



Jari Miina



Timo Saksa

Jari Miina ja Timo Saksa

Perkauksen vaikutus männyn kylvö- ja luontaisen taimikon kehitykseen ja taimikonhoidon ajanmenekkiin

Miina, J. & Saksa, T. 2013. Perkauksen vaikutus männyn kylvö- ja luontaisen taimikon kehitykseen ja taimikonhoidon ajanmenekkiin. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2013: 33–44.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erilaisten perkauskäsittelyiden (ei perkausta, reikäperkaus, täysperkaus, täysperkaus + mäntyjen harvennus) vaikutuksia männyn taimikon kehitykseen ja malleilla laskettuun työajanmenekkiin. Kokeet perustettiin kuivahkon kankaan kylvötaimikkoon ja kuivan kankaan luontaiseen taimikkoon. Perkauskäsittelyt toteutettiin 10-vuotiaissa taimikoissa (mäntyjen keskipituus 1–2 m) ja viivästettynä kolme vuotta myöhemmin. Kokeet mitattiin uudelleen kuusi kasvukautta myöhemmin taimikoiden lähestyessä harvennusvaihetta.

Perkaamattomuus ei vähentänyt kasvatettavien mäntyjen runkolukua, mutta lehtipuuston piiskauksen vaurioittamien mäntyjen osuus (8–18%) oli korkeampi. Luontaisessa taimikossa myös hirvituhojen osuus oli korkeampi perkaamattomilla ruuduilla kuin peratuilla ruuduilla. Täysperkauksen yhteydessä tehty mäntyjen harvennus 2000 runkoon/ha heikensi mäntyjen laatukehitystä pelkkään täysperkaukseen verrattuna: läpimitankasvu ja paksuimman oksan paksuus lisääntyivät ja alaoksien kuoleminen hidastui. Myös reikäperkaus hidasti mäntyjen alaoksien kuolemista ja kylvötaimikossa lisäsi paksuimman oksan paksuutta täysperkaukseen verrattuna.

Kylvötaimikossa kolmen vuoden viive lisäsi ajanmenekkiä poistettavien puiden läpimitan kasvun vuoksi 30–100%. Luontaisessa taimikossa viiveen vaikutus ei ollut merkittävä. Taimikon harvennuksen ajanmenekki oli perkaamattomilla ja täysperkausaloilla 2–5-kertainen reikäperattuihin ja täysperkauksen yhteydessä harvennettuihin aloihin verrattuna. Taimikonhoidon kokonaisajanmenekkiin perkauskäsittelyllä ei ollut suurta vaikutusta; kylvötaimikossa kokonaisajanmenekki oli pienin, kun männyn harvennettiin varhaisessa vaiheessa täysperkauksen yhteydessä. Mäntyjä ei kuitenkaan tulisi harventaa vielä perkauksen yhteydessä 2000 runkoon/ha, jos tavoitteena on hyvälaatuisen sahatavaran tuottaminen.

Asiasanat: metsänhoidon suunnittelu, *Pinus sylvestris*, taimikonhoito, perkaus, harvennus, hirvituhot

Yhteystiedot: Metla Joensuu ja Metla Suonenjoki

Sähköposti jari.miina@metla.fi, timo.saksa@metla.fi

Hyväksytty 20.12.2012

Saatavissa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff13/ff131033>

I Johdanto

Hyvälaatuisen männyn ainespuun kasvattaminen onnistuu varmimmin kuivahkoilla ja kuivilla kankailla ja niitä vastaavilla kasvupaikoilla (Vuokila 1982). Myös taimikon kasvatustiheydellä voidaan vaikuttaa oksien paksuuskasvuun, kuolemiseen ja luontaiseen karsiutumiseen. Nuorten viljelymänniköiden kehitystä ja laatua käsittelevien tutkimuksien mukaan männyn kylvötaimikon tiheyden tulisi olla 3000–4000 runkoa/ha, että metsiköstä saadaan hyvälaatuisia sahatavaraa (Varmola 1996). Kun perkauksesta on huolehdittu ja männikköä kasvatetaan tiheänä 5–8 metrin valtapituusvaiheeseen asti, oksien paksuuskasvu hidastuu ja alaoksat kuolevat ja karsiutuvat nopeasti (Kellomäki ym. 1992). Kun oksat ovat kuolleet tyvitukin pituudelta, varttunut taimikko harvennetaan ainespuun kasvatukseen tähtäävässä käsittelyohjelmassa 2000–2500 runkoon/ha (mm. Vestjordet 1977, Varmola 1996, Varmola ja Salminen 2004, Fahlvik ym. 2005).

Energiapuun korjuun ja kasvatuksen suositusten mukaan männiköissä yhdistetty aines- ja energiapuun kasvatusta sopii tuoreille ja kuivahkoja kankaita vastaaville kasvupaikoille (Äijälä ym. 2010). Kun perkauksesta on huolehdittu, männyn harvennetaan 3–5 metrin pituusvaiheessa 3000–4000 runkoon/ha ja energiapuuharvennus tehdään 10–12 metrin valtapituusvaiheessa. Karummilla kasvupaikoilla suositellaan vain ainespuun kasvatusta.

Kuivahkoja ja sitä karumpia kankaita vastaavilla kasvupaikoilla onnistunut männyn kylvö ja luontaisen uudistaminen tuottaa riittävän tiheän taimikon hyvälaatuisen männyn kasvattamiseksi (Saksa ja Kankaanhuhta 2007). Tällöin luontaisesti syntyneitä koivuja ei tarvita lisäämään taimikon tiheyttä. Männyn kylvö- ja luontaisen uudistamisen aloilla koivua ei yleensä tavoitella sekapuuksi, koska koivukasvatukset ovat liian karuja koivulle. Koivua jätetään kasvamaan vain kosteisiin painanteisiin, joihin mäntyä ei ole uudistunut riittävästi. Jos taimikkoon ei ole syntynyt riittävästi männyn taimia, myös karuilla kasvupaikoilla luontaista koivua voidaan käyttää lisäämään taimikon tiheyttä ja siten hidastamaan männyn taimien oksien paksuuskasvua ja parantamaan männyn laatua. Koivujen tuoma lisätiheys on eduksi männyn laatukehitykselle, jos koivut

eivät aiheuta piiskauksellaan mekaanisia vaurioita männynlehdille (Valkonen ja Ruuska 2003). Koivujen kasvattaminen sekapuuna voi kuitenkin lisätä hirvituhoriskiä, sillä hirvien männynlehdille aiheuttamat latvavauriot on todettu lisääntyvän, kun lehtipuita on runsaasti ja ne varjostavat mäntyjä (mm. Heikkilä ja Härkönen 1993).

Männyn uudistamisalalle syntyy lähes poikkeuksetta tiheä koivun vesakko, ellei uudistamisala ole aivan karu mäntykangas (Miina ja Saksa 2008). Koivun vesat ovat osin kantovesoja, joiden alkukehitys on huomattavasti nopeampaa kuin männyn taimien. Muokkauksen jälkeen syntyy yleensä luontaisista siemensyntyistä koivua, jonka alkukehitys on myöskin nopeampaa kuin männyn. Vesoittuvilla männyn kylvö- ja luontaisen uudistamisen aloilla on päätettävä, milloin ja miten lehtipuusto perataan pois ja voidaanko männyn harventaa jo perkauksen yhteydessä ilman, että mäntytalteen laatukehitys vaarantuu. Täysperkauksessa poistetaan kaikki lehtipuusto ja vain etukasvuiset männyt, jolloin männyn harvennetaan vasta myöhemmin toisen taimikonhoitokerran yhteydessä. Reikäperkauksessa poistetaan kasvatettavien mäntytalteen ympäriltä noin metrin säteeltä kaikki lehtipuut ja männyn taimet. Välialueilta poistetaan vain selvästi etukasvuiset lehtipuut.

