



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1993

815

Risto Heikkilä

RAVINNON MÄÄRÄN JA PUULAJIKOOSTUMUKSEN VAIKUTUS HIRVEN
RAVINNONKÄYTTÖÖN JA TAIMITUHOIHIN MÄNTYTAIMIKOISSA

Effects of food quantity and tree species composition
on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations

FOLIA FORESTALIA

Julkaisija — *Publisher*

Metsäntutkimuslaitos
The Finnish Forest Research Institute

Toimitus — *Editors*

Päätoimittaja — <i>Editor in chief:</i>	Erkki Annila
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Seppo Oja
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Tommi Salonen

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland
tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308

Toimituskunta — *Editorial Board*

Erkki Annila (pj. — *chairman*), Pentti Hakkila, Seppo Kaunisto, Jari Kuuluvainen, Juha Lappi, Eino Mälkönen

Tavoitteet ja tarkoitus — *Aim and Scope*

Sarjassa julkaistaan tutkimuksia, tilastoja ja kirjallisuuskatsauksia, joilla on ensisijaisesti kotimaista merkitystä. Julkaisukielenä on kotimainen kieli, mutta julkaisut sisältävät englanninkielisen selosteen tärkeimmistä tutkimustuloksista.

Folia Forestalia publishes research reports, statistics and literature reviews relevant to Finnish forestry.

Tilaukset — *Subscriptions*

Tilaukset ja tiedustelut pyydetään osoittamaan Metsäntutkimuslaitoksen kirjastolle. *Subscriptions and orders for back issues should be addressed to the Library of the Institute.*

FOLIA FORESTALIA 815

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1993

Risto Heikkilä

RAVINNON MÄÄRÄN JA PUULAJIKOOSTUMUKSEN VAIKUTUS HIRVEN RAVINNONKÄYTTÖÖN JA TAIMITUHOIHIN MÄNTYTAIMIKOISSA

Effects of food quantity and tree species composition
on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations

Approved on 4.11.1993

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3	TULOKSET	6
3.1	Puulajikohtaiset oksasyönnit	6
3.2	Taimikon tiheyden, puulajisuhteiden ja lähiympäristön vaikutus syönnin määrään ..	6
3.3	Metsätyypin, uudistamistavan ja perkauksen vaikutus syönnin määrään	8
3.4	Taimikoiden tuhoasteen arviointi	11
5	TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	12
	KIRJALLISUUS – REFERENCES	14
	SUMMARY	17

Heikkilä, R. 1993. Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin mäntytaimikoissa. Summary: Effects of food quantity and tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 815. 18 p.

Tutkimuksessa selvitettiin männyntaimikoiden ominaisuuksien vaikutusta hirven talviseen ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin. Tutkimuksen kohteeksi otettiin Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella kaksi aluetta, joista toisella hirvitiheys metsäpinta-alaa kohti oli keskimääräinen, 5,8 hirveä/1000 ha, ja toisella huomattavasti korkeampi, noin 15 hirveä/1000 ha. Vuosina 1988–89 tarkastettiin kaikkiaan 118 taimikkoa.

Hirvitiheyden ollessa keskimääräinen hirvet olivat syöneet eniten pihlajan ja männyn oksia. Näiden puulajien tiheydet olivat myös suurimmat. Vioitettujen taimien kokonaismäärä nousi lievästi taimien kokonaistiheyden noustessa. Taimikoiden tiheys- ja puulajisuhteet eivät vaikuttaneet selvästi männyn käyttöön, mikä ilmeisesti johtui saatavilla olevan ravinnon suhteellisen suuresta määrästä. Mustikkatyyppin taimikoissa oli eri puulajien oksia syöty kaikkiaan enemmän kuin puolukkatyyppin taimikoissa.

