläharvennuksen oikeanlainen käyttö edellyttää hakkuun tekijältä hyvää ammattitaitoa.

Yläharvennus pidentää kiertoaikaa esimerkkitapauksessa noin kahdeksan vuotta, jos uudistamisläpimitta säilytetään samana. Kuvassa esitetään tukki- ja kuitupuun vuotuinen hehtaarikohtainen tuotos ala- ja yläharvennetussa kuusikossa. Yläharvennus lisää vuotuista tukkipuun tuotosta runsaat 15 %, kokonaistuotosta noin 4 % ja laskee kuitupuun tuotosta noin 20 %. Jos metsänomistaja tavoittelee hyvää puuntuotosta, korkeaa tukkiosuutta ja vahvaa kassavirtaa, suositusten mukaisen yläharvennuksen käyttö on hyvä metsänkäsittelyn vaihtoehto.

Kun nettotulojen nykyarvoa tarkastellaan 3 %:n laskentakorolla metsikön ollessa 50 vuoden ikäinen, yläharvennuksen ohjelman nettonykyarvo on 16 294 € hehtaarilla ja alaharvennuksen ohjelman 15 324 €. Nettonykyarvon laskennassa on otettu huomioon tulevaisuuden kasvatusjaksot lisäämällä paljaan maan arvo päätehakkuun tuloihin.



Esimerkki: Ylä- ja alaharvennuksen vertailu kuusivaltaisessa metsässä.

Ylä- ja alaharvennuksen vertailu kuusivaltaisessa metsässä.

	Yläharvennus	Alaharvennus
Nettonykyarvo 50 v. iässä €/ha 3 % korolla	16 294	15 324
Kiertoaika, vuotta	75 v	67 v

Toimenpide	Vuonna	Kassavirta	Kassavirta
Hallintokulut, €/ha		- 11/vuosi	
Uudistustyöt, €/ha	0	- 1 265	
Varhaisperkaus, €/ha	5	- 300	
Taimikonharvennus, €/ha	12	- 460	
Ensiharvennus, €/ha	32	+ 956	
Toinen harvennus, €/ha	50	+ 4 093	+ 2 437
Päätehakkuu, €/ha		+ 23 827	+ 19 831
Paljaan maan arvo		+ 1 720	+ 1 469

Ylä- ja alaharvennuksen vertailu kuusivaltaisessa metsässä.

Ylä- ja alaharvennuksen vertailu mäntyvaltaisessa metsässä

Esimerkissä verrataan kahden alaharvennuksen kasvatusohjelmaa sellaiseen, jossa on yksi alaharvennus ja yksi yläharvennus. Tarkastelussa on kainuulainen tuoreen kankaan istutusmännikkö, Paltamo (992 d.d.). Puusto kasvatetaan parempaa laatua ja tuotosta tavoitellen sekapuustoisena, männyn ohella lievä koivusekoitus ja merkittävästi luontaista kuusta. Esimerkkimetsikön ollessa 60-vuotias tehdään päätös, käytetäänkö ylä- vai alaharvennusta. Kiertoaikoina vertailussa ovat 82 ja 95 vuotta.

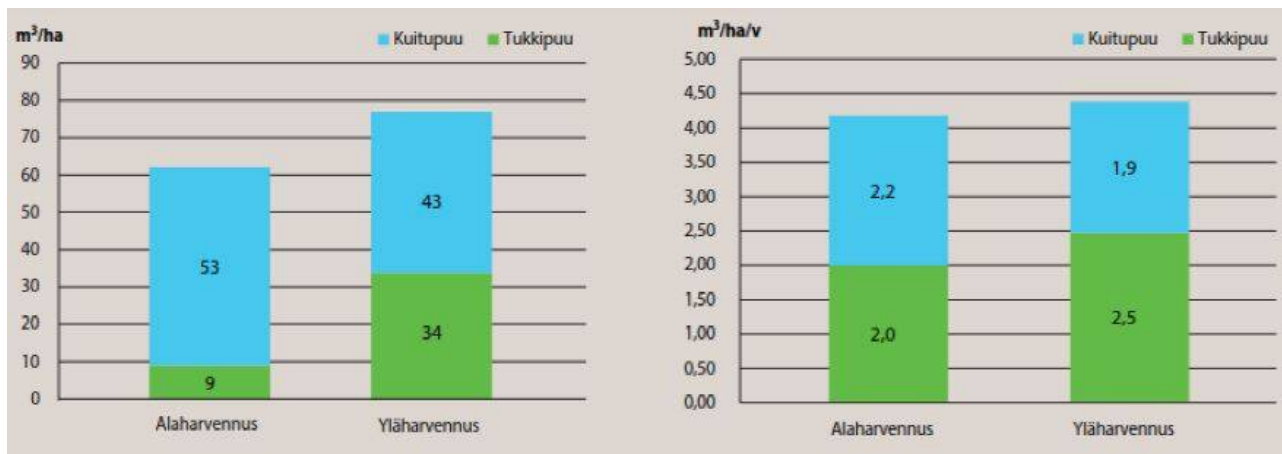
Yläharvennuksen käyttö männikön toisessa harvennuksessa parantaa varsinkin tukkikertymää ja myös kokonaiskertymää runsaalla viidesosalla. Se lisää puunmyyntituloa alaharvennukseen verrattuna noin 80 %. Poistuman suurempi keskijäreys alentaa korjuukustannuksia, toisaalta päävaltapuita poistettaessa korjuuvaurioiden riski kasvaa. Maltillisen yläharvennuksen oikeanlainen käyttö mäntyvaltaisessa sekametsässä edellyttää hakkuun tekijältä erityisen hyvää ammattitaitoa.

