

# FOLIA FORESTALIA 626

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1985

---

---

SEPPÖ REPO & KARI LÖYTTYNIEMI

LÄHIYMPÄRISTÖN VAIKUTUS MÄNNYN VIL-  
JELYTAIMIKON HIRVIVAHINKOALTTIUTEEN

THE EFFECT OF IMMEDIATE ENVIRONMENT  
ON MOOSE (*ALCES ALCES*) DAMAGE IN YOUNG  
SCOTS PINE PLANTATIONS

---



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A  
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyysönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

*The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*

FOLIA FORESTALIA 626

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1985

Seppo Repo & Kari Löyttyniemi

LÄHIYMPÄRISTÖN VAIKUTUS MÄNNYN VILJELYTAIMIKON  
HIRVIVAHINKOALTTIUTEEN

The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young  
Scots pine plantations

*Approved on 30.5.1985*

SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT .....	3
21. Aineisto ja muuttujien valinta .....	3
22. Menetelmät .....	4
3. YHDISTETTYJEN MUUTTUJIEN MUODOSTAMINEN .....	5
4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	7
41. Taimikon lähialue .....	7
411. Kulttuurimaisema .....	7
42. Taimikkoon välittömästi rajoittuvat tekijät .....	8
421. Tiestö .....	8
422. Kuusivaltaisuus .....	8
423. Näkyvyys .....	9
5. PÄÄTELMÄT .....	9
KIRJALLISUUS — REFERENCES .....	10
SUMMARY .....	11
LIITTEET — APPENDICES .....	13

REPO, S. & LÖYTTYNIEMI, K. 1985. Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen. Summary: The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations. Folia For. 626:1—14.

Männyn viljelytaimikon hirvivahinkojen määrän riippuvuutta taimikon lähiympäristöstä tutkittiin lineaarisella regressioanalyysillä. Aineistona oli 153 satunnaisotannalla valittua vuosina 1963—72 kivennäismaille perustettua taimikkoa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Tiedot hirvivahingoista sekä taimikkoon välittömästi rajoittuvista alueista kerättiin maastoinventoinnein. Taimikon lähialueeksi rajattiin peruskartalta ympyrän muotoinen 100 hehtaarin alue, jolta mitattiin erilaisten maastokuvioiden määrä tai osuus. Taimikon lähiympäristöä kuvaavat muuttujat yhdistettiin faktorianalyysillä, jolloin saatiin neljä yhdistettyä muuttujaa: kulttuurimaisema, tiestö, kuusivaltaisuus ja näkyvyys.

Hirvivahingot olivat merkittävimmin ja voimakkaimmin riippuvaisia kulttuurimaiseman määrästä lähiympäristössä. Kulttuurimaiseman osuuden kasvaessa taimikon hirvituhot vähenivät. Myös teiden runsaus taimikon välittömässä läheisyydessä vähensi jokseenkin merkittävästi tuhoja. Sitä vastoin ympäristön kuusivaltaisuus lisäsi merkittävästi ja näkyvyyden parantuminen erittäin merkittävästi taimikon hirvituhoja. Regressiomallin selitysaste oli 30 %.

Studies were carried out in 1976 randomly selected pine plantations on mineral soil sites in the Uusimaa-Häme Forestry Board District, southern Finland, established during the period 1963—72. A 100 ha area was marked out on an ordinance map around the centre point of each plantation. The information concerning the features of this area and the occurrence of moose damage in the plantation was collected by means of field inventories. The variables describing the environment were combined using factorial analysis to give four combined variables: man-made landscape, roads, spruce-dominance and visibility. The dependence of the damage upon the environments was studied using linear regression analysis.

The extent of man-made features in the area had the strongest effect on the amount of moose damage. Damage decreased as the proportion of man-made landscape increased. The presence of roads in the immediate vicinity of the plantations also somewhat decreased the amount of moose damage, whereas improved visibility and the dominance of spruce significantly increased damage. The regression model explained 30 % of the variation.

ODC 451.2+156.5+149.6 *Alces alces*+174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0706-9  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1985. Valtion painatuskeskus

## 1. JOHDANTO

Metsästysrajoitusten seurauksena Suomen hirvikanta on kasvanut voimakkaasti 1960-luvulta lähtien saavuttaen 1970-luvun puolivälissä noin 50 000 ja vuosikymmenen lopussa lähes 100 000 talvehtivan yksilön kannan (Nygren 1979). Tehdyt selvitykset ovat osoittaneet, että hirvestä on 1960—70-luvuilla tullut kannan lisääntymisen seurauksena varttuneiden männyn ja lehtipuutaimikoiden haitallisin tuhoeläin. Taimien tuhoajana ja runkovikojen aiheuttajana hirven merkitys on todettu Etelä-Suomessa jopa yhtä suureksi kuin muiden tuhonaiheuttajien yhteensä (Löyttyniemi ja Piisilä 1983, Löyttyniemi ja Repo 1983).

Hirvivahinkojen laatua ja tuhoalittiuteen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella (Löyttyniemi ja Piisilä 1983). Tutkimuksessa tarkasteltiin lähinnä taimikon sisäisten tekijöiden vaikutusta hirvivahinkoalittiuteen. Tulosten mukaan esimerkiksi viljelytavalla, taimikon yleisellä metsänhoidollisella tilalla, vesoittuneisuudella tai taimikon koolla ei ollut selvää yhteyttä vahinkojen esiintymiseen. Tarkastelun koh-

teena olleet taimikot olivat kuitenkin melko pienialaisia ja vain joka kymmenes taimikko oli vesoittunut haitallisesti.

Taimikon tuhoalittiuteen vaikuttaneekin ilmeisesti sisäisiä tekijöitä enemmän taimikon ulkopuoliset tekijät, kuten sijainti, maaston laatu, metsäalueen tarjoamat talvilaitumet ja olosuhteet niissä sekä talvilaidun-alueiden läheisyys. Ulkopuolisten tekijöiden vaikutusta vahinkoalittiuteen ei ole kuitenkaan tutkittu riittävästi, vaikka joitain havaintoja näiden vaikutuksista on esitettykin (Korhonen 1939, Kangas 1949, Yli-Vakkuri 1956, Ilvesniemi 1982).

Nyt esillä olevan tutkimuksen tavoitteena oli selvittää taimikon lähiympäristön vaikutusta männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalittiuteen. Tutkimus tehtiin Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Tarkastelu kohdistui lähinnä eri maankäyttömuotojen ja maaston topografian vaikutusten selvittelyyn.

Tutkimuksen tekijöistä Löyttyniemi suunnitteli tutkimuksen. Repo kokosi ja käsitteli aineiston sekä kirjoitti käsikirjoituksen. Niilo Piisilä ja Liisa Korpela ovat tehneet tutkimuksen maastotyöt.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. Aineisto ja muuttujien valinta

Tutkimus perustuu Metsäntutkimuslaitoksessa vuonna 1976 kerättyyn aineistoon, joka käsittelee hirvivahinkojen määrää ja laatua männyn viljelytaimikoissa. Aineiston yksityiskohtainen kuvaus on esitetty aikaisemmin (Löyttyniemi ja Piisilä 1983).

Tutkimuksen perusjoukkona oli Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella ne männyn taimikot, jotka oli perustettu kymmenvuotiskautena 1963—1972 yksityismetsälain 2 §:n mukaisesti metsänomistajan omalla kustannuksella. Taimikoiden voitiin katsoa edustavan hirvivahingoille alttiita ikäluokkia (ks. Kangas 1949). Turvemaiden taimikot eivät sisällyneet tutkimuksen perusjoukkoon.

Tutkimuksen kohteeksi arvottiin noin 15 viljelmää kustakin vuosi-ikäluokasta. Yhteensä maastossa tarkastettiin 153 taimikkoa. Tarkastettujen taimikoiden koko oli keskimäärin  $1,03 \pm 0,065$  ha (0,25—5,0 ha). Vain viisi viljelyalaa oli kooltaan yli 2 ha. Taimikoista 104 kpl oli istutustaimikoita ja 49 kylvämällä perustettuja.

Taimikoissa tehtiin silmävarainen yleistarkastus kesällä 1976. Taimikoiden kunto ja vioittuneisuus otettiin huomioon sellaisena kuin se oli ollut keväällä 1976.

