

METSÄHAKKEEN TIHEYDEN LASKEMINEN

MARKKU MÄKELÄ

SUMMARY:

CALCULATING THE BASIC DENSITY OF WHOLE TREE- AND LOGGING RESIDUE CHIPS

Saapunut toimitukselle 1977-05-12

Tutkimuksessa esitetään eräs metsähakkeen tiheyden arviointimenetelmä sekä valmiiksi laskettuja tiheysarvoja yleisimmin käytännössä esiintyville kokopuu- ja hakkuutähdehakeille.

Laskentamenetelmässä on ensin tarkasteltu hakkeen jakautumista puuaineeseen, kuoreen ja neulasiin. Sitten on kirjallisuuden perusteella arvioitu kullekin komponentille tiheysarvo (kg/m^3). Hakkeen tiheys on laskettu painottamalla komponenttien tiheydet näiden osuuksilla.

Tulokseksi saatiin, että kokopuuhakkeen tiheys on männyllä 1 ... 18 kg/m^3 pienempi kuin vastaavan ikäisellä rungoista tehdyllä mäntykuitupuulla. Kuusella hakkeen tiheys on puolestaan 4 ... 22 kg/m^3 suurempi kuin vastaavalla runkokuitupuulla. Koivulla hake on 4 ... 16 kg/m^3 ja harmaalepällä 7 ... 24 kg/m^3 tiheämpää kuin vastaavan ikäinen runkokuitupuulla. Havupuista tehty hakkuutähdehake on huomattavasti tiheämpää kuin kuusi- ja mäntykokopuuhake.

Hakkeen tiheydellä on merkitystä eri raaka-aineiden jalostusarvoja vertailtaessa ja hakkeen kiintotilavuusprosentin määrittämisessä.

1. JOHDANTO

11. Terminologiaa

Vuoden 1978 alussa tapahtuva lopullinen siirtyminen SI-mittayksikköjärjestelmään aiheuttaa termimuutoksia myös metsätaloudessa. Eräs muuttuva käsite on hakkeen tiheys tai haketiheys, jolla on perinteisesti tarkoitettu hakkeen kiinto- ja irtotilavuuden suhdetta (vrt. UUSVAARA 1969, 1972). Uudeksi termiksi tulee todennäköisesti kiintotilavuusprosentti (vrt. Kuitupuupinon ... 1975) tai kiintotilavuuspitoisuus. Molemmat ovat laaduttomia suureita.

SI-mittayksikköjärjestelmän mukaan tiheys on massan ja tilavuuden suhde ja sen

yksikkö on kg/m^3 (SI opas ... 1975). Jos tilavuus on mitattu irtotilavuutena, puhutaan irtotiheydestä. Kiintotilavuutta vastaava käsite on kiintotiheys. Hakkeen tiheydellä tarkoitetaan tässä artikkelissa kiintotiheyttä ja samalla hakkeen kuivan massan ja kiintotilavuuden suhdetta. Tiheys on näin ollen kuiva-tuoretiheys, jäljempänä lyhyesti tiheys.

Tässä tutkimuksessa hakkeen tiheydellä tarkoitetaan siis sen palasten puu-, kuori- ja neulasaineen kiintotiheyttä. Kun hake on yksi puutavaralajeista, käsite on verrattavissa käsitteisiin kuitupuun tiheys tai tukkipuun tiheys, jotka nykyisin ilman muuta

ymmärrettäneen massan ja tilavuuden suhteeksi. — Aika näyttää, missä määrin tässä tutkimuksessa käytetty hakkeen tiheyden käsite yleistyy. Joka tapauksessa se on perusteltu termi SI-järjestelmän kannalta.

12. Hakkeen tiheys

Hakkeen kiintotiheyteen vaikuttaa mm. puulaji ja puun osa, josta hake on tehty. Hakkeen tiheyttä koskevat tutkimukset ovat tähän mennessä keskittyneet sahanhakkeen tiheyden määrittämiseen. Suomessa on sahanhakkeen tiheyttä määriteltäviä sahanhakkeen mittauksin (UUSVAARA 1969, 1972) että pystypuiden ominaisuuksista lähtien laskennallisesti (HAKKILA 1966). UUSVAARA (1969, 1972) on päätenyt männyllä Etelä-Suomessa tiheyteen 427 kg/m^3 ja kuusella 393 kg/m^3 sekä Keski- ja Pohjois-Suomessa männyllä 404 kg/m^3 ja kuusella 377 kg/m^3 . Laskemalla on HAKKILA (1966) saanut männyn tiheydeksi 441 kg/m^3 ja kuusella vastaavasti 379 kg/m^3 .

Kokopuuhakkeen ja hakkuutähdehakeen tiheyksistä on olemassa varsin niukasti tutkimustietoa. KÄRKKÄINEN (1976a) on mitannut kokopuuhakkeen tiheyksiä männyllä, koivulla ja harmaalepällä. HAKKILA (1966) on esittänyt laskemalla saatuja tuloksia latvahakkapuun tiheyksistä.

13. Hakkeen tiheyden määrittäminen menetelmät

Hakkeen tiheys voidaan määrittää mitauksilla tai arvioida laskemalla. Yleisim-

mässä mittausten menetelmässä määritetään ensin hakepalojen tilavuus tuoreena yleensä veteen tai elohopeaan upottamalla. Sen jälkeen punnitaan samat hakepalat absoluuttisen kuivina ja lasketaan massan ja tilavuuden suhde. Tätä menetelmää käytetään mm. sahanhakkeen tiheyden määrittämisessä ja sitä on kokeiltu myös kokopuuhakkeelle. Menetelmä on kokopuuhakkeelle teknisesti käytökelpoinen, mutta se soveltuu huonosti hakkeen pienimmille jakeille (KÄRKKÄINEN 1976a), joiden osuus kokopuuhakkeesta voi olla huomattava.

Laskentamenetelmä perustuu siihen, että likimääräisesti tunnetaan hakkeen eri osasten määrät ja tiheydet. Sen etuna on mm. eri tekijöiden muutosten vaikutusten määrittämisen helppous. Haittapuolena voidaan pitää monia virhemahdollisuuksia, mitkä johtuvat käytettyjen perustietojen virheellisyydestä tai soveltumattomuudesta käytettävään tarkoitukseen.