Yläharvennus pidentää kiertoaikaa esimerkkitapauksessa 13 vuotta, jos uudistamisläpimitta säilytetään samana. Kuvassa esitetään tukki- ja kuitupuun vuotuinen hehtaarikohtainen tuotos ala- ja yläharvennetussa sekapuustoisessa männikössä. Yläharvennus lisää vuotuista tukkipuun tuotosta runsaat 20 % ja laskee kuitupuun tuotosta runsaat 10 %.

Yläharvennuksen käyttö sopii metsänomistajalle, joka tavoittelee hyvää puuntuotosta sekä hakkuukertymän korkeaa tukkiosuutta.

Kun nettotulojen nykyarvoa tarkastellaan 2 %:n laskentakorolla metsikön ollessa 60 vuoden ikäinen, yläharvennuksen ohjelman nettonykyarvo on 9 627 € hehtaarilla ja alaharvennuksen ohjelman 8 305 €. Nettonykyarvon laskennassa on otettu huomioon

tulevaisuuden kasvatusjaksot lisäämällä paljaan maan arvo päätehakkuun tuloihin.



Ylä- ja alaharvennuksen vertailu mäntyvaltaisessa metsässä.

Ylä- ja alaharvennuksen vertailu mäntyvaltaisessa metsässä.

		Yläharvennus	Alaharvennus
Nettonykyarvo 60 v. iässä, €/ha 2 % korolla		9 627	8 305
Kiertoaika, vuotta		95 v	82 v
Toimenpide	Vuonna	Kassavirta	Kassavirta
Hallintokulut, €/ha		- 11/vuosi	
Uudistustyöt, €/ha	0	- 1 100	
Varhaisperkaus, €/ha	5	- 300	
Taimikonharvennus, €/ha	12	- 460	
Ensiharvennus, €/ha	40	+ 682	
Toinen harvennus, €/ha	60	+ 2 368	+ 1 273
Päätehakkuu, €/ha		+ 13 203	+10 390
Paljaan maan arvo		+ 1 314	+ 482

Ylä- ja alaharvennuksen vertailu mäntyvaltaisessa metsässä.

solujen otsikko kaksi viimeistä: kassavirta

Laadunhallinta kasvatushakkuissa

Hakkuissa laadukkaalla työllä varmistetaan puuston kasvua, arvokasvua ja sen hetkisiä ja tulevia hakkuutuloja. Metsänomistajan tavoitteet ja kohteen ominaisuudet voivat mahdollistaa erilaisia toteutustapoja kasvatushakkuille. Korjuujäljen laadulla tarkoitetaan metsikön puuston, maaperän ja ympäristön tilaa korjuun jälkeen. Tavoitteena on, että metsään jää kasvamaan metsänomistajan tavoitteiden mukainen laadultaan hyvä ja tuottava puusto.

Korjuujäljen laadulla on iso merkitys jäävän puuston kehitykselle

Huono korjuujälki vähentää metsänomistajan tulevaisuuden puunmyyntituloja. Kohteelle valittua harvennusmallia voimakkaampi hakkuu johtaa puuston kasvutappioihin ja lisää esimerkiksi tuulituhojen riskiä, kun taas ylitiheänä kasvaminen hidastaa puuston järeytymistä. Kasvamaan jätetyn puuston oikea valinta on erittäin tärkeä osa harvennusta, sillä vikaisten ja teknisesti huonolaatuisten puiden kasvattaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa.

Tavoiteltava hyvä korjuujälki muodostuu useasta eri tekijästä

Kasvatushakkuissa voidaan korjuun laatuun vaikuttaa huolellisella suunnittelulla, jossa määritellään

- metsänomistajan tavoitteet ja erityistoiveet
- kohteen korjuu- ja kuljetuskelpoisuus sekä maaston kantavuudelta kriittiset kohdat
- ennakkoraivauksen tarve
- kantokäsittelyn tarve
- varastopaikkojen sijainti ja tilantarve sekä ajouraverkoston sijainti
- viereisten kuvioden käsittely uudistushakkuun osalta huomioidaan harvennettavan alan tiheämpinä reuna-alueina.

Ajourat vähentävät aina puuston potentiaalista kasvitilaa, mutta ovat välttämättömiä korjuun toteutuksen kannalta.

Esimerkki puunkorjaajan omavalvonnan tarkistuslistasta

Onko korjuujälki tavoitteen mukainen?

Tarkista kunkin korjuujälkikriteerin täyttyminen.

- Tarkista luonnonhoitovaatimusten täyttyminen (sästöpuut, lahopuu, vesiensuojelu, luontokohteet, riistatiheiköt, harvennuksessa myös lehtipuusekoitus).
- Tarkista polkujen ja kulkureittien kunto sekä työmaan siisteys.
- Tarkista juurikäävän riskikohteilla kantokäsittelyn peittävyys.

Onko korjatun energiapuun laatu tavoitteen mukainen?

- Varmista korjatun energiapuun puhtaus, kuten mahdollisimman vähäinen maa-aineksen määrä.