Taimikon hirvivahingot arvioitiin koko taimikon keskimääräisen vahingoittuneisuuden perusteella. Arvioinnissa otettiin huomioon vain viljellyt taimet ja pelkät hirvivahingot. Käytetyt hirvivahinkoluokat olivat:

Taulukko 1. Taimikkojen jakautuminen hirvivahinkoluokkiin ja vahinkoluokkien pinta-alat (Löyttyniemi & Piisilä 1983).

Table 1. Distribution of plantations into moose damage classes (0=no damage) and damage class areas (Löyttyniemi & Piisilä 1983).

		Vahinkoluokka — Moose damage class					Yhteensä Total	
		0	1	2	3	4		5
Taimikkoja – Plantations	kpl/No of %	32 21.0	75 49.0	28 18.3	8 5.2	6 3.9	4 2.6	153 100.0
Pinta-ala – Area	ha %	27.8 17.7	84.1 53.6	28.9 18.4	7.9 5.0	5.3 3.4	3.0 1.9	157.0 100.0

0 = taimikko koskematon

1 = vahinkoa vähän, vain yksittäisiä taimia vioitettu

2 = vahinkoa jonkin verran, 10—20 % taimista vioitettu merkittävästi

3 = vahinkoa melko paljon, 21—40 % taimista vioitettu merkittävästi, vahingolla vaikutusta metsikön kehitykseen; taimikko usein vajaatuottoisuuden rajoilla

4 = pahoin vahingoittunut, 41—60 % taimista vioitettu merkittävästi; taimikko tullut vajaatuottoiseksi

5 = erittäin pahoin vahingoittunut, yli 60 % taimista vioitettu merkittävästi; taimikko on tuhoutunut

Merkittävästi vioittuneeksi luettiin taimi, jonka pääranka oli katkaistu tai jonka kehitys oli muutoin pahoin häiriintynyt voimakkaan ja toistuneen sivuversojen syönnin johdosta tai tallaamisen tai kuorivioituksen vuoksi.

Taimikoiden keskimääräinen hirvivahinkoluokka oli 1,3. Noin 80 %:ssa taimikoista esiintyi jonkin asteista hirvivahinkoa (taulukko 1). Ankaran tuhon (luokat 4—5) kohteeksi oli joutunut runsas 6 % taimikoista. Melko pahoin vahingoittuneita (luokka 3) oli 5 %.

Taimikoiden tarkastuksen yhteydessä luokiteltiin taimikkoon välittömästi rajoittuvat alueet ja mitattiin niiden osuudet prosentteina taimikon piiristä. Taimikkoon rajoittuvia alueita kuvasivat seuraavat muuttujat:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1) pelto, %                | 10) varttunut lehtipuumetsä, %                                |
| 2) tonttimaa, %            | 11) lehtipuutaimikko, %                                       |
| 3) järvi, %                | 12) hakkuuaukea, %  |
| 4) puro, %                 | 13) maaston kaltevuus, 1/100 m                                |
| 5) suo, %                  | 14) taimikon sijainti (1=notko, 2=mäki)                       |
| 6) varttunut mäntymetsä, % | 15) tie, %  |
| 7) mäntytaimikko, %        | 16) tien laatu (1=metsä- tai kärrytie, 2=kylätie, 3=valtatie) |
| 8) varttunut kuusimetsä, % |   |
| 9) kuusitaimikko, %        |   |

Taimikon lähialueen kuvaamiseksi rajattiin myöhemmin peruskartalta taimikon keskipisteestä 100 hehtaarin

alue (r = 564 m), jolta mitattiin erilaisten maastokuvioiden määrä tai osuus (esim. kangasmaata %, teitä km). Taimikon lähialuetta mittasivat seuraavat muuttujat:

- |  |  |
|--|--|
| 17) kangasmaa, %   | 24) etäisyys lähimpään tiehen, km  |
| 18) suo tai soistuma, %  | 25) asumusryhmä, kpl (=peruskartalla lähikkäin sijaitsevien asuinrakennusten muodostama ryhmä tai yksittäinen asuinrakennus) |
| 19) pelto tai niitty, %  | 26) etäisyys lähimpään asumusryhmään, km   |
| 20) vesialue (järvi, lampi), %                                   |  |
| 21) muu (=asutusalueet, varastoalueet, tiet, soramontut yms.), % |  |
| 22) joki tai puro, km  |  |
| 23) tiet, km   |  |

## 22. Menetelmät

Taimikon lähiympäristöä kuvaavien muuttujien määrä oli melko suuri, joten aineiston tiivistäminen oli tarpeen. Lisäksi muuttujat olivat usein voimakkaasti keskenään korreloivia ja osa epänormaalisti jakautuneita. Taimikon lähiympäristöä kuvaavat muuttujat yhdistettiin faktorianalyysillä (ks. Frane ja Hill 1974).

Regressioanalyysillä selvitetiin taimikon hirvivahinkojen määrän riippuvuutta yhdistetyistä muuttujista, faktoreista. Faktorianalyysillä saadut faktorit ja niiden faktoripistemäärät muodostivat uudet korreloimattomat ja riippumattomat muuttujat.

Tulosten luotettavuutta heikentävät vahinkoluokan silmävarainen arviointi sekä selitettävien muuttujien mittaaminen maastolomakkeille piirretyiltä karttaluonnoksilta tai peruskartoilta. Maastotutkimusten yhteydessä piirrettyyn karttaan saattaa sisältyä virheellisyksiä, mutta niiden vaikutus nyt saatuihin tuloksiin lienee kuitenkin vähäinen. Myös peruskarttojen karttamerkinnät saattoivat olla vanhentuneita ja todellisuudesta poikkeavia. Luotettavuuden parantamiseksi tutkimuksessa käytettiin mahdollisimman uusia peruskarttoja. Aineiston vähäisyyden vuoksi tonttimaan, järven, puron ja suon vaikutusta hirvivahinkojen määrään ei voitu luotettavasti selvittää.

### 3. YHDISTETTYJEN MUUTTUIJEN MUODOSTAMINEN

Alkuperäisten muuttujien korrelaatiomatriisia (liite 1) tarkastelemalla valittiin faktori-analyysiin ne muuttujat, jotka näyttivät korreloivan hirvivahinkoluokan kanssa. Ennen faktorointia korrelaatiomatriisista poistettiin vielä muuttuja 17, ”kangasmaata % 100 ha alueella” muuttujien 17—21 teknisen yhteyden takia (havaintokohtainen summa 100). Lisäksi poistettiin muuttuja 24 ”etäisyys tien” puutteellisten mittaustietojen vuoksi. Muuttujien keskiarvot ja hajonnat on esitetty liitteessä 2.

Valituille muuttujille suoritettiin BMDP-kirjasto-ohjelmalla faktorianalyysi, jossa faktorien määrää rajattiin eri tavoin. Rotaatiot suoritettiin pääakseliratkaisuista. Rotaatiomenetelminä olivat varimax ja direct quartim (ks. Harman 1967, Frane ja Hill 1974). Jatkokarkasteluun valittiin neljän faktorin varimax-ratkaisu, joka sekä tulkinnallisesti että muodollisesti osoittautui parhaaksi (taulukko 2).

Neljän faktorin varimax-ratkaisu selitti ko-

muuttujien kokonaisvaihtelusta 54 %. Valittu ratkaisu tulkittiin siten, että vain yli .25:n faktorilataukset otettiin huomioon.

