

# FOLIA FORESTALIA 438

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

---

---

PENTTI NISULA

NEULASTEN PITOLUJUUDEN MITTARI

NEEDLE RETENTION GAUGE

---

- 1978
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta.  
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyysillä.  
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittausta.  
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen.  
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.  
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Plebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.  
*Plebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla.  
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- No 375 Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978.  
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.  
Control measurements of birch logs.
- 1979
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.  
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa.  
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.  
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa.  
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.  
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.  
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löytyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhoista.  
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.  
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.  
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusalloilla ja metsityillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76.  
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.  
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.  
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoittamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.  
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.  
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter et al. -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä.  
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter et al. with a needle cast epidemic on Scots pine.

FOLIA FORESTALIA 438

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Pentti Nisula

NEULASTEN PITOLUJUUDEN MITTARI

Needle retention gauge

ODC 161--015.7  
ISBN 951-40-0456-6  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Neulasten pitolujuuden mittari. Abstract: Needle retention gauge. *Folia For.* 438:1—10.

R u m m u k a i n e n (1968, 1979) on Suomessa kehittänyt menetelmän havupuiden fysiologisen tilan arvioimiseksi neulasista. Menetelmä perustuu neulasten irtirepäisemisessä tarvittavan voiman — pitolujuuden — mittaamiseen. Tässä tutkimuksessa esitellään pitolujuuden mittaamisessa käytetty jousivaaka Pesola-mittari ja sen kehitelty muunnos Nisula-mittari. Kumpikin näistä mittareista on käyttökelpoisia mainittuun tarkoitukseen ja antavat samanarvoisia tuloksia. Nisula-mittarin etu on siinä, että se jää näyttämään saavutettua tulosta, joten mittaaminen on helpompaa.

---

R u m m u k a i n e n (1968, 1979) has developed, in Finland, a method for estimating the physiological condition of conifers from their needle. The method is based on determination of the force required to detach living needles from their shoot. Determination of needle retention using a spring balance (Pesola gauge) and a modification of it, the Nisula gauge, is presented in this study. Both of these gauges are suited to the purpose in question and give similar results. The advantage of the Nisula gauge is that the reading is retained on the gauge and hence makes measurement easier.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. NISULA-MITTARI .....	5
3. MITTARIEN KÄYTTÖKOKEET .....	6
4. YHDISTELMÄ .....	10
KIRJALLISUUS.....	10

## 1. JOHDANTO

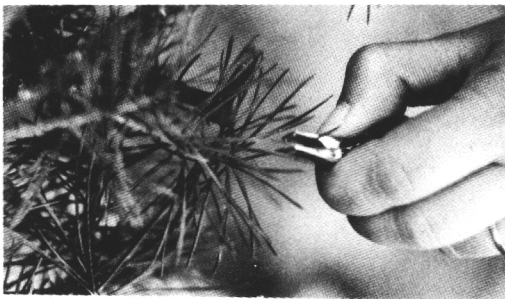
Rummukainen (1968, 1979) on kehittänyt menetelmän havupuiden fysiologisen tilan arvioimiseksi. Menetelmä perustuu neulasten irtirepäisemisessä tarvittavan voiman mittaamiseen. Rummukainen on nimittänyt tätä voimaa *pitolujuudeksi*.

Käytännössä irtirepäisyvoiman mittaus tapahtuu siten, että neulasta kuormitetaan sopivassa laitteessa tasaisella nopeudella siksi, kunnes se repeää irti tyvestään, ja todetaan maksimikuormituksen suuruus. Pitolujuus on siis sama kuin se kimmo- ja lujusopista tunnettu voimavaikutus, joka pyrkii pidentämään puun neulasta sen pitiuden suunnassa, kunnes neulanen katkeaa heikoimmasta kohdastaan, tyvestä.

Pitolujuus poikkeaa vetolujuudesta eli murtojäännityksestä siinä suhteessa, että pitolujuus ilmoittaa vain tarvittavan vetovoiman maksimisuuruuden, kun taas vetolujuus lasketaan murtokohdan poikkipintaa kohden.

Rummukainen (1979) on käyttänyt pitolujuuden mittauksissa mm. Pesola-merkkistä sauvanmuotoista jousivaakaa, joka on varustettu pitoleuoilla neulasen kiinnittämiseksi laitteeseen (kuva 1). Pesola-mittareiden sveitsiläinen valmistaja, Pesola Federwaagen, ilmoittaa mittareiden punnitustarkkuudeksi  $\pm 0,3\%$ .