Talvehtimisalueella, jossa hirvitiheys oli keskimääräistä huomattavasti korkeampi, männyn ja hieskoivun oksia oli syöty eniten. Männyntaimia oli syöty sitä enemmän mitä tiheämpiä taimikot olivat ja mitä enemmän niissä oli saatavilla koivua ja pihlajaa. Rauduskoivua oli syöty sekä taimitiheyteen nähden että vioitettua tainta kohti suhteellisen runsaasti. Hirven suosimien pihlajan, haavan ja pajujen tiheydet olivat keskimäärin alhaisia eikä niiden voitu päätellä vaikuttaneen talvehtimisalueen valintaan.

Männyntaimien latvatuhoja esiintyi tiheään hirtkanan alueella paljon etenkin, kun koivun tiheys nousi yli 6500 tainta/ha. Koivu/mänty-pituussuhteen kasvaessa tuhojen määrä männyssä nousi merkittävästi. Kun taimikoiden aukkoisuus männyn suhteen lisääntyi, latvatuhojen osuus kasvoi. Varsinkin harvoissa ja aukkoisissa taimikoissa tuhot laskivat terveiden taimien määrän alle suositeltavien taimitiheyksien. Lehtipuuesakko oli monesti jo uusiutunut aikaisessa vaiheessa tehdyn perkauksen jälkeen eikä sillä ollut merkittävää vaikutusta tuhoihin.

Taimikoita ympäröivien nuorten sekä kuusivaltaisten metsiköiden osuuden lisääntyessä männyn syöntiaste kasvoi. Tällaisten metsiköiden merkitystä talvisessa ravinnonkäytössä voi selittää alikasvoston ja varvuston esiintyminen. Tuhoriskin ennakointiin on tulosten mukaan mahdollisuuksia lähinnä hirvien talvitihentymäalueilla.

Keywords: moose browsing, *Pinus sylvestris*, *Alces alces*, feeding behaviour, forest plantations, main stem damage. FDC 151 + 451

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Ecology, PL 18, FIN-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-1331-X
ISSN 0015-5543

Tampere 1993. Tammer-Paino Oy

1 Johdanto

Levinneisyysalueensa eri osissa hirvi käyttää ravinnoksi useita puuvartisia kasveja. Pohjois-Amerikan pohjoisosissa pajuilla (*Salix* spp.) on suuri merkitys ravinnossa (Berg & Phillips 1974, Eastman & Ritcey 1987, Risenhoover 1989), kun taas Pohjois-Fennoskandiassa metsänrajapuuna yleisesti esiintyvää mäntyä (*Pinus sylvestris*) syödään runsaasti (Pulliainen ym. 1968). Pajut, pihlaja (*Sorbus* spp.) ja haapa (*Populus* spp.) ovat kaikkialla käytettyjä ja suosittuja verrattuna useimpiin muihin saatavilla oleviin puulajeihin (Peek 1974, Bergström & Hjeljord 1987, Kuznetsov 1987).

Euroopassa mänty ja koivut (*Betula pendula* ja *B. pubescens*) muodostavat usein ravinnon pääosan hyvän saatavuutensa vuoksi (Morow 1976, Cederlund ym. 1980). Paitsi mäntyä hirvet käyttävät myös muita havupuita. Kuusen (*Picea* spp.) versoja syödään alueilla, joilla muun ravinnon saatavuus on vähäistä (Lykke 1964, Smirnov 1986). Pohjois-Amerikassa hirvi syö eräitä havupuita, kuten *Abies*-, *Taxus*- ja *Larix*-sukuihin kuuluvia lajeja (Peek 1974b, Pierce 1984), kun taas mäntylajeja vain harvoin.

Havumetsävyöhykkeen keski- ja eteläosissa hirvet hakeutuvat sellaisille paikoille, joilla lehtipuita on runsaasti saatavilla (Crête 1981, Goulet 1985, Thompson & Euler 1987). Havu- ja lehtimetsien vaihdellessa sekametsiköt tarjoavat runsaan ja monipuolisen ravintokasvivalikoiman ja ovat ravinnonkäytön suhteen edullisia (Brasard ym. 1974, Bobek ym. 1980, Crête & Jordan 1982a). Lehtipuuvaltaiset metsiköt ovat uudistumiskykyisiä ja suhteellisen muuttumattomia elinympäristöjä verrattuna boreaalisiin havumetsiin (Peek 1974a). Talvisina ruokailukohteina ovat mäntytaimikot suosittuja (Gebczynska & Raczynski 1984).