FAKTORI 1 <i>Factor 1</i>	”Kulttuurimaisema” ” <i>Man-made landscape</i> ”	
Muuttuja <i>Variable</i>		Lataus <i>Loading</i>
25 Asumusryhmä, kpl/km <sup>2</sup> <i>Settlements, /km<sup>2</sup></i>		.82
19 Pelto tai niitty, %/km <sup>2</sup> <i>Arable land or meadow, %/km<sup>2</sup></i>		.73
23 Tiet, km/km <sup>2</sup> <i>Roads, km/km<sup>2</sup></i>		.67
18 Suo tai soistuma, %/km <sup>2</sup> <i>Peatland, %/km<sup>2</sup></i>		-.66
21 Muu, %/km <sup>2</sup> <i>Other land, %/km<sup>2</sup></i>		.63
13 Maaston kaltevuus, 1/100 m <i>Inclination of slope, 1/100 m</i>		.28

Taulukko 2. Neljän faktorin varimax-ratkaisu.  
*Table 2. Four factor varimax solution.*

Muuttuja <i>Variable</i>	Faktorilataukset <i>Factor loadings</i>				kommunaliiteetti (h <sup>2</sup> ) <i>communalities</i>
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	
06	-.10	.05	-.88	-.21	.83
08	.00	.00	.95	-.08	.90
11	.05	.18	.09	-.30	.14
12	.14	-.14	-.18	.77	.66
13	.28	-.29	-.06	-.45	.37
14	.02	-.01	.17	.41	.20
15	.16	.89	-.10	-.03	.82
16	.11	.91	.02	-.05	.85
18	-.66	-.10	-.02	-.08	.45
19	.73	.05	.11	.21	.58
20	.07	-.04	-.06	-.24	.06
21	.63	.05	-.06	-.22	.45
23	.67	.12	-.03	-.25	.53
25	.82	.00	.07	-.08	.68
Ominaisarvo <i>Eigenvalues</i>	2.63	1.79	1.77	1.33	7.52
% osuus <i>% trace</i>	18,8	12,8	12,7	9,5	53,74

Faktorilla 1 saavat korkeita latauksia asutusta ja sen ympäristöä kuvaavat muuttujat, kuten asumusryhmien määrä, peltoalan osuus, teiden määrä ja muuta (= taajama-alueet, tonttimaat yms.) osuus. Faktori voidaan tulkita kulttuurimaisemaa kuvaavaksi muuttujaksi. Tulkintaa tukevat myös soistuneiden alueiden saama korkea negatiivinen lataus ja vaihtelevaa maastoa kuvaavan maaston kaltevuuden saama positiivinen lataus.

FAKTORI 2 <i>Factor 2</i>	"Tiestö" <i>"Roads"</i>	
Muuttuja <i>Variable</i>		Lataus <i>Loading</i>
16 Tien laatu <i>Type of road</i>		.91
15 Tien osuus taimikon piiristä, % <i>Proportion of road along the circumference of plantation, %</i>		.89
13 Maaston kaltevuus, 1/100 m <i>Inclination of slope, 1/100 m</i>		-.29

Toisella faktorilla saavat korkeita positiivisia latauksia taimikkoon rajoittuvan tien laatu ja osuus taimikon piiristä. Faktori kuvaa taimikkoon välittömästi rajoittuvan tien laatua ja määrää, joten siitä käytetään nimeä tiestö. Faktorin voidaan katsoa kuvaavan myös liikenteestä aiheutuvaa häiriötä, erityisesti meluhäiriötä. Maaston kaltevuuden saama vähäinen negatiivinen lataus liittyy lähinnä teiden rakentamiseen, jossa vältetään kaltevia alueita.

FAKTORI 3 <i>Factor 3</i>	"Kuusivaltaisuus" <i>"Spruce-dominance"</i>	
Muuttuja <i>Variable</i>		Lataus <i>Loading</i>
08 Kuusivaltaisten metsien osuus taimikon piiristä, % <i>Proportion of spruce-dominance along the circumference of plantation, %</i>		.95
06 Mäntyvaltaisten metsien osuus taimikon piiristä, % <i>Proportion of pine-dominance along the circumference of plantation, %</i>		-.88

Taimikkoon rajoittuvia metsiä kuvaavista muuttujista varttuneen kuusimetsän osuus (kehitysluokat 3 ja 4) sekä varttuneen mäntymetsän osuus saavat korkeimmat lataukset ja muodostavat kolmannen faktorin. Latausten erimerkkisyys osoittaa kuusen ja männyn valtapuuosuuksien toisiaan rajoittavan luonteen. Faktori nimetään kuusivaltaisuutta kuvaavaksi muuttujaksi.

FAKTORI 4 <i>Factor 4</i>	"Näkyvyys" <i>"Visibility"</i>	
Muuttuja <i>Variable</i>		Lataus <i>Loading</i>
12 Aukean osuus taimikon piiristä, % <i>Proportion of clearings along the circumference of plantation, %</i>		.77
13 Maaston kaltevuus, 1/100 m <i>Inclination of slope, 1/100 m</i>		-.45
14 Taimikon sijainti (notko, mäki) <i>Location of plantation (hollow, hill)</i>		.41
11 Lehtipuutaimikoiden osuus taimikon piiristä, % <i>Proportion of young deciduous stand along the circumference of plantation, %</i>		-.30
23 Tiet, km/km <sup>2</sup> <i>Roads, km/km<sup>2</sup></i>		-.25

Neljännellä faktorilla korkeimman latauksen saa aukean osuus taimikon piiristä. Aukean osuus kuvaa taimikon välittömässä läheisyydessä suoritettuja hakkuita ja esteettömän näkyvyyden aluetta. Faktori voidaan tulkita näkyvyydeksi, jota tukee myös taimikon sijaintia kuvaavan muuttujan positiivinen lataus. Lehtipuutaimikoiden osuus ja teiden määrän pienehköt negatiiviset lataukset voidaan tulkita uudistushakkuiden ominaispiirteistä johtuviksi.



## 4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Taimikon lähiympäristöä kuvaavien tekijöiden vaikutussuuntia ja merkitsevyyksiä hirvivahinkojen määrään selvitettiin lineaarisella regressioanalyysillä. Selittävinä muuttujina käytettiin faktorianalyysin perusteella saatuja neljää yhdistettyä muuttujaa (faktoripistemuuttujia) ja selitettävänä muuttujana oli taimikon hirvivahinkoluokka (kuva 1). Regressioanalyysin tulokset esitetään taulukossa 3.

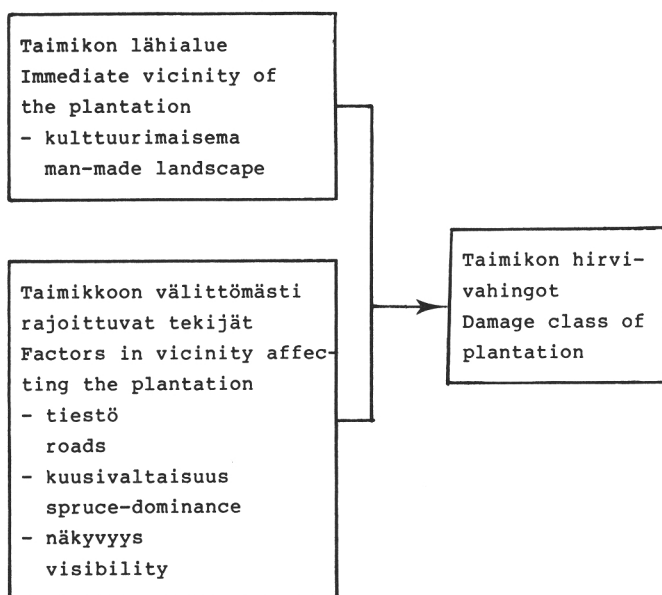
### 4.1. Taimikon lähialue

#### 4.1.1. Kulttuurimaisema

Taimikon lähialuetta kuvaavat muuttujat korreloivat voimakkaasti keskenään, joten

faktorianalyysissä niistä muodostui yksi faktori, kulttuurimaisema. Se oli merkittävin ja voimakkain taimikon vahinkoalttiuden selittäjä ( $r^2 = 16\%$ ). Tulokset osoittavat, että mitä vähemmän taimikon läheisyydessä on asutusta, peltoa, teitä yms., sitä alttiimpi taimikko on hirvituhoille. Myös Korhonen (1939) ja Yli-Vakkuri (1956) ovat havainneet asutuksen läheisyyden vähentävän taimikon hirvituhoalttiutta. Hirvet ruokailevat siten enemmän häiriöttömillä syrjäseuduilla kuin rauhottomilla kulttuurialueilla.

Taimikkoa ympäröivien suoalueiden vaikutus hirvituhojen määrään osoittautui lähinnä toissijaiseksi. Suoalueiden määrän kasvaessa tuhojen määrä lisääntyi, mutta samalla kulttuurimaiseman osuus pieneni. Hirvivahinkojen



Kuva 1. Taimikon lähiympäristöä kuvaavien tekijöiden vaikutus taimikon hirvivahinkoihin.

Figure 1. The effect of immediate environment on moose damage.

Taulukko 3. Hirviahinkoluokan regressiomalli, kun selittävinä muuttujina käytetään taimikon lähiympäristöä kuvaavista muuttujista muodostettuja faktoripistemuuttujia. Suluissa regressiokertoimen merkitsevyyttä kuvaavat t-arvot.

Table 3. Regression model for the damage class using the factor score variables describing the immediate environment of the plantation. T-values of regression coefficients are given in parentheses.