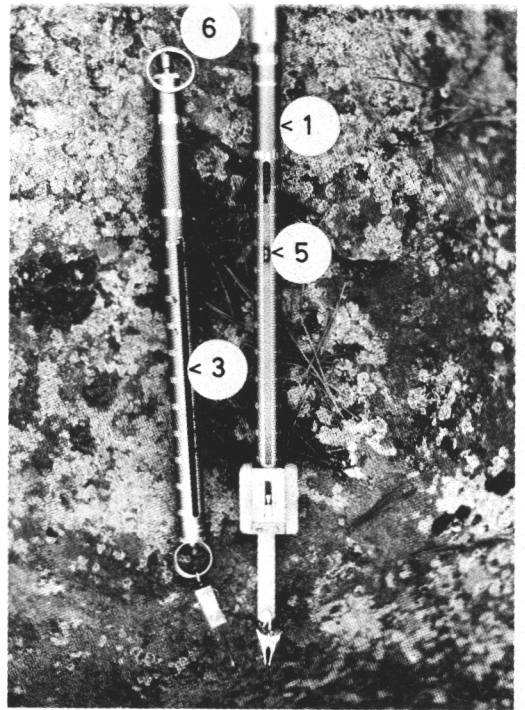
Pesola-mittarit ovat osoittautuneet käytökelpoisiksi neulasten pitolujuuden mitta-



Kuva 1. Pesola-mittariin liitetyt tartuntaleuat  
Fig. 1. Crocodile clip attached to the Pesola gauge.

uksissa. Pulmana on kuitenkin ollut mittarin lukemiseen liittyvä hankaluus. Mittari nimittäin palautuu jousikuormituksensa takia äkisti nollassentoon heti, kun neulasen tyvi on katkennut. Tämä vaikeuttaa luotettavien tulosten saamista varsinkin silloin, kun mittaaja on työhön tottumaton. Olisi hyväksi, jos mittari pysähtyisi pitorajalle jääden osoittamaan pitolujuuden lukuarvoa rauhassa tapahtuvaa mittarin lukemista varten.

Oheisen työn tavoitteeksi asetettiin sellaisen lisälaitteen rakentaminen Pesola-mitta-



Selitys — Legend:

1. Mittarikotelo — Gauge casing
3. Vetotanko — Extension rod
5. Lukemaosoitin — Scale
6. Ripustusrenkas — Supporting ring

Kuva 2. Vasemmalla alkuperäinen Pesola-mittari ja oikealla sen muunnos, Nisula-mittari.

Fig. 2. The original Pesola gauge (on the left) and the modification of it, the Nisula gauge.

riin, että se mahdollistaisi pitolujuuden lukemisen mittarista neulasen irtirepeytymisen jälkeenkin. Uudella mittarilla suoritettiin myös kokeita mittaustarkkuuden selvittämiseksi. Uutta mittaria nimitetään *Nisula-mittariksi*.

Nisula-mittarin rakentamisessa on autta-

nut Erkki Oksanen. Suurta huolellisuutta vaativat mittaukset sekä aineiston muokkauksen on tehnyt työnjohtaja Juhani Korhonen. Käsikirjoituksen ovat lukeeet prof. Pentti Hakilla ja Erkki Lähde.

## 2. NISULA-MITTARI

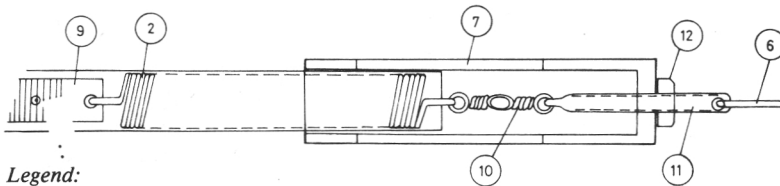
Kuvasta 2 nähdään alkuperäinen Pesola-mittari ja sen muunnos Nisula-mittari. Kuvasta 3 nähdään Nisula-mittarin rakenne kaavamaisesti esitettynä.

Nisula-mittari lukkiutuu käytön jälkeen osoittamaan viimeksi saatua pitolujuutta siksi, kunnes se laukaistaan nolla-asentoon. Lukitusmekanismi on rakennettu alakappaleeseen (8), josta nähdään toiminnallinen poikkileikkauskaavio kuvassa 4. Nisula-mittarin lukkiutuminen pitolujuutta osoittavaan asentoon perustuu siihen, että alkuperäinen Pesola-mittarin sileä vetotanko on korvattu vetolatalla (9), jossa on kuvan 4 osoittama vetosuuntaan luistava hammastus (13). Hampaitten välimatka on käytetyssä vetolatassa 1,15 mm ja niiden korkeus 0,25 mm. Hammaväli vastaa lähimain 500 g:n Pesola-mittarin jaoitusta, jossa yksi jako-osa on 1,2 mm. Tällaista valmista vetolatataihetta saadaan sähköjohtojen sidontaan käytetyistä nyloonsiteistä, esim. kauppanimellä "Panduit". Nisula-mittarissa käytetyn siteen leveys on 7,5 mm.