Onko katkonnan laatu tavoitteen mukainen?

- Tarkista, että katkonta vastaa kaupassa sovittua.

Onko varastoinnin toteutus tavoitteen mukainen?

- Varmista varaston saavutettavuus ja kääntöpaikat.
- Varmista pinojen sijoittelu, rakenne, peittäminen ja merkinnät.

Onko työmaan siisteydestä huolehdittu?

- Varmista siisteys ja käsittele roskat asianmukaisesti.



Harvennuksessa jätetyn puuston laatu ja tiheys kertovat harvennuksen onnistumisesta. Kuva: © Kalle Vanhatalo.

Kasvatushakkuiden laatuksiteerit metsänhoidon suosituksissa

Kriteeri	Laadun kuvaus
Kasvatushakkuiden suunnittelu	
Kasvatushakkuu on ajoitettu oikein	Hakkuutarve on havainnoitu ennen hakkuuta. Ensiharvennuksissa puuston pituus ja latvussuhde edellyttää hakkuuta. Myöhemmissä harvennuksissa kohteelle sopivan ja metsänomistajan tavoitteiden mukaisen harvennusmallin leimausraja on saavutettu.
Hakkuun toteutuksen ajankohta on sopiva	Hakkuun ajankohta on valittu kohteen kantavuuden ja hakkuun toteutuksen sekä kuljetusmahdollisuuksien mukaisiksi.

Kriteeri	Laadun kuvaus
Valittu harvennusmalli on puuston ja metsänomistajan tavoitteiden mukainen	Puustolle ja kohteelle sopiva harvennusmalli on valittu ja metsänomistajan tavoitteet on huomioitu valintaa tehdessä.
Ennakkoraivaustarve on huomioitu	Ennakkoraivaus on suunniteltu ja toteutettu tarpeen mukaan.
Ajoreitistö, varastopaikat ja tiestönkäyttö on suunniteltu hyvin	Kohteen varastopaikat ja kulku on suunniteltu toimiviksi, myös tiestön osalta.
Luonnonhoito on suunniteltu	Kohteen luonnonhoito on suunniteltu ja maastomerkitty, sekä ohjeet luonnonhoitoon on annettu.
Hakkuun työnjälki eli korjuujäljen laatu	
Jäävän puuston määrä ja laatu on tavoitteiden mukainen	Kasvatettava puuston tiheys on sovitun harvennusmallin mukainen, tavoitepuuston vaihteluväli huomioiden.
Juurikäävän torjunnasta on huolehdittu tarvittaessa	Juurikäävän torjunnasta on huolehdittu sulan maan aikaisissa hakkuissa havupuuvaltaisissa metsissä juurikäävän levinneisyysalueella.
Puulajikirjon säilymisestä, sekapuustoisuudesta ja lehtipuusekoituksesta halutussa määrin on huolehdittu	Lehtipuuosuus on tavoitteen mukainen. Sekapuustoisuus on tavoitteen mukainen. Puulajikirjoa on ylläpidetty eli kaikkia kohteella esiintyneitä puulajeja löytyy myös hakkuun jälkeen. Kasvatuskelpoinen alikasvos on säilytetty mahdollisimman ehjänä kohdissa, joissa sitä on tarkoitus kasvattaa.
Runko- ja juurivaurioita on vältetty	Runko- ja juurivaurioita on enintään 5 % kasvatettavista puista. Lakiraja on 15 %.
Ajourien maastovaurioita on vältetty	Ajourista syntyneitä maastovaurioita on kivennäismailla ja kuusivaltaisilla turvemaileda enintään 5 % sekä muilla turvemaileda enintään 10 % ajourien pituudesta. (Ajourista syntyneiden maastovaurioiden lakiraja on kivennäismailla 20 % ja turvemaileda 25 % ajourien pituudesta. Urapainaumaksi katsotaan kangasmailla yli metrin pituinen ja kenttäkerroksen alareunasta laskettava yli 10 senttimetriä syvä painauma. Turvemaileda urapainaumaksi katsotaan yli metrin pituinen turpeeseen leikkautunut yli 20 senttimetrin syvyinen painauma.) Maastovaurioita on tarpeen mukaan pyritty estämään havutuksella tai muilla keinoin, myös ojien ylityksiä voidaan edesauttaa puusillan tai muiden avulla vaurioiden välttämiseksi.
Ajouraväli on 19 metriä tai enemmän	Ajouravälit on tehty suositusten mukaisesti. Kohteen ominaisuudet, kuten maastonvaihtelu ja kivisyys voi vaikuttaa tavoitteeseen.
Ajouraleveys on kivennäismailla alle 4,6 metriä ja turvemaileda alle 5,1 metriä.	Ajouraleveys on suositusten mukainen. Kohteen ominaisuudet, kuten maastonvaihtelu ja kivisyys voi vaikuttaa tavoitteeseen.