Selitettävä muuttuja <i>Dependent variable</i>	Regressiokertoimet — Regression coefficients						Mallin F-arvo <i>F-value of model</i>
	Vakio <i>Constant</i>	Kulttuuri- maisema <i>Man-made landscape</i>	Tiestö <i>Roads</i>	Kuusival- taisuus <i>Spruce- dominance</i>	Näkyvyys <i>Visibility</i>	Selitysaste Coeff. det., R <sup>2</sup> %	
Hirvi- vahinkoluokka <i>Damage class</i>	1,27	-0,43F <sub>1</sub> (-5,615***)	-0,18F <sub>2</sub> (-2,369*)	+0,28F <sub>3</sub> (2,774**)	+0,30F <sub>4</sub> (3,887***)	30,0	14,987***

Merkitsevyyden riskitaso  
*Risk level of significance*

\* 5 %  
\*\* 1 %  
\*\*\* 0,1 %

riippuvuus suoalueiden määrästä johtuneekin ensisijaisesti ihmistoiminnan vähäisyydestä eikä suoalueiden runsaudesta. Lisäksi hirvien on todettu hakeutuvan talveksi kangasmaille (Pul-liainen 1980). Rauhallisina ja suhteellisen avoimina suoalueet tarjoavat metsäsaarekkei-neen hyvän elinympäristön hirville. Tämän pe-rusteella voidaankin olettaa, että erityisesti suosaarekkeiden taimikot ovat alttiita hirviva-hingoille.

## 42. Taimikkoon välittömästi rajoittuvat tekijät

### 421. Tiestö

Jokseenkin merkitseväksi hirvituhoja vä-hentäväksi tekijäksi osoittautui liikennöidyn tien määrän lisääntyminen taimikon välittö-mässä läheisyydessä. Hirvet näyttävät siten välttelevän meluisia ja rauhattomia alueita. Myös Korhonen (1939) on esittänyt hirviva-hinkojen olevan maantien välittömässä läheis-syydessä vähäisiä.

Tien etäisyyden vaikutusta tuhojen mää-rään ei voitu kunnolla selvittää, koska lähi-ympäristöä kuvaavat muuttujat mitattiin vain 100 hehtaarin alueelta taimikon keskipisteestä. Tällöin vain ne tiet, jotka sijaitsivat alle puo-len kilometrin etäisyydellä taimikosta, sisältyi-vät aineistoon. Alle 150 m etäisyydellä tiestä esiintyi kaikkia tuholuokkia. Kuitenkin pa-hoin tai melko pahoin vioittuneista taimikois-

ta 71 % sijaitsi yli 500 m etäisyydellä tiestä. Sen sijaan koskemattomista tai lievästi vau-rioituneista taimikoista vain 46 % sijaitsi yli 500 m etäisyydellä. Tämän perusteella näyttää siltä, että etäisyyden tiestä kasvaessa taimikon hirviahinkoalttiuus kasvaa. Korhonen (1939) on esittänyt, että tien vähentävä vaikutus hir-vituhoihin ulottuisi noin 1 kilometriin asti.

### 422. Kuusivaltaisuus

Taimikkoa ympäröivien alueiden kuusival-taisuuden lisääntyessä lisääntyi myös taimikon hirviahinkojen määrä. Näin ollen männyn-taimikot, jotka sijaitsivat kuusimetsien keskel-lä, ovat keskimääräistä alttiimpia hirviahin-goille. Tulos on johdonmukainen hirvien ra-vinnonvalintaa ajatellen, sillä kuusen on todet-tu olevan hirvien vähän käyttämä ravintokasvi (esim. Löyttyniemi ja Piisilä 1983). Lisäksi kuusivaltaisissa metsissä on niukasti katajaa, mäntyä ja lehtipuita, jotka ovat hirven pääasiallista talviravintoa.

Hirvituhojen määrä ei ollut riippuvainen taimikon kasvupaikan viljavuudesta, kuten Löyttyniemi ja Piisilä (1983) ovat jo aikai-semmin todenneet. Julkaistut havainnot (Kor-honen 1939, Yli-Vakkuri 1956, Rautiainen ja Räsänen 1980, Jacobsson 1983) siitä, että vil-javilla kasvupaikoilla männyntaimikot olisivat hirviahingoille alttiimpia kuin karuilla mailla, ovat todennäköisesti osaltaan johtuneet tai-mikkoa ympäröivien alueiden kuusivaltaisuu-

desta (ks. Huttunen 1977). Viljavien kasvupaikkojen männyntaimet ovat reheväkasvuisia ja niiden on todettu olevan hirvien mieleen (Löyttyniemi 1981b), mutta tätä merkittävämpi vahinkoalittiutta lisäävä tekijä näyttää olevan hirville sopivan ravinnon niukkuus taimikkoa ympäröivillä kuusivaltaisilla alueilla.

#### 423. Näkyvyys

Taimikkoon välittömästi rajoittuvista tekijöistä merkittävimäksi hirvivahinkojen mää-

rän selittäjäksi osoittautui näkyvyys ympäristöön. Tuhot olivat sitä suurempia mitä avoimmalla paikalla taimikko sijaitsi. Hirvet oleivat ilmeisesti usein ympäristöönsä korkeammilla maastokohdilla tai muuten hyvän näkyvyyden alueilla, jolloin ne voivat tarkkaila ympäristöönsä mahdollisen vaaran varalta. Myös Korhonen (1939) ja Kangas (1949) sekä Sainio (1956) ovat havainneet hirvien suosivan taimikoita, joista on hyvä näkyvyys ympäristöön.

## 5. PÄÄTELMÄT

Regressiomallissa, jolla pyrittiin kuvaamaan männyn viljelytaimikon hirvivahinkojen määrän riippuvuutta ympäristöstä, selitysaste jäi varsin alhaiseksi (30 %). Tämä voidaan tulkita siten, että taimikon vahinkoalittiuteen vaikuttavat lähiympäristön ohella monet muutkin tekijät, kuten hirvikannan suuruus, talvilaidunalueiden läheisyys ja olosuhteet sekä jossain määrin taimikon sisäiset ominaisuudet (vrt. Korhonen 1939, Yli-Vakkuri 1956, Lykke 1964, Löyttyniemi ja Piisilä 1983).

Tuloksia ei voida yleistää koskemaan koko Suomea, sillä aineisto kerättiin vain Etelä-Suomesta. Taimikon lähiympäristön vaikutukset lienevät kuitenkin nyt todetun kaltaisia koko Etelä-Suomessa niin hyvin männyn viljely- kuin luonnontaimikoissakin.

Tulosten mukaan männyn viljelytaimikon alttiutta hirvituhoille lisäävät seuraavat tekijät: 1) hyvä näkyvyys ympäristöön; 2) sijainti kuusivaltaisella alueella; 3) asutuksen, maatalouden ja vilkasliikenteisen tiestön (ns. kulttuurimaisen) vähäinen osuus taimikon lähiympäristössä. Näin ollen mäen päällä oleva uudistusalaan ja kuusimetsiin rajoittuva taimikko syrjäisellä seudulla on erityisen altis hirvituhoille edellyttäen, että alueella on suhteellisen runsas hirvikanta.

Edellä esitettyjä hirvivahinkoalittiuteen vaikuttavia tekijöitä on vaikea poistaa tai muuttaa. Sen sijaan aikaa, jolloin taimikko kokonsa puolesta on altis hirvituhoille, voidaan lyhentää nopeuttamalla taimikon kehitystä hoitotoimenpiteillä. Hirven on todettu vioittavan

toistuvasti samoja puuyksilöitä (Kangas 1949, Löyttyniemi ja Piisilä 1983), joten taimikon perkauksessa ei ole syytä poistaa jo vioittuneita taimia, sillä ne saattavat vähentää muihin taimiin kohdistuvaa tuhovaaraa (Löyttyniemi 1983a). Toisaalta lannoitus saattaa lisätä alttiutta hirvituhoille (Ahlén 1975, Löyttyniemi 1981b).

Viime vuosina on usein kuusen avohakkuu-aloja viljelty männyllä tyvilahovaaran ja osittain myös kuusen taimien puutteen vuoksi. Tällaiset kuusimetsiin rajoittuvat pienialaiset männyn taimikot ovat keskimääräistä alttiimpia hirvivahingoille ja voivat joutua toistuvien tuhojen kohteeksi. Koska hirvien vahingoittamat taimet toipuvat huomommin viljavilla kasvupaikoilla kuin karuilla mailla (Kangas 1963, Löyttyniemi 1983a), tulisi kuusivaltaisilla alueilla, mikäli hirvituhoavaara on ilmeinen, välttää puulajin vaihdosta männylle.

