

Timo Saksa, Ville Kankaanhuhta, Fred Kalland ja Heikki Smolander

Uudistamistuloksen laatu Etelä-Suomen yksityismetsissä ja keskeisimmät kehittämiskohteet

Laadun seuranta johtaa parempiin tuloksiin

Laadun arvioinnin peruslähtökohtana on saavutetun tuloksen vertaaminen asetettuihin tavoitteisiin (James 1996, Soin 1998). Metsänuudistamisen laatua arvioitaessa verrataan mitattua uudistamistulosta uudistamisen tavoitteeseen (Hynynen 2001, Kalland 2002). Tästä tavoitetilasta käytetään käytännön toiminnassa käsitettä tavoitetaimikko, vaikka sen tarkka perustelu on ongelmallista ilman kustannustarkasteluja. Puuntuotannon näkökulmasta tavoitte voidaan yksinkertaisimmin määrittellä uudistamisketjuittain kasvatettavan puuston tiheytenä (puulaiteittain) ja sen tasaisuutena.

UPM-Kymmene Metsä on vuodesta 1997 alkaen soveltanut laatutyön menetelmiä omien metsien uudistamistyössä. Yhtiö on käyttänyt ja edelleen kehittänyt Tehdaspuu Oy:n 1990-luvun alusta soveltamaa metsänuudistamisen tavoitteen määrittämistä ja uudistamistulosten seurantamenetelmää metsänuudistamistoimintansa kehittämisessä (Kalland 2002). Seuranta osoitti alkuvaiheessa, että uudistamistulokset vaihtelivat organisaatioyksiköstä toiseen samoista ohjeista ja yhtäläisistä resursseista huolimatta. Jo muutaman vuoden kuluttua systemaattisen seurannan aloittamisesta tulokset olivat parantuneet merkittävästi.

Tapahtuneesta muutoksesta voidaan päätellä, että toimijoiden tiedostamat tavoitteet, objektiivisiin

mittauksiin perustuva seurantamenetelmä ja sen antama henkilötasolle asti ulottuva palaute paransivat merkittävästi metsänuudistamisen laatutasoa (Kalland 2002). Samalla metsänuudistamismenetelmien käytössä tapahtui oleellisia muutoksia. Männy luontaisen uudistamisen ja istutuksen käyttöä vähennettiin kylvön tullessa männyn uudistamisen päämenetelmäksi. Kuusen viljelyä lisättiin entisestään, istutustiheyttä nostettiin ja mätästyksen siirtyminen nopeutui.

UPM-Kymmenen kokemuksiin nojautuen Metsäntutkimuslaitos on kehittänyt yhdessä metsäkeskusten ja metsänhoitoyhdistysten kanssa ”Metsänuudistamisen laadun hallinta” -hankkeessa yksityismetsiin soveltuvaa metsänuudistamisen laadun seurantamenetelmää, jolla pyritään käynnistämään vastaavanlaista laatukehitystä myös yksityismetsien uudistamisessa (Saksa ym. 2002).

Uudistamistuloksen laadun arviointi

Laadun kehittämisen punaisena lankana on tavoitteiden asettaminen, tulosten mittaaminen ja niiden vertaaminen tavoitteisiin sekä monipuolisen tilanneanalyysin kautta tarvittavien kehittämiskohteiden löytäminen (esim. Lillrank 1999). Ennalta asetettujen tavoitteiden tulee olla konkreettisesti määritellyjä ja helposti mitattavia. Tulosten ja tavoitteiden

vertaamisesta syntyvä palaute on sitä tehokkaampi mitä pikemmin toiminnan jälkeen se saadaan. Metsänuudistamistuloksen luotettava määrittäminen ei ole välittömästi uudistamistointenpiteiden, kuten istutuksen tai kylvön toteuttamisen jälkeen mahdollista, vaan onnistumista voidaan arvioida vasta muuttaman vuoden ikäisistä töistä.

