

## Ensiharvennus- männikön voimakas laatuharvennus



**Uusissa metsänhoitosuosituksissa männyn yhtenä kasvatusvaihtoehtona on intensiivikasvatus, jossa laadultaan huonon tai keskinkertaisen männikön laatua parannetaan tekemällä ensiharvennus voimakkaana laatuharvennuksena. Tällöin leimikkoon jää kasvamaan noin 700 runkoa hehtaarille, kun normaalissa ensiharvennuksessa jää 900–1 000 runkoa hehtaarille. Tässä katsauksessa tarkastellaan, mitkä ovat olleet korjuuolot ensiharvennusmänniköissä 2000-luvulla ja miten korjuuolot ja -kustannukset muuttuvat, kun harvennusvoimakkuutta nostetaan ja ensiharvennusmännikössä tehdään voimakas laatuharvennus.**

Ainespuukertymä oli keskimäärin 43 m<sup>3</sup>/ha vuosina 2000–2005 korjatuissa ensiharvennusmänniköissä. Tyypillisesti hakkuukertymä oli 20–60 m<sup>3</sup>/ha. Leimikon rungon keskikoko oli keskimäärin 75 dm<sup>3</sup>, tyypillisesti se oli 50–100 dm<sup>3</sup>. Poistuman tiheys mäntyvaltaisissa ensiharvennusleimikoissa oli keskimäärin 586 runkoa/ha. Pääosin poistuman tiheys oli 300–900 runkoa/ha. Ensiharvennusmännikön keskikoko oli 5,4 hehtaaria. Ainespuukertymä oli keskimäärin 210 m<sup>3</sup>/leimikko.

**Kun voimakkaassa laatuharvennuksessa ensiharvennusmänniköstä korjattiin 250 runkoa hehtaarilta enemmän kuin normaalissa ensiharvennuksessa, harvennusvoimakkuus nousi tyypillisissä korjuuoloissa 13–21 %-yksikköä.** Poistuman tiheyden kasvun myötä ainespuukertymä ensiharvennusleimikossa lisääntyi. Kun voimakkaassa laatuharvennuksessa korjattavan puuston järeys ei kasvanut, hakkuukertymä oli tyypillisissä korjuuoloissa (rungon koko 50–100 dm<sup>3</sup>, ainespuukertymä 20–60 m<sup>3</sup>/ha) 13–25 m<sup>3</sup>/ha suurempi kuin normaalissa männikön ensiharvennuksessa.

**Kun voimakkaassa laatuharvennuksessa korjattavan puuston järeys kasvoi, ainespuukertymä lisääntyi merkittävästi verrattuna normaaliin ensiharvennukseen.** Kun korjattavan puuston järeys kasvoi 25 %, hakkuukertymä lisääntyi tyypillisissä korjuuoloissa 21–44 m<sup>3</sup>/ha. Kun korjattavan puuston

järeys kasvoi 50 %, hakkuukertymä kasvoi 29–64 m<sup>3</sup>/ha verrattuna normaaliin ensiharvennukseen.

**Se, miten korjattavan puuston keskikoko kasvoi voimakkaassa laatuharvennuksessa, vaikutti merkittävästi erityisesti hakkuutyön tuottavuuteen ja kustannuksiin.** Kun korjattavan puuston keskikoko ei kasvanut voimakkaassa laatuharvennuksessa, hakkuukustannukset olivat tyypillisissä korjuuoloissa 2–7 % (0,4–1,0 €/m<sup>3</sup>) pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa. Yhteensä korjuukustannukset olivat tyypillisissä korjuuoloissa 0,5–1,5 €/m<sup>3</sup> pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa.

Kun korjattavan puuston järeys kasvoi neljänneksen, hakkuukustannukset olivat tyypillisissä korjuuoloissa runsaat 20 % (2,2–4,7 €/m<sup>3</sup>) pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa. Mitä pienirunkoisemmasta ensiharvennusleimikosta puuta korjattiin, sitä suuremmat olivat kustannussäästöt hakkuussa. Kun korjattavan puuston järeys kasvoi 25 %, korjuukustannukset olivat tyypillisissä korjuuoloissa 15–19 % (2,6–5,3 €/m<sup>3</sup>) pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa.