Männyntaimikoita voidaan myös suojata erilaisilla hajuun ja makuun perustuvilla hirvikarkotteilla tai suoja-aidalla (Heikkilä 1981, Löyttyniemi 1981a, 1983b). Näillä mekaanisilla ja kemiallisilla torjuntamenetelmillä tulisi suojata erityisesti nyt todetun kaltaiset alttiit taimikot, sillä harvankin hirvikannan alueilla tällaiset taimikot tulevat tuhoutuiksi. Hirvet tulisi saada etsimään ravintoa alueilta, joiden hirvivahinkojen kestävyys on parempi.

Koska mänty on hirvien eniten käyttämä puuvartinen talviravintokasvi (esim. Andersson 1971, Löyttyniemi ja Piisilä 1983), voivat taimikonsuojaukset ja männynviljelyn vähen-

tyminen lisätä tuhoriskiä suojaamattomissa taimikoissa. Seurauksena voi olla vahinkojen lisääntyminen kuusitaimikoissa (vrt. Westman 1958, Lykke 1964). Kuitenkin muualla kuin männyntaimikoissa vahingot ovat lievempiä, koska ne jakautuvat yleensä laajemmalle alueelle. Taimikoiden kehityksen turvaamiseksi myös hirvien talviruokinnalla voitaisiin yrittää houkutelaa hirviä alueille, joiden taimet ovat jo ohittaneet vahinkoalttiin koon.

Yhden hirven aiheuttama tuho männyn taimikossa on todennäköisesti keskimäärin

samansuuruinen hirvitiheydestä riippumatta (Löyttyniemi ja Piisilä 1983, Löyttyniemi ja Repo 1983), joten hirvivahinkojen määrää voidaan säädellä säätelemällä hirvikantaa. Ylläpidettävä hirvikanta tulisikin määritellä nykyistä tarkemmin ottaen huomioon riistataloudellisten näkökohtien lisäksi myös metsätalouden sekä koko kansantalouden näkökohdat (ks. Risvand 1977). Erityisesti vahinkoalttiiden alueiden hirvikannan säätelyyn tulisi kiinnittää huomiota nykyistä enemmän.

## KIRJALLISUUS—REFERENCES

- Ahlén, I. 1975. Winter habitats of moose and deer in relation to land use in Scandinavia. *Viltrevy* 9: 45—192.
- Andersson, E. 1971. Havaintoja hirven talvisesta ravinnonkäytöstä ja vuorokautisrytmistä. Summary: Observations on the winter food and diurnal rhythm of moose (*Alces alces*). *Suomen Riista* 23: 105—118.
- Frane, J.W. & Hill, M.A. 1974. Annotated computer output for factor analysis: A supplement to the writeup for computer program BMDP4M. BMDP Technical Report 8. Health Sciences Computing Facility, University of California, Los Angeles. 46 s.
- Harman, H.H. 1967. Modern factor analysis. 2nd ed. Chicago University of Chicago Press. 474 s.
- Heikkilä, R. 1981. Tuloksia torjunta-ainekokeista 1980—81. Tuhoeläinten torjunta-aineet. *Hirvet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 45: 61—63.
- Huttunen, P. 1977. Hirvivahingot ja niiden metsätaloudellinen merkitys viljelytaimistoissa Etelä-Karjalan eräissä pitäjissä. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 61 s.
- Iivesniemi, H. 1982. Hirvituhot koivun viljelytaimikoissa. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 53 s.
- Jacobsson, T. 1983. Älgskadefrekvens i förhållande till markens näringsinnehåll och resultat av en skadeinventering. *Sveriges Skogsvårdsförb. Tidskr.* 6: 2—9.
- Kangas, E. 1949. Hirven metsässä aikaansaamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. Summary: On the damage to the forest caused by moose, and its significance in the economy of the forest. *Suomen Riista* 4: 62—90.
- 1963. Suomalaisen männyn mutka- ja haararunkoisuus ja sen syyt. Summary: Crooks and forks in Scots pine and their causes. *Metsätietoa* N:o 2. *Metsätal. Aikakausl.* 80: 357—367.
- Korhonen, E. 1939. Hirvivahingoista Evon metsissä. *Metsätal. Aikakausl.* 56: 89—91.
- Lykke, J. 1964. Elg og skog. Elgskadeundersøkelser i Verdal. Summary: Studies of moose damage in a conifer forest area in Norway. *Medd. Statens Vildundersøkelser* 2 ser. 17: 1—57.
- Löyttyniemi, K. 1981a. Hirvivahinkojen torjuntavaihtoehtot metsissä. *Kasvinuojelulehti* 14: 124—125.
- 1981b. Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyravinnon valintaan. Summary: Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*). *Folia For.* 487: 1—14.
- 1983a. Männyn taimien kehitys latvan katkeamisen jälkeen. Summary: Recovery of young Scots pines from stem breakage. *Folia For.* 560: 1—11.
- 1983b. Sähköpaimen taimikkojen suojauksessa hirvivahingoilta. Summary: Testing of electric fences for moose (*Alces alces*). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 102: 1—7.
- & Piisilä, N. 1983. Hirvivahingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in young pine plantations in the Forestry Board District Uusimaa-Häme. *Folia For.* 553: 1—23.
- & Repo, S. 1983. Hirven ja valkohäntäpeuran aiheuttamat metsävahingot. Tiedustelun tuloksia 1976 ja 1982. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 103: 1—13.
- Nygren, K. 1979. Hirvi. Tapiola 1. Weilin + Göös. Espoo. s. 150—175.
- Pulliainen, E. 1980. Hirvieläinten talviset liikkunnot ja ravinnonotto. (Winter diet and movements of cervids. A review). *Mem. Soc. Fauna Flora Fenn.* 56: 51—58.
- Rautiainen, O. & Räsänen, P.K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976. *Folia For.* 426: 1—24.
- Risvand, J. 1977. Utnyttelse av en biologisk ressurs. Agder distriktshøgskole Økonomisk Fagseksjon Skrifter 6: 1—23.
- Sainio, P. 1956. Hirvien talvisesta ravinnosta. Summary: On the feeding of the elk in winter. *Silva Fennica* 88 (1): 1—24.
- Westman, H. 1958. Älgens skadegørelse på ungsbogen. Summary: The damage caused by elk to young stands. *Kungl. Skogshögskolans Skrifter* 28: 1—148.
- Yli-Vakkuri, P. 1956. Männyn kylvötaimistojen hirvivahingoista Pohjanmaalla. Summary: Moose damage in seedling stands of pine in Ostrobothnia. *Silva Fennica* 88 (3): 1—17.

Total of 25 references

## SUMMARY

### Introduction

As a result of restrictions imposed on moose (*Alces alces* L.) hunting in the 1960's, the size of the Finnish moose population increased strongly to a level of about 50 000 half-way through the 1970's, and to about 100 000 overwintering individuals by the end of the decade (Nygren 1979). This sharp increase has led to moose becoming a serious pest in young pine and hardwood stands. Moose have even been found to cause as much damage to young trees in southern Finland as all the other damaging agents together (Löyttyniemi and Piisilä 1983, Löyttyniemi and Repo 1983). In general pine, together with rowan, aspen and willows, are the most important food plants for moose in Finland (Sainio 1956, Andersson 1971, Löyttyniemi and Piisilä 1983).

The factors which make young plantations susceptible to moose damage have earlier been studied by determining the effect of internal stand factors in young pine plantations (Löyttyniemi and Piisilä 1983). According to the results of their study, neither the forestation technique, the general silvicultural condition of the plantation, the amount of sprout undergrowth nor the size of the plantation have any clear effect on the damage frequency. However, the results might have been effected by the low level of variation in some of the factors. For instance, the plantations included in the study were rather small and sprout undergrowth had developed to a harmful extent in only every tenth plantation.

External factors, such as the location, type of terrain, the quantity and quality of winter forage in the forest area and the proximity of alternative winter grazing areas, presumably have a stronger effect on the susceptibility of young plantations to moose damage than internal factors. However, no studies have so far been carried out in Finland on the effect of external factors on the damage susceptibility of young plantations.

The aim of this study was to determine the effect of the environment in the immediate vicinity of young pine plantations on their susceptibility to moose damage. The study is mainly confined to determining the role played by topography and different forms of land use.