Kriteeri	Laadun kuvaus
Varastopaikalle johtava uran vaurioitumista on vältetty	Varastopaikalle johtava ura ei ole vaurioitunut, tai sen vaurioitumista on pyritty estämään havutuksen, puuttamisen tai ajolinjoja tai uran vaihtoa hyödyntäen.
Luonnonhoidon toteutus	
Tärkeät luontokohteet ja erityiset lajiesiintymät on turvattu	Monimuotoisuudelle tärkeät luontokohteet sekä erityiset lajiesiintymät on turvattu.
Säästö- ja lahopuita sekä suoja- ja lahoppaita on jätetty tai tehty	Säästöpuuta ja säästöpuuryhmiä on jätetty tavoitteen mukaisesti. Lahopuut on säästetty ja niitä on varottu. Tekopökköitä on tehty tarvittava määrä. On huolehdittu, ettei järeitä maalahoppuita ole rikottu eikä ole muokattu alle kahden metrin päästä eläviä säästöpuuta.
Suoja- ja vaihettumisvyöhykkeitä on jätetty	Vesien varsille on jätetty suojavyöhykkeet. Soiden reunoille on jätetty vaihettumisvyöhykkeet. Monimuotoisuutta on edistetty pellon reunavyöhykkeellä mahdollisuuksien mukaan.
Polkujen ja kulkureittien kunnosta sekä työmaan siisteydestä on huolehdittu	Polkujen ja kulkureittien kunnosta huolehdittu sekä vältetty vaurioittamasta. Työmaan siisteydestä on huolehdittu.

Lain vaatimukset harvennushakkuussa jäävän puuston määrälle

Harvennushakkuissa jäävän puuston määrästä on säädetty asetuksella. Jos määrä alittuu, seurauksena on uudistamisvelvoite. Metsanhoidon suositusten mukaiset jäävän puuston määrät ovat aina jonkin verran lakirajaa korkeammat.

Kasvatushakkuiden lakirajat kivennäismailla.

Alue	Kasvupaikka	Puuston valtapituus metreinä				
		< 12 m	12-14 m	14-16 m	16-20 m	> 20 m
		Puita/ha	Pohjapinta-ala m ² /ha			
Eteläinen Suomi	Tuore tai sitä ravinteikkaampi kangas	800	9	11	13	15
	Kuivahko kangas	800	9	11	12	13
	Kuiva tai sitä karumpi kangas	700	8	9	10	10
Keskinen Suomi	Tuore tai sitä ravinteikkaampi kangas	700	9	11	13	14
	Kuivahko kangas	800	8	11	12	13
	Kuiva tai sitä karumpi kangas	700	8	9	10	10
Pohjoinen Suomi	Tuore tai sitä ravinteikkaampi kangas	700	8	10	12	12
	Kuivahko kangas	700	8	10	11	11
	Kuiva tai sitä karumpi kangas	600	7	8	9	9
Suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä	Tuore tai sitä ravinteikkaampi kangas	600	7	9	11	11
	Kuivahko kangas	600	7	9	10	10
	Kuiva tai sitä karumpi kangas	500	6	7	8	8

Säännösten (ns. lakiraja) mukainen vähimmäispohjapinta-ala (PPA) tasaikäisrakenteisen metsän kasvatushakkuun jälkeen käsittelyalueella.

Kasvupaikka	Eteläinen Suomi	Keskinen Suomi	Pohjoinen Suomi
	Pohjapinta-ala, m ² /ha		
Tuore tai sitä ravinteikkaampi kangas	10	9	8(7 ¹)
Kuivahko tai sitä karumpi kangas	9	8	6(5 ¹)

Säännösten (ns. lakiraja) mukainen vähimmäispohjapinta-ala pienaukko- ja poimintahakkuun jälkeen

käsittelyalueella.

¹Suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä

Kasvatushakkuiden lakirajat turvemailla.

Alue	Kasvupaikka (ojitettu)	Puuston valtapituus metreinä				
		< 12 m	12-14 m	14-16 m	16-20 m	> 20 m
		Puita/ha	Pohjapinta-ala m ² /ha			
Eteläinen Suomi	Ruoho- ja mustikkaturvekangas	640	7,5	9,0	10,5	12,0
	Puolukkaturvekangas	640	7,5	9,0	10,0	10,5
	Varpu- ja jäkäläturvekangas	560	6,5	7,5	8,0	8,0
	Lehtipuuvallaiset turvekankaat	480	6,0	6,0	7,5	8,0
Keskinen Suomi	Ruoho- ja mustikkaturvekangas	560	7,5	9,0	10,5	11,5
	Puolukkaturvekangas	640	6,5	9,0	10,0	10,5
	Varpu- ja jäkäläturvekangas	560	6,5	7,5	8,0	8,0
	Lehtipuuvallaiset turvekankaat	480	6,0	6,0	7,5	8,0
Pohjoinen Suomi	Ruoho- ja mustikkaturvekangas	560	6,5	8,0	10,0	10,0
	Puolukkaturvekangas	560	6,5	8,0	9,0	9,0
	Varpu- ja jäkäläturvekangas	480	6,0	6,5	7,5	7,5
	Lehtipuuvallaiset turvekankaat	480	6,0	6,0	7,5	8,0
Suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä	Ruoho- ja mustikkaturvekangas	480	6,0	7,5	9,0	9,0
	Puolukkaturvekangas	480	6,0	7,5	8,0	8,0
	Varpu- ja jäkäläturvekangas	400	5,0	6,0	6,5	6,5
	Lehtipuuvallaiset turvekankaat	400	5,0	5,0	6,5	7,5

Säännösten¹ mukainen vähimmäispohjapinta-ala (PPA) tasaikäisrakenteisen metsän kasvatushakkuun jälkeen käsittelyalueella.