Valtakunnan metsien 10. inventoinnin (VMI10) aineistojen perusteella Etelä-Suomessa männyn kylvö- ja luontaisen uudistamisen aloista 67 % (502 000 ha) ja Pohjois-Suomessa yhteensä 36 % (352 000 ha) on taimikonhoidon tarpeessa seuraavan kymmenen vuoden aikana (Korhonen ym. 2010). Inventointia edeltäneellä 10-vuotiskaudella taimikonhoitoja on tehty Suomessa kaikkiaan 1,64 milj. ha eli keskimäärin 164 000 ha vuodessa. Seuraavan 10-vuotiskauden taimikonhoitotarve on kuitenkin yli 200 000 hehtaaria vuodessa eli 1,3-kertainen tehtyyn taimikonhoitoon verrattuna. Taimikonhoidon laiminlyönnit heikensivät taimikon laatua 11 %:lla koko maan taimikoista. Taimikonhoitoa tulisi siis tuntuvasti lisätä nykyisestäään. Taimikonhoito ja erityisesti sen ajoitus tulisi suunnitella niin, että taimikonhoidon kustannukset alenisivat tai eivät ainakaan enää kasvaisi kuten on tapahtunut viimeisten vuosien aikana (Metsätalastollinen vuosikirja 2011).

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin perkauskäsittelyiden vaikutuksia männyn kylvö- ja luontaisen

Taulukko 1. Kasvatettavien mäntyjen puustotunnukset (ka ± sd) käsittelyruuduilla kylvötaimikossa kokeen lopussa syksyllä 2008 ja luontaisessa taimikossa keväällä 2009.

Tunnus ¹⁾	Perkaus- vuosi	Ei perkausta	Täysperkaus		Reikä- perkaus	Käsittely ²⁾		Ajoitus	
			ei harv.	+ harv.		F-arvo	P-arvo	F-arvo	P-arvo
Kylvötaimikko									
N, kpl/ha	2003	1822 ± 38	1878 ± 192	1789 ± 201	1889 ± 84	1,22	0,372	–	–
	2006	1833 ± 267	1967 ± 88	1778 ± 168	1811 ± 212	0,71	0,563	0,00	0,972
D, mm	2003	42 ± 7 ^a	50 ± 6 ^{ab}	61 ± 11 ^c	55 ± 1 ^{bc}	8,57	0,015	–	–
	2006	48 ± 5	50 ± 5	48 ± 4	55 ± 9	3,08	0,058	0,34	0,570
D _{dom} , mm	2003	55 ± 12 ^a	61 ± 5 ^a	77 ± 8 ^b	71 ± 9 ^c	13,16	0,005	–	–
	2006	65 ± 8	63 ± 9	63 ± 5	69 ± 12	2,46	0,113	0,04	0,852
H, cm	2003	440 ± 42	447 ± 65	425 ± 58	433 ± 13	0,59	0,648	–	–
	2006	445 ± 21	460 ± 35	411 ± 10	461 ± 35	0,94	0,452	0,23	0,658
H _{dom} , cm	2003	529 ± 58	524 ± 58	518 ± 52	525 ± 39	2,07	0,192	–	–
	2006	544 ± 22	546 ± 49	507 ± 15	558 ± 33	0,58	0,637	0,52	0,551
Luontainen taimikko									
N, kpl/ha	2003	2133 ± 318	2111 ± 337	1978 ± 369	1922 ± 241	2,08	0,191	–	–
	2006	1867 ± 33	2100 ± 376	2089 ± 366	1822 ± 77	2,69	0,086	3,17	0,097
D, mm	2003	24 ± 2 ^a	30 ± 4 ^{ab}	33 ± 2 ^c	29 ± 3 ^b	10,40	0,017	–	–
	2006	22 ± 4 ^a	23 ± 2 ^a	33 ± 3 ^c	28 ± 2 ^b	17,61	<0,001	1,35	0,265
D _{dom} , mm	2003	36 ± 5 ^a	45 ± 7 ^{ab}	50 ± 5 ^c	44 ± 6 ^b	20,37	0,003	–	–
	2006	33 ± 10 ^a	33 ± 4 ^b	47 ± 4 ^c	41 ± 4 ^b	28,39	<0,001	0,36	0,561
H, cm	2003	259 ± 16	270 ± 20	261 ± 9	254 ± 11	0,94	0,488	–	–
	2006	238 ± 23	229 ± 17	272 ± 16	258 ± 10	1,55	0,257	3,54	0,085
H _{dom} , cm	2003	336 ± 31	355 ± 39	337 ± 24	325 ± 29	0,58	0,656	–	–
	2006	310 ± 54	298 ± 34	357 ± 18	346 ± 22	0,74	0,544	0,02	0,881

¹⁾ N, D ja H= runkoluku, keskiläpimitta ja -pituus; D_{dom} ja H_{dom} = kymmenen pisimmän (kokeen lopussa) männyn keskimääräinen läpimitta ja pituus.

²⁾ Ylemmällä rivillä on testattu vuonna 2003 tehtyjen käsittelyiden välisiä eroja; alemmalla rivillä on koko aineistolla lasketut testisuureet sekä käsittelyn että käsittelyn ajoituksen vaikutuksille. Vastaavaa tunnusta kokeen alussa on käytetty varianssikomponenttimallin kovariaattina. Arvot, joita ei ole merkitty samalla kirjaimella, eroavat tilastollisesti toisistaan ($P < 0,05$).

taimikon kehitykseen ja laatuun sekä miestyönä toteutetun taimikonhoidon ajanmenekkiin. Perkauskäsittelyt tehtiin vuonna 2003 ja kolme vuotta viivästettynä. Kokeet mitattiin uudelleen kuusi kasvukautta kokeen perustamisesta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko männyn kylvö- ja luontaisen taimikon perkaus metsänhoidollisesti tarpeellinen, sekä voidaanko perkauskäsittelyllä ja sen ajoituksella tai tekemättä jättämisellä vaikuttaa taimikonhoidon kokonaisajanmenekkiin. Työssä tarkasteltiin erityisesti täysperkauksen ja sen yhteydessä tehdyn mäntyjen harvennuksen (2000 runkoon/ha) sekä reikäperkauksen vaikutuksia kasvatettavien mäntyjen laatukehitykseen, kun vertailukohtana on täysperkaus.

2 Aineistot ja menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

Tutkimus toteutettiin kahdessa 10-vuotiaassa taimikossa: männyn kylvö- ja luontaisessa taimikossa, jotka sijaitsevat UPM-Kymmenen mailla Kouvolassa. Kuivahkon kankaan kylvötaimikko oli perustettu keväällä 1993 äestyksen yhteydessä suoritettulla konekylvöllä. Myös kuivan kankaan männyn siemenpuuala oli äestetty keväällä 1993 ja siemenpuut oli poistettu ennen vuotta 2000. Kokeen päättymisajankohdan valtapituuden (taulukko 1) ja iän (16 vuotta) perusteella määritetyt valtapituusboniteetit olivat kylvömännikölle 24 m ja luontaiselle männikölle 18 m (Varmola 1993). Valtapituusboniteetit vastasivat pintakasvillisuuden perusteella määritettyjä metsätyyppisiä (Vuokila ja Väliaho 1980).

Kohteiksi valittiin taimikot, jossa oli perkaustarve, ts. ainakin osa luontaisista koivuista oli jo haitaksi männyn taimille ja mekaanisia vaurioita oli odotettavissa tulevina vuosina. Syksyllä 2002 tehdyn linjoittaisen koealainventoinnin mukaan luontaisesti syntyneet koivut olivat noin metrin pidempiä kuin männyt. Molemmissa taimikoissa oli keskimäärin noin 7000 mäntyä/ha. Kylvötaimikossa oli keskimäärin 5100 koivua/ha ja luontaisessa taimikossa 2100 koivua/ha. Tutkimuskohteet edustivat keskimääräistä paremmin onnistuneita männyn kylvö- ja luontaisen uudistamisen taimikoita Etelä-Suomessa (vrt. Saksa ja Kankaanhuhta 2007).