### Material and methods

The study is based on data concerning the type and extent of moose damage in young Scots pine plantations collected by the Finnish Forest Research Institute in 1976. The material has been described in detail by Löyttyniemi and Piisilä (1983).

The material comprised 153 randomly selected, young Scots pine plantations established on mineral soil sites in the Uusimaa-Häme Forestry Board District, southern Finland, during the period 1963-72. About 15 plantations per age class were selected randomly for further study. The mean size of these plantations was

1,03±0,065 ha (0,25 — 5,0 ha).

The plantations were inspected visually in summer 1976. The condition of the plantations and the extent of any damage was recorded as it would have been in spring 1976. The moose damage was estimated using the scale 0-5. The mean damage class in all the plantations was 1,3 (Table 1).

The surrounding areas in the immediate vicinity of the plantations were also classified. The proportion of different types of land in the area around the plantations was determined using the following variables:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1) Arable land, %          | 10) Mature deciduous forest, %  |
| 2) Building land, %        | 11) Young deciduous stand, %  |
| 3) Lake, %                 | 12) Clear-felled area, %  |
| 4) Stream, %               | 13) Inclination of slope, 1/100 m   |
| 5) Peatland, %             | 14) Location of plantation (1 = hollow, 2 = hill)                           |
| 6) Mature pine forest, %   | 15) Road, %   |
| 7) Young pine stand, %     | 16) Type of road (1 = forest road or track, 2 = minor road, 3 = major road) |
| 8) Mature spruce forest, % |   |
| 9) Young spruce stand, %   |   |

A 100 ha area ( $r = 564$  m) was marked out on an ordinance map around the centre point of the plantation. The number or proportion of different types of feature or terrain were measured in this area (e.g. mineral soil %, roads km). The following variables were used in depicting the surrounding area:

- |  |  |
|--|--|
| 17) Mineral soil, %  | 22) River or stream, km                |
| 18) Peatland, %  | 23) Roads, km                          |
| 19) Arable land or meadow, %                                       | 24) Distance to nearest road, km       |
| 20) Water (lake, pond), %  | 25) Settlements, No.                   |
| 21) Other land, % (= settlements, depots, roads, gravel pits etc.) | 26) Distance to nearest settlement, km |

Since the number of parameters depicting the immediate surroundings of the plantations was rather large, it was necessary to condense the information somewhat. In addition, the variables were in many cases highly intercorrelated and some of them abnormally distributed. The variables representing the immediate surroundings of the plantations were combined using factor analysis (Table 2).

The dependence of the amount of moose damage in the plantations on the combined variables (i.e. the factors) was determined by means of regression analysis. The factors and factor scores obtained in factor analysis formed new nonintercorrelated and independent variables.

## Results

The strongest and most significant explainer of the susceptibility of the plantations to moose damage was the presence of man-made features in the area (Table 3). The results show that the fewer the signs of habitation, fields, roads etc. close to the plantations, the more susceptible is the plantation to moose damage.

The effect of peatlands in the area around the plantations proved to be of less significance as regards the amount of moose damage. The amount of damage increased as the proportion of peatlands increased but at the same time the proportion of man-made landscape decreased. The dependence of the amount of moose damage on the proportion of peatlands may be primarily due to the low level of human activity, and not directly to the increase in the amount of peatlands.

Roads in the immediate vicinity of the plantations decreased significantly moose damage. Moose thus appear to avoid noisy areas.

It was not possible to obtain an accurate estimate of the effect of the distance to the nearest road on the amount of damage owing to the fact that only those roads which were located at a distance of less than 0.5 km from the plantations were included in the material. All the damage classes occurred in plantations at a distance of under 150 m from a road. However, 71 % of the seriously or rather seriously damaged plantations were located at a distance of more than 500 m from the nearest road. On the other hand, only 46 % of the unaffected or slightly damaged plantations were situated at a distance of over 500 m from the nearest road. It would thus appear that the susceptibility of plantations to moose damage increases as the distance to the nearest road increases.

An increase in spruce-dominated stands in the area around the plantations also increased the amount of moose damage in the plantations. Thus pine plantations which are surrounded by spruce stands are usually more susceptible to moose damage.

The amount of moose damage was not dependent on the fertility of the soil in the plantations, as has earlier been reported by Löyttyniemi and Piisilä (1983). The claims (Korhonen 1939, Yli-Vakkuri 1956, Rautiainen and Räsänen 1980, Jacobsson 1983) that pine plantations growing on fertile sites would be more susceptible to damage than those on infertile soils, are probably partly due to the fact that the forests surrounding the plantations in question have been dominated by spruce (see Huttunen 1977). Young pines growing on fertile sites have lush foliage which is highly attractive to moose (Löyttyniemi 1981b). However, the factor which appears to be more important than this from the point of view of the susceptibility to moose damage, is the shortage of food suitable for moose in the spruce-dominated stands surrounding the plantations.

Of the factors directly affecting the plantations, the most significant explainer of the amount of moose damage proved to be the visibility to the surrounding area. The amount of moose damage increased to a highly significant degree as the visibility increased. It thus appears that moose usually browse in elevated areas where the good all-round visibility enables them to keep a continuous look out for approaching danger.

## Discussion and conclusions

The coefficient of determination of the effect of the area surrounding the plantation was very low in the regression model depicting the susceptibility of pine plan-

tations to moose damage. Thus, in addition to the immediate surroundings, many other factors such as the size of the moose population, the type and availability of winter forage, and also to some extent the internal properties of the plantation, affect the susceptibility of plantations to damage (cf. Korhonen 1939, Yli-Vakkuri 1956, Lykke 1964, Löyttyniemi and Piisilä 1983).

The results obtained here cannot be generalized as such to cover the whole of Finland since the material was collected in certain areas in southern Finland only. However, the effects of the environment surrounding plantations may appear to be similar in both naturally and artificially regenerated young pine stands elsewhere in southern Finland.

It is difficult to eliminate or alter the factors which were found to affect the susceptibility of plantations to moose damage in this study. On the other hand, the period of time when the plantation, owing to its height and stage of development, is susceptible to moose damage can be shortened by speeding up the development of the young pines through management techniques. However, fertilization may increase the susceptibility to moose damage (Ahlén 1975, Löyttyniemi 1981b).

During the past few years clear-cut spruce stands have often been reforested with pine owing to the prevalence of root-rot and also partly to the lack of suitable spruce regeneration material. Since the damage caused by moose to young pines becomes more serious at later stages of development on fertile sites than on infertile ones (Kangas 1963, Löyttyniemi 1983a), a change of tree species should be avoided in spruce-dominated areas if there is any likelihood of moose damage occurring.

Pine plantations can also be protected using various types of moose repellents based on smell or taste, or by fencing off the area (Heikkilä 1981, Löyttyniemi 1981a, 1983b). These mechanical and chemical protection methods should be used in the sort of plantations which, according to the results of this study, are susceptible to damage since even if there is only a small moose population in the area, the plantations are likely to be destroyed.

Since pine is the primary woody source of food for moose during the winter (e.g. Andersson 1971, Löyttyniemi and Piisilä 1983), plantation protection measures and a reduction in pine forestation may increase the risk of damage in unprotected plantations. It may also result in an increase in damage in spruce plantations (cf. Westman 1958, Lykke 1964). However, the damage in areas other than pine stands is less severe since they usually cover a larger area.

The average amount of damage caused by a single moose during winter is probably the same, independent of the density of the moose population (Löyttyniemi and Piisilä 1983, Löyttyniemi and Repo 1983). This means that one way of regulating the amount of moose damage is to control the size of the moose population. When determining the recommended size of the moose stock in an area, more attention should be paid to the needs of forestry and the national economy, and not just hunting aspects. Regulation of the moose population is especially important in the areas which now proved to be susceptible to moose damage.

Liite 1. Alkuperäisten muuttujien väliset korrelaatiokertoimet.  
Appendix 1. Correlation coefficients between the original variables (see page 11.)