¹Ns. lakiraja. Taulukossa on otettu huomioon, että ojitettujen turvemaiden kasvatuskelpoisen puuston määrä voi säännösten mukaan olla enintään 20 % alhaisempi kuin kivennäismailla. Pohjapinta-alat on pyöristetty ylöspäin lähimpään kokonaisluvun puolikkaaseen.

Kasvupaikka (ojitettu)	Eteläinen Suomi	Keskinen Suomi	Pohjoinen Suomi
	Pohjapinta-ala m ² /ha		
Ruoho- ja mustikkaturvekangas	8,0	7,5	6,5 (6 ²)
Puolukka- ja varputurvekangas	7,5	6,5	5 (4 ²)

²Suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä.

Sanasto

Alaharvennus



Esimerkki kasvatettavista ja poistettavista puista kuusikon alaharvennuksessa. Kuva: Juha Varhi, © Tapio.

Alaharvennus on harvennustapa, joka sopii kaikenikäisiin ja eri puulajien tasarakenteisiin metsiköihin. Kasvamaan jätetään ensisijaisesti laadultaan metsikön parhaat valta- ja lisävaltapuut, joilla on rungon laadun puolesta mahdollisuus kasvaa tukkipuiksi. Alaharvennuksen tavoitteena on saada puusto järeytymään nopeasti ja tuottamaan nopeammin tuloja seuraavissa hakkuissa.

Alaharvennuksessa poistetaan

- vialliset sekä sairaat puut
- valta- ja lisävaltapuita pienemmät puut
- valtapuista mutkaiset, lengot, paksuoksalet ja tukkiosaltaan haaroittuneet puut niin että metsikköön jää harvennusmallien mukainen määrä mahdollisimman hyvälaatuisia ja kasvuisaa puustoa. Täydennykseksi tai säästöpuiksi voidaan jättää pienikokoisia, huonolaatuisia tai taloudellisesti vähäarvoisia puita.

Ennakkoraivaus



Jos alikasvos on tiheää, on ennakkoraivaus lähes välttämätöntä hyvän korjuujäljen saavuttamiseksi. Kuva: © Mikko Riikilä

Ennakkoraivauksessa poistetaan puunkorjuuta haittaavaa alikasvosta, joka on kasvatettavan puuston alle luontaisesti syntynyttä nuorta puustoa. Raivauksen tavoitteena on parantaa korjuuoloja ja vähentää puustovaurioiden riskiä.

Ennakkoraivaus voi merkittävästi helpottaa koneellista korjuuta, vähentää puustovaurioita ja tehdä kohteen houkuttelevammaksi puunostajalle. Raivauksessa tavoitteena on poistaa alikasvos, joka haittaa näkyvyyttä sekä hakkuulaitteen vientiä poistettavien puiden tyville. Korjuuta haittaamatonta alikasvosta ei suositella raivattavaksi, koska se lisää kustannuksia ja heikentää monimuotoisuutta sekä riistan elinolosuhteita.

Hankintakauppa



Metsänomistajalle hankintakauppa voi olla kannattava, jos hänellä on omat korjuuvälineet sekä mahdollisuus toteuttaa työ kustannustehokkaasti. Kuva: © Pentti Väisänen.

Hankintakauppa on kauppatapa, jossa puun myyjä vastaa puunkorjuusta.

Hankintakaupassa metsänomistaja vastaa itse puiden korjuusta ja kuljetuksesta, toimittaen sovitun määrän mitta- ja laatuvaatimukset täyttävää puuta ennalta sovittuihin varastopaikkoihin määräajassa. Ennen hakkuuta sovitaan toimitettava puumäärä, puutavaran mitat, hinnat, varastopaikat sekä toimitusaikataulu.

Harvennus



Myöhempi harvennus voidaan toteuttaa yläharvennuksena, jolloin hyvin hoidetuista metsiköistä saadaan suurempi tukkikertymä kuin alaharvennuksella. Kuva: © Maria Lindén.

Harvennus (myöhempi harvennus) on ensiharvennuksen jälkeen varttuneeseen kasvatusmetsikköön tehtävä harvennus, jolla voidaan edistää erilaisia metsänhoidollisia ja taloudellisia tavoitteita.

Keskeinen tavoite on saada puunmyyntituloja ja parantaa puustoon sitoutuneen pääoman tuottoa. Harvennukset tehdään pohjapinta-alaan ja valtapituuteen perustuvien harvennusmallien mukaisesti. Harvennuksissa jätetään kasvamaan harvennustavasta riippumatta terveitä, latvukseltaan elinvoimaisia ja hyvälaatuisia puita harvennusmallien mukainen määrä.

Varttuneita kasvatusmetsiä ovat metsiköt, joissa puuston pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta rinnankorkeudella on yli 16 cm ja puuston rinnankorkeusikä on vähintään 25 vuotta. Metsikön ensiharvennus on jo yleensä tehty ja metsä on hyvässä kasvussa.

Harvennusmalli



Harventaessa jäljelle jäävä puusto saa enemmän kasvutilaa, ravinteita ja valoa. Kuva: © Pentti Väisänen.

Harvennusmalli määrittää, milloin metsikkö kannattaa harventaa sekä kuinka paljon puustoa tulisi jättää harvennuksen jälkeen.