Keväällä 2003 taimikoihin rajattiin kolme maape-rältään ja puustoltaan mahdollisimman yhtenäistä lohkoa. Kunkin lohkon sisälle perustettiin 8 käsittelyruutua, joiden koko oli 30 m × 30 m. Perkauskäsittelyt arvottiin käsittelyruuduille ja toteutettiin seuraavasti: Ei perkausta; Täysperkaus – kaikki lehtipuut ja etukasvuiset männyt poistettiin; Täysperkaus ja mäntyjen harvennus – kaikki paitsi kasvatettavat männyt poistettiin (noin 2000 mäntyä/ha); Reikäperkaus – kasvatettavien mäntyjen (noin 2000 mäntyä/ha) ympäriltä poistettiin 1 metrin etäisyydeltä kaikki lehtipuut ja männyt. Puolet ruuduista mitattiin ja käsiteltiin vuonna 2003, jolloin mäntyjen keskipituus kylvötaimikossa oli 2,0 m ja luontaisessa taimikossa 1,2 m. Loput ruuduista mitattiin ja käsiteltiin vuonna 2006, jolloin mäntyjen keskipituus kylvötaimikossa oli 3,1 m ja luontaisessa taimikossa 1,9 m.

Kokeessa seurattiin kasvatettavien mäntyjen ja niiden lähiympäristön taimien kehitystä. Kasvatettavat männyt valittiin käsittelyruudun keskelle rajatulta 300 m²:n ympyräkoestalalta (säde 9,77 m). Jokaiselta ympyräkoestalalta valittiin noin 60 kasvatettavaa mäntyä (noin 2000 mäntyä/ha), jotka merkittiin muovisäleellä. Puiden valinta perustui kokoon, laatuun ja tilajärjestykseen.

Kasvatettavista männystä mitattiin kokeen perustamisvaiheessa pituus (cm), rinnankorkeusläpimitta (mm), etäisyys (dm) ja suunta koealan keskipisteeseen, kolmen edellisen vuoden pituuskasvut (cm), paksuimman oksan läpimitta (mm) ja korkeus (cm) sekä elävän latvuksen alaraja (cm). Lehtipuiden kilpailun (piiskauksen) aiheuttamat mekaaniset latvavauriot kirjattiin kasvatettavista männystä seuraavasti: 0 – Ei kosketusta latvuksen yläosaan; 1 – Heikko kosketus oksiin latvuksen yläosassa;

2 – Vahva kosketus oksiin latvuksen yläosassa; 3 – Kosketus runkoon latvuksen yläosassa; 4 – Aiheutunut ranganvaihto. Kasvatettavista männystä kirjattiin myös puiden välisen kilpailun, hirven ja lumen aiheuttamat tuhot.

Kasvatettavista männystä mitattiin kokeen päätyttyä (syksyllä 2008 tai keväällä 2009), kun mäntyjen keskipituus oli kylvötaimikossa 4,4 m ja luontaisessa taimikossa 2,6 m, samat tunnuksat kuin kokeen perustamisvaiheessa. Kaikilta koealoilta valittiin taimikon harvennuksessa kasvamaan jäävät puut (noin 2000 runkoa/ha). Kaikki kasvamaan jäävät puut olivat mäntyjä. Osa kokeen alussa kasvatettaviksi valituista männystä ei ollut enää kasvatettavia. Uusista kasvatettaviksi valituista männystä määritettiin rinnankorkeusläpimitta (mm), pituus (dm), lehtipuuden aiheuttama piiskaus, kunto ja tuhot.

Perkauksessa poistetun puuston runkoluku määritettiin kokeen päätyttyä (syksyllä 2008 tai keväällä 2009) 50 m²:n ympyräkoestalalta luettujen kantojen avulla. Koealan keskipiste oli sama kuin 300 m²:n koealan. Ko. kantojen läpimittoja ei mitattu, vaan perkauskantojen keskimääräinen läpimitta laskettiin kokeen perustamisvaiheessa mitattujen poistettavien puiden kantoläpimitoista. Kokeen perustamisvaiheessa luettiin jokaisen kasvatettavan männyn lähiympäristön (alle 2 m) poistettavat ja kasvamaan jäävät taimet, joista mitattiin mm. kantoläpimitta joka 10. taimesta.

Taimikon harvennuksessa vuonna 2009 poistettavaksi tulevan puuston runkoluku ja keskimääräinen kantoläpimitta määritettiin 100 m²:n ympyräkoestalalta, jonka keskipiste oli sama kuin 300 m²:n koealan. Poistettavat puut luettiin rinnankorkeusläpimittaluokittain (1 cm:n luokissa) niin, että perkauksessa jätetyt lehtipuut, perkauksen jälkeen syntyneet kantovesat ja taimikon harvennuksessa poistettavat männyt luettiin erikseen. Kustakin läpimittaluokasta valittiin koepuu, josta mitattiin pituus (dm), rinnankorkeusläpimitta (mm) ja kantoläpimitta (mm).

2.2 Aineiston käsittely

Taimikon perkaus- ja harvennustyön ajanmenekit laskettiin Metsätehon malleilla jokaiselle käsittelyruudulle erikseen poistuman runkoluvun ja keski-

määräisen kantoläpimitan avulla. Ajanmenekkimallit on laadittu raivaussahatyön kustannuksien laske-
miseksi, jotka on esitetty muun muassa Metsäalan
työehtosopimuksessa (Metsäalan työehtosopimus
1.6.2010–31.8.2012). Mallit perustuvat Hämäläisen
ja Kailan (1983) työajanmenekkitutkimuksiin ja
mallien matemaattinen muoto on esitetty Kailan
ym. (2006) tutkimuksessa.

Perkauskäsittelyn ja sen ajoituksen vaikutusta
kasvatettavien mäntyjen elossa oloon, kasvuun ja
lehtipuuston aiheuttamiin latvavaurioihin, taimikon-
hoidon ajanmenekkiin sekä taimikon harvennuksen
jälkeisiin puustotunnuksiin testattiin varianssiana-
lyysillä, joka tehtiin SPSS Univariate GLM -alioh-
jelmalla (IBM SPSS Statistics 20.0). Kasvatettavien
mäntyjen keskitunnuksien lisäksi tarkasteltiin myös
valtapuista laskettuja keskitunnuksia. Valtapuiksi
määritettiin käsittelyruudun kymmenen pisintä kas-
vatettavaa mäntyä (333 mäntyä/ha). Taimikonhoi-
don ajanmenekit on laskettu malleilla perkauksessa
ja taimikon harvennuksessa poistettavien puiden
tunnuksien avulla, joten havainnot ajanmenekeistä
eivät täytä tilastollisen analyysin kriteerejä. Tästä
huolimatta myös työajanmenekkien väliset erot tes-
tattiin varianssianalyysillä, jotta perkauskäsittelyn
ja sen ajoituksen vaikutuksesta työajanmenekkiin
saataisiin suuntaa-antavia tuloksia.

Varianssianalyysissä käytettiin seuraavaa lineaarista mallia:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta \times TRYEAR_i \times Y^*_{ijk} + TRYEAR_i + TR_k + TRYEAR_i \times TR_k + b_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

missä Y on vastemuuttujan arvo kokeen päätyttyä; β_0 on vakio; β on kerroin kovariaatille Y^* eli vastemuuttujan arvolle käsittelyvuonna; $TRYEAR$ on kiinteä käsittelyvuosivaikutus; TR on kiinteä käsittelyvaikutus; b on satunnainen lohko-vaikutus; e on satunnainen virhetermi; ja alaindeksit viittaavat käsittelyvuoteen i ($= 2003, 2006$), lohkoon j ($= 1, 2, 3$) ja käsittelyruutuun k ($= 1, 2, \dots, 8$). Kokeen perustamismittaukset tehtiin käsittelyvuosina, joten käsittelyvuoden vaikutus kovariaattiin on otettu huomioon mallissa. Myös käsittelyvuoden ja käsittelyn yhdysvaikutus on mallissa kiinteänä tekijänä.