	PELTO% 1	TONTTI% 2	JÄRVI% 3	PURO% 4	SUO% 5	MÄNTYV% 6	MÄNTYT% 7	KUUSIV% 8	KUUSIT% 9	
PELTO%	1	1.0000								
TONTTI%	2	0.0863	1.0000							
JÄRVI%	3	-0.0286	-0.0185	1.0000						
PURO%	4	-0.0209	-0.0135	-0.0096	1.0000					
SUO%	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000				
MÄNTYV%	6	-0.1086	-0.0869	0.0659	0.0442	0.0000	1.0000			
MÄNTYT%	7	-0.0861	-0.0779	-0.0709	-0.0518	0.0000	-0.0536	1.0000		
KUUSIV%	8	-0.0526	0.0152	-0.1301	-0.0002	0.0000	-0.7285***	-0.2900***	1.0000	
KUUSIT%	9	-0.0536	-0.0052	0.0614	-0.0179	0.0000	-0.1060	-0.0124	-0.1365	1.0000
LEHTIV%	10	-0.0540	-0.0349	-0.0247	-0.0181	0.0000	-0.1086	0.0057	0.0459	-0.0463
LEHTIT%	11	-0.0162	-0.0272	-0.0193	-0.0141	0.0000	-0.1058	-0.0416	0.0032	-0.0361
AUKEA%	12	-0.0464	-0.0823	-0.0098	-0.0426	0.0000	-0.1556	-0.2030*	-0.2245**	-0.0925
KALT	13	-0.0141	0.2971***	-0.0298	-0.0388	0.0000	0.0239	-0.0280	-0.0337	0.0858
TAIMSIJ	14	-0.0595	-0.0330	-0.0163	0.0546	0.0000	-0.1167	-0.0320	0.0805	-0.1562
TIE%	15	0.2953***	0.1974*	-0.0357	-0.0261	0.0000	0.0697	-0.1055	-0.0779	-0.0063
TIENLAAT	16	0.0389	0.0710	-0.0364	-0.0266	0.0000	0.0271	-0.1115	0.0227	0.0580
METSÄM%	17	-0.1842*	-0.0588	-0.0901	0.1386	0.0000	0.1517	-0.0296	-0.0059	-0.0988
SOIST%	18	-0.1736*	-0.1022	0.0291	-0.0718	0.0000	0.0145	0.1605*	-0.0517	0.1069
PELTO%	19	0.2907***	0.1328	0.0734	-0.0647	0.0000	-0.1628*	-0.0958	0.0692	-0.0089
VESI%	20	-0.0003	-0.0250	-0.0021	-0.0313	0.0000	0.0166	0.0526	-0.0603	0.0326
MUUTA%	21	0.0456	0.0053	-0.0166	-0.0369	0.0000	-0.0115	-0.0277	-0.0142	0.0730
JOKIKM	22	0.0334	-0.0357	0.0746	0.0710	0.0000	-0.1087	0.0195	0.0815	0.1416
TIEKM	23	0.1403	0.0046	-0.0269	-0.0698	0.0000	-0.0201	0.0106	-0.0115	0.1334
TIENET	24	-0.0171	0.1103	-0.0373	-0.0650	0.0000	0.0179	-0.0293	0.0007	-0.0839
ASUNTOJA	27	0.2129**	0.0661	0.0502	-0.0255	0.0000	-0.0777	-0.0822	0.0702	-0.0450
ASUNTOET	28	-0.0634	-0.0915	0.0142	0.1101	0.0000	0.0568	-0.0068	-0.0747	-0.0478
TUHOASTE	29	-0.1018	-0.0848	0.0002	-0.0211	0.0000	-0.1831*	-0.0121	0.1711*	-0.0013
FACTOR1	31	0.2368**	0.1096	0.0191	-0.0424	0.0000	-0.0979	-0.1095	-0.0003	0.0072
FACTOR2	32	0.1528	0.0698	-0.0372	-0.0109	0.0000	0.0534	-0.0986	0.0029	0.0043
FACTOR3	33	0.0189	0.0479	-0.0979	-0.0096	0.0000	-0.8786***	-0.1087	0.9455***	-0.0320
FACTOR4	34	0.0340	-0.1005	0.0249	0.0167	0.0000	-0.2101*	-0.1199	-0.0840	-0.1430

	LEHTIV% 10	LEHTIT% 11	AUKEA% 12	KALT 13	TAIMSIJ 14	TIE% 15	TIENLAAT 16	METSÄM% 17	SOIST% 18	
LEHTIV%	10	1.0000								
LEHTIT%	11	-0.0364	1.0000							
AUKEA%	12	-0.1058	-0.0859	1.0000						
KALT	13	-0.0183	0.1140	-0.0699	1.0000					
TAIMSIJ	14	0.1084	0.1099	0.1466	-0.1083	1.0000				
TIE%	15	-0.0315	0.0813	-0.0623	-0.0573	-0.1290	1.0000			
TIENLAAT	16	0.0482	0.1529	-0.1042	-0.0944	0.0180	0.7322***	1.0000		
METSÄM%	17	0.0743	0.0372	-0.0678	-0.0936	0.1076	-0.0738	-0.0510	1.0000	
SOIST%	18	0.0654	-0.0781	-0.0362	-0.1398	-0.0785	-0.1559	-0.1393	-0.1475	1.0000
PELTO%	19	-0.1047	-0.0284	0.0987	0.1339	-0.0501	0.1604*	0.0983	-0.7073***	-0.4581***
VESI%	20	-0.0231	0.0969	-0.0260	0.0495	0.0037	-0.0170	0.0327	-0.2457**	-0.1015
MUUTA%	21	-0.0205	0.0369	0.0130	0.1341	-0.0088	0.1059	0.1411	-0.3062***	-0.2207**
JOKIKM	22	0.0431	-0.1195	-0.0676	0.0164	0.0214	0.0256	-0.0058	-0.2451**	0.0953
TIEKM	23	0.0348	0.0376	-0.1012	0.1158	-0.0021	0.1889*	0.1548	-0.2150**	-0.2707***
TIENET	24	-0.0758	0.1690*	0.0170	0.0864	0.0583	-0.0890	-0.1052	0.0482	-0.1929*
ASUNTOJA	27	-0.0636	0.1009	-0.0113	0.1383	0.0381	0.1207	0.0811	-0.4562***	-0.4281***
ASUNTOET	28	0.0377	-0.0138	0.1189	-0.0917	0.1276	-0.0604	-0.0307	0.0238	-0.2034*
TUHOASTE	29	0.0329	-0.1630*	0.1049	-0.2550**	0.1644*	-0.2474**	-0.2297**	0.2509*	0.2478**
FACTOR1	31	-0.0756	0.0518	0.1398	0.2796***	0.0197	0.1579	0.1080	-0.4588***	-0.6620***
FACTOR2	32	0.0238	0.1801*	-0.1398	-0.2899***	-0.0126	0.8873***	0.9123***	0.0244	-0.0958
FACTOR3	33	0.0994	0.0881	-0.1747*	-0.0548	0.1724*	-0.0950	0.0172	-0.0552	-0.0242
FACTOR4	34	-0.0318	-0.3040**	0.7695***	-0.4487***	-0.0345	-0.0345	-0.0495	-0.0057	-0.0778

	PELTO% 19	VESI% 20	MUUTA% 21	JOKIKM 22	TIEKM 23	TIENET 24	ASUNTOJA 27	ASUNTOET 28	TUHOASTE 29	
PELTO%	19	1.0000								
VESI%	20	-0.0798	1.0000							
MUUTA%	21	0.1771*	0.0490	1.0000						
JOKIKM	22	0.2384**	-0.1573	-0.0179	1.0000					
TIEKM	23	0.2546**	-0.0274	0.6026***	0.0094	1.0000				
TIENET	24	0.0111	0.0007	0.2921***	-0.0676	0.3300***	1.0000			
ASUNTOJA	27	0.5984***	0.1170	0.4010***	0.1362	0.4549***	0.1095	1.0000		
ASUNTOET	28	0.1263	-0.0768	0.0838	0.0411	0.0099	0.0897	0.2931***	1.0000	
TUHOASTE	29	-0.2680**	-0.1834*	-0.3182***	-0.0550	-0.2725***	-0.0732	-0.3359***	-0.0032	1.0000
FACTOR1	31	0.7247**	0.0647	0.6318***	0.0789	0.6704***	0.2503**	0.8172***	0.2125**	-0.3981***
FACTOR2	32	0.0467	-0.0392	0.0447	-0.0054	0.1183	-0.1141	0.0032	-0.0507	-0.1680*
FACTOR3	33	0.1105	-0.0612	-0.0601	0.1139	-0.0274	-0.0190	0.0690	-0.0679	0.1966*
FACTOR4	34	0.2074*	-0.2349**	-0.2211**	0.0564	-0.2538**	-0.1149	-0.0814	0.1841*	0.2756***

	FACTOR1 31	FACTOR2 32	FACTOR3 33	FACTOR4 34	
FACTOR1	31	1.0000			
FACTOR2	32	0.0000	1.0000		
FACTOR3	33	0.0000	0.0000	1.0000	
FACTOR4	34	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

Merkittävyyden riskitaso. (df=151) \* 5%  
Risk level of significance. \*\* 1%  
\*\*\* 0,1%

Liite 2. Alkuperäisten muuttujien keskiarvot ja hajonnat.