Metsänuudistamistuloksen mittausajankohdaksi valittiin yhdenmukaisesti UPM:n käyttämän menetelmän kanssa 3 kasvukautta istutuksesta, 4 kasvukautta kylvöstä ja luontaisen uudistamisen aloilla 5 kasvukautta maanmuokkauksesta. Edellä mainitun ikäisissä taimikoissa taimikon perustamiseen liittyvät työt on saatettu loppuun, joten tämä vaihe voidaan katsoa kuuluvan samaan vastuukokonaisuuteen. Tämän ikäisissä taimikoissa istutus- ja kylvötaimikko on vakiintunut, sillä taimien alkuvaiheen kuoleminen on vähentynyt ja viljelytaimikkoa täydentävät luontaiset havupuut ovat havaittavissa (Saksa 1992). Istutustaimikoiden kasvatettavien taimien määrässä ei seuraavan kolmen vuoden aikana tapahdu oleellisia muutoksia, sillä luontaiset taimet korvaavat vielä kuolevat istutustaimet (Kuitunen 2001a,b, Kalland 2002).

Inventoinnin kohteena olleissa varhaiskehitysvaiheen taimikoissa *hyvän uudistamistuloksen* määrittämisen lähtökohtana oli hyvien puuntuotannon edellytysten turvaaminen. Koska täydentävien lehtipuiden valinta 3-vuotiaissa havupuiden istutuksissa on vaikeaa, arvioitiin näiden uudistusalojen uudistamistulos pelkästään kasvatettavien havupuiden tiheyden perusteella. Kylvötaimikoissa ja luontaisen uudistamisen aloilla uudistamistulos kuvattiin näissä 4–5-vuotiaissa taimikoissa kokonaistaimimäärän avulla, jolloin *hyvän uudistamistuloksen* saavuttaneen luontaisesti syntyneen tai kylvötaimikon tiheys on istutustaimikon kasvatuskelpoisten taimien tiheyttä selvästi suurempi.

Havupuutaimikoissa tavoitetason asettamisen lähtökohtana oli hyvän puuntuotoksen edellyttämä, tilajärjestykseltään tasainen, 2000 runkoa ha⁻¹ käsittävä puusto (Hynynen 2001). Männy istutuksen osalta uudistusaloilta keskimääräinen tavoite 1800 runkoa ha⁻¹ ottaa huomioon 10 %:n luontaisen koivusekoituksen sallimisen taloudellisena realiteettina ja ympäristösyistä. Männy kylvön ja luontaisen uudistamisen vastaava tavoite 3000 tainta ha⁻¹ pyrkii tiheyteen, joka tekee hyvän puun teknisen laa-

dun kasvattamisen mahdolliseksi (Varmola 1996). Kuusen istutuksissa nyt käytetty tiheystavoite, 1600 havupuun tainta ha⁻¹, oli puuntuotannollisista ja taloudellisista perusteista katsoen liian matalalla. Tavoitetiheys 1800 havupuuntainta ha⁻¹ asettaisi männy ja kuusen taimikot tasaveroisempaan asemaan. On kuitenkin huomattava, että nyt mitatut taimikot on perustettu aikana, jolloin Tapion suositus kuusen istutustiheydelle oli 1400–1800 tainta ha⁻¹ (Luonnonläheinen... 1994).

Edellä esitetyistä näkökohdista lähtien asetettiin tutkijoiden ja projektissa mukana olleiden käytännön asiantuntijoiden näkemyksen pohjalta uudistamismenetelmittäin ja uudistamispulajeittain taimikon keskittiheyteen pohjautuvat *hyvän uudistamistuloksen* kriteerit (vrt. Kalland 2002):

Uudistamismenetelmä, puulaji	Uudistamistuloksen laadullinen kuvaus
Istutus, mänty	≥ 1800 kasvatettavaa havupuuta ha ⁻¹
Istutus, kuusi	≥ 1600 kasvatettavaa havupuuta ha ⁻¹
Istutus, rauduskoivu	≥ 1400 kasvatettavaa tainta ha ⁻¹
Kylvö (mänty/kuusi/koivu)	≥ 3000 mäntyä/kuusta/koivua ha ⁻¹
Luont. uudistaminen (mänty/kuusi/koivu)	≥ 3000 mäntyä/kuusta/koivua ha ⁻¹

Uudistamistuloksen taimikoittainen jakauma perustui pinta-alapainotettuihin uudistusalojen keskittiheyyksiin. Samoin uudistamistuloksen tasaisuutta tarkasteltaessa uudistusalojen sisäinen tiheysvaihtelu esitetään pinta-alapainotettuina mittauskoelaitteina tiheyshavaintoina (koelan koko 20 m², jolloin yksi taimi koelalla edustaa 500 tainta ha⁻¹). Artikkelin pohjautuu viiden metsäkeskuksen alueelta (Pohjois-Savo, Etelä-Savo, Etelä-Pohjanmaa, Lounais-Suomi ja Häme-Uusimaa), yhteensä 27 metsänhoitoyhdistyksestä, vuosina 2000–2004 mitattuihin 7250 uudistusalan (yli 13200 ha) uudistamistulokseen.