Tässä artikkelissa on arvioitu kokopuu- ja hakkuutähdehakeen tiheydet laskentamenetelmää käyttäen. Käytettävät muuttujat ovat sellaisia, ettei niiden määrittäminen käytännön korjuutyössä aiheuta paljoa lisätyötä. Lisäksi ne ovat samat kaikilla puulajeilla. Tämän periaatteen johdosta on muutamassa kohdassa jouduttu tinkimään selitysarvoiltaan parhaista muuttujista.

Tutkimuksen konekirjoitustyön ovat tehneet Aune Rytönen ja Leena Turunen. Englanninkielisen tekstin on tarkastanut John Derome. Käsikirjoituksen ovat lukeneet Pertti Harstela, Matti Kärkkäinen ja Olli Uusvaara. Kiitän tuesta.

2. METSÄHAKKEEN TIHEYS

21. Perusteet

Metsähakkeella tarkoitetaan metsäpäässä ennen kaukokuljetusvaihetta pölkkyistä, rungoista, kokopuista, hakkuutähdeistä tai muusta puuraaka-aineesta tehtyä haketta. Seuraavassa tarkastelussa pitäydytään kahdessa tulevaisuutta ajatellen tärkeimmässä metsähakelajissa eli kokopuu- ja hakkuutähdehakeissa.

Kokopuu- ja hakkuutähdehakeen tiheyksien arvioimiseksi kerättiin aihetta käsittelevistä tutkimusjulkaisuista havaintoja kokopuu- ja hakkuutähdehakeen aineosien tiheyksistä sekä niiden osuuksista yleisemmin korjuussa kysymykseen tulevilla hake-laaduilla. Eri aineosien määrät esitetään kunkin hakelajin yhteydessä. Laskelmissa käytetyt tiheystiedot olivat seuraavat:

— runkopuun puuaineen tiheys, kg/m³
 + mänty = 333,8 + 1,759x₁ - 0,00806x₂ (HAKKILA 1966)
 + kuusi = 356,5 + 0,390x₁ (HAKKILA 1966)
 + hieskoivu = 425,3 + 1,565x₁ - 0,00850x₂ (HAKKILA 1966)
 + harmaaleppä = 338,4 + 0,99x₁ (HAKKILA 1970)

jossa x₁ = puun ikä, vuotta
 x₂ = puun iän neliö

— latvuspuun tiheys, kg/m³
 + mänty = 372 (HAKKILA 1971)
 + kuusi = 393 (HAKKILA 1971)

— oksapuun puuaineen tiheys, kg/m³
 kokopuulla hakuutähteellä
 + mänty = 459 (GISLERUD 1974) 436 (HAKKILA 1971)
 + kuusi = 562 (GISLERUD 1974) 590 (HAKKILA 1971)
 + koivu = 502 (GISLERUD 1974) 514 (KÄRKKÄINEN 1976b)
 + leppä = 420 (GISLERUD 1974)

— kuoren tiheys, kg/m³
 + mänty 311 (KÄRKKÄINEN 1976b)
 + kuusi 348 (KÄRKKÄINEN 1976b)
 + koivu 493 (KÄRKKÄINEN 1976b)
 + leppä 430 (GISLERUD 1974)

— neulasten tiheys, kg/m³
 + mänty 373 (GISLERUD 1974)
 + kuusi 353 (GISLERUD 1974)

22. Kokopuuhaake

221. Mänty

Kokopuuhaakkeen tiheys laskettiin seuraavasti. Muilla puulajeilla on käytetty periaatteessa samaa menetelmää. Pienet erot johtuvat saatavissa olleiden tietojen erilaisuudesta.

Ensimmäiseksi etsittiin eri osasten tiheydet alan kirjallisuudesta. Kuitupuun kokoisella runkopuulla on männyllä, koivulla ja harmaalepällä puun ikä tiheyden paras yksittäinen selittäjä lähinnä siksi, että tiheys yleensä lisääntyy ytimeistä pintaan päin. Kuusella ikää paremmin selittää tiheyden rinnankorkeusläpimitan ja iän osamäärä (HAKKILA 1966). Laskelmissa on kuitenkin määritetty myös kuusen runkopuun tiheys iän perusteella, jotta tuloksia sovellettaessa olisi jokaisella puulajilla samat muuttujat. Männyn runkopuun tiheys laskettiin seuraavalla kaavalla (HAKKILA 1966):

$$y = 333,8 + 1,759x_1 - 0,00806x_2, \text{ jossa}$$

y = tiheys, kg/m³
 x₁ = puun ikä, vuotta
 x₂ = puun iän neliö

Tiheydeksi saadaan kaavasta 20 vuoden ikäiselle puulle 366 kg/m³ ja vastaavasti 30-vuotiaalle 379 kg/m³, 40-vuotiaalle 391 kg/m³ ja 50-vuotiaalle 402 kg/m³. Männyn oksapuun tiheys laskettiin GISLERUDIN (1974) tutkimuksen perusteella painottamalla kuoleiden ja elävien yli 3 mm:n oksien puuaineen tiheydet niiden suhteellisilla osuuksilla rinnankorkeusläpimitaluokan 8...10 cm puissa. Oksapuun tiheydeksi saatiin 459 kg/m³. Kuoren tiheytenä käytettiin 311 kg/m³ (KÄRKKÄINEN 1976b), joka on oksien kuoren tiheys. Runkopuun ja oksien kuoren tiheyksien erot ovat varsin pienet (vrt. KÄRKKÄINEN 1976c), joten oksien kuoren tiheyden käyttäminen myös runkopuun kuorella ei vaikuta tiheyden lopulliseen arvoon.

Sama yleistys tehtiin myös kuusella ja koivulla.

Mäntykokopuuhaakkeen raaka-aineen jakautumisesta eri komponentteihin on saatavissa jonkinlainen käsitys tutkimusjulkaisuja tarkastelemalla (esim. HAKKILA 1976, KALAJA ja SALAKARI 1976, SIMOLA ja KALAJA 1976, SIMOLA 1976). Niistä voidaan havaita, että tyyppillisin mäntykokopuuhaakkeen raaka-ainejakauma on puuta 75 %, kuorta 15 % ja neulasia 10 %. Lähinnä kysymykseen tulevat vaihtoehdot ovat suhteet 80 %-15 %-5 % ja 70 %-20 %-10 %. Haketettavan puuston ikä saattaa vaikuttaa haakkeen raaka-ainejakaumaan. Asiasta ei ole kuitenkaan tehty selvityksiä. Seuraavissa tarkasteluissa on lähdetty siitä, että raaka-ainejakauma on annettu vakio, joka ei riipu puuston iästä. Jokaiselle edellä esitetylle raaka-ainejakaumalle on laskettu omat haakkeen tiheydet.