Laidunalueiden valintaan vaikuttavat hirvien liikkuvuutta säätelevät kannan sisäiset tekijät, laiturien tila ja häirintä (Kuznetsov 1987). Metsäalueet, joilla ravinnon saatavuus on hyvä kautta vuoden, ovat suosittuja (Pierce & Peek 1984). Talvilaitumien voimakkaastakin kulumisesta huolimatta niitä saatetaan käyttää jatkuvasti (Andersen 1991). Talvehtimisalueilla hirvitiheydet ovat usein keskimääräistä huomattavastikin suurempia laumaantumisesta johtuen.

Ravinnon kokonaiskulutus on suurimmillaan niissä taimikkoikäluokissa, joissa saatavilla olevaa oksaravintoa on eniten (Parker & Morton 1978). Alle 20-vuotiaiden metsiköiden suhteellisen suurta osuutta pidetäänkin hirville edullisena (Peek ym. 1976) ja tarjolla olevien ravintovarojen lisääntyessä hirvituhojen riski pienenee (Dinesman 1957, Padaiga 1986, Örd & Tönisson 1986). Taimitiheyden lisääntyessä hirven mahdollisuus valikoivaan ravinnonkäyttöön suurenee ja taimikohtainen kulutus vähenee (Vivås & Saether 1987).

Metsänhoidolliset toimenpiteet vaikuttavat hirven ravinnon määrään ja laatuun. Kulutus lisää lehtipuita etenkin toimenpiteen jälkeisinä kahtena vuotena (McCracken 1980). Taimikon harvennus voi aiheuttaa laadullisia muutoksia, jotka vaikuttavat syöntikohteen valintaan (Thompson 1988). Kemiallinen vesakon torjunta vähentää yleensä hirven saatavilla olevaa ravintoa pitkäksi ajaksi verrattuna mekaaniseen käsittelyyn (Hjeljord & Grønvold 1988). Männyntaimikoiden perkaus edistää taimien kasvua ja vähentää hirvituhojen mahdollisuutta (Löyttyniemi & Lääperi 1988). Maaperän ravinteisuuden parantaminen lannoittamalla lisää taimien kelpaavuutta (Laine & Mannerkoski 1980, Löyttyniemi 1981).

Telferin (1970) mukaan hirvi on hyvin sopeutunut aukeisiin alueisiin verrattuna esimerkiksi valkohäntäpeuraan. Taimikon pinta-alan kasvessa intensiivisen ravinnonkäytön etäisyys taimikon reunasta vaihtelee suuresti (Hamilton ym. 1980). Ravinnonkäytön suhteen sopivana taimikon kokona pidetään suhteellisen suurta, useiden kymmenien hehtaarien aluetta (Peek ym. 1976, Parker & Morton 1978, Euler 1981) mutta joskus myös huomattavasti pienempiä pinta-aloja (Le Resche ym. 1974, Matchett 1985).

Nyt käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ravintovarojen määrän ja puulajikoostumuksen sekä talvisen hirvitiheyden vaikutusta hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin männyntaimikoissa. Samalla tarkastellaan metsänhoidollisten tekijöiden ja taimikoiden lähiympäristön vaikutusta syöntikohteen valintaan.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen kohteeksi valittiin mäntytaimikoita kahdelta alueelta, jotka edustivat erilaisia hirvitiheyksiä. Alueen 1 taimikot valittiin satunnaisotantana Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella viidessä kunnassa (Askola, Pukila, Pornainen, Vihti, Loppi)(60°15'-60°50' N, 24°-26° E). Ne olivat kymmenen vuotta aikaisemmin istutettuja (49 kpl) ja 13 vuoden ikäisiä

luontaisesti uudistettuja taimikoita (35 kpl). Taimikoiden keskimääräinen pinta-ala oli 1,1 ha (± 0.1 S.E.). Asutuksen tai pääteiden välittömässä läheisyydessä olevia taimikoita ei otettu tutkimukseen, koska niissä häiriötekijät saattavat vaikuttaa hirvien käyttäytymiseen. Hirven talvinen tiheys alueella oli viiden vuoden (1984-1988) keskiarvona maapinta-alaa kohti 3,2 hirveä/1000