Kuvasta 4 nähdään, miten lukitusliipotin (14) toimii "Panduit"-latalla (9). Lukitusliipotin (14) keinuu vapaasti akselin (15) varassa, mutta sen liikettä rajoittavat 0,1 mm paksusta ja 2,5 mm leveästä teräsjousta rakennetut hallintajouset (16, 17), jotka kevyesti työntävät lukitusliipottinta (14) alaspäin hammaslovea (18) kohti. Täten punnitusvedon lukittuminen on mahdollista mihin tahansa hammaväliin. Näin ollen latan aiheuttama mittausvirhe on korkeintaan puolet hammavälin pituudesta. "Panduit"-latta painuu lukitusvaiheessa pyöreätä akselia (19) vasten, joka vedettäessä toimii latan ohjaus- ja liukualustana.

Kuvasta 5 nähdään lukitusmekanismi kuvan 4 leikkauksesta A - A<sub>1</sub>, B - B<sub>1</sub>. Siitä nähdään mm. lukitusliipottimen kannatusakselien rakenne. Lukitsija (14) on pyöreätä putkea, jonka alapää sovittuu hammasloveen (18) kuvan osoittamalla tavalla. Tällainen sovitus sallii "Panduit"-latan liikkumisen sivusuunnassakin ilman, että lukitsemistapahtuma vaikeutuu.

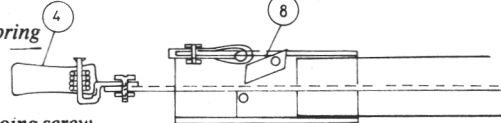
MITTARIN YLÄOSA PÄÄLLYSLEIKKAUKSENA - UPPER PART OF GAUGE, LONGITUDINAL SECTION FROM ABOVE



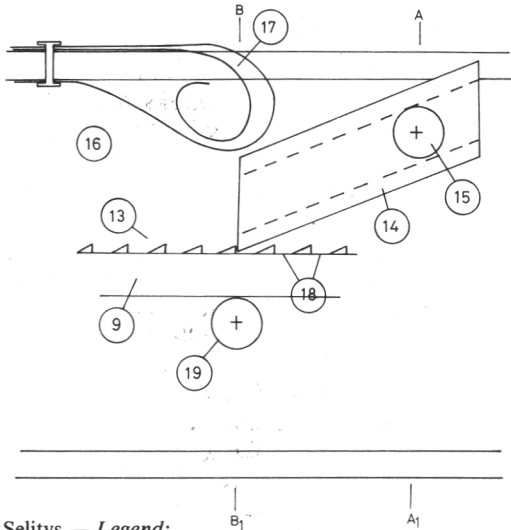
Selitys - Legend:

2. Jousi - Spring
4. Tartuntaleuat - Crocodile clip
6. Ripustusrenkas - Supporting ring
7. Ylähylsy - Upper cap
8. Alakappale pysäyttäjineen ja jousineen - Bottom end fitted with stopper and spring
9. Vetolatta - Extension bar
10. Pyörijä - Coupling
11. Tareerausruuvi - Zeroing screw
12. Tareerausruuvin lukitsija - Lock for zeroing screw

MITTARIN ALAOSA SIVULEIKKAUKSENA - LOWER PART OF GAUGE, LONGITUDINAL SECTION FROM THE SITE



Kuva 3. Nisula-mittari kaaviokuvana.  
Fig. 3. Diagramme of the Nisula gauge.

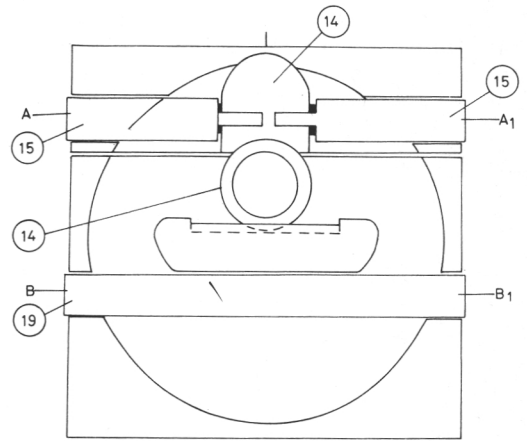


Selitys — Legend:

- 13. Vetolatan hammastus — Teeth on extension bar
- 14. Lukitusliipotin — Locking bar
- 15. Lukitusliipottimen akseli — Axle of locking bar
- 16. Hallintajousi — Regulation spring
- 17. Hallintajousi — Regulation spring
- 18. Latan hammaslovi — Groover on extension bar
- 19. Latan tukiakseli — Extension bar supporting axle

Kuva 4. Nisula-mittarin lukituslaite kaavamaisesti sivuleikkauksena.