Harvennusmallit on tarkoitettu metsille, joita on hoidettu taimikkovaiheesta lähtien metsanhoidon suositusten mukaisesti. Jaksollisessa metsänkasvatusmenetelmässä metsänomistaja valitsee harvennusmallin omien tavoitteidensa perusteella. Hoidettua puustoa harvennetaan 1–3 kertaa ennen uudistushakkuuta.



Esimerkki kuusikon harvennusmallista Etelä-Suomessa tuoreella kankaalla, kun on valittu alaharvennus ja kolmen prosentin korkokanta. Kuva: © Tapio.

Harvennusmallissa suositellaan harvennusta, kun puusto nousee leimausrajan eli katkoviivan yläpuolelle (katso esimerkkikuva yllä). Y-akselilla kuvataan puuston tiheyttä pohjapinta-alalla (m²). X-akselilla kuvataan pituutta (m). Harvennuksessa puuston määrää vähennetään jäävää puustoa kuvaavan sinisen viivan tasolle. Vähimmäismäärä eli niin sanottu "lakiraja" näkyy kuvassa punaisena. Ensiharvennus- ja energiapuuhakuissa suositellaan käytettävän tiheyden kuvaamiseen runkolukua (runkoa/ha).

Talousmetsien harvennuksen perusmallit tarjoavat varman ja yleisiin tilanteisiin sopivan ratkaisun. Niiden avulla harvennus toteutetaan niin, että taloudelliset tavoitteet, tuhoriskien hallinta ja hiilensidonta pysyvät tasapainossa. Metsänomistaja voi valita harvennusmalleista ylä- ja alaharvennusten lisäksi myös pidennetyn kiertoajan tai sekapuustoisen mallin.

Harvennusmallit metsänhoidon suosituksissa

Harvennusmallit löytyvät sivulta: [Hoidettujen kasvatusmetsien harvennusmallihaku](#)

Kasvatushakkuu



Hyvälaatuisten metsiköiden kasvatushakkuista myöhempi harvennus kannattaa toteuttaa yläharvennuksena. Kuva: © Ponsse Oyj.

Kasvatushakkuilla (harvennushakkuilla) turvataan hyvälaatuisen ja arvokkaan puuston kasvuedellytykset ja tuotetaan puunmyyntituloja sekä parannetaan kasvatuksen taloudellista kannattavuutta. Kasvatushakkuut ovat jaksollisen metsänkasvatuksen ainespuuntuotantoon tähtäävä toimenpide. Ensiharvennukset ja myöhemmät harvennukset ovat kasvatushakkuita. Harvennuksissa vähennetään puustoa, jotta jäljelle jäävät puut saavat lisää kasvutilaa ja järeytyminen nopeutuu. Tasaikäisrakenteisten metsien harvennustavat ovat ala- ja yläharvennus.

Puut kasvavat hyvin, kun ne saavat riittävästi kasvutilaa, valoa, ravinteita ja vettä. Puuston kasvaessa kilpailu kasvutilasta kiihtyy, mikä näkyy puiden elävän latvuksen supistumisena ja paksuuskasvun hidastumisena. Latvukset supistuvat nuorissa metsissä hyvinkin nopeasti metsän tihentyessä. Varttuneemmassa puustossa sekä karummilla kasvupaikoilla muutos on hitaampaa.

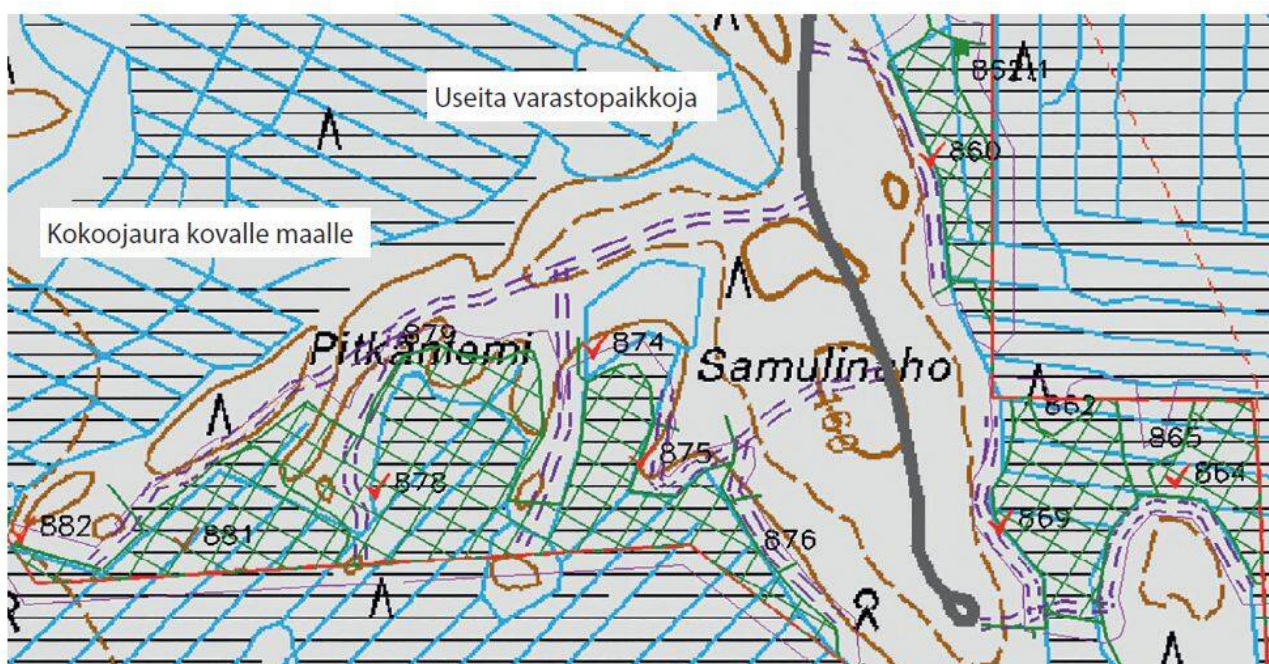
Varsinkin ensiharvennuksella vaikutetaan puuston tulevaan kehitykseen ja arvokasvuun ja

sen oikea-aikaisuus on talouden kannalta tärkeää.