Perkauskäsittelyn vaikutus testattiin erikseen kylvö- ja luontaisessa taimikossa. Käsittelyiden keskiarvojen pareittaiset vertailut tehtiin Least Sig-

nificant Difference (LSD) -testillä, jos F-testi osoitti käsittelyvaikutuksen olevan tilastollisesti merkitsevä 5 %:n riskitasolla. Analyyseissä käytettiin havaintoina käsittelyruutukohtaisia arvoja. Taimikossa oli kolme käsittelyruutua per perkauskäsittely, jolloin havaintojen lukumäärä on 3.

Taimikon harvennuksessa kasvamaan jäävien puiden kehitystä tarkasteltiin ensiharvennukseen saakka Motti-ohjelmistolla (Hynynen ym. 2002, 2005). Simuloineissa käytettiin lähtöpuuston kuvauspuina käsittelyruuduille taimikonharvennuksen jälkeen jääviä puita. Kuvauspuille annettiin seuraavat tunnuksat: puulaji, ikä, läpimitta, pituus ja latvussuhde. Kuvauspuiden ikänä käytettiin taimikon ikää (16 vuotta). Kylvömännikköä kasvatettiin 20 vuotta ja luontaisesti syntyneitä männikköä 25 vuotta, jonka jälkeen puustot alaharvennettiin 1000 runkoon/ha. Ensiharvennus simuloitiin Hyvän metsänhoidon suositusten (2006) mukaisesti niin, että tavoitteena oli ainespuun tuotanto.

3 Tulokset

3.1 Taimikoiden kehitys perkausten jälkeen

Perkauskäsittelyllä ja sen ajoituksella ei ollut vaikutusta kasvatettavien mäntyjen runkolukuun kokeen päättyessä, sillä kuolleiden ja kasvatuskelvottomien tilalle voitiin valita uusia, paremmin kasvatuskelvottomuuden kriteerit täyttäviä mäntyjä (taulukko 1). Kylvötaimikossa perkaamattomilla ruuduilla keskimäärin 18 % ja luontaisessa taimikossa 28 %, ja vastaavasti peratuilla ruuduilla keskimäärin 5 % ja 11 %, kokeen alussa kasvatettaviksi valituista männistä ei ollut enää kasvatettavia kokeen päättyessä. Kylvötaimikossa mäntyjen ja lehtipuiden aiheuttama kilpailu oli syynä kasvatuskelvottomuuden muutokseen 41 %:ssa vaihdoista, ja luontaisessa taimikossa 10 %:ssa vaihdoista.

Kun kylvötaimikossa ei tehty perkausta, niin kokeen lopussa lehtipuiden kilpailussa pahoin vaurioituneiden (kosketus runkoon latvuksen yläosassa tai ranganvaihto) mäntyjen osuus oli 10–18 %, ja vastaavasti luontaisessa taimikossa 8–11 %. Perkauskäsittelyllä ja sen ajoituksella ei ollut vaikutusta piiskausvaurioihin. Luontaisen taimikon peratuilla

ruuduilla ei ollut lehtipuiden aiheuttamia latvavaurioita ja kylvötaimikossakin vain täysperatuilla ja harvennetuilla ruuduilla kantovesat olivat aiheuttaneet vähäisiä vaurioita kasvatettaville männyille (1–3 % pahoin vaurioituneita). Ilman toista taimikonhoitoa kantovesojen aiheuttamat latvavauriot tulevat mahdollisesti lisääntymään kylvötaimikon 2 metrin pituusvaiheessa täysperatuilla ja harvennetuilla ruuduilla (pisimmät kantovesat 4–5 m).

Luontaisessa taimikossa yleisin tuhon aiheuttaja oli hirvet, joiden murtama pääranka tai latvuksen voimakas syönte oli syynä kasvatuskelpoisuuden muutokseen 52 %:ssa vaihdoista. Kylvötaimikossa hirvituhoja oli vain 2 %:lla kasvatettavista männyistä eikä perkauskäsittelyllä ollut vaikutusta tuhon esiintymiseen. Luontaisen taimikon perkaamattomilla ruuduilla hirvituho esiintyi keskimäärin 25 %:lla kasvatettavista männyistä, mikä oli merkitsevästi ($F = 17,32$; $P < 0,001$) korkeampi kuin peratuilla ruuduilla (6–14 % käsittelystä riippuen). Jos perkaus oli tehty, perkauskäsittelyllä ja sen ajoituksella ei ollut vaikutusta hirvituhoihin. Tutkimustaimikoiden kasvatettavissa männyissä ei esiintynyt merkittävästi lumituhon.

Perkauskäsittelyllä oli vaikutusta kasvatettavien mäntyjen läpimitan kehitykseen, mutta ei pituuskehitykseen (taulukko 1). Perkauskäsittelyn ajoituksella ei ollut vaikutusta läpimitan eikä pituden kehitykseen. Kylvötaimikossa vain vuonna 2003 tehty reikäperkaus ja täysperkauksen yhteydessä tehty mäntyjen harvennus lisäsivät valtaläpimitan kehitystä perkaamattomaan verrattuna. Myös luontaisessa taimikossa reikäperkaus ja täysperkauksen yhteydessä tehty mäntyjen harvennus lisäsivät kasvatettavien mäntyjen keskiläpimitan kehitystä; pelkkä täysperkaus lisäsi vain valtapuiden keskiläpimitan kehitystä. Molemmissa taimikoissa täysperkaus ja mäntyjen harvennus lisäsi valtaläpimittaa täysperkaukseen verrattuna, mutta reikäperkaus ei.

Molemmissa taimikoissa perkauskäsittelyllä oli vaikutusta sekä kaikkien kasvatettavien mäntyjen että valtapuiden keskimääräiseen paksuimman oksan paksuuteen ja elävän latvusrajan korkeuteen (kuva 1). Perkaamattomien ja täysperattujen alojen välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja vain luontaisessa taimikossa paksuimman oksan paksuudessa. Kylvötaimikossa paksuimmat oksat ja alin latvusraja oli reikäperatuilla (17 mm; 116 cm) ja täysperatuilla +

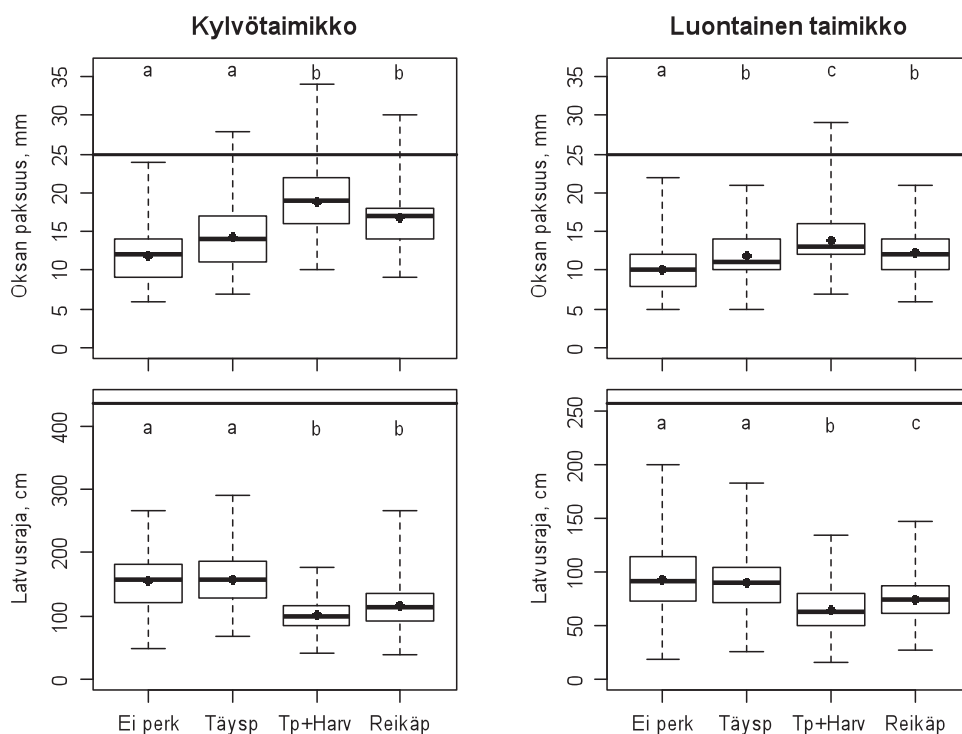
harvennetuilla ruuduilla (19 mm; 102 cm), ja luontaisessa taimikossa täysperatuilla + harvennetuilla ruuduilla (14 mm; 65 cm).