Raaka-ainejakaumasta saadaan tietää suoraan kuoren ja neulasten määrä sekä puuaineen kokonaismäärä. Puuaineen jakautuminen runko- ja oksapuun kesken saatiin

selville seuraavasti: HAKKILAN (1971) julkaisussa on taulukko männyn maanpäällisen osan kuiva-aineen jakautumisesta puuaineen, kuoren ja neulasten kesken. Kohdasta »Etelä-Suomi, latvussuhde 41 ... 60 %, puun koko alle 10 cm» saadaan runkopuun ja oksapuun välinen suhde. Kun puun käyttöosa on 100, (88 puuta, 12 kuorta), on latvan (= runkopuuta) puuainemäärä 9,9 ja oksien puuaine 10,9. Oksapuun määrästä vähennetään oletettuna korjuutappiona 10 %. Näin saatavaa runko-/oksapuusuhdetta [(runkopuu + latvus) / oksapuu] on käytetty hyväksi jaettaessa haakkeen sisältämä puuainemäärä runko- ja oksapuun kesken.

Kun tiedetään eri osasten tiheydet ja raaka-ainesuhteet, voidaan laskea kokopuuhaakkeen tiheydet (kg/m³) eri raaka-ainevaihtoehdoilla (taulukot 1a, 1b ja 1c).

Lasketut haakkeen tiheydet osoittavat, että hakettavien puiden ikä vaikuttaa huomattavan paljon haakkeen tiheyteen. Tämä johtuu puun iän vaikutuksesta mäntyrunkopuun tiheyteen. Kokopuuhaakkeen raaka-ainejakauma ei sen sijaan vaikuta suuresti

Taulukko 1. Mäntykokopuuhaakkeen tiheyden laskeminen.

Table 1. The calculating of the basic density of pine whole tree chips.

a) Raaka-ainejakauma: Puuta 70 %, kuorta 20 %, neulasia 10 %.

a) Raw material content: Wood 70 %, bark 20 %, needles 10 %

Puun osa Component	Puun ikä, vuotta Tree age, years							
	20		30		40		50	
	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³
Runkopuu Stemwood	64	366	64	379	64	391	64	402
Oksapuu Branchwood	6	459	6	459	6	459	6	459
Kuori Bark	20	311	20	311	20	311	20	311
Neulaset Needles	10	373	10	373	10	373	10	373
Yhteensä Total	100	361	100	370	100	377	100	384

b) Raaka-ainejakauma: Puuta 75 %, kuorta 15 %, neulasia 10 %

b) Raw material content: Wood 75 %, bark 15 %, needles 10 %

Puun osa Component	Puun ikä, vuotta Tree age, years							
	20		30		40		50	
	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³
Runkopuu Stemwood	68	366	68	379	68	391	68	402
Oksapuu Branchwood	7	459	7	459	7	459	7	459
Kuori Bark	15	311	15	311	15	311	15	311
Neulaset Needles	10	373	10	373	10	373	10	373
Yhteensä Total	100	365	100	374	100	382	100	389

c) Raaka-ainejakauma: Puuta 80 %, kuorta 15 %, neulasia 5 %

c) Raw material content: Wood 80 %, bark 15 %, needles 5 %

Puun osa Component	Puun ikä, vuotta Tree age, years							
	20		30		40		50	
	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³
Runkopuu Stemwood	73	366	73	379	73	391	73	402
Oksapuu Branchwood	7	459	7	459	7	459	7	459
Kuori Bark	15	311	15	311	15	311	15	311
Neulaset Needles	5	373	5	373	5	373	5	373
Yhteensä Total	100	365	100	374	100	383	100	391

Taulukko 2. Kuusikokopuuhakkeen tiheys.

Table 2. The basic density of spruce whole tree chips.

Raaka-ainejakauma, % Raw material content, %			Puuston ikä, vuotta Tree age, years			
Puu Wood	Kuori Bark	Neulaset Needles	20	30	40	50
			Tiheys, kg/m ³ Basic density, kg/m ³			
50	20	30	375	377	379	380
60	15	25	381	383	385	387
70	10	20	386	388	391	393

hakkeen tiheyteen. Mäntykokopuuhakkeen tiheys on tapauksesta riippuen 1 ... 18 kg/m³ vähemmän kuin vastaavan ikäinen mäntykuitupuun tiheys.

222. Kuusi

Kuusikokopuuhakkeen tiheys määritettiin samoin kuin mäntykokopuuhakkeella. Laskennassa käytetyt tiedot on esitetty kohdassa 21. Kuusella tyypillisin hakkeen raaka-ainejakauma on 60 % puuta, 15 % kuorta ja 25 % neulasia (MÄKELÄ ja TAKALO 1975, HAKKILA 1976). Tämän lisäksi tiheys laskettiin myös raaka-ainesuhteilla 50 %–20 %–30 % ja 70 %–10 %–20 %. Laskennan antamat tulokset on esitetty taulukossa 2.

Kuusikokopuuhakkeen tiheyteen on suu-

rin vaikutus hakkeen raaka-ainejakaumalla. Puuston iän vaikutus on kuutiometriä kohti vain muutaman kilogramman suuruusluokkaa. Kuusikokopuuhakkeen tiheys on tapauksista riippuen 4 ... 22 kg/m³ suurempi kuin vastaavan ikäisen kuusikuitupuun tiheys.

223. Koivu

Koivukokopuuhakkeen tiheys määritettiin pääpiirtein samoin kuin männnyllä. Suurin ero oli, että hakkeen puuaineen runko-/oksapuuosuuden määrittämisessä jouduttiin turvautumaan huomattavasti suppeampaan aineistoon kuin havupuilla (HAKKILA ym. 1975). Hake oletettiin tehdyksi lehdeettömistä puista. Laskennassa käytetyt arvot on esitetty kohdassa 21. Koivun tyypillisin

Taulukko 3. Koivukokopuuhakkeen tiheys.

Table 3. The basic density of birch whole tree chips.