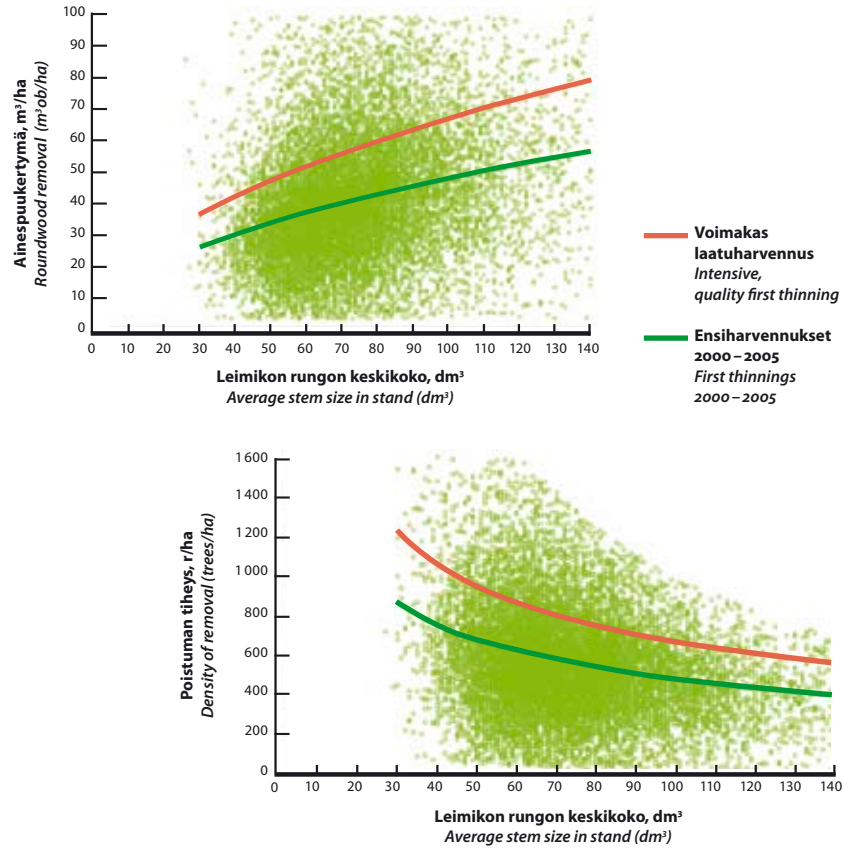
Kun korjattavan puuston keskikoko kasvoi 50 %, hakkuukustannukset olivat runsaat 30 % (3,4–7,0 €/m<sup>3</sup>) pienemmät ja metsäkuljetuskustannukset 6–12 % (0,4–0,9 €/m<sup>3</sup>) pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa. Korjuukustannukset olivat tyypillisissä korjuuoloissa yhteensä 23–28 % (3,9–7,7 €/m<sup>3</sup>) pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa.

**Ainespuukertymä (ylh.) ja poistuman tiheys leimikon rungon keskikoon suhteen mäntyvaltaisissa (hakkuukertymästä yli 60 % mäntyä) ensiharvennusleimikoissa vuosina 2000–2005.**

Kuvassa myös ainespuukertymää ja poistuman tiheyttä kuvaavat yhtälöt leimikon rungon keskikoon suhteen ensiharvennusmännikköaineistossa sekä voimakkaassa ensiharvennuksessa, jossa harvennusvoimakkuutta oli nostettu 16 %-yksikköä. On oletettu, että harvennusvoimakkuus ensiharvennusmännikköissä vuosina 2000–2005 oli 38 % ja voimakkaassa laatuharvennuksessa 54 %.

**Roundwood removal (above) and the density of removal in relation to the average stem size in marked, pine-dominated (pine more than 60% of the removal) first-thinning stands during the period 2000–2005.**

The figure also gives equations showing the roundwood removal and the density of removal in first-thinning pine stand data in relation to the average stem size of a marked stand, as well as in an intensive first thinning, where the thinning intensity had been increased by 16 percentage points. It was assumed that the thinning intensity in first-thinning pine stands during the period 2000–2005 was 38%, and in intensive quality thinning 54%.



**Ainespuukertymämatrisiitit voimakkaassa laatuharvennuksessa käytetyillä kolmella tarkasteluvaihtoehdolla:**

- 1 korjattavan puuston rungon koko ei kasvanut,
- 2 korjattavan puuston rungon koko kasvoi 25 %,
- 3 korjattavan puuston rungon koko kasvoi 50 %.