Uudistamistulokset tavoitteisiin verrattuna

Männy istutustaimikot täyttivät tavoitteet lähes tyydyttävästi (57 %), kylvön tulokset olivat välttävät (48 %), mutta luontainen uudistaminen oli onnistunut huonosti (35 %) (taulukko 1). Männy istutusaloista yli 60 % sijaitsi tuoreella tai lehtomaisella

Taulukko 1. Uudistusalojen vallitsevan kasvupaikka jakauma (%) puulajin ja uudistamismenetelmän mukaan luokiteltuna. Hyvien uudistamistulosten osuus kasvupaikan, puulajin ja uudistamismenetelmän mukaan luokiteltuna. Aineistona v. 2000–2004 ”Metsänuudistamisen laadun hallinta”-hankkeessa kertynyt inventointiaineisto viiden metsäkeskuksen alueelta Etelä-Suomesta.

		Kasvupaikkajakauma, %				Pinta-ala, ha
		Lehtomainen	Tuore	Kuivahko	Kuiva	
Mänty	Istutus	3	60	36	1	2147
	Kylvö	1	45	49	5	3292
	Luontainen	2	41	48	10	1087
Kuusi	Istutus	23	75	2		4716
	Kylvö	7	89	4		253
	Luontainen	28	67	5		180
Rauduskoivu	Istutus	42	57	1		870
	Kylvö	8	88	4		234
	Luontainen	16	81	3		116
		Hyvien uudistamistulosten osuus ^{a)} , %				Keskimäärin
		Lehtomainen	Tuore	Kuivahko	Kuiva	
Mänty	Istutus	34	51	68	78	57
	Kylvö	0	37	56	71	48
	Luontainen	2	18	46	54	35
Kuusi	Istutus	52/33	62/48	77/66		60/42
	Kylvö	5	21			19
	Luontainen	32	47	56		43
Rauduskoivu	Istutus	74	78	78		76
	Kylvö	62	50	25		50
	Luontainen	22	70	23		61

^{a)} Hyvän uudistamistuloksen kriteeri:

Istutus, mänty	≥ 1800 kasvatettavaa havupuuta ha ⁻¹
Istutus, kuusi	≥ 1600/1800 kasvatettavaa havupuuta ha ⁻¹
Istutus, rauduskoivu	≥ 1400 kasvatettavaa tainta ha ⁻¹
Kylvö (mänty/kuusi/koivu)	≥ 3000 mäntyä/kuusta/koivua ha ⁻¹
Luontainen uudistaminen(mänty/kuusi/koivu)	≥ 3000 mäntyä/kuusta/koivua ha ⁻¹