Taulukko 1. Puulajien keskimääräiset tiheydet (erilainen kirjain = ero merkitsevä, $p < 0.05$) sekä keskipituudet (\pm S.E.) luokiteltuna taimikonhoidon mukaan. Riskitaso: * = 5 %, o = 10 % (t-testi).

Table 1. The average density of the tree species (different letter = significant difference, $p < 0.05$) and the average height (\pm S.E.) classified according to cleaning. Risk level: * = 5 %, o = 10 % (t-test).

	Taimet/ha Saplings/ha	Osuus kokonais- tiheydestä % Proportion of total density %	Pituus cm – Height cm		
			Ei perattu Not cleaned	Perattu Cleaned	Keskimäärin On average
Alue 1 – Area 1					
Mänty <i>Pine</i>	2452 \pm 222 a	29 \pm 2	168 \pm 9	185 \pm 14 (NS)	174 \pm 7
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	1429 \pm 197 b	14 \pm 1	257 \pm 12	195 \pm 22 (*)	231 \pm 11
Hieskoivu <i>Pubescent birch</i>	1726 \pm 250 b	17 \pm 2	203 \pm 12	162 \pm 15 (*)	186 \pm 9
Pihlaja <i>Rowan</i>	3192 \pm 307 a	33 \pm 2	132 \pm 7	108 \pm 7 (*)	123 \pm 5
Haapa <i>Aspen</i>	478 \pm 161 c	4 \pm 1	194 \pm 25	134 \pm 19 (o)	169 \pm 16
Pajut <i>Willows</i>	241 \pm 42 c	3 \pm 1	146 \pm 13	113 \pm 12 (o)	133 \pm 9
Keskimäärin On average	9520 \pm 507				
Alue 2 – Area 2					
Mänty <i>Pine</i>	3442 \pm 458 a	36 \pm 4	119 \pm 8	122 \pm 11 (NS)	120 \pm 8
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	1060 \pm 235 b	10 \pm 2	135 \pm 12	100 \pm 6 (*)	119 \pm 8
Hieskoivu <i>Pubescent birch</i>	4350 \pm 683 a	38 \pm 4	119 \pm 10	92 \pm 7 (*)	107 \pm 7
Pihlaja <i>Rowan</i>	538 \pm 93 b	7 \pm 1	74 \pm 4	64 \pm 3 (o)	69 \pm 2
Haapa <i>Aspen</i>	539 \pm 105 bc	6 \pm 1	83 \pm 6	67 \pm 4 (*)	76 \pm 4
Pajut <i>Willows</i>	260 \pm 83 c	3 \pm 1	80 \pm 7	66 \pm 4 (o)	73 \pm 4
Keskimäärin On average	10191 \pm 915				

ha ja metsäpinta-alaa kohti 5,8 hirveä/1000 ha (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, julkaisematon).

Toiseksi tutkimuskohteeksi otettiin n. 15000 ha:n suuruinen metsäalue Lopella (alue 2). Metsäalue tunnetaan hirvien talvitihentymäalueena (Etelä-Hämeen riistanhoitopiiri, Lopen metsänhoitoyhdistys). Hirvilaskentojen mukaan hirvien määrä maapinta-alaa kohti oli noin 10 hirveä/1000 ha ja metsämaata kohti noin 15 hirveä/1000 ha (Lopen riistanhoitoyhdistys). Taimikointa tutkittiin 34 kpl ja ne olivat kaksi vuotta nuorempia kuin alueella 1. Taimikoiden keskimääräinen pinta-ala oli 2.0 ha (\pm 0.3 S.E.).