Myös täysperkauksen yhteydessä harvennetuilla ruuduilla paksuimmat oksat olivat pääosin alle 25 mm, mitä pidetään ylärajana paksuimmalle pystykarsittavalle oksalle (kuva 1). Siten täysperkauksen yhteydessä harvennettujen männyn taimikoiden laatua voitaisiin parantaa pystykarsinnalla. Kokeen lopussa tutkimustaimikoiden keskipituus oli 3–5 m, joten latvukset olivat vasta sulkeutumassa ja alaoksien kuoleminen oli alkamassa. Koska paksuimmat oksat olivat vielä eläviä ja alaoksien kuoleminen oli hidasta, niin tyvitukin lopullinen laatu ei ollut vielä määräytynyt nuorissa tutkimusmänniköissä.

3.2 Taimikonhoidon ajanmenekki

Kylvötaimikossa kolmen vuoden viive lisäsi merkitsevästi perkauksen ajanmenekkiä 30–100 %:lla poistettavien puiden läpimitan kasvun vuoksi (taulukko 2). Sen sijaan eri perkauskäsittelyiden ajanmenekissä ei ollut merkitsevää eroa. Luontaisessa taimikossa kolmen vuoden viiveellä ei ollut vaikutusta perkauksen ajanmenekkiin, koska karummasta kasvupaikasta johtuen lehtipuuston kasvu oli hitaampaa kuin kylvötaimikossa (taulukko 3). Sen sijaan luontaisessa taimikossa, jossa poistettavia lehtipuita oli vähemmän, täysperkauksen ja reikäperkauksen ajanmenekki oli pienempi kuin täysperkauksen ja sen yhteydessä tehdyn mäntyjen harvennuksen ajanmenekki.

Koejärjestely antaa mahdollisuuden tarkastella myös yksivaiheisen taimikonhoidon ajoituksen vaikutusta taimikonhoidon ajanmenekkiin (ts. täysperkauksen yhteydessä harvennetaan myös männyt, kun taimikon ikä on 10, 13 tai 16 vuotta). Kylvötaimikossa yksivaiheisen taimikonhoidon viivästyttäminen kolmella vuodella 3,1 m pituusvaiheeseen kaksinkertaisti ajanmenekin verrattuna siihen, että taimikonhoito olisi tehty 2 m pituusvaiheessa. Kun taimikonhoito tehtiin kuusi vuotta viivästettynä mäntyjen ollessa keskipituudeltaan 4,4 m, taimikonhoidon ajanmenekki oli 2,5-kertainen. Luontaisessa taimikossa lehtipuita oli vähemmän ja taimikon kehitys oli hitaampaa, joten yksivaiheisen taimikonhoidon ajoituksella ei ollut yhtä selvää vai-



Kuva 1. Kasvatettavien mäntyjen paksuimman oksan paksuus ja latvusraja 6 vuotta perkauskäsittelyn jälkeen männyn kylvö- ja luontaisessa taimikossa. Laatikkokuva esittää mediaania, kvartileja ja vaihteluväliä; piste on keskiarvo. Käsitellyt, joita ei ole merkitty samalla kirjaimella, eroavat tilastollisesti toisistaan ($P < 0,05$). Vaakaviivat kuvaavat paksuimmalle pystykarsittavalle oksalle asetettua ylärajaa (25 mm) ja mäntyjen keskipituutta.

kutusta taimikonhoidon ajanmenekkiin kuin kylvötaimikossa.

Kuten odotettua, toisen vaiheen taimikonhoidon (ts. taimikon harvennuksen) ajanmenekit erosivat toisistaan eri tavoin peratuilla ruuduilla; erityisesti poistuman runkoluvut vaihtelivat voimakkaasti käsittelyiden välillä (taulukot 2 ja 3). Perkaamattomien ja vuonna 2003 täysperattujen mutta harventamattomien alojen taimikon harvennuksen ajanmenekit eivät eronneet toisistaan merkitsevästi. Täysperkauksen yhteydessä harvennetuilla aloilla toisen vaiheen taimikonhoidossa poistetaan lähes yksinomaan kantovesoja. Kylvötaimikossa täysperkauksen yhteydessä harvennetuille ruuduille syntyi kuudessa vuodessa lähes kaksi kertaa enemmän kantovesoja kuin reikäperatuille ruuduille samassa ajassa. Luontaisessa taimikossa täysperkauksen yhteydessä harvennetuilla aloilla toisen vaiheen taimikonhoidolle ei ollut vielä tarvetta vuonna 2009 erityisesti, kun

perkauskäsittely oli viivästytetty.

Kylvötaimikossa perkauskäsittelyllä oli vaikutusta taimikonhoidon kokonaisajanmenekkiin. Vuonna 2003 perustetuilla ruuduilla taimikonhoidon kokonaisajanmenekki oli suurin täysperatuilla ruuduilla ja pienin, kun mäntyjen harvennus tehtiin täysperkauksen yhteydessä. Luontaisessa taimikossa taimikonhoidon kokonaisajanmenekkeissä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

3.3 Simuloidut puustotunnukset ensiharvennuksessa

Taimikon harvennuksessa kasvamaan valittujen puiden kehitystä simuloitiin ensiharvennusvaiheeseen, jolloin metsiköiden keskipituus oli noin 11 m. Ensiharvennusvaiheessa keskiläpimitta, pohjapinta-ala, tilavuus ja harvennuspoistuma vaihtelivat

Taulukko 2. Perkauksessa (2003 tai 2006) ja taimikon harvennuksessa (2009) poistetun puuston tunnuksiset sekä taimikonhoidon suhteelliset ajanmenekit (ka ± sd) käsittelyruuduilla kylvötaimikossa (ko. lohkon vuonna 2003 täysperatun ruudun ajanmenekki on 100).

	Perkaus- vuosi	Ei perkausta	Täysperkaus		Reikä- perkaus	Käsittely ¹⁾		Ajoitus	
			ei harv.	+ harv.		F-arvo	P-arvo	F-arvo	P-arvo
Perkaus									
Poistuma, 100 kpl/ha	2003	0 ± 0	115 ± 45	122 ± 35	138 ± 28	0,31	0,749	–	–
	2006	0 ± 0	120 ± 61	196 ± 94	157 ± 41	1,00	0,411	1,32	0,313
Kantoläpimitta, mm	2003	0 ± 0	20 ± 3 ^a	18 ± 2 ^a	26 ± 2 ^b	11,34	0,009	–	–
	2006	0 ± 0	31 ± 6 ^{ab}	29 ± 0 ^a	34 ± 5 ^b	5,47	0,020	36,19	<0,001
Ajanmenekki, %	2003	0 ± 0	100 ± 0	102 ± 34	142 ± 39	2,99	0,161	–	–
	2006	0 ± 0	138 ± 18	199 ± 76	205 ± 81	2,20	0,174	10,15	0,033
Harvennus									
Poistuma, 100 kpl/ha	2003	200 ± 86 ^a	175 ± 13 ^a	81 ± 15 ^b	78 ± 18 ^b	7,33	0,020	–	–
	2006	182 ± 63 ^a	115 ± 34 ^a	60 ± 81 ^b	31 ± 13 ^b	9,81	0,001	3,20	0,093
– männyt	2003	128 ± 47	121 ± 26	6 ± 4	26 ± 13	–	–	–	–
	2006	136 ± 44	111 ± 34	0 ± 0	14 ± 10	–	–	–	–
– siemensyntyiset lehtipuut	2003	72 ± 47	0 ± 0	0 ± 0	16 ± 17	–	–	–	–
	2006	46 ± 23	0 ± 0	0 ± 0	12 ± 5	–	–	–	–
– kantovesat	2003	0 ± 0	54 ± 25	75 ± 11	36 ± 20	–	–	–	–
	2006	0 ± 0	4 ± 4	60 ± 81	5 ± 5	–	–	–	–
Kantoläpimitta, mm	2003	36 ± 4 ^a	35 ± 5 ^a	23 ± 1 ^b	27 ± 8 ^{ab}	4,85	0,048	–	–
	2006	36 ± 4 ^{ab}	39 ± 3 ^a	18 ± 0 ^c	35 ± 6 ^b	16,36	<0,001	0,78	0,389
Ajanmenekki, %	2003	113 ± 18 ^a	100 ± 0 ^a	38 ± 3 ^c	42 ± 11 ^c	39,63	<0,001	–	–
	2006	110 ± 44 ^a	80 ± 9 ^b	26 ± 17 ^c	30 ± 11 ^c	42,29	<0,001	2,31	0,203
Yhteensä									
Ajanmenekki, %	2003	79 ± 17 ^a	100 ± 0 ^b	57 ± 11 ^c	72 ± 10 ^{ac}	9,22	0,012	–	–
	2006	77 ± 33	97 ± 9	78 ± 29	82 ± 26	3,42	0,053	0,38	0,569