Fig. 4. Schematic longitudinal section from side of the locking device in the Nisula gauge.



Selitys — Legend:

- 14. Lukitusliipotin — Teeth on extension bar
- 15. Lukitusliipottimen akseli — Axle of locking bar
- 19. Latan tukiakseli — Extension bar supporting axle

Kuva 5. Nisula-mittarin lukituslaite kuvan 4 poikkeileikkauksesta A - A<sub>1</sub> ja B - B<sub>1</sub>.

Fig. 5. Cross-section between points A - A<sub>1</sub> and B - B<sub>1</sub> of diagram of locking device of Nisula gauge shown in Fig. 4.

### 3. MITTARIEN KÄYTTÖKOKEET

Pitolujuuden mittaaminen ilman pysäyttäjää varustetulla Pesola-mittarilla poikkeaa tavanomaisesta punnituksesta sikäli, ettei maksimilukemaa ole mahdollisuus rauhassa lukea, vaan pitolajuusrajalta vaaka äkkiä lyö itsensä nolla-asentoon. Tämän takia mittaamiseen liittyy epävarmuutta ja mittaajan työtapa ja -tempo saattavat vaikuttaa asiaan. Äkkiä nykäisten voidaan saada suurempia pitolajuuden arvoja kuin tasaisesti vetäen.

Aivan samoin voi käydä lukitusliipottimella (14) varustettua Nisula-mittaria käytettäessä. Tämä mittarihan pysähtyy nimenomaan saavutettuun maksimilukemaan; nopeasti vetäistäessä saavutetaan siis myös helposti liian suuria arvoja. Näitä seikkoja on pyritty valottamaan alla esitettyjen käyttökokeiden avulla.

Aluksi tarkasteltiin käytettävissä olevien Pesola- ja Nisula-mittareiden punnituseroja. Nisula-mittaria käytettiin kahdella tavalla:

toisessa kokeessa lukitusliipotin (14) oli auki ja toisessa päällekytkettynä eli varsinaisessa työasennossaan. Koetta varten tehtiin 25 punnusta, joiden massat vaihtelivat tasavälisesti 30—430 g. Kappaleet punnittiin vuoron perään viisi kertaa kummallakin mittarilla ja laskettiin punnitusten keskiarvot. Tämän jälkeen määritettiin punnusten tarkka massa Mettler'-vaa'alla. Punnusten keskipainoksi tuli tämän jälkeen:

	g	%
1. Mettler'-vaa'alla	219,4	100,0
2. Pesola-mittarilla	217,9	99,3
3. Nisula-mittarilla, kun lukitusliipotin oli poiskytkettynä	221,7	101,0
4. Nisula-mittarilla, kun lukitusliipotin oli toiminnassa	220,0	100,3

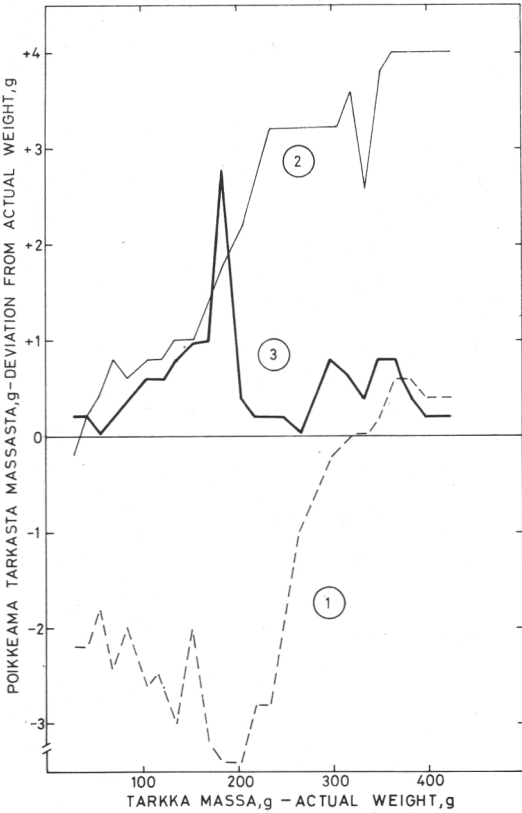
Punnuskohtaiset tulokset esitetään graafisesti kuvassa 6. Nisula-mittari antoi tässä kokeessa parhaimman ja tasaisimman tuloksen.