Taulukkoon merkitty myös rungon koko ja ainespuukertymä normaalissa (N) ensiharvennuksessa. Punaisella merkitty ne korjuuolot, missä poistuman tiheys oli hyvin suuri (> 1 600 r/ha). Tyypilliset korjuuolot normaalissa ensiharvennuksessa merkitty vaaleanvihreällä.

**Roundwood removal matrices for three alternatives used in intensive quality thinning:**

- 1 stem size of the trees to be harvested did not increase
- 2 stem size of the trees to be harvested increased by 25%
- 3 stem size of the trees to be harvested increased by 50%

The table also gives the stem size and roundwood removal in normal (N) first thinning. Harvesting conditions where the density of removal was very high (> 1,600 trees/ha) are marked in red. Typical harvesting conditions in a normal first thinning are marked in light green.

Taulukko 1 Table 1	1 2 3		N		Ainespuukertymä, m³/ha   Roundwood removal (m³ob/ha)												
	Rungon koko Stem size dm³		20	30	40	50	60	70	80	90	100						
	40	40	30	40	50	60											
	50	50	33	43	53	63	73										
	60	60	35	45	55	65	75	85	95								
	70	70	38	48	58	68	78	88	98	108							
	80	80	40	50	60	70	80	90	100	110	120						
	90	90	43	53	63	73	83	93	103	113	123						
	100	100	45	55	65	75	85	95	105	115	125						
	110	110	48	58	68	78	88	98	108	118	128						
	120	120	50	60	70	80	90	100	110	120	130						
	130	130	53	63	73	83	93	103	113	123	133						
	140	140	55	65	75	85	95	105	115	125	135						
	50	40	38	50	63	75											
	63	50	41	53	66	78	91										
	75	60	44	56	69	81	94	106	119								
	88	70	47	59	72	84	97	109	122	134							
	100	80	50	63	75	88	100	113	125	138	150						
	113	90	53	66	78	91	103	116	128	141	153						
	125	100	56	69	81	94	106	119	131	144	156						
	138	110	59	72	84	97	109	122	134	147	159						
	150	120	63	75	88	100	113	125	138	150	163						
	163	130	66	78	91	103	116	128	141	153	166						
	175	140	69	81	94	106	119	131	144	156	169						
	60	40	45	60	75	90											
	75	50	49	64	79	94	109										
	90	60	53	68	83	98	113	128	143								
	105	70	56	71	86	101	116	131	146	161							
	120	80	60	75	90	105	120	135	150	165	180						
	135	90	64	79	94	109	124	139	154	169	184						
	150	100	68	83	98	113	128	143	158	173	188						
	165	110	71	86	101	116	131	146	161	176	191						
	180	120	75	90	105	120	135	150	165	180	195						
	195	130	79	94	109	124	139	154	169	184	199						
	210	140	83	98	113	128	143	158	173	188	203						

Taulukko 2  
Table 2

Korjattavan puuston rungon koko ei kasvanut  
Stem size of the trees to be harvested did not increase

**Ainespuukertymä, m<sup>3</sup>/ha | Roundwood removal (m<sup>3</sup>ob/ha)**

		30-55	40-65	50-75	60-85	73-95	85-105	95-115	108-125	120-135
1	N	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Rungon koko</b> Stem size dm <sup>3</sup>		<b>Kustannussäästö korjuukustannuksissa, €/m<sup>3</sup>   Savings in harvesting costs (€/m<sup>3</sup>ob)</b>								
40	40	1,4	1,0	0,7	0,6					
50	50	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5				
60	60	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4		
70	70	1,4	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	
80	80	1,4	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
90	90	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
100	100	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
110	110	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
120	120	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
130	130	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
140	140	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4

Korjattavan puuston rungon koko kasvoi 25 %  
Stem size of the trees to be harvested increased by 25%

**Ainespuukertymä, m<sup>3</sup>/ha | Roundwood removal (m<sup>3</sup>ob/ha)**

		38-69	50-81	63-94	75-106	91-119	106-131	119-144	134-156	150-169
2	N	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Rungon koko</b> Stem size dm <sup>3</sup>		<b>Kustannussäästö korjuukustannuksissa, €/m<sup>3</sup>   Savings in harvesting costs (€/m<sup>3</sup>ob)</b>								
50	40	6,0	5,4	5,1	4,8					
63	50	5,3	4,7	4,4	4,2	4,0				
75	60	4,6	4,1	3,8	3,6	3,5	3,3	3,2		
88	70	4,3	3,8	3,5	3,3	3,2	3,0	3,0	2,9	
100	80	3,9	3,4	3,2	3,0	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5
113	90	3,7	3,3	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4
125	100	3,5	3,1	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2
138	110	3,4	2,9	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1
150	120	3,2	2,8	2,5	2,4	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9
163	130	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9
175	140	3,0	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8