Raaka-ainejakauma, % Raw material content, %		Puuston ikä, vuotta Tree age, years			
Puu Wood	Kuori Bark	20	30	40	50
		Tiheys, kg/m ³ Basic density, kg/m ³			
70	30	469	477	482	487
80	20	466	474	481	486
90	10	463	472	479	486

Taulukko 4. Harmaaleppäkokojuuhakkeen tiheys.

Table 4. The basic density of grey alder whole tree chips.

Raaka-ainejakauma, % Raw material content, %		Puuston ikä, vuotta Tree age, years			
Puu Wood	Kuori Bark	20	30	40	50
		Tiheys, kg/m ³ Basic density, kg/m ³			
75	25	382	389	396	402
85	15	377	384	391	398
95	5	370	378	386	395

raaka-ainejakauma on tutkimusjulkaisujen (HAKKILA ja MÄKELÄ 1975, MÄKELÄ ja TAKALO 1975, HAKKILA 1976, SIMOLA ja MÄKELÄ 1976) mukaan 80 % puuta ja 20 % kuorta. Tämän lisäksi laskettiin haketiheydet myös raaka-ainesuhteilla 70 %–30 % sekä 90 %–10 %. Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Koivukokopuuhakkeen tiheyteen vaikuttaa hakettavien puiden ikä ja hakkeen raaka-ainesisältö varsin vähän. Koivukokopuuhakkeen tiheys on tapauksesta riippuen 4 ... 16 kg/m³ suurempi kuin vastaavan ikäisen koivukuitupuun tiheys.

224. Harmaaleppä

Myös leppäkokojuuhakkeen tiheyden määrittämisessä jouduttiin hakkeen puuaineen runko-/oksapuusuhteen osalta turvautumaan huomattavasti suppeampaan aineistoon kuin havupuilla (SIMOLA 1974). Laskelmassa käytetty kuoren tiheys saatiin ottamalla huomioon runkopuun ja oksien kuoren tiheydet runko-/oksapuusuhteessa. Leppäkokojuuhakkeen tyypillisin raaka-ainejakauma on tutkimusjulkaisujen (KALAJA 1975, HAKKILA 1976, SIMOLA 1976, SIMOLA ja MÄKELÄ 1976) mukaan 85 % puuta 15 % kuorta. Lisäksi laskettiin haketiheydet raaka-ainesuhteille 75 %–25 % sekä 95 %–5 %. Laskentatulokset on esitetty taulukossa 4.

Hakettavan puuston iän kasvaessa kohtaa leppäkokojuuhakkeen tiheys. Hakkeen raaka-ainejakaumassa kuoren osuuden kasvaminen suurentaa hakkeen tiheyttä. Leppäkokojuuhake on tapauksesta riippuen 7 ... 24

kg/m³ tiheämpää kuin vastaavan ikäinen leppäkuitupuun.

23. Hakkuutähdehake

Käytännön korjuutyössä kyseeseen tulevan hakkuutähdehakkeen puulajisuhteet ja raaka-ainesisältö vaihtelevat melkoisesti korjuukohteiden ja ajankohdan mukaan. Kohteiden puulajisuhteet voivat teoriassa olla minkäläiset tahansa, mutta käytäntö on osoittanut, että korjattavaksi tulevat hakkuutähdehakeumat ovat kuusivaltaisia. Tämä johtuu siitä, että monitoimikoneet ovat kannattavimpia kuusivaltaisissa metsissä, ja yleensä hakkuutähdehakeen keräys edellyttäneen monitoimikonekorjuuta.

Laskelmiin on otettu kaksi esimerkkileimikkoa, joista ensimmäisen puulajisuhteet ovat 70 % kuusta, 25 % mäntyä ja 5 % koivua ja vastaava suhde on toisessa 85 %–10 %–5 %.

Hakkuutähdehakkeen raaka-ainejakauma vaihtelee melkoisesti riippuen hakettavan tavaran tuoreudesta. Tuoreena ovat lähes kaikki neulaset mukana. Kuivassa tavarassa neulaset sen sijaan jäävät yleensä maastoon keräilyvaiheessa. Haketiheydet laskettiin hakkuutähdehakeille, joiden raaka-ainejakauma oli (puu % – kuori % – neulas %) 70 %–25 %–5 %, 60 %–30 %–10 %, 50 %–30 %–20 % sekä 40 %–30 %–30 %. Kahden ensimmäisen ryhmän hakkuutähdehakeita voidaan luonnehtia kuivaksi ja kahden jälkimmäisen vastaavasti tuoreeksi.

Hakkuutähdehakkeen tiheyden laskenta-

Taulukko 5. Hakkuutähdehakkeen tiheyden laskeminen (hakatun runkopuun puulajisuhte: kuusi 70 %, mänty 25 %, koivu 5 %).

Table 5. The calculating of the basic density of logging residue chips (stemwood distribution: spruce 70 %, pine 25 %, birch 5 %).

Puun osa Component	Raaka-ainejakauma, puu-kuori-neulaset, % Raw material content, wood-bark-needles, %							
	70–25–5		60–30–10		50–30–20		40–30–30	
	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³	Osuus Proportion %	Tiheys Basic density kg/m ³
Mänty A	4,3	372	3,7	372	3,1	372	2,5	372
Pine B	6,2	436	5,3	436	4,4	436	3,5	436
C	3,8	311	4,5	311	4,5	311	4,5	311
D	0,8	373	1,6	373	3,2	373	4,8	373
Kuusi A	17,8	393	15,3	393	12,7	393	10,2	393
Spruce B	39,6	590	33,9	590	28,3	590	22,6	590
C	20,5	348	24,6	348	24,6	348	24,6	348
D	4,2	353	8,4	353	16,8	353	25,2	353
Koivu A	0,9	470	0,7	470	0,6	470	0,5	470
Birch B	1,2	514	1,1	514	0,9	514	0,7	514
C	0,7	493	0,9	493	0,9	493	0,9	493
Yhteensä	100,0	461	100,0	446	100,0	430	100,0	415
Total								

Selitys A = latvuspuu – top wood

Explanation B = oksapuu – branchwood

C = kuori – bark

D = neulaset tai lehdet – needles or leaves

menetelmä esitetään seuraavassa puulajisuhteella 70 %–25 %–5 %. Toisen puulajisuhteen hakkeen tiheyksistä esitetään vain laskentatulokset.