¹⁾ Ylemmällä rivillä on testattu vuonna 2003 tehtyjen käsittelyiden välisiä eroja; alemmalla rivillä on koko aineistolla lasketut testisuuret sekä käsittelyn että käsittelyn ajoituksen vaikutuksille. Arvot, joita ei ole merkitty samalla kirjaimella, eroavat tilastollisesti toisistaan ($P < 0,05$). Käsittelyn vaikutus taimikonhoitotyön ajanmenekkiin on testattu absoluuttisia ajanmenekkejä käyttäen.

metsiköstä ja perkauskäsittelystä riippuen 15–16 cm, 29–30 m²/ha, 165–179 m³/ha ja 45–63 m³/ha. Kylvötaimikon ollessa ensiharvennusvaiheessa puuston keski- ja summatunnuksissa ei ollut suuria eroja perkauskäsittelyiden välillä. Luontaisessa taimikossa perkauskäsittelyiden väliset erot keskiläpimitassa, pohjapinta-alassa ja tilavuudessa selittyivät pääosin runkolukujen välisillä eroilla. Täysperkauksen yhteydessä harvennettujen sekä reikäperattujen käsittelyruutujen alempi runkoluku (ks. taulukko 1) johti alempaan puuston pohjapinta-alaan ja tilavuuteen ja korkeampaan keskiläpimitaan. Luontaisessa taimikossa kolmen vuoden viive perkauskäsittelyssä pienensi ensiharvennusvaiheen puuston tilavuutta. Ensiharvennuspoistumaan perkauskäsittelyllä ja sen ajoituksella ei kuitenkaan ollut vaikutusta.

4 Tulosten tarkastelu

Männyn perkauskokeet perustettiin kuivahkon kankaan kylvötaimikkoon ja kuivan kankaan luontaiseen taimikkoon, joissa uudistaminen oli onnistunut ja taimia oli riittävästi hyvälaatuisen männyn kasvatukseen. Perkaamattomuus ei vähentänyt kasvatettavien mäntyjen runkolukua 3–5 metrin valtapituusvaiheeseen mennessä, kuten tuoreen kankaan istutusmänniköiden perkauskokeissa on havaittu (Saksa ja Miina 2007, 2010). Hyvän uudistamistuloksen vuoksi nyt tutkituissa taimikoissa oli mahdollista valita kuolleiden tai tuhoutuneiden taimien tilalle uusia kasvatettavia mäntyjä. Kasvatettavien mäntyjen latvoista lehtipuusto vaurioitti pahoin 8–18 %, vaikka 73–90 % männystä kasvoi vapaana lehtipuuston kilpailusta. Kaikilla tutkituilla perkauskäsittelyillä

Taulukko 3. Perkauksessa vuosina 2003 tai 2006 ja taimikon harvennuksessa vuonna 2009 poistetun puuston tunnuksukset sekä taimikonhoidon suhteelliset ajanmenekit (ka ± sd) käsittelyruuduilla luontaisessa taimikossa (ko. lohkon vuonna 2003 täysperatun ruudun ajanmenekki on 100).

	Perkaus- vuosi	Ei perkausta	Täysperkaus		Reikä- perkaus	Käsittely ¹⁾		Ajoitus	
			ei harv.	+ harv.		F-arvo	P-arvo	F-arvo	P-arvo
Perkaus									
Poistuma, 100 kpl/ha	2003	0 ± 0	49 ± 42 ^a	137 ± 22 ^b	89 ± 27 ^{ab}	5,66	0,042	–	–
	2006	0 ± 0	43 ± 36 ^a	268 ± 102 ^b	195 ± 52 ^c	19,90	0,001	5,39	0,081
Kantoläpimitta, mm	2003	0 ± 0	20 ± 3	27 ± 2	23 ± 5	0,51	0,637	–	–
	2006	0 ± 0	28 ± 6	25 ± 4	23 ± 2	0,38	0,698	0,31	0,606
Ajanmenekki, %	2003	0 ± 0	100 ± 0	262 ± 39	176 ± 92	4,71	0,089	–	–
	2006	0 ± 0	110 ± 20 ^a	403 ± 103 ^b	301 ± 117 ^c	21,23	0,001	2,13	0,218
Harvennus									
Poistuma, 100 kpl/ha	2003	131 ± 37 ^a	107 ± 18 ^a	5 ± 2 ^b	25 ± 4 ^b	26,93	0,001	–	–
	2006	105 ± 31 ^a	63 ± 30 ^b	0 ± 0 ^{c 2)}	32 ± 20 ^c	23,65	<0,001	3,54	0,081
– männyt	2003	112 ± 38	101 ± 19	2 ± 1	14 ± 5	–	–	–	–
	2006	76 ± 15	62 ± 29	0 ± 0 ²⁾	25 ± 20	–	–	–	–
– siemensyntyiset lehtipuut	2003	20 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	6 ± 3	–	–	–	–
	2006	29 ± 16	1 ± 1	0 ± 0 ²⁾	6 ± 2	–	–	–	–
– kantovesat	2003	0 ± 0	6 ± 3	3 ± 2	4 ± 1	–	–	–	–
	2006	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0 ²⁾	1 ± 1	–	–	–	–
Kantoläpimitta, mm	2003	31 ± 1 ^a	32 ± 2 ^a	22 ± 3 ^b	33 ± 2 ^a	17,96	0,002	–	–
	2006	31 ± 1 ^a	30 ± 0 ^a	0 ± 0 ^{b 2)}	31 ± 2 ^a	23,00	<0,001	2,86	0,113
Ajanmenekki, %	2003	114 ± 28 ^a	100 ± 0 ^a	22 ± 3 ^b	40 ± 5 ^b	34,45	<0,001	–	–
	2006	99 ± 39 ^a	63 ± 16 ^b	0 ± 0 ^{c 2)}	44 ± 15 ^c	24,64	<0,001	4,49	0,053
Yhteensä									
Ajanmenekki, %	2003	78 ± 18	100 ± 0	95 ± 37	75 ± 15	1,06	0,434	–	–
	2006	66 ± 16	77 ± 16	113 ± 19	112 ± 26	2,43	0,116	0,213	0,668

¹⁾ Ylemmällä rivillä on testattu vuonna 2003 tehtyjen käsittelyiden välisiä eroja; alemmalla rivillä on koko aineistolla lasketut testisuureet sekä käsittelyn että käsittelyn ajoituksen vaikutuksille. Arvot, joita ei ole merkitty samalla kirjaimella, eroavat tilastollisesti toisistaan ($P < 0,05$). Käsittelyn vaikutus taimikonhoitotyön ajanmenekkiin on testattu absoluuttisia ajanmenekkejä käyttäen.