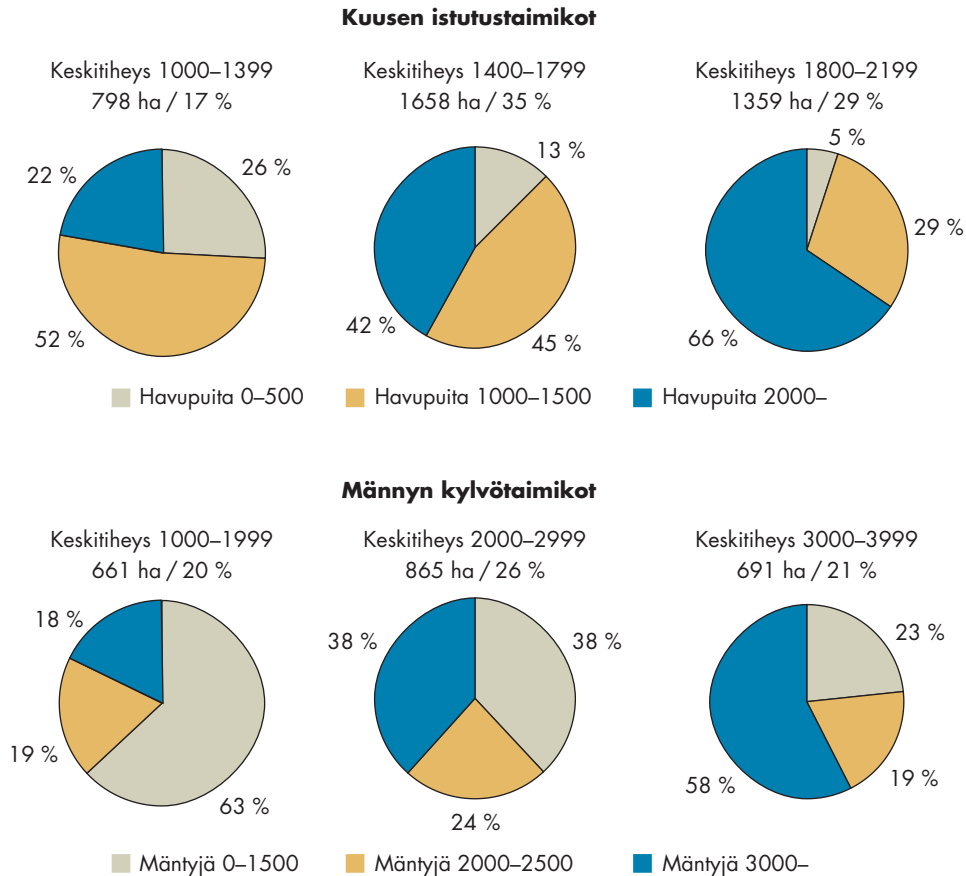
kankaalla, joilla uudistamistulokset jäivät kuivahkojen kankaiden tuloksia heikommiksi. Männyin kylvöaloista 43 % ja luontaisen uudistamisen aloista 45 % sijaitsi tuoreilla kankailla, joilla uudistamistulokset jäivät huonoiksi. Männylle sopivalla kasvupaikalla, kuivahkolla kankaalla kaikkien uudistamismenetelmien tulokset olivat 10 %-yksikköä keskiarvoa parempia.

Kuusen uudistamisessa ylivoimaisesti yleisin menetelmä oli istutus, jonka tulos oli kohtuullinen, sillä taimikoista 60 % ylitti puuntuotannon kannalta alhaisen tavoitetiheyden (taulukko 1). Kun *hyvän uudistamistuloksen* kriteerinä käytettiin puuntuo-

tantoa ajatellen perustellumpaa tiheyttä, 1 800 tainta ha⁻¹, jäi tavoitteen täyttävien kuusen istutusten osuus 42 %:iin. Kuusen kylvön ja luontaisen uudistamisen tulokset olivat heikot, joten istutus kuusen uudistamisen valtamenetelmänä on hyvin perusteltu. Samoin rauduskoivun uudistamisessa istutustulokset osoittautuivat selvästi kylvötuloksia paremmiksi.

Uudistamistuloksen laadun merkitys tuleviin puulajisuhteisiin

Taimikoiden sisäistä tasaisuutta tutkittiin uudistus-



Kuva 1. Uudistamistuloksen laadun vaikutus taimikon sisäiseen tiheysvaihteluun ja tuleviin puulajisuhteisiin kuusen istutus- ja männyn kylvötaimikoissa. Kuhunkin osakuvaan on merkitty ao. keskitiheyden omaavien taimikoiden pinta-ala ja suhteellinen osuus aineistossa. Kuusen istutustaimikoissa keskitiheyden vähintään 2200 kasvatettavaa havupuuta ha⁻¹ oli saavuttanut 13 % taimikoista ja männyn kylvöissä vähintään 4000 männyn keskitiheyteen ha⁻¹ ylti 26 % kylvöaloista.

alalta mitattujen koalojen tiheysjakauman avulla. Uudistamistuloksen laadulla oli merkittävä vaikutus tulevan puuston puulajisuhteisiin (kuva 1). Kun kuusen istutustaimikon kasvatettavien havupuiden keskitiheys oli 1 800–2 200 tainta ha⁻¹, saatiin täystiheä havupuusto (2 000 kasvatettavaa havupuuta ha⁻¹) 66 %:n pinta-alalla ja lehtipuuvaltaisen pinta-alan osuus (havupuita 0–500 kpl ha⁻¹) jäi 5 %:iin. Kun kuusen istutustaimikon keskitiheys jäi 1 000–1 400 kasvatettavaan havupuuhun ha⁻¹, oli täystiheän havupuuston osuus laskenut 22 %:iin (kolmasosaan) ja lehtipuuvaltaisen taimikon osuus noussut 26 %:iin

taimikon pinta-alasta (viisinkertaistunut) verrattuna hyvään uudistamistulokseen.