Ensimmäiseksi kerättiin eri osasten tiheydet (kohta 21). Tämän jälkeen oli selvitetävä tyypillisen hakkuutähdehakeen hakatun runkopuun puulajisuhteet (LEHTONEN ja MÄKELÄ 1976) sekä hakkeen raaka-ainesisältö. Runkopuun puulajisuhteet eivät ole samat kuin hakkuutähdehakeen määräsuhteet, koska eri puulajeista tulee hakkuutähdehakeita eri tavalla. Puulajittainen runkopuusuhte on muutettu hakkuutähdehakeeksi olettamalla, että kuusen hakkuutähdehake on hakattuun runkopuumaaraan verrattuna 50 %, kun taas männyn ja koivun vastaava prosentti on 25 (HAKKILA 1971, 1972).

Taulukko 6. Hakkuutähdehakkeen tiheys (puulajisuhte: kuusi 85 %, mänty 10 %, koivu 5 %).

Table 6. The basic density of logging residue chips (stemwood distribution: spruce 85 %, pine 10 %, birch 5 %).

Raaka-ainejakauma, % Raw material content, %			Tiheys Basic density kg/m ³
Puu Wood	Kuori Bark	Neulaset Needles	
70	25	5	466
60	30	10	450
50	30	20	434
40	30	30	418

Kun perustiedot oli koottu, oli edessä vielä hakkuutähteen sisältämän puuaineen latvus-/oksapuusuhteen selvittäminen. Männyllä ja kuusella suhde saatiin HAKKILAN (1971) julkaisussa olevista taulukoista. Koivulla käytettiin samaa suhdetta kuin männyllä (HAKKILA 1972). Laskentamenetelmä on esitetty taulukossa 5. Taulukossa 6 on esitetty hakkuutähdehakkeen tiheydet, kun hakatun runkopuun puulajisuhde on kuusta 85 %, mäntyä 10 % ja koivua 5 %.

Tulokset osoittavat, että hakkeen tiheys

3. LASKELMIEN LUOTETTAVUUS

Seuraavassa tarkastellaan käytettyyn menetelmään ja laskenta-arvoihin liittyviä virhemahdollisuuksia. Aluksi käsitellään kokopuuhaketta. Suurin vaikutus lopputulokseen on runkopuun tiheydellä. Tämä johtuu siitä, että runkopuu on suurin komponentti kokopuuhakkeessa. Laskennassa käytettiin HAKKILAN (1966, 1970) tutkimuksissa esitettyjä virheettömän puuaineen tiheyksiä. Runkopuussa olevat ns. sisäiset oksat nostavat runkopuun todellista tiheyttä jonkin verran. Kuusikuittupuun runkopuussa olevan oksapuun painoprosentiksi on esimerkiksi mitattu 1,2 % koko rungon painosta (HAKKILA ja RIKKONEN 1970). Koska oksapuun osuus runkopuusta on näin pieni, ei tätä ole otettu huomioon laskelmissa.

Runkopuun tiheys riippuu mm. kasvupaikan laadusta, jota ei ole huomioitu laskelmissa. HAKKILAN (1966) tutkimuksesta otetut runkopuun tiheydet pyrkivät edustamaan tiheyksiä keskiarvotapauksissa. Samassa tutkimuksessa on esitetty myös kasvupaikan vaikutus runkopuun tiheyteen. Männyllä on runkopuun tiheys OMT-kasvupaikalla 25 vuoden ikäisellä puustolla 33 kg/m³ pienempi kuin VT-kasvupaikalla. 50 vuotta vanhoilla puilla vastaava ero on 21 kg/m³. Mäntykokopuuhakkeen tiheyteen tämä aiheuttaa laskennassa käytetyillä raaka-ainesuhteilla 25 vuoden ikäisellä puustolla 21 ... 24 kg/m³ ja 50 vuotiailla 13 ... 15 kg/m³ vaihtelun kun muut tekijät pysyvät muuttamattomina.

Kuusella kuiturunkopuutiheys on OMT:llä 25 ... 50 vuotiailla puilla 19 ... 20 kg/m³ pienempi kuin VT:llä. Kuusikokopuuhakkeen

nousee puuaineen osuuden suurentuessa. Puulajisuhteiden vaikutuksesta voidaan todeta, että kuusen osuuden kasvaminen nostaa hieman hakkeen tiheyttä.

Molemmat johtuvat kuusen oksapuun muita puulajeja suuremmasta tiheydestä. Havupuista tehty hakkuutähdehake on huomattavasti tiheämpää kuin kuusi- ja mäntykokopuuhake, jota se muutoin ominaisuuksiltaan lähinnä muistuttaa. Koivukokopuuhake on sen sijaan tiheämpää kuin hakkuutähdehake.

seen tämä vaikuttaa 8 ... 11 kg/m³ verran. Koivulla tiheyden muutokset OMT:n ja VT:n välillä ovat alle 5 kg/m³, mikä koivukokopuuhakkeen tiheydessä merkitsee 0 ... 3 kg/m³.

Seuraavana lopputulokseen vaikuttavista tekijöistä käsitellään oksapuun tiheyttä. Kokopuilla puun koko vaikuttaa oksien kokoon ja koostumukseen, mistä puolestaan riippuu keskimääräinen oksapuun tiheys. Puuston koon vaikutuksen selvittämiseksi laskettiin keskimääräiset oksapuun tiheydet GISLERUDIN (1974) tutkimuksen perusteella kunkin puulajin suurimmalle ja pienimmälle esitetyille kokoluokalle. Varsinaisessa laskennassa käytetty rinnankorkeuskokoluokka oli kaikilla puulajeilla 8 ... 10 cm. Tuloksia verrataan alkuperäisiin laskentatuloksiin. Männyllä on kokoluokassa 2 ... 4 cm oksapuun tiheyden vaikutus hakkeen tiheyteen - 1 kg/m³. Kuusella on vastaava vaikutus kokoluokassa 2 ... 4 cm - 6 kg/m³ ja kokoluokassa 14 ... 16 cm + 5 kg/m³. Koivulla on ero kokoluokassa 4 ... 6 cm - 2 kg/m³. Kokoluokalla 14 ... 16 cm ei ole vaikutusta hakkeen tiheyteen. Lepällä kokoluokan 6 ... 8 cm vaikutus on -9 kg/m³ ja luokan 12 ... 14 cm vastaava vaikutus - 5 kg/m³.