²⁾ Ei taimikonharvennustarvetta vuonna 2009.

voitiin estää lehtipuiden aiheuttamat latvavauriot; vain kylvötaimikossa 2 metrin pituusvaiheessa täysperkauksen yhteydessä harvennetuille ruuduille syntyneet kantovesat tavoittivat mäntyjen latvat ja aiheuttivat jonkin verran latvavaurioita.

Hirvituhoja esiintyi luontaisessa taimikossa, jossa syönti oli kohdistunut lehtipuihin ja niiden varjostamiin mäntyihin. Myös männyn istutustaimikoihin Etelä-Suomessa perustetuissa perkauskoikeissa hirvien on todettu valikoivan syöntikohteekseen perkaamattomien käsittelyruutujen mäntyjä (Härkönen ym. 2008). Perkaamattomilla ruuduilla oli sitä enemmän hirvituhoja, mitä enemmän lehtipuita oli ja mitä pidempiä ne olivat. Myös Nikula ym. (2008) ovat esittäneet samansuuntaisia tuloksia Pohjois-Suomesta. Parhaiten hirvituhojen esiintymistä taimikosta mitatuilla koaloilla ennustivat

viljelymäntyjen ja mäntyjä pidempien lehtipuiden määrä koalalla.

Tulokset osoittavat, että männyn kylvö- ja luontaisen taimikoiden perkaus on metsänhoidollisesti tarpeen. Lehtipuiden aiheuttamien latvavaurioiden estämiseksi ja hirvituhoriskin vähentämiseksi mäntyjä pidemmät tai ne pian saavuttavat lehtipuut tulee perata pois kasvatettavien mäntyjen lähiympäristöstä.

Tässä tutkimuksessa ei mitattu todellisia taimikonhoidon ajanmenekkejä, vaan ne laskettiin Metsätehon ajanmenekkimalleilla. Perkaustyölle laskettuja ajanmenekkejä on pidettävä vain suuntaantavina, sillä ne perustuivat kolme tai kuusi vuotta perkauksen jälkeen määritettyihin perkauspoistumaa kuvaaviin tunnuksiin. Kolmen käsittelyruudun välinen vaihtelu taimikonhoidon ajanmenekissä oli

Taulukko 4. 10-vuotiaan männyntaimikon perkauskäsittelyiden vaikutukset kasvatettavien mäntyjen (suluisia 10 pisimmän valtapuun) kehitykseen ja taimikonhoidon ajanmenekkiin. Taulukossa on verrattu vuonna 2003 täysperkauksen yhteydessä tehtyä harvennusta ja reikäperkausta täysperkaukseen.

Täysperkaus vs.	Kylvötaimikko (2 m)		Luontainen taimikko (1 m)	
	Täysperkaus + harvennus	Reikäperkaus	Täysperkaus + harvennus	Reikäperkaus
Runkoluku	ns	ns	ns	ns
Lehtipuiden aiheuttamat latvavauriot	ns	ns	ns	ns
Pituuskasvu (valtapuut)	ns (ns)	ns (ns)	ns (ns)	ns (ns)
Paksuuskasvu (valtapuut)	+ (+)	ns (+)	+ (+)	ns (ns)
Paksuimman oksan paksuus (valtapuut)	+ (+)	+ (ns)	+ (+)	ns (ns)
Latvusraja (valtapuut)	- (-)	- (ns)	- (-)	- (ns)
Perkauksen ajanmenekki	ns	ns	ns	ns
Taimikon harvennuksen ajanmenekki	-	-	-	-
Taimikonhoidon kokonaisajanmenekki	-	-	ns	ns

+ lisää; - vähentää; ns ei tilastollisesti merkitsevää eroa käsittelyiden välillä.

suurta, mikä vaikeuttaa käsittelyiden välisten erojen analysointia.

Tutkimustaimikoissa kolmen vuoden viive perkauksessa lisäsi perkaustyön ajanmenekkiä 10–100 %. Kylvötaimikossa ajanmenekin lisäys oli tilastollisesti merkitsevä, sillä kolmen vuoden viive merkitsi noin 1 cm:n kasvua poistuman keskimääräisessä kantoläpimitassa. Kaila ym. (2006) ovat tutkineet taimikonhoidon ajoituksen vaikutusta taimikonhoidon ajanmenekkiin kuusen taimikoissa. He laskivat koelakohtaisesti taimikonhoidon ajanmenekit sekä mittaushetkellä että kaksi vuotta aikaisemmin puusto- ja lustomittausten ja Metsätehon ajanmenekkimallien perusteella. 1,5–3 metrin pituusvaiheessa kahden vuoden viive aiheutti 10–42 % suuremman ajanmenekin ja vastaavasti 4–7 metrin pituusvaiheessa 8–24 % suuremman ajanmenekin.

Toisen vaiheen taimikonhoidon (taimikon harvennuksen) ajanmenekkiin perkauskäsittelyllä oli suuri vaikutus. Kun kasvatettavien mäntyjen lähiympäristö oli reikäperattu tai männyt oli harvennettu täysperkauksen yhteydessä, taimikon harvennuksessa poistui vähemmän runkoja ja vastaavasti taimikonhoidon ajanmenekki oli suurempi.

Kaksivaiheisen taimikonhoidon (perkaus, harvennus) kokonaisajanmenekkiin perkauskäsittelyllä ei ollut suurta vaikutusta luontaisessa taimikossa. Kylvötaimikossa taimikonhoidon kokonaisajanmenekki pieneni, kun männyt harvennettiin varhaisessa vaiheessa tehdyn täysperkauksen yhteydessä.

Yksivaiheisen taimikonhoidon (ts. täysperkauksen

yhteydessä mäntyjen harvennus 2000 runkoon/ha ajoituksella oli suuri vaikutus taimikonhoidon ajanmenekkiin. Kylvötaimikossa kolmen vuoden viive kaksinkertaisti ja kuuden vuoden viive 2,5-kertaisti taimikonhoidon ajanmenekin. Karumman kasvupaikan luontaisessa taimikossa yksivaiheisen taimikonhoidon ajanmenekki ei kasvanut viiveen myötä yhtä selvästi kuin kylvötaimikossa.

Taulukossa 4 on esitetty yhteenveto 1–2 metrin pituusvaiheessa tehdyn mäntyjen harvennuksen sekä reikäperkauksen vaikutuksista kasvatettavien mäntyjen kehitykseen ja taimikonhoidon ajanmenekkiin, kun vertailukohtana on täysperkaus. Mäntyjen harvennus täysperkauksen yhteydessä heikentää mäntyjen laatukehitystä sekä kylvö- että luontaisessa taimikossa; läpimitankasvu ja paksuimman oksan paksuus lisääntyivät ja alaoksien kuoleminen hidastui pelkkään täysperkaukseen verrattuna. Myös reikäperkaus hidasti mäntyjen alaoksien kuolemistä, mutta lisäsi paksuimman oksan paksuutta vain kylvötaimikossa. Valtapuiden (pisimpien mäntyjen) paksuimpien oksien ja latvusrajan kehityksessä reikä- ja täysperkauksen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Ensiharvennusvaiheeseen simuloitujen metsiköiden puustotunnuksissa ei ollut merkittäviä käsittelyiden välisiä eroja. Metsiköiden tulevaa laatukehitystä ei ennustettu simuloinneissa.

Täysperkauksen yhteydessä männyn taimikko harvennettiin noin 2000 mäntyy/ha, mikä on aikaisempien tutkimusten mukaan liian alhainen tiheys hyvälaatuisen sahatavaran tuottamiseen (Varmola

1996). Vastaavasti reikäperkauksella käsitellyillä ruuduilla männyn kasvatustiheys oli kokeen lopussa 3200–4500 mäntyä/ha (lisäksi 1000 koivua/ha) ja täysperatuilla mutta harventamattomilla ruuduilla 8300–14 000 mäntyä/ha. Erilaisen tilajärjestyksen vuoksi eri perkauskäsittelyissä jäävän puuston runkoluvut eivät kuitenkaan täysin vastaa toisiaan.