Harvennuksilla vaikutetaan metsän eri puulajien osuuksiin. Monipuolinen puusto on tärkeää puuston elinvoimaisuuden, metsämaan hoidon ja luonnon monimuotoisuuden vuoksi. Näin varmistetaan myös hiilensidontaa.

Harvennushakkuissa jäävän puuston määrästä on säädetty asetuksella. Jos määrä alittuu, seurauksena on uudistamisvelvoite. Metsanhoidon suositusten mukaiset jäävän puuston määrät ovat aina jonkin verran lakirajaa korkeammat.

Leimikko



Leimikko muodostuu yhdestä tai useammasta hakkuuseen rajatusta korjuulohkosta. Esimerkki sulan maan aikaan toteutettavasta korjuulohkosta suometsän harvennusleimikossa. Kuva: © Tornator Oyj.

Leimikko on hakattavaksi suunniteltu alue. Sana tulee ajalta, jolloin kaadettavat puut merkittiin leimauskirveellä.

Leimikko on määritelty alue metsästä, josta puuta korjataan hakkuussa. Hakattavan alueen rajat kirjataan paikkatietojärjestelmään. Korjuukohteella hakkuukoneen kuljettaja noudattaa hakkuuohjetta ja valitsee kaadettavat puut, ottaen huomioon vältettävät kohteet ja muut rajoitteet.

Metsänkäyttöilmoitus



Metsänkäyttöilmoitus on tehtävä aina, kun hakattavat puut aiotaan myydä. Kuva: ©Markku Saarinen.

Metsälain edellyttämä metsänkäyttöilmoitus on suunnitelluista hakkuista tehtävä ilmoitus Metsäkeskukselle. Ilmoitus on tehtävä viimeistään 10 vuorokautta ennen hakkuiden aloittamista.

Metsänkäyttöilmoitus on tehtävä kasvatushakkuusta, uudistushakkuusta, metsätuhon vuoksi tehtävästä hakkuusta, muusta hakkuusta (esimerkiksi erityiskohteessa), erityisen tärkeiden elinympäristöjen käsittelystä sekä aina silloin, kun hakattavat puut myydään.

Ilmoitus tehdään Metsäkeskukselle Metsään.fi-palvelussa tai lomakkeella viimeistään 10 vuorokautta, mutta aikaisintaan kolme vuotta ennen suunniteltuja hakkuita. Ilmoituksen voi tehdä joko maanomistaja itse, hallinta- tai muun erityisoikeuden haltija tai heidän valtuuttamansa henkilö. Lisäksi metsänkäyttöilmoituksen voi laatia metsänomistajan puolesta metsäalan ammattilainen.

Metsänkätöilmoituksilla valvotaan metsälain toteutumista. Ilmoituksella myös varmistetaan, ettei hakkuu riko luonnonsuojelulakia, vesilakia, muinaismuistolakia tai kaavan määräyksiä.

Metsänkätöilmoitusta ei tarvitse tehdä kotitarvehakkuusta, pienikokoisen puuston hakkuusta (keskiläpimitta metsässä enintään 13 cm), sähkölinjojen ja junaratojen reunavyöhykkeiden hakkuusta, oja-, vesijohto- tai viemäriinjan hakkuusta sekä pienialaisista tie-, sähkö- tai muun vastaavan linjan hakkuusta, elleivät ne kohdistu metsälain 10 §:n 2 momentissa tarkoitettuun erityisen tärkeään elinympäristöön.

Vaikka metsänkätöilmoitusta ei vaadittaisikaan, on hakkuista ilmoitettava ELY-keskukselle, jos ne tehdään Natura 2000 -alueella tai sen läheisyydessä ja voivat merkittävästi heikentää luonnonarvoja. Lisäksi hakkuu voi edellyttää kunnan maisematyölupaa, jos toimenpide muuttaa maisemaa yleis- tai asemakaava-alueella tai alueella, jolle kaavaa laaditaan.

Pystykauppa



Pystykaupassa sovitaan hakattava alue ja puun hinta sekä muut ehdot. Sopimukseen kirjataan myös arvio puumäärästä. Kuva: © Tommy Hvitfeldt.

Pystykauppa on kauppatapa, jossa puun ostaja vastaa puunkorjuusta.

Pystykaupassa metsänomistaja luovuttaa puunostajalle hakkuuoikeuden sovitulta alueelta. Puunkorjuun lisäksi ostaja vastaa kuljetuksesta ja näihin liittyvistä kustannuksista.

Kauppasumma perustuu pystyssä olevan puuston arvioituun määrään ja laatuun. Lopullinen summa määräytyy toteutuneen korjuumäärän mukaan, joka mitataan hakkuukoneella.