Appendix 2. Mean and standard deviation of the original variables (see page 11.)

Muuttuja Variable	Keski- arvo Mean ( $\bar{x}$ )	Keski- hajonta Stand. dev.
<b>Taimikkoon välittömästi rajoittuvat tekijät</b> <i>Factors in vicinity affecting the plantation</i>		
1 pelto %	1.88	7.52
2 tontti %	0.71	4.40
3 järvi %	0.38	3.35
4 puro %	0.07	0.83
5 suo %	0.00	0.00
6 mäntyv %	24.81	28.87
7 mäntyt %	9.59	15.54
8 kuusiv %	50.09	31.38
9 kuusit %	2.08	9.72
10 lehtiv %	1.01	4.68
11 lehtit %	0.45	2.69
12 aukea %	8.74	17.20
13 kaltevuus	7.28	4.93
14 taimikon sijainti	1.70	0.46
15 tie %	1.99	6.41
16 tien laatu	0.53	1.68
<b>Taimikon lähialue</b> <i>Immediate vicinity of the plantation</i>		
17 kangasm. %	69.94	13.96
18 suo, soist. %	10.49	9.91
19 pelto %	14.94	14.19
20 vesi %	2.01	5.38
21 muu %	2.63	3.69
22 joki/puro, km	1.56	1.11
23 tiet, km	0.61	0.73
24 etäisyys tiehen, km	0.13	0.16
25 asumusryhmiä, kpl	1.41	1.35
26 etäisyys asumusryhmään	0.18	0.17
27 tuholuokka	1.27	1.08







ODC 451.2+156.5+149.6 *Alces alces* +174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0706-9  
ISSN 0015-5543

REPO, S. & LÖYTTYNIEMI, K. 1985. Lähiympäristön vaikutus männyn viljely-  
taimikon hirvivahinkoaltiuuteen. Summary: The effect of immediate environment  
on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations. Folia. For.  
626:1—14.

The dependence of moose (*Alces alces* L.) damage upon the environment of young  
Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was studied using linear regression analysis. The  
material consisted of 153 randomly chosen plantations. Damage decreased as the  
proportion of man-made landscape increased. The presence of roads in the  
immediate vicinity of the plantations also decreased the amount of moose damage,  
whereas improved visibility and the dominance of spruce increased damage.

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

ODC 451.2+156.5+149.6 *Alces alces* +174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0706-9  
ISSN 0015-5543

REPO, S. & LÖYTTYNIEMI, K. 1985. Lähiympäristön vaikutus männyn viljely-  
taimikon hirvivahinkoaltiuuteen. Summary: The effect of immediate environment  
on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations. Folia. For.  
626:1—14.

The dependence of moose (*Alces alces* L.) damage upon the environment of young  
Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was studied using linear regression analysis. The  
material consisted of 153 randomly chosen plantations. Damage decreased as the  
proportion of man-made landscape increased. The presence of roads in the  
immediate vicinity of the plantations also decreased the amount of moose damage,  
whereas improved visibility and the dominance of spruce increased damage.

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

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni jul-  
kaisut (julkaisun numero mainittava).

*Please send me the following publications (put  
number of the publication on the back of the  
card).*

Nimi  
Name \_\_\_\_\_

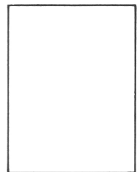
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Osoite  
Address \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Metsäntutkimuslaitos  
Kirjasto/Library  
Unioninkatu 40 A  
SF-00170 Helsinki 17  
FINLAND

Folia Forestalia \_\_\_\_\_

---

---

---

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae \_\_\_\_\_

---

Huomautuksia

*Remarks* \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# METSÄNTUTKIMUSLAITOS

## THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

### Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

### Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema  
*Parkano Research Station*  
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland  
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema  
*Muhos Research Station*  
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland  
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema  
*Suonenjoki Research Station*  
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland  
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koasema  
*Ojajoki Experimental Station*  
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland  
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland  
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema  
*Rovaniemi Research Station*  
Os. — *Address:* Eteläranta 55  
96300 Rovaniemi 30, Finland  
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* PL 68  
80101 Joensuu 10, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema  
*Kannus Research Station*  
Os. — *Address:* Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoasema  
*Ruotsinkylä Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland  
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 607 Jokinen, Katriina: Männyn tyvitervastaudin leviäminen ja torjunta harmaaorvakalla (*Phlebiopsis gigantea*) männyn taimikoiden harvennuksessa.  
The spread of *Heterobasidion annosum* and its control using *Phlebiopsis gigantea* during thinnings in the young stands of Scots pine.
- No 608 Savonen, Eira-Maija & Lähde, Erkki: Paakun taimimäärän vaikutus männyntaimien kehitykseen.  
Effects of seedling density on the development of containerised Scots pine seedlings.
- No 609 Lehto, Tarja: Kalkituksen vaikutus männyn mykorritsoihin.  
The effects of liming on the mycorrhizae of Scots pine.
- No 610 Repo, Tapani, Mela, Martti & Valtanen, Jukka: Männynversosyövälle alttiiden ja vastustuskykyisten taimialkuperien erottaminen neulasten ominaisimpedanssin mittauksella.  
Separation of susceptible and resistant provenances of Scots pine to *Gremmeniella abietina* by specific needle impedance.

- No 611 Raitio, Hannu: Yksivuotiaiden avomaalla kasvatettujen paljasjuuristen männyntaimien kasvuhäiriön oireet ja esiintyminen.  
Symptoms and occurrence of a growth disturbance in one-year-old, bare-rooted Scots pine seedlings raised in the open.
- No 612 Långström, Bo: Tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot Suomessa vuosina 1970—1971. Yhteispohjoismaisen tutkimuksen Suomea koskevat tulokset.  
Damage caused by *Hylobius abietis* in Finland in the years 1970—1971. Results from the Finnish part of a joint Nordic study.
- No 613 Ferm, Ari & Markkola, Annamari: Hieskoivun lehtien, oksien ja silmujen ravinnepitouksien kasvukautinen vaihtelu.  
Nutritional variation of leaves, twigs and buds in *Betula pubescens* stands during the growing season.
- No 614 Hytönen, Jyrki: Teollisuuslietteellä lannoitetun vesipajun lehdetön maanpäällinen biomassatuotos.  
Leafless above-ground biomass production of *Salix 'Aquatica'* fertilized with industrial sludge.
- No 615 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.  
Growth variation in the Forestry Board Districts of Keski-Suomi and Etelä-Pohjanmaa according to the 7th National Forest Inventory.
- No 616 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen, ilman lämpösunnan ja eräiden kasvualustan ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turvemilla.  
Effect of fertilization, temperature sum and some peat properties on the height growth of young pine sapling stands on peatlands.
- No 617 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951—1983.  
Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951—1983.
- No 618 Lipas, Erkki: Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla.  
Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties.
- No 619 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia metsän tehoviljelykokeista turvemilla.  
Preliminary results from high efficiency forest regeneration experiments on peatlands.
- No 620 Metsätalastollinen vuosikirja 1984.  
Yearbook of Forest Statistics, 1984.
- No 621 Salo, Kauko: Luonnonmarjojen ja sienten poiminta Suomussalmella ja eräissä Pohjois-Karjalan kunnissa.  
Wild-berry and edible-mushroom picking in Suomussalmi and in some North Karelian communes, Eastern Finland.
- No 622 Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkien, lehtipuutukkien, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihioiden mittauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista.  
Skogsforskningsinstitutets beslut gällande enhetsvolymtal för användning vid mätning av barrtimmer, löv-timmer, tallstolpar och sliperstimmer.
- No 623 Hämäläinen, Jouko, Paavilainen, Eero, Salminen, Olli & Heinonen, Riitta: Tuloksia ojitettujen korpikuusi-koiden lannoituksesta.  
The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands.
- No 624 Hakkila, Pentti (toim.-ed.): Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti.  
The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project.
- No 625 Kaunisto, Seppo & Päivänen, Juhani: Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemilla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review.
- No 626 Repo, Seppo & Löytyniemi, Kari: Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen.  
The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.  
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.