Vastaavasti asetetun tavoitteen täyttävissä, 3 000–4 000 taimen ha⁻¹ keskitiheyden täyttäneissä männyn kylvöissä oli tavoiteltua, tiheää mäntytaimikkoa 58 % pinta-alasta, ja harvan mäntytaimikon (mäntyjä korkeintaan 1 500 ha⁻¹) osuus oli 23 % pinta-alasta. Kun kylvötaimikon keskitiheys oli jäänyt 2 000–3 000 mäntyyn ha⁻¹, tiheän mäntytaimikon (mäntyjä vähintään 3 000 ha⁻¹) osuus oli enää 38 % ja lehtipuuvaltaiseksi muuttuvan harvan männikön osuus oli noussut 38 %:iin.

Mitä tuloksista on pääteltävissä?

Lähes puolet männyn uudistusaloista oli tuoreilla tai lehtomaisilla kankailla, joilla mänty kehittyy oksikkaaksi (Turkia ja Kellomäki 1987) ja joilla kuusi antaa mäntyä paremman tuloksen karuimpia tuoreen kankaan kohteita lukuun ottamatta (Hynynen ja Ahtikoski 2004). Männyn istutusaloista vähintään lehtomaisen kankaan kohteet sekä vallitsevalta maalajiltaan hienot tuoreen kankaan alat (yhteensä 15 % männyn istutusalasta) olisivat suositusten mukaan olleet kuusen istutuskohteita (Hyvän metsänhoidon... 2001). Lisäksi vähintään puolet vallitsevalta maalajiltaan keskikarkeista tuoreen kankaan kohteista (19 % männyn istutusalasta) olisi voitu uudistaa mieluummin kuuselle kuin männylle (ks. Hyvän metsänhoidon... 2001). Vastaavasti männyn kylvökohteista ja luontaisen uudistamisen aloista ainakin tuoretta kangasta viljavammat ja maalajiltaan hienot tuoreen kankaan kohteet (yhteensä 10 % kylvöistä ja luontaisista) olisivat olleet soveliaampia uudistaa kuuselle kuin männylle. Metsänhoitosuositusten mukaan vallitsevalta maalajiltaan keskikarkeat tuoreen kankaan kylvökohteet ja luontaisen uudistamisen alat (30 % kylvön ja luontaisen uudistamisen alasta) olisi pitänyt uudistaa istuttaen esim. puoliksi männylle ja kuuselle (Hyvän metsänhoidon... 2001). Näiden muutosten jälkeen männyn istutuspinna-ala olisi ollut 25 % ja männyn kylvöalan noin 40 % toteutunutta pienempi. Männyn luontaisen uudistamisen rajoittaminen kuivahkoille ja kuiville kankailla olisi pienentänyt luontaisen uudistamisen alaa yli 40 % toteutuneesta. Ilmeisemmin etenkin männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen käyttö sille sopimattomilla kasvupaikoilla johtunee pyrkimyksestä minimoida välittömät uudistamistoimenpiteiden aiheuttamat kustannukset unohtaen samalla koko metsänuudistamisesta taimikonhoitoinen koostuvat kustannukset sekä tulevan puuston tuotto-odotukset. Istutusaloilla kuusen korvaaminen männyllä saattaa juontaa juurensa ajoilta, jolloin kuusen uudistaminen oli männyn uudistamista selvästi kalliimpaa, liioitellusta hallanpelosta tai ajoittaisesta taimipulasta.

Kuusen ja rauduskoivun uudistusalat olivat lähes kokonaan näille puulajeille sopivilla kasvupaikoilla kuivahkon kankaan kohteita lukuun ottamatta (alle 2 % pinta-alasta).