Tiettyä epävarmuutta tuloksiin antaa se, että oksien ja neulasten kohdalla on jouduttu käyttämään norjalaisia tutkimustuloksia, jotka eivät ehkä täysin vastaa suomalaisia olosuhteita.

Kokopuuhakkeen tiheyksien laskemisessa käytetyn kohdepuuston muutoksien vaikutusta testattiin laskemalla havukokopuu-

hakkeen tiheyksiä myös muille kuin tutkimuksessa käytetyillä arvoilla (HAKKILA 1971) Varsinaisessa tutkimuksessa oli puun kokoluokaksi valittu rinnankorkeusläpimitaltaan alle 10 cm puut ja latvussuhteeksi männyllä 41 ... 60 % ja kuusella 61 ... 80 %. Latvussuhteen muutoksen vaikutuksia männyllä tarkasteltiin yleisimmällä raaka-ainesuhteella eli 75 % puuta, 15 % kuorta ja 10 % neulasia. Latvussuhde 21 ... 40 % aiheutti hakkeen tiheyden pienentymisen 1 ... 3 kg/m³:lla, latvussuhde 61 ... 80 % aiheutti puolestaan tiheyteen 1 ... 2 kg/m³:n nousun. Kuusella raaka-ainesuhteella 60 % - 15 % - 25 % pienensi latvussuhde 41 - 60 % tiheyttä 2 kg/m³ ja latvussuhde 81 + % nosti sitä 7 kg/m³. Mikäli puuston rinnankorkeusläpimita olisi laskennassa käytetystä alle 10 cm:stä poiketen ollut 10 ... 15 cm, olisi tämän muutoksen vaikutus männyllä ollut 0 ... -1 kg/m³ ja kuusella - 4 kg/m³.

Hakkuutähdehakkeen tiheyteen vaikuttavat päätekijät ovat oksapuun, kuoren ja neulasten tiheys. Oksapuun tiheys on otettu HAKKILAN (1971) tutkimuksesta, joka edus-

tanee melko hyvin hakkuutähdeiden korjaukseen soveltuvia kohteita. Kuoren tiheys (KÄRKKÄINEN 1976b) soveltunee myös korjuukohteiden puustoille. Suurin virhemahdollisuus on neulasten tiheydessä, jona on käytetty GISLERUDIN (1974) tuloksia. KÄRKKÄINEN (1976a) on kokopuuhakkeen tiheyden määrittämisestä kehittäessään mittannut myös kuusen neulasten tiheyksiä ja saanut selvästi alemman tiheyden kuin GISLERUD. Tuloksia tarkastellessaan on KÄRKKÄINEN harkinnut mittausvirheen mahdollisuutta.

Lopuksi lienee paikallaan tarkastella mahdollisten virheellisten perustietojen yhteisvaikutusta lopputulokseen. Mikäli laskennassa käytetyt tutkimustulokset eivät ole riippuvaisia toisistaan, kuten tässä tutkimuksessa on asianlaita, ei ole syytä olettaa niissä esiintyvän systemaattista virhettä. Kun systemaattista virhettä ei esiinny, vaikuttavat virheet useasti eri suuntiin, eli ainakin osittain kumoavat toistensa vaikutusta.

4. TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN

Puutavaralajin puuaineen tiheys kuvaa erästä siitä sellu- ja levyteollisuudessa valmistettavan tuotteen saannon kannalta olennaista tekijää. Tämä edellyttää kuitenkin, että tarkastellaan erikseen esimerkiksi runkopuun ja oksapuun tiheyttä, tai että näiden puun osien erilaisuus muuten otetaan huomioon. Kun tunnetaan metsähakkeen tiheys eri puulajeilla ja näillä vielä eri raaka-ainesuhteilla, on tällä suuri merkitys kyseisen raaka-aineen jalostusarvoa määrittäessä.

Toinen käyttökohteita hakkeen tiheydelle on hakkeen kiintotilavuusprosentin määrittämisessä. Työmaakohtaisilla mittauksilla voidaan selvittää hakkeen irtotiheys eli irtotilavuusyksikön kuiva massa (kg/m³). Hakkeen tiheys määritetään joko mittauksilla tai laskemalla. Hakkeen irtotilavuusyksikön kuivan massan ja hakkeen tiheyden osamäärä prosentteina ilmaistuna on hakkeen kiintotilavuusprosentti.

Sahan- ja kuitupuuhakkeella ei kiintotilavuusprosentti vaihtelee normaaliolosuhteissa kovin paljon johtuen raaka-aineen ja haketuslaitteiston samankaltaisuudesta. Laskelmissa voidaan hyvin käyttää jopa samaa kiintotilavuusprosenttia kohteesta riippumatta. Metsähakkeella sen sijaan esiintyy varsin runsasta vaihtelua kiintotilavuusprosentissa. Lähinnä tämä aiheutuu suuresta vaihtelusta raaka-aineen ja haketuslaitteiden ominaisuuksissa.

Seuraavassa asetelmassa tarkastellaan edellä esitetyllä laskentamenetelmällä saatujen hakkeen tiheyksien avulla määritettyjä kiintotilavuusprosentteja erällä tutkimustyömailla. Laskenta on suoritettu mäntykokopuu- ja hakkuutähdehakkeelle ennen kaukokuljetusta. Lukujen oikeellisuutta ei ole voitu varmistaa, koska kiintotilavuutta ei ole määritetty kyseisistä hake-eristä muilla menetelmillä.

Työmaa	Hakkuri*	Kiintotilavuusprosentti
Mäntykokopuuhaake		
1	A	49
2	A	47
3	C	40
4	C	40
5	D	35
6	E	32
Hakkuutähdehaake		
7	A	46
8	A	46
9	B	52
10	B	48
11	F	36
12	F	34
13	F	32
14	F	43
15	F	41

* Hakkurit A ja B ovat rumpuhakkureita, muut laikkahakkureita.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- GISLERUD, O. 1974. Heltreutnyttelse. II. Biomasse og biomasseegenskaper hos tynningsvirke av gran, furu, bjørk og or. Summary: Whole tree utilization. II. Biomass and biomass properties of trees from thinning of spruce, pine, birch, and alder. NISK Rapport 6: 1-59.
- HAKKILA, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Tiivistelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Commun. Inst. For. Fenn. 61(5): 1-98.
- » — 1970. Basic density, bark percentage and dry matter content of grey alder. Tiivistelmä: Harmaalepän puuaineen tiheys, kuoriprosentti ja kuiva-ainesisältö. Commun. Inst. For. Fenn. 71(5): 1-33.
- » — 1971. Coniferous branches as a raw material source. Tiivistelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Commun. Inst. For. Fenn. 75(1): 1-60.
- » — 1972. Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa. Summary: Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. Folia For. 159: 1-19.
- » — 1976. Kokopuuhaakkeen lajittelu. SITRA. Moniste. 1-39.
- » — & RIKKONEN, P. 1970. Kuusitukit puumassan raaka-aineena. Summary: Spruce logs as raw material of pulp. Folia For. 92: 1-16.