Kuvasta 7 nähdään männyn neulasmateriaalilla saatu tulos. Neulaset mitattiin kolmella tavalla: Pesola- ja Nisula-mittarit normaaliin tapaan ja Nisula-mittaria hyvin äkkiä vetäystä käyttäen. Neulaset rapäistiin irti juoksevasa järjestyksessä vuoron perään kullakin mittarilla. Kuvasta nähdään katkoviivojen kohdalla viiden peräkkäisen neulasmittauksen keskiarvo, ja täysviivoilla kuvataan mittauksen liukuvaa keskiarvoa. Kaikkiaan mitattiin 150 neulasta. Kuvan 7 mukaan Nisula-mittari normaaliin tapaan käytettynä on antanut systemaattisesti noin 10 g suurempia mittarinäytelmiä kuin Pesola-mittari. Nisula-mittarilla

erittäin äkkiä vetäistyt samat neulaset ovat antaneet jopa 100 g suurempia arvoja.

Edellä saatujen kokemusten perusteella päätettiin ongelmaa selvittää edelleen. Eri-laiset tulokset saattavat nimittäin johtua Nisula-mittarilla suoritetusta liian nopeasta vetäisystä, jolloin ikäänkuin vauhdilla päädytään liian suureen mittarinäyttämään. Kun mittari lukittuu aina maksimiosoitukseen, se antaa kuvatonlaisessa tapauksessa liian suuren tuloksen. Pesola-mittarin kohdalla voidaan ajatella päinvastoin tapahtuvan siten, ettei neulasen katketessa ehditkään nähdä suurinta lukemaa. Tämä johtaisi puolestaan liian pieniin tuloksiin.

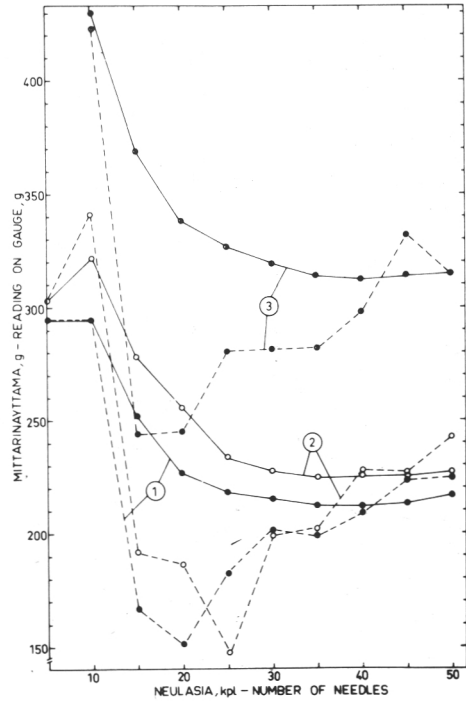


Selitys — Legend:

1. Pesola-mittari — Pesola gauge
2. Nisula-mittari, lukitusliipotin (14) käytöstä pois kytetty — Nisula gauge, locking bar (14) not engaged
3. Nisula-mittari, kun lukitusliipotin (14) on toiminnassa — Nisula gauge, locking bar (14) engaged.

Kuva 6. 500 g:n Pesola- ja Nisula-mittareiden punnituserot.

Fig. 6. Differences between weight readings obtained with the 500 g Pesola and Nisula gauges.

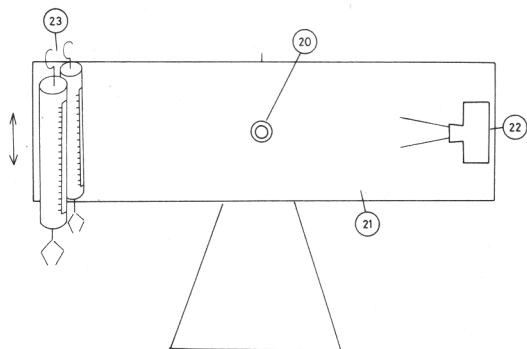


Selitys — Legend:

1. Pesola-mittari, normaaliin tapaan käytettynä — Pesola gauge used in the normal way
2. Nisula-mittari, normaaliin tapaan käytettynä — Nisula gauge used in the normal way
3. Nisula-mittari, hyvin äkkiä vetäisemällä — Nisula gauge employing a very sudden jerk

Kuva 7. Pesola- ja Nisula-mittareilla saadun viiden peräkkäisen neulasen irtirepäisemisen keskiarvot (katkoviiva) ja niistä lasketut liukuvat keskiarvot (täysviiva).