Kuusen uudistamisessa ylivoimaisesti yleisin menetelmä oli istutus, jonka tulos oli kohtuullinen, sillä taimikoista 60 % ylitti keskitiheyden 1 600 kasvatettavaa havupuuta hehtaarilla. Kuusen istutuksen tuloksissa on kuitenkin vielä runsaasti parantamisen varaa, sillä ainoastaan 42 % taimikoista ylty puuntuotannon kannalta hyvään, yli 1 800 havupuun keskitiheyteen. Kuusen istutusohjeissa on luotettu liikaa tuoreiden ja rehevien kasvupaikkojen havupuiden luontaiseen täydentymiseen. Kuusen kylvön ja luontaisen uudistamisen tulokset olivat heikot, joten istutus kuusen uudistamisen valtamenetelmänä on hyvin perusteltu. Samoin rauduskoivun uudistamisessa istutustulokset osoittautuivat kylvöä ja luontaista uudistamista paremmaksi.

Istutuksissa käytettyä viljelytiheyttä ei ollut mahdollista inventoinnin yhteydessä selvittää. Parhaimmillaan paakkutaimien kuolleisuus pysynee laadukkaassa toiminnassa 10 %:n tuntumassa ja yleensä esim. kuusen istutustaimien kuolleisuus vaihdellee Etelä-Suomessa 15–30 %:n rajoissa (Schildt 2000). Havupuiden luontainen täydennys kompensoi kutakuinkin istutustaimien kuolleisuuden. Näin ollen istutustiheyden on oltava vähintään taimikon tiheystavoitteen tasolla eli kuusen istutusaloilla 1 800–2 000 tainta ha⁻¹; lehtomaisella kankaalla heikomasta luontaisesta täydennyksestä johtuen hieman suurempi kuin tuoreella kankaalla. Männyllä puuaineen laatua ajatellen yli kahden tuhannen taimen istutustiheydet ovat suositeltavia (Värmola 1996).

Istutustiheyttä alennettiin 1990-luvun puolivälissä melko yleisesti, mikä johtui liiallisesta luottamuksesta luontaiseen taimettumiseen, koivun ylikorostamisesta, heikon taloustilanteen aiheuttamasta ilmapiiristä ja heikentyneestä ammattiohjauksesta. Nyt inventoiduissa sekä männyn (keskimäärin 1 500 ha⁻¹) että kuusen (keskimäärin 1 375 ha⁻¹) taimikoissa oli istutustaimien määrä samaa luokkaa kuin 1970- ja 1980-luvulla perustetuissa taimikoissa (esim. Räsänen ym. 1985, Saksa ym. 1990). Inventointitulokset viittaavat siihen, että alhaiset istutustiheydet ovat useissa metsänhoitoyhdistyksissä johtaneet etenkin havupuun tuotoksen kannalta liian harvoin taimikoihin. Myös männyn kylvötaimikoista osa osoittautui kovin harvapuustoiseksi. Oikean kasvupaikkavalinnan lisäksi kylvössä tulee käyttää runsaasti siementä (400 grammaa ha⁻¹, Kinunen 2002). Kylväen saadaan sopivilla kasvupai-

koilla mäntytaimikkoon kustannustehokkaasti hyvän teknisen laadun kehittymisen kannalta riittävä tiheys (Varmola 1996).

Uudistamistuloksella on ratkaiseva merkitys tulevan puuston tiheyteen ja puulajisuhteisiin. Jos havupuutaimikko perustetaan alhaisella istutustiheydellä tai muutoin päädytään harvaan taimikkoon, kehittyä huomattava osa istutusalaista lehtipuuvaltaiseksi. Esimerkiksi kuusen istutustaimikossa, jossa havupuiden keskitiheys on noin 1 300 ha⁻¹, on taimikossa inventointiaineiston perusteella täystiheää havupuustoa (2 000 havupuuta ha⁻¹) 22 %, ja 26 % pinta-alasta on jo taimikon varhaiskehitysvaiheessa lehtipuuvaltainen (havupuuta alle 1 000 ha⁻¹). Lehtipuuosuus kokonaisrunkoluvusta nousee tällaisessa puustossa keskimäärin yli 50 %:n, kun tavoitteena on 2 000 rungon ha⁻¹ kasvattaminen ensiharvennukseen. Vastaavasti jos uudistamistulos on hyvä ja päädytään yli 1 800 havupuun keskitiheyteen ha⁻¹ jää lehtipuuvaltaisen puuston osuus 5 %:iin ja täystiheään havupuuston osuus nousee 66 %:iin pinta-alasta. Lehtipuuosuus kokonaisrunkoluvusta jää tällöin alle 20 %:n, jolloin tulevan puuston tuotto-odotukset ovat 15–20 % korkeammat verrattuna ensin mainittuun heikompaan uudistamistulokseen (Hynynen 2003). Edellä esitetty varhaisinventoinnin antama kuva tulevan kasvatettavan puuston puulajisuhteista toteutuu jatkossa sillä ehdolla, että taimikonhoidosta huolehditaan eikä lehtipuustoa päästetä tukahduttamaan havupuun taimien kehitystä.