Alueella 1 taimikot inventoitiin kesä-elokuussa vuonna 1988 ja alueella 2 vuonna 1989 käyttäen linjoittaista ympyräkoelamenetelmää. Linja- ja koealaväli oli taimikon koosta riippuen 20–40 m ja ympyräkoelajen koko 50 m². Koealat sijoitettiin jokaisessa taimikossa systemaattisesti

siten, että ensimmäinen linjaväli oli puolet linjavälistä ja ensimmäinen koeala sijaitsi puolen linjavälin päässä taimikon reunasta. Koealoja oli alueella 1 412 kpl (2,06 ha) ja alueella 2 306 kpl (1,53 ha). Taimet, joiden pituus oli yli 50 cm otettiin huomioon mittauksissa. Taimista mitattiin pituus ja laskettiin hirvien syömät oksat. Latvataitoksista mitattiin niiden läpimitta. Yli 1 cm:n paksuiset latvataitokset luokiteltiin puiden kehityksen suhteen vakaviksi (vrt. Heikkilä & Löytyniemi 1992). Uudet, edellisen talvikauden syönökset laskettiin erikseen. Ne puulajit, joita esiintyi hyvin vähän, jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Hirven papanakasat laskettiin ja verrattiin niiden esiintymistiheyttä taimikoiden ominaisuuksiin ja oksasyönteihin.

Taimikoiden aukkoisuus määriteltiin niiden koealojen osuutena, joilla männyn tiheys oli vähemmän kuin 1200 tainta/ha. Taimikoiden kehityskelpoisuuden raja-arvona käytettiin 1600 ter-

Taulukko 2. Puulajien tiheydet luokiteltuna metsänhoidollisten tekijöiden mukaan (alue 1). Riskitaso * = 5 %, o = 10 % (t-testi).

Table 2. Densities of the tree species classified according to silviculture (area 1). Risk level * = 5 %, o = 10 % (t-test).

Puulaji <i>Tree species</i>	Metsätyyppi <i>Forest type</i>		Uudistamistapa <i>Regeneration method</i>		Taimikonhoito <i>Silvicultural cleaning</i>	
	MT <i>Moist</i> N = 37	VT <i>Dry</i> N = 47	Luontainen <i>Natural</i> N = 35	Istutus <i>Planting</i> N = 49	Ei perattu <i>Not cleaned</i> N = 53	Perattu <i>Cleaned</i> N = 31
Taimimäärä/ha – Number of saplings/ha						
Mänty <i>Pine</i>	1879 \pm 242	2903 (*) \pm 337	3122 \pm 413	1974 (*) \pm 222	2461 \pm 298	2557 (NS) \pm 375
Rauduskoivu <i>Silver birch</i>	1167 \pm 165	1635 (NS) \pm 326	1964 \pm 400	1047 (*) \pm 163	1643 \pm 309	1070 (NS) \pm 201
Hieskoivu <i>Pubescent birch</i>	2158 \pm 475	1387 (NS) \pm 240	1804 \pm 497	2718 (NS) \pm 247	1941 \pm 383	1334 (NS) \pm 221
Pihlaja <i>Rowan</i>	3975 \pm 567	2574 (*) \pm 297	3236 \pm 522	3159 (NS) \pm 377	3204 \pm 436	3110 (NS) \pm 472
Haapa <i>Aspen</i>	655 \pm 207	339 (NS) \pm 126	721 \pm 253	304 (o) \pm 77	576 \pm 181	281 (NS) \pm 105
Pajut <i>Willows</i>	210 \pm 63	266 (NS) \pm 57	171 \pm 65	292 (NS) \pm 55	283 \pm 60	194 (NS) \pm 62
Lehtipuiden tiheys <i>Density of deciduous trees</i>	8165 \pm 847	6202 (*) \pm 514	7897 \pm 849	6474 (NS) \pm 548	7647 \pm 659	5989 (o) \pm 666
Kokonaistiheys <i>Total density</i>	10045 \pm 882	9106 (NS) \pm 585	11019 \pm 819	8449 (*) \pm 605	10109 \pm 701	8547 (NS) \pm 695