Fig. 7. Mean values (broken line) obtained after detaching five successive needles with the Nisula gauge and with the Pesola gauge, and the floating means (unbroken line) calculated from the means.



Selitys — Legend:

- 20. Akselitappi — Axle bolt
- 21. Tukipalkki — Support board
- 22. Kaitafilmi-kamera — Cine-camera
- 23. Pitolujuusmittarit — Needle retention gauges

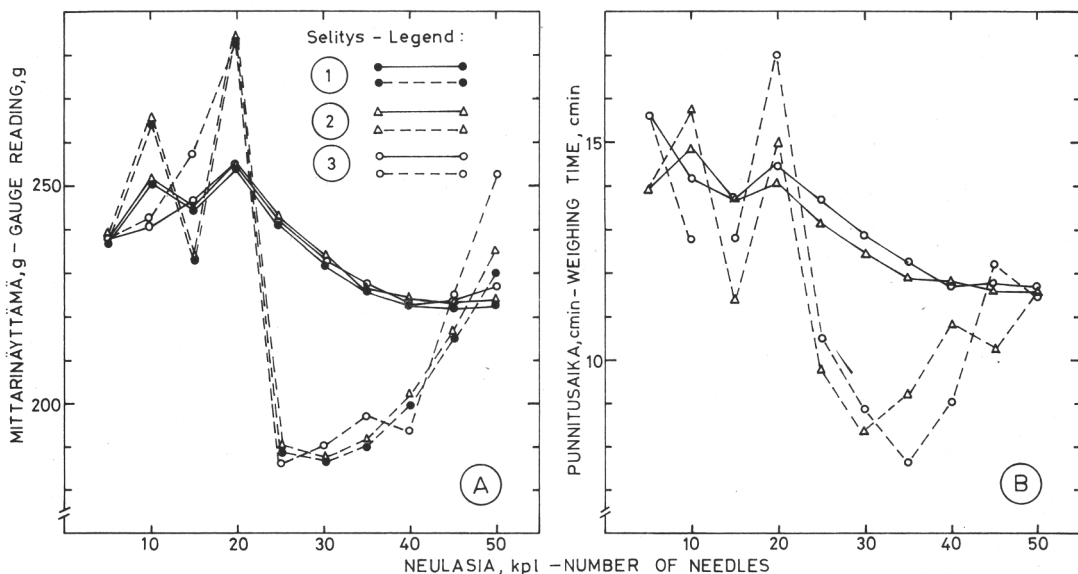
Kuva 8. Filmauspenkki pitolujuuden rekisteröintiä varten.

Fig. 8. Set-up for filming needle retention readings.

Asian selvittämiseksi rakennettiin kuvan 8 mukainen filmauspenkki. Sen muodostaa akselitappiin (20) pyörivästi laakeroitu kak-

sivartinen tukipalkki (21). Tukipalkin toisessa päässä oli 8 mm kaitafilmi-kamera (22) ja toisessa päässä Pesola- ja Nisula-mittarit (23). Tukipalkki voitiin lukita vaakasuoraan, 45° kulmaan tai pystysuoraan. Tällöin oli mahdollisuus suorittaa pitolujuuden mittaus vetämällä neulasta pystysuoraan, 45°-kulmaan tai vaakasuoraan. Kaikki mittaukset rekisteröitiin filmille ja filminauhalla luettiin myöhemmin mittarien näyttämät. Kuvausnopeus oli 36 kuvaa/s. Ensin suoritettiin neulasen vetäminen mittarien ollessa pystysuorassa. Vetonopeus koettiin pitää kaikissa mittauksissa tasaisena ja rauhallisena. Tulokset näkyvät kuvasta 9. Esitystapa noudattaa kuvan 7 järjestelyä.

Tässä tapauksessa Pesola- ja Nisula-mittarit ovat antaneet samanarvoisia tuloksia. Tulos viittaakin siihen, että mittareita on käytettävä rauhallisesti tasaista vetonopeutta käyttäen. Hosuminen ja tarpeeton kiirehtiminen johtavat väriin tuloksiin (kuva 7). Sopiva neulasta kohden käytetty vetoaika oli käytetyillä 500 g:n vaa'oilta runsaasti 10 cmin eli 6 s.