Korjattavan puuston rungon koko kasvoi 50 %  
Stem size of the trees to be harvested increased by 50%

**Ainespuukertymä, m<sup>3</sup>/ha | Roundwood removal (m<sup>3</sup>ob/ha)**

		45-83	60-98	75-113	90-128	109-143	128-158	143-173	161-188	180-203
3	N	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Rungon koko</b> Stem size dm <sup>3</sup>		<b>Kustannussäästö korjuukustannuksissa, €/m<sup>3</sup>   Savings in harvesting costs (€/m<sup>3</sup>ob)</b>								
60	40	9,0	8,4	7,9	7,6					
75	50	7,7	7,1	6,7	6,4	6,2				
90	60	6,8	6,2	5,9	5,6	5,4	5,3	5,2		
105	70	6,1	5,6	5,2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,5	
120	80	5,6	5,1	4,8	4,6	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0
135	90	5,2	4,7	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,8	3,7
150	100	4,9	4,4	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
165	110	4,6	4,2	3,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,3	3,2
180	120	4,4	4,0	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0
195	130	4,2	3,8	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9
210	140	4,1	3,7	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7

2

Ensiharvennuskorjuukustannusten pieneminen voimakkaassa laatuharvennuksessa verrattuna normaaliin (N) ensiharvennuksen käytetyillä kolmella tarkasteluvaihtoehdolla:

- 1 korjattavan puuston rungon koko ei kasvanut,
- 2 korjattavan puuston rungon koko kasvoi 25 %,
- 3 korjattavan puuston rungon koko kasvoi 50 %.

Punaisella merkitty ne korjuuolot, missä ei määritetty korjuukustannuksia (poistuman tiheys hyvin suuri: > 1,600 t/ha). Tyypilliset korjuuolot normaalissa ensiharvennuksessa merkitty vaaleanvihreällä.

**Reduction of first pine thinning harvesting costs for three alternatives used in an intensive quality thinning compared to a normal (N) first thinning:**

- 1 stem size of the trees to be harvested did not increase
- 2 stem size of the trees to be harvested increased by 25%
- 3 stem size of the trees to be harvested increased by 50%

Harvesting conditions for which harvesting costs were not specified (very high density of removal: > 1,600 trees/ha) are marked in red. Typical harvesting conditions in a normal first thinning are marked in light green.

## Pelastusoperaatio nimeltä Voimakas laatuharvennus

Suomessa 1970-luvulla ja 1980-luvun alkupuolella männyn viljelyn pinta-alat olivat lähes joka vuosi yli 100 000 hehtaaria, mistä yli kaksi kolmasosaa oli istutusta. Osin mäntyä istutettiin liian reheville maille, mistä seurauksena ovat huonolaatuiset, paksuksaiset männiköt. On arvioitu, että huonolaatuisia männiköitä on yli 0,5 milj. hehtaaria Suomessa.

### Huonolaatuisille männiköille oma kasvatusvaihtoehto

Männyn kasvatuksessa tukkipuun saaminen on ratkaisevaa kantorahatulojen ja metsätalouden kannattavuuden kannalta. Laadultaan huonoille ja keskinkertaisille männiköille suunnatulla intensiivikasvatusvaihtoehdolla pyritään pelastamaan se, mitä pelastettavissa on. Tavoitteena on tuottaa erityisesti oksatonta, järeää tyvitukkaa. Tällöin kasvatusohjelmaan kuuluu 10–12 metrin valtapituudessa tehtävän voimakkaan laatuharvennuksen lisäksi pystykarsinta.

Normaalin kolmen harvennuskerran sijasta intensiivisessä kasvatusmallissa on kaksi harvennuskertaa. Voimakkaasta ensiharvennuksesta ja harvemmasta kasvatusasennosta johtuen puiden lustojen paksuus on normaalia suurempi. Tämän hetkisen käsityksen mukaan lustojen paksuus ei kuitenkaan kasva niin paljoa, että sillä olisi haitallista vaikutusta sahatavaran lujuteen.