vettä tainta/ha, joka on huomattavasti alle perustamisvaiheen tiheyssuositusten, n. 2000 tainta/ha (Keskumetsälautakunta Tapio 1989). Hirvitu-hon lopullista vaikutusta taimikoiden kehityskelpoisuuteen ei vielä niiden nuoresta iästä joh-tuen voitu määrittellä.

Taimikoiden tärkeimmät ominaisuudet käyvät ilmi taulukoista 1 ja 2. Alueella 1 metsätyypit olivat suhteellisen tasaisesti jakautuneet, kun taas alueella 2 mustikkatyyppin taimikoita oli noin kolmasosa. Luontaisesti uudistuneita taimikoita oli alueella 2 vain kolme, joten uudistamistapaa voi-ttiin vertailla vain alueella 1. Taimikon perkaus oli yleisesti tehty verrattain aikaisessa vaiheessa, joten erot lehtipuiden taimitiheyksissä eivät ole-et tilastollisesti merkitseviä perkaamattomiin taimikoihin verrattuna. Lehtipuut olivat kuiten-

kin perkaamattomissa taimikoissa jonkiverran ly-hyempiä.

Taimikoita ympäröivien metsikkökuvioiden ominaisuudet arvioitiin silmävaraisesti. Kehitys-luokka arvioitiin seuraavasti: aukea, taimikko, nuori kasvatusmetsikkö, varttunut kasvatusmet-sikkö, uudistuskypsä metsikkö. Kehitysluokat luokiteltiin lisäksi valtapuulajin mukaan. Kuvi-oiden osuudet arvioitiin prosentteina koko tutkit-tavana olevan taimikon ympäristön piiristä. Tut-kitut taimikot luokiteltiin topografian perusteella tasaisiksi, mäkimaiksi ja rinnemaiksi.

Tilastollisessa analysoinnissa käytettiin BMDP-ohjelmiston lineaarista regressioanalyysiä, Stu-dentin t-testiä ja Kruskal-Wallislin varianssiana-lyysiä arcsini-muunnoksin osuuksien testauksis-sa sekä Spearmanin korrelaatioanalyysiä.

3 Tulokset

3.1 Puulajikohtaiset oksasyönnit

Alueella 1 hirven mäntysyönnejä oli 71 %:ssa taimikoita, kun taas alueella 2 kaikissa taimi-koissa. Männyn, rauduskoivun ja hieskoivun tai-mista alle 20 % oli joutunut syönnin kohteeksi alueella 1; alueella 2 näiden puulajien vioitettujen taimien määrä oli yli kaksinkertainen (kuva 1). Myös pihlajista, haavoista ja pajuista vioitet-tu osuus oli alueella 2 suhteellisen suuri.

Hehtaaria kohti laskettuna pihlajia oli vioitettu eniten alueella 1. Alueella 2 oli yleisimmin vioi-tettu hieskoivua, jonka tiheys oli männyn ohella suurin. Vioitettuja mäntyjä oli vähemmän kuin hieskoivuja; näiden puulajien tiheydet eivät kuitenkaan eronneet merkitsevästi. Erot muiden puu-lajien välillä olivat vähäisempiä.

Yleisimpien puulajien oksia, pihlajan alueella 1 sekä männyn ja hieskoivun alueella 2, oli syöty eniten. Ero hieskoivun ja rauduskoivun välillä ei kuitenkaan ollut merkitsevä, vaikka hieskoivuja olikin yleisemmin vioitettu alueella 2. Raudus-koivun oksia olikin syöty tainta kohti alueella 1 merkitsevästi enemmän kuin hieskoivun. Män-nyn oksia oli syöty kummallakin alueella tainta kohti verrattain paljon.