Näiden uudistamisen varhaisistutosten pohjalta keskeisimmiksi metsänuudistamisen kehittämiskohteiksi nousevat seuraavat toimenpiteet:

- viljavimpien tuoreen kankaan männyn istutuskohdeiden ohjaaminen kuusen istutukseen
- kuusen todellisen istutustiheyden nostaminen tuoreilla kankailla vähintään nykyisen suosituksen (1 800 tainta ha⁻¹) tasolle ja lehtomaisilla kankailla vielä tätäkin korkeammaksi
- männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen rajoittaminen kuivahkoille ja kuiville kankaille
- suhtautuminen kuusen ja rauduskoivun kylvön sekä luontaisen uudistamisen käyttöön varauksella tulosten suuren vaihtelevuuden vuoksi.

Kirjallisuus

- Hynynen, J. 2001. Taimikon puuntuotannollinen arvo. Julkaisussa: Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M.(toim.). Onnistunut metsänuudistaminen. s. 27–34.
- 2003. Metsänuudistamistuloksen vaikutus metsikön tuotokseen ja hakkuukertymään. Metsänuudistamisen laatu – miksi se on tärkeää? -seminaari. Paasitorni 20.3.2003. Metsäntutkimuslaitos. 2 s.
- & Ahtikoski, A. 2004. Puuntuotanto ja tuotto. Julkaisussa: Harstela, P. (toim.). Metsähake ja metsätalous. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 913: 7–15.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Julkaisuja 13/2001. 95 s.
- James, P. 1996. Total quality management: an introductory text. Prentice Hall. 374 s.
- Kalland, F. 2002. Metsänuudistamisen laadun hallinta. Kokemuksia teollisuuden metsistä. Metsätieteen aikakauskirja 1/2002: 35–41.
- Kinnunen, K. 2002. Kylvön ja maanmuokkauksen kehittäminen. Julkaisussa: Luoranen, J. (toim.). Etelä-Suomen metsien uudistaminen. Tutkimusohjelman loppuraportti. s. 47–52.
- Kuitunen, T. 2001a. Laikkumätätettyjen kuusen istutustaimikoiden taimimäärän muutos 3–6 vuoden iässä UPM-Kymmene Oyj:n metsissä. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 48 s.
- 2001b. Männyntaimikoiden tila 6 v istutuksesta UPM-Kymmene Oyj:n mailla. UPM-Kymmene Metsä. Moniste 31 s.
- Lillrank, P. 1999. Laatuajattelu. Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Otava. 203 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuositukset. 1994. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 72 s.
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Folia Forestalia 637. 30 s.
- Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatulla uudistusalalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 418. 48 s.
- , Nerg, J. & Tuovinen, J. 1990. Havupuutaimikoiden tila 3–8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. Folia Forestalia 753. 30 s.
- , Särkkä-Pakkala, K. & Smolander, H. 2002. Työkalu metsänuudistamisen laatuohjelmien. Metsätieteen aika-

kauskirja 1/2002: 29–34.

Schildt, J. 2000. Mätästys ja istutus ovat kuusen uudistamisessa ylivoimainen yhdistelmä. *Metsä* 5:10–11.

Soin, S. 1998. *Total quality essentials*. 2 nd. ed. McGraw-Hill. 362 s.

Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimittaan. *Folia Forestalia* 705. 16 s.

Varmola, M. 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Abstract: Yield and quality of young Scots pine cultivations. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 585. 70 s. + 6 osajulkaisua. (Väitöskirja).

■ MMT Timo Saksa, MMM Ville Kankaanhuhta, MH Fred Kalland, MMT Heikki Smolander, Metla, Suonenjoen tutkimusasema. Sähköposti timo.saksa@metla.fi