Asetelmasta havaitaan, että kiintotilavuusprosentti vaihtelee mäntykokopuuhaakkeella 32 ... 49 ja hakkuutähdehaakkeella 32 ... 52. Parhaiten eroja selittää raaka-aineen vaihtelun lisäksi hakkurityyppi.

Mikäli erot metsähakkeen kiintotilavuusprosentteissa ovat edellä esiteltyä suuruusluokkaa, tulisi se ottaa huomioon tuotos- ja määrä- yms. tutkimuksessa. Lopuksi lienee paikallaan esimerkki kiintotilavuusprosentin vaikutuksesta tuotostutkimuksissa. Oletetaan tilanne, jossa mäntykokopuuhaaketustutkimuksissa mitattu sama irtotilavuus tuotos. Kun tämä tuotos muunnetaan kiintotilavuudeksi vakiokiintotilavuusprosentilla (40), kuten yleensä menetellään, saadaan myös samat tuotokset kiintotilavuutena ilmoitettuna. Mikäli käytetään työmaakoh- taisesti laskettuja kiintotilavuusprosentteja, saadaan työmaan 1 kiintotilavuustuotokseksi 22 % suurempi ja vastaavasti työmaalla 6 20 % pienempi tuotos kuin vakiokertoimella laskettaessa.

- Hakkila, P. & MÄKELÄ, M. 1975. Pallarin vesakoharvesteri. Summary: Pallari Busharvester. Folia For. 249: 1-18.
- » —, KALAJA, H. & MÄKELÄ, M. 1975. Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Summary: Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. Folia For. 240: 1-78.
- KALAJA, H. 1975. PH 2 palstahakkuri harmaalepikon avohakkuussa. METLA, Moniste. 1-16.
- » — & SALAKARI, M. 1976. Kokopuun haketus AST-hakurilla. METLA. Moniste. 1-18.
- Kuitupuupinon kiintomittaus. 1975. Mittausneuvoston hyväksymä ohje. Tapiola 1975.
- KÄRKKÄINEN, M. 1976a. Kokopuuhaakkeen tiheyden mittaaminen. Summary: Measurement of basic density of total tree chips. Silva Fenn. 10(3): 198-211.
- » — 1976b. Puun ja kuoren tiheys ja kosteus sekä kuoren osuus koivun, kuusen ja männyn oksissa. Summary: Density and moisture content of wood and bark, and bark percentage in the branches of birch, Norway spruce and Scots pine. Silva Fenn. 10(3): 212-236.
- KÄRKKÄINEN, M. 1976c. Havutukien painomittauksen edellytyksiä puutieteelliseltä kannalta. Summary: Wood science prerequisites for the weight measurement of pine

- and spruce logs. Commun. Inst. For. Fenn. 89(1): 1-59.
- LEHTONEN, E. & MÄKELÄ, M. 1976. Hakkuutähde- teen määrä. METLA. Moniste. 1-9.
- MÄKELÄ, M. & TAKALO, S. 1975. Algol-hakkuri. METLA. Moniste 1-9.
- SI-opas. 1976. Suomen Standardisoimisliitto. Helsinki. 1-23.
- SIMOLA, P. 1974. Harmaaleppä ja sen korjuu hakettamalla. Laudaturtyö. Freiburg. Ei julkaistu.
- » — 1976. TT-välivarastohakkuri 1500 L. METLA. Moniste. 1-12.

- SIMOLA, P. & KALAJA, H. 1976. TT-välivarastohakkuri 1500 T. METLA. Moniste. 1-9.
- SIMOLA, P. & MÄKELÄ, M. 1976. Rasiinkaato kokopuiden korjuussa. Summary: Leaf-seasoning method in whole-tree logging. Folia For. 273: 1-18.
- UUSVAARA, O. 1969. Sahanhakkeen tiheys ja paino. Summary: On density and weight of sawmill chips. Commun. Inst. For. Fenn. 67(3): 1-44.
- » — 1972. Sahanhakkeen ominaisuuksia. Summary: On the properties of sawmill chips. Commun. Inst. For. Fenn. 75(4): 1-55.

SUMMARY:

CALCULATING THE BASIC DENSITY OF WHOLE TREE- AND LOGGING RESIDUE CHIPS

A method is presented in this study for calculating the basic density of whole tree- and logging residue chips and the results of trial measurements on some commonly used chip species.

The amounts of wood, bark and needles in the chips has first been calculated. The basic density values (kg/m³) for each component according to different authors have then been collated. The basic density of the chips has been calculated by weighting the basic densities with the percentage of different components.

The basic density of pine whole tree chips was found to be 1 ... 18 kg/m³ smaller than that of

pine pulpwood of the same age. The basic density of spruce whole tree chips was 4 ... 22 kg/m³ greater than that of similar aged pulpwood. The basic density of birch whole tree chips was 4 ... 16 kg/m³ and grey alder whole tree chips 7 ... 24 kg/m³ greater than pulpwood of the same age. The basic density of conifer logging residue chips was considerably greater than that of pine and spruce whole tree chips.

The basic densities of logging residue chips and whole tree chips made from 30-years old trees are presented in the following table as an example of the calculating results.

Type of chip	Species	Components of chip, %			Basic density
		Wood	Bark	Needles	
Whole tree	Pine	75	15	10	374
»	Spruce	60	15	25	383
»	Birch	80	20	—	474
»	Grey alder	85	15	—	384
Logging residue	pine 25 % spruce 70 % birch 5 %	60	30	10	446
»	»	40	30	30	415

The basic density of the chips is an important criterion when the processing value of different raw materials are to be compared. The basic density of chips can also be used in calculating

the solid volume content. This should be taken into consideration when, for example, output results are being calculated.

KÄRKKÄINEN, MATTI and RAIYONEN, MARJUT O.D.C. 812.7:814.22
1977. Mechanical strength of reaction wood. — SILVA FENNICA Vol. 11,
No. 2, 10 p. Helsinki.

According to the literature, the mechanical strength of the green reaction wood of softwood species (compression wood) is greater than that of normal wood. Drying increases the mechanical strength but less in reaction wood than in normal wood. In particular, the tensile strength along the grain and the impact strength are lower than in normal wood. The compression strength and possibly bending strength are greater, however. The properties of the reaction wood of hardwood species (tension wood) differ from those of softwoods. When green, all the mechanical properties are weaker than those of normal wood. When dried, the tensile strength and impact strength are better and compression strength lower. There is no great difference in the bending strength.

When the higher density of reaction wood is not taken into account and there are no impact forces, the mechanical strength of reaction wood in sawn goods etc. does not differ so much from that of normal wood. The harmful effect of knots, for example, can in practice be much greater.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

RAINIO, ROBERT J. O.D.C. 181.1:176.1 *Quercus robur*
1977. On the distribution of oak (*Quercus robur*) in the southwesternmost parts of Finland. — SILVA FENNICA Vol. 11, No. 2, 9 p. Helsinki.

The maps concerning the natural distribution of oak in southwesternmost parts of Finland have proved most unreliable in detailed examination. The author has here collected his observations of natural oak in the westernmost parts of the landscape Uusimaa and in the easternmost parts of Turunmaa, the islands excluded. Furthermore he has put forward some viewpoints which must be considered as criteria when determining the naturalness of the stand in question. Future distribution lines must be transferred farther up to the north to replace the earlier views of the north limit of natural oak in Finland.

Author's address: Koivuniemenkatu 27 SF-10650 Tammissaari.

MÄKELÄ, MARKKU

O.D.C. 861.0:363.7

1977. Screening results on the chips made by Algol-multipurpose chipper. — SILVA FENNICA Vol. 11, No. 2, 13 p. Helsinki.

The first part of this paper consist of a study based on the available literature concerning the analysis of chip quality, chip quality in the sulphate pulp process and the factors having an effect on chip quality. Using the empirical material the suitability of the Williams chip classifier in evaluating the quality of chips made by the Algol chipper is first studied. The distribution of length and thickness of pulpwood-, long logs-, whole tree- and logging residue chips in different conditions determined by screening is then presented.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

MÄKELÄ, MARKKU

O.D.C. 812.31:861.0

1977. Summary: Calculating the basic density of whole tree- and logging residue chips. — SILVA FENNICA Vol. 11, No. 2, 12 p. Helsinki.

A method is presented in this study for calculating the basic density of whole tree- and logging residue chips and the results of trial measurements on some commonly used chip sorts. The basic density of pine whole tree chips was found to be 1 ... 18 kg/m³ smaller than that of pine pulpwood of the same age. The basic density of spruce whole tree chips was 4 ... 22 kg/m³ greater than that of similar aged pulpwood. The basic density of birch whole tree chips was 4 ... 16 kg/m³ and grey alder whole tree chips 7 ... 24 kg/m³ greater than pulpwood of the same age. The basic density of conifer logging residue chips was considerably greater than that of pine and spruce whole tree chips.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia kotimaisilla kielillä tai jollakin suurella tieteellisellä kielellä. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennican numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä ohjeita. Suureissa, yksiköissä sekä symbolien ja kaavojen merkinnöissä noudatetaan ohjeita, jotka ovat suomalaisissa standardeissa SFS 2300, 3100 ja 3101. Oikoluussa noudatetaan standardia SFS 2324.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt yhdistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englanninkielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunkin Silvan numeron loppuun painetaan irti leikattavan kortin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Sisällysluetteloa ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa ja merkitään painettavaksi petiitillä.

Kuvien ja piirrosten viivapaksuudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaatiman pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoa ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle valkealle paperille suunnatut. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettavaksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähdeviittauksissa tekijännimet sijapääätteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin mikäli tekijännimen vartalo on muuttunut. Muutoin taivutuspäätte kirjoitetaan pienaakkosin. Esimerkkejä: KOSKISEN (1972) tutkimus ..., YLI-VAKKURIN (1972) tutkimus ... Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN ym. 1961). Vieraskielisessä tekstissä ym. korvataan merkinnällä et at. Jos julkaisulla on kaksi tekijää viitteessä, pannaan tekijöiden nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Esimerkki: KELITKAN-GAS ja SEPPÄLÄ (1973, s. 222) osoittivat ...

Viitekirjallisuusluetteloitaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä, jotka erotetaan &-merkillä. Tekijän etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennican numerossa Vol. 5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Volyymi merkitään julkaisusarjan nimen jälkeen. Jos kyseessä on aikakauslehti tai vastaava, numero merkitään volyymin jälkeen suluissa. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volyymistä tai suluissa olevasta numerosta. Jos samalla kertaa ilmestynyt volyyymi sisältää useita tutkimuksia, merkinnässä sovelletaan ko. julkaisussa noudatettua tapaa. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40.1.

WILCOX, W. W., PONG, W. Y. & PARMETER, J. R. 1973. Effects of mistletoe and other defects on lumber quality in white fir. Wood & Fiber 4 (4): 272–277.

Englanninkielisen lyhennelmän ja mahdollisten kuva- ja taulukkotekstien käännettämisestä ja pätevän kieliasiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa kustannukset valtiovarainministeriön antamien ohjeiden mukaan. Jos kääntäjän lasku on ohjeiden edellyttämää tasoa korkeampi, kirjoittaja vastaa ylittävästä osuudesta. Lähempiä tietoja antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA
SUNILA OSAKEYHTIÖ
OY WILH. SCHAUMAN AB
OY KAUKAS AB
KEMIRA OY
G. A. SERLACHIUS OY
KYMI KYMMENE
KESKUMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO
KOIVUKESKUS
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS
OY TAMPELLA AB
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ
KAJAANI OY
KEMI OY
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA
VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS
OY HACKMAN AB
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ
RAUMA-REPOLA OY
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS
JAAKKO PÖYRY & Co
KANSALLIS-OSAKE-PANKKI
OSUUSPUU
THOMESTO OY