Uusien metsänhoitosuosituksen mukaan intensiivikasvatus kannattaa käyttää vain tuoreen tai kuivahkon kankaan laadultaan huonojen ja keskinkertaisten männiköiden käsittelyssä Etelä- ja Väli-Suomessa. Intensiivikasvatus ei ole siis kaikkien männiköiden yleinen käsittelyvaihtoehto. Eikä se sovellukaan

sellaiseksi, koska voimakkaan ensiharvennuksen on havaittu aiheuttavan merkittäviä kasvutappioita männiköissä harvennusta seuraavan noin kymmenen vuoden aikana.

### Voimakkaan laatuharvennuksen hyödyt

Kasvutappioita kompensoivat kiertoajan lyheneminen, arvokkaamman tukkipuun osuuden kasvu sekä pienemmät korjuukustannukset. Tehty tarkastelu osoitti, että voimakkaassa laatuharvennuksessa korjuuolot ovat paremmat ja täten korjuukustannukset ovat pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa. Erityisen merkittävä oli hakkuukustannusten lasku. Metsäkuljetuskustannuksiin voimakkaan laatuharvennuksen vaikutukset olivat pienemmät.

Korjuukustannusten ja erityisesti hakkuukustannusten pieneminen oli yhteydessä siihen, miten paljon korjattavan puuston rungon koko leimikossa kasvoi. Se, miten merkittävästi korjattavan puuston järeys voimakkaassa laatuharvennuksessa kasvaa, riippuu ensiharvennuskannan tilajärjestyksestä ja rakenteesta.

Kun korjattavan puuston rungon koko kasvoi neljänneksen, mikä on hyvin realistinen korjattavan puuston järeystason nousu, korjuukustannukset olivat runsaat 3 €/m<sup>3</sup> pienemmät kuin normaalissa ensiharvennuksessa keskimääräisissä korjuuoloissa (rungon koko 70–80 dm<sup>3</sup>, ainespuukertymä 40–50 m<sup>3</sup>/ha). Kustannusäästöt ovat merkittäviä: vuonna 2005 koneellisesti korjatun mäntykuitupuun korjuukustannukset ensiharvennuksilla olivat keskimäärin 15,5 €/m<sup>3</sup> (hakkuu: 11,1 €/m<sup>3</sup> ja metsäkuljetus: 4,4 €/m<sup>3</sup>).

## Intensive, quality first thinning for Scots pine stands

In the new forest management recommendations issued by Forestry Development Centre Tapio, one cultivation alternative for Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands is intensive cultivation in which the quality of a poor or mediocre pine stand is improved by carrying out an intensive, quality first thinning. This type of thinning leaves approximately 700 trees per hectare, whereas a normal first thinning leaves 900–1,000 trees per hectare. The study examined the harvesting conditions in first-thinning pine stands during the 2000s and how these conditions and costs change when the degree of thinning intensity is increased and an intensive, quality first thinning is carried out.

The study showed that the harvesting conditions in intensive quality thinning are superior, resulting in lower harvesting costs than for normal first thinning. One item of particular note was the drop in cutting costs. Intensive quality thinning had less of an impact on the forest haulage costs. The reduction in harvesting costs, and especially in the cutting costs, was dependent on how much the average stem size of the trees to be harvested increased throughout the marked stand. When the average stem size of the trees to be harvested increased by 25%, the harvesting costs in average harvesting conditions were more than 3 €/m<sup>3</sup> or lower than in normal first thinning.

Mäntyvaltaisten (ainespuukertymästä yli 60 % mäntyä) ensiharvennusleimikoiden korjuuolotarkastelu perustui Metsätehon osakkailta saatuun ensiharvennusaineistoon. Hakkuun ja metsäkuljetuksen tuottavuuden laskennassa käytettiin Metsätehon raportissa 187 (Ennakkoraivaus osana ensiharvennuspuiden korjuuta) esitettyjä ajanmenekkiyhtälöitä.

Katsaus perustuu Metsänhoitosuosituksen tarkastustyön konsultointi -projektiin, joka oli osa Metsätehon laajempaa Nuorten metsien käsittely -tutkimushankekokonaisuutta. Yhteistyökumppaneina olivat Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja Koneyrittäjien liitto ry.