Puunostajilla on omat yrityskohtaiset sopimusehtonsa, mutta pääpiirteiltään ne ovat keskenään samankaltaisia.

Väljennyshakkuu



Lehtipuut ja väljennyshakkuu antavat kuusivaltaiseen metsään valoa ja parantavat luontaisen taimettumisen edellytyksiä. Kuva: © Erkki Oksanen.

Väljennyshakkuu on varttuneen havupuuvaltaisen kasvatusmetsän tai uudistuskypsän metsän harvennus, joka tehdään ennen luontaiseen uudistumiseen tähtäävää hakkuuta.

Väljennyshakkuun tavoite on lisätä latvusten elinvoimaa ja parantaa luontaisen uudistamisen edellytyksiä. Samalla väljennyshakkuu edistää kasvatettavan puuston järeytymistä.

Väljennyshakkuuta voidaan käyttää kohteilla, jotka on suunniteltu uudistettavaksi myöhemmin luontaisesti männylle siemenpuuhakkuuna tai kuuselle suojuspuuhakkuuna. Se voi myös toimia siirtymähakkuuna jatkuvaan kasvatukseen. Hakkuumenetelmä sopii kohteille, joilla heinittyminen tai vesakoituminen ei uhkaa uudistumista.

Yläharvennus



Esimerkki kasvatettavista ja poistettavista puista kuusikon yläharvennuksessa. Kuva: Juha Varhi, © Tapio.

Yläharvennus on tasarakenteisen, varttuneen kasvatusmetsän harvennustapa, jossa pienten puiden lisäksi poistetaan kookkaimpia ja taloudellisesti arvokkaimpia puita. Kasvatettavaksi jätetään etenkin hyvälaatuisia lisävaltapuita. Yläharvennus lisää laadukkaan tukkipuun tuotosta ja pidentää metsikön kiertoaikaa.

Yläharvennusta suunniteltaessa on varmistuttava kohteen sopivuudesta. Hakkuussa kasvamaan jätetään harvennusmallin mukaisesti hyvän latvuksen omaavia laadukkaita ja elpymiskykyisiä lisävaltapuita tilajärjestykseltään tasaisesti. Valtapuiden harvennus vaatii tekijältään ammattitaitoa ja huolellisuutta, jotta puuston tiheys pysyy harvennusmallin mukaisena.

Kirjallisuus

1. Väättäinen, K., Asikainen, A. & Sikanen, L. 2006. Metsäkoneiden siirtokustannusten laskenta ja merkitys puunkorjuun kustannuksissa. Metsätieteen aikakauskirja 3/2006: 391–397.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff06/ff063391.pdf>
2. Kuuluvainen, J. & Valsta, L. 2009. Metsäekonomian perusteet. Gaudeamus Helsinki University Press.
3. Mäkipää, R., et al. 2011. How Forest Management and Climate Change Affect the Carbon Sequestration of a Norway Spruce Stand? (Multipurpose Forest Management). Journal of Forest Planning 16: 107–120.
https://doi.org/10.20659/jfp.16.Special_Issue_107.
4. Lehtonen, A. et al. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
5. Saksa ym. Ilmastonmuutos ja metsänhoito. Tässä virallinen viite: Saksa, T. (toim.) 2020. Ilmastonmuutos ja metsänhoito : Yhteenveto ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsänhoitoon. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 98/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 48 s.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-115-8>
6. Jandl, R. et al. 2017. Byrne How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? Geoderma, 137 (2007), pp. 253-268.
7. Mayer, M. ym., 2020. Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. Forest Ecology and Management 466, 118127.
8. Saksa Timo toim. 2020. Ilmastonmuutos ja metsänhoito.
9. Korkiakoski, M., Ojanen, P., Penttilä, T., Minkkinen, K., Sarkkola, S., Rainne, J., Laurila, T., Lohila, A. 2020. Impact of partial harvest on CH₄ and N₂O balances of a drained boreal peatland forest. Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 295.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108168>
10. Korkiakoski, M. 2020. The short-term effect of partial harvesting and clearcutting on

greenhouse gas fluxes and evapotranspiration in a nutrient-rich peatland forest.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-336-130-0>

11. Leppä K., Korkiakoski M., Nieminen M., Laiho R., Hotanen J-P., Kieloaho A-J., Korpela K., Laurila T., Lohila A., Minkkinen K., Mäkipää R., Ojanen P., Pearson M., Penttilä T., Tuovinen J-P., Launiainen S., 2020. Vegetation controls of water and energy balance of a drained peatland forest: Responses to alternative harvesting practices. *Agricultural and Forest Meteorology*, 295. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108198>
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108198>
12. Huuskonen, S et al. 2020. What is the potential for replacing monocultures with mixed-species stands to enhance ecosystem services in boreal forests in Fennoscandia? *Forest Ecology and Management* 479.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>
13. Sohn, J et al. 2016. Potential of forest thinning to mitigate drought stress: A meta-analysis, *Forest Ecology and Management*, Volume 380, 2016, Pages 261-273.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.046>
14. Kojola, S., Haavisto, M., Uusitalo, J. & Penttilä, T. 2013. Vähäpuustoisten ojitusaluemetsiköiden harvennuspuunkorjuun ja jäävän puuston kasvatuksen kannattavuus kolmessa esimerkkileimikossa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2013: 19–31.