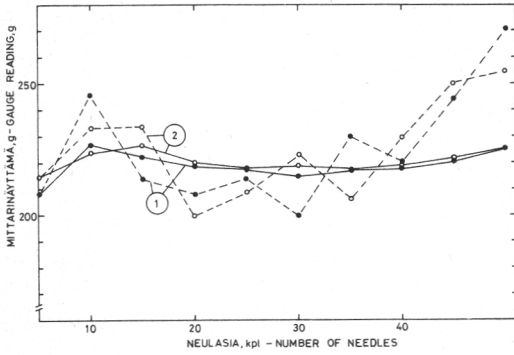


Selitys — Legend:

- 1. Pesola-mittari filminauhalla luettuna — Pesola gauge read from the film recording
- 2. Pesola-mittari normaaliin tapaan silmämääräisesti käytettynä — Pesola gauge read by eye in the normal way
- 3. Nisula-mittari filminauhalla luettuna — Nisula gauge read from the film recording

Kuva 9. Pesola- ja Nisula-mittareista silmämääräisesti luetut ja filmeistä saadut mittarinäyttämät (A) sekä vastaavat mittausajat (B). Tulosten esitystapa samanlainen kuin kuvassa 7.

Fig. 9. Gauge readings (A) obtained by eye and from film recording with the Pesola and Nisula gauges and the corresponding measuring times (B). The results are presented in the same way as in Fig. 7.



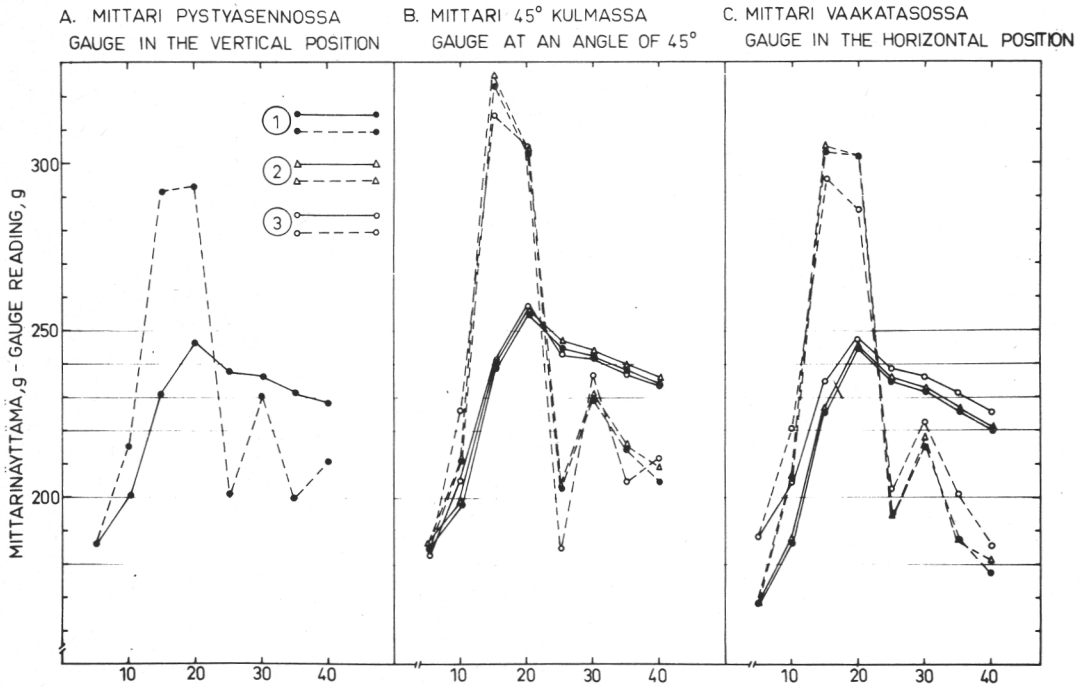
Selitys — Legend:  
 1. Pesola-mittari — *Pesola gauge*  
 2. Nisula-mittari — *Nisula gauge*

Kuva 10. Tasaisella nopeudella suoritettujen mittauksen tulos Pesola- ja Nisula-mittareilla.  
 Fig. 10. Results obtained when measurements varied out at uniform speed with the Pesola and Nisula gauges.

Kuvasta 10 nähdään normaaliin tapaan silmävaraisena toistettu mittausta, jolloin pidettiin huolta siitä, että mittareiden veto tapahtui tasaisella nopeudella. Pesola- ja Nisula-mittarilla saadut tulokset osoittautuivat samanarvoisiksi.

Filmipenkissä olevaa koetta jatkettiin vääntämällä neulasia mittarin ollessa pysty- ja vaakasuunnassa sekä viistosti 45°:n kulmassa. Nämä kokeet tehtiin sen takia, että saataisiin mielikuva siitä, miten paljon Pesola-mittarin vetotangon (3) tai Nisula-mittarin vetolatan (9) laahaaminen mittarin tukirakenteisiin vaikuttaa mittaustuloksiin. Tulokset esitetään kuvassa 11.