Aikaisempien tutkimusten mukaan männikön teknisen laadun kannalta on edullista, että männyn taimikko harvennetaan vasta latvuston sulkeutuessa eli yli 5 metrin valtapituusvaiheessa (mm. Varmola 1982, Ruha ja Varmola 1997, Varmola ja Salminen 2004). Mitä aikaisemmin taimikko harvennettiin, sitä paksummaksi paksuimmat oksat kasvoivat. On kuitenkin huomattava, että em. tutkimuksissa taimikon harvennukset oli yleensä tehty vasta yli 3 metrin valtapituusvaiheessa ja oksaisuuslaatua tarkasteltiin myöhemmin kuin tässä tutkimuksessa.

Fahlvik ym. (2005) ovat tutkineet Etelä-Ruotsissa männyn kylvö- ja luontaisten taimikoiden harvennuksen ajoituksen (1–7 metrin pituusvaiheessa) ja voimakkuuden vaikutusta mäntyjen ulkoiisiin laatu-tunnuksiin pääasiassa yli 8 metrin pituusvaiheessa. Mitä varhaisempi harvennus, sitä paksumpia olivat paksuimmat oksat. Kun taimikon tiheys oli yli 3000 runkoa/ha, tiheyden edelleen lisääminen ei juurikaan vaikuttanut oksien paksuuteen. Varhainen ja voimakas harvennus hidasti myös mäntyjen alaok-sien kuolemista. Fahlvik ym. (2005) eivät havain-neet tilastollisesti merkitsevää kasvatustiheyden ja harvennuksen ajoituksen yhdysvaikutusta, vaikka on oletettavaa, että varhaisen harvennuksen vai-kutus on sitä suurempi, mitä voimakkaampana se tehdään (vrt. Ulvcrona ym. 2007). Myös Ulvcronan ym. (2007) mukaan jäävän puuston runkoluku vai-kutti enemmän puiden kasvuun ja oksikkuuteen kuin harvennuksen ajoitus männyn kylvö- ja luontaisessa taimikossa Pohjois-Ruotsissa.

Tässä työssä saatujen tulosten mukaan miestyönä toteutetun taimikonhoidon kokonaisajamenekkiä voidaan pienentää, jos männyn kylvötaimikot harvennetaan 2000 runkoon/ha jo perkauksen yhteydes-sä. Tulokset tukevat myös aikaisempia suosituksia, joiden mukaan männyn taimikoita ei tule harventaa 2000 runkoon/ha liian varhaisessa vaiheessa, jos tavoitteena on hyvälaatuisen sahatavaran kasvatta-minen. Tutkimustaimikot olivat kokeen päättyessä varsin nuoria, joten puuston laatu ei ollut vielä mää-

räytynyt. Taimikonhoitoa suunniteltaessa on myös huomioitava, että taimikon harvennusvaiheessa on enemmän vaihtoehtoja laadultaan parhaimpien pui-den valitsemiseksi, jos mäntyjä ei ole harvennettu perkauksen yhteydessä. Reikäperatuilla aloilla kas-voi 3200–4500 mäntyä/ha ja noin 1000 siemensyn-tyistä koivua/ha, mikä on suositusten mukaan riittä-vä tiheys hyvälaatuisen sahatavaran kasvattamiseen. Reikäperattuja aloja voisi olla mahdollista kasvattaa myös ilman taimikon harvennusta, jolloin yhdistet-ty aines- ja energiapuuharvennus tehtäisiin 10–12 metrin valtapituusvaiheessa 1000–1400 runkoon/ha (Äijälä ym. 2010). Sen sijaan täysperatut alat tulee vielä harventaa ennen ainespuu- tai energia-puuharvennusta.

Kiitokset

Perkauskokeet perustettiin yhteistyössä UPM Met-sän kanssa. Haluamme kiittää aikaisempaa metsän-hoitopäällikköä Fred Kallandia, nykyistä metsänhoi-topäällikköä Jyri Schildtiä ja UPM Silvestan resurs-siasiantuntija Kari Kurua heidän mielenkiinnosta ja tuesta taimikonhoidon tutkimusta kohtaan.

Kirjallisuus

- Fahlvik, N., Ekö, P.-M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 243–251.
- Heikkilä, R. & Härkönen, S. 1993. Moose (*Alces alces* L.) browsing in young Scots pine stands in relation to the characteristics of their winter habitats. *Silva Fennica* 27: 127–143.
- Hynynen, J., Ojansuu, R., Hökkä, H., Siipilehto, J., Salminen, H. & Haapala, P. 2002. Models for predicting stand development in MELA System. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 835. 116 s.
- , Valkonen, S. & Rantala, S. (toim.) 2005. Tuottava metsänkasvatus. *Metsäntutkimuslaitos ja Metsäkustannus Oy, Helsinki*. 221 s. + Motti-ohjelmisto.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. *Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio. Julkaisusarja 22/2006*. 100 s.

- Hämäläinen, J. & Kaila, S. 1983. Taimikon perkauksen ja harvennuksen sekä uudistusalan raivauksen ajanmenekki-suhteet. *Metsätehon katsaus* 16/1983. 4 s.
- Härkönen, S., Miina, J. & Saksa, T. 2008. Effect of cleaning methods in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pines in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 491–500.
- Kaila, S., Kiljunen, N., Miettinen, A. & Valkonen, S. 2006. Effect of timing of precommercial thinning on the consumption of working time in *Picea abies* stands in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 496–504.
- Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatuksivastus. *Silva Carelica* 23. 133 s.
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Miina, J., Saksa, T. & Viiri, H. 2010. Metsänuudistamisen tila Suomessa VMI10:n aineistojen perusteella. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2010: 425–478.
- Metsäalan työehtosopimus 1.6.2010–31.8.2012. 91 s. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/tes/stes1542-TT51Metsa1006.pdf>
- Metsätalastollinen vuosikirja. 2011. SVT maa-, metsä- ja kalatalous. Metsäntutkimuslaitos. 472 s.
- Miina, J. & Saksa, T. 2008. Predicting establishment of tree seedlings for evaluating methods of regeneration for *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 12–27.
- Nikula, A., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. 2008. Modelling the factors predisposing Scots pine to moose damage in artificially regenerated sapling stands in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 42: 587–603.
- Ruha, T. & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31: 401–415.
- Saksa, T. & Kankaanhuhta, V. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Suomenjoen yksikkö. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä. 90 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/julkaisut/metsanuudistaminen.htm>
- & Miina, J. 2007. Cleaning methods in planted Scots pine stands in southern Finland: 4-year results on survival, growth and whipping damage of pines. *Silva Fennica* 41: 661–670.
- & Miina, J. 2010. Perkaustavan ja -ajankohdan vaikutus männyn istutustaimikon kehitykseen Etelä-Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2010: 115–127.
- Ulvcróna, K. A., Claesson, S., Sahlén, K. & Lundmark, T. 2007. The effects of timing of pre-commercial thinning and stand density on stem form and branch characteristics of *Pinus sylvestris*. *Forestry* 80(3): 323–335.
- Valkonen, S. & Ruuska, J. 2003. Effect of *Betula pendula* admixture on tree growth and branch diameter in young *Pinus sylvestris* stands in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 416–426.
- Varmola, M. 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. *Folia Forestalia* 524. 31 s.
- 1993. Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli. *Folia Forestalia* 813. 43 s.
- 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 585. 70 s. + 6 osajulkaisua.
- & Salminen, H. 2004. Timing and intensity of precommercial thinning in *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 142–151.
- Vestjordet, E. 1977. Avstandsregulering av unge furu- og gran-bestand: I: Materiale, stabilitet, dimensjonsfordeling, m.v.. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 33(9): 309–436.
- Vuokila, Y. 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. *Folia Forestalia* 523. 55 s.
- & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvumallit. *Communicationes Instituti Forestales Fenniae* 99(2). 271 s.
- Äijälä, O., Kuusinen, M. & Koistinen, A. (toim.) 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. 31 s. Saatavissa: http://www.tapio.fi/files/tapio/Aineistopankki/Energiapuusuositukset_verkkoon.pdf

28 viitettä