Mittauserot pysyttelevät noin 10 g:n rajoissa, eikä saatu tulos anna selvää vastausta esitettyyn kysymykseen. Luonnolliselta kuitenkin tuntuu, että mittareita olisi aina käytettävä pystysuunnassa vetotangon (3) tai -latan (9) laahausvaikutuksen välttämiseksi.



Selitys — Legend:  
 1. Pesola-mittari normaaliin tapaan silmämääräisesti käytettynä — *Pesola gauge read by eye in the normal way*  
 2. Pesola-mittari filminauhalla luettuna — *Pesola gauge read from the film recording*  
 3. Nisula-mittari filminauhalla luettuna — *Nisula gauge read from the film recording*

Kuva 11. Pesola- ja Nisula-mittareilla silmämääräisesti luetut ja filmistä saadut mittarinäyttämät, kun mittareita on käytetty eri asennoissa.

Fig. 11. Gauge readings obtained by eye and from film recording with the Pesola and Nisula gauges when the gauges are used in different positions.

#### 4. YHDISTELMÄ

Pesola-mittari ja sen lukitusliipottimella varustettu muunnos, Nisula-mittari, näyttävät antavan luotettavia ja samanarvoisia tuloksia neulasten pitolajuudesta silloin, kun mittaukset suoritetaan huolellisesti. Liian äkkiä nykäistäessä, jolloin neulasen

vetäminen usein tapahtuu kiihtyvällä nopeudella, voidaan kummallakin mittarilla saada virheellisiä tuloksia. Sen sijaan tasaisella nopeudella tapahtuva neulasen vetäminen johtaa oikeisiin tuloksiin.

#### KIRJALLISUUS

- RUMMUKAINEN, U. 1968. Muovihuone- ja avomaataimien kylmänkestävyys. Metsätal. Aikak.lehti 85(31):138—141.  
— 1979. Sopiva "stressi" on männyntaimen kuntokoulu. Metsälehti 27:4.





ODC 161--015.7  
ISBN 951-40-0456-6  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Neulasten pitolujuuuden mittari. Abstract: Needle retention gauge. *Folia For.* 438:1—10.

The study is concerned with the accuracy of determinations of the force required to detach living needles from their shoot using Pesola and Nisula gauges, and the factors affecting such determination.

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

ODC 161--015.7  
ISBN 951-40-0456-6  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Neulasten pitolujuuuden mittari. Abstract: Needle retention gauge. *Folia For.* 438:1—10.

The study is concerned with the accuracy of determinations of the force required to detach living needles from their shoot using Pesola and Nisula gauges, and the factors affecting such determination.

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

ODC 161--015.7  
ISBN 951-40-0456-6  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Neulasten pitolujuuuden mittari. Abstract: Needle retention gauge. *Folia For.* 438:1—10.

The study is concerned with the accuracy of determinations of the force required to detach living needles from their shoot using Pesola and Nisula gauges, and the factors affecting such determination.

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

ODC 161--015.7  
ISBN 951-40-0456-6  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Neulasten pitolujuuuden mittari. Abstract: Needle retention gauge. *Folia For.* 438:1—10.

The study is concerned with the accuracy of determinations of the force required to detach living needles from their shoot using Pesola and Nisula gauges, and the factors affecting such determination.

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





- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla.  
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.  
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella.  
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.  
Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.  
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsätutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979.  
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.  
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.  
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet.  
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä.  
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin.  
On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allappisyvyys 1969—1977.  
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.  
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.  
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.  
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.  
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.  
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.  
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.  
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.  
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.  
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.

- Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakki, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.  
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen  
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.  
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.  
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pintonorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.  
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kauristetyssiemenen käyttömahdollisuuksista.  
Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation.  
Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976.  
Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976.  
Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978.  
Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryytänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen.  
Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen.  
The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätalastollinen vuosikirja 1979.  
Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu.  
Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet.  
Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakki, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland.  
Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa.  
Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehdoista.  
The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsäntutkimuslaitos.  
Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978.  
Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely.  
Ergonomics and work organizing of chipping work.
- No 438 Nisula, Pentti: Neulasten pitolujuuden mittari.  
Needle retention gauge.
- No 439 Nisula, Pentti: Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla.  
Studies on stump herbicide spraying using a brush saw.
- No 440 Nisula Pentti: Näkökohtia polttohakkeen kuivaamisesta.  
Aspects of the drying of fuel chips.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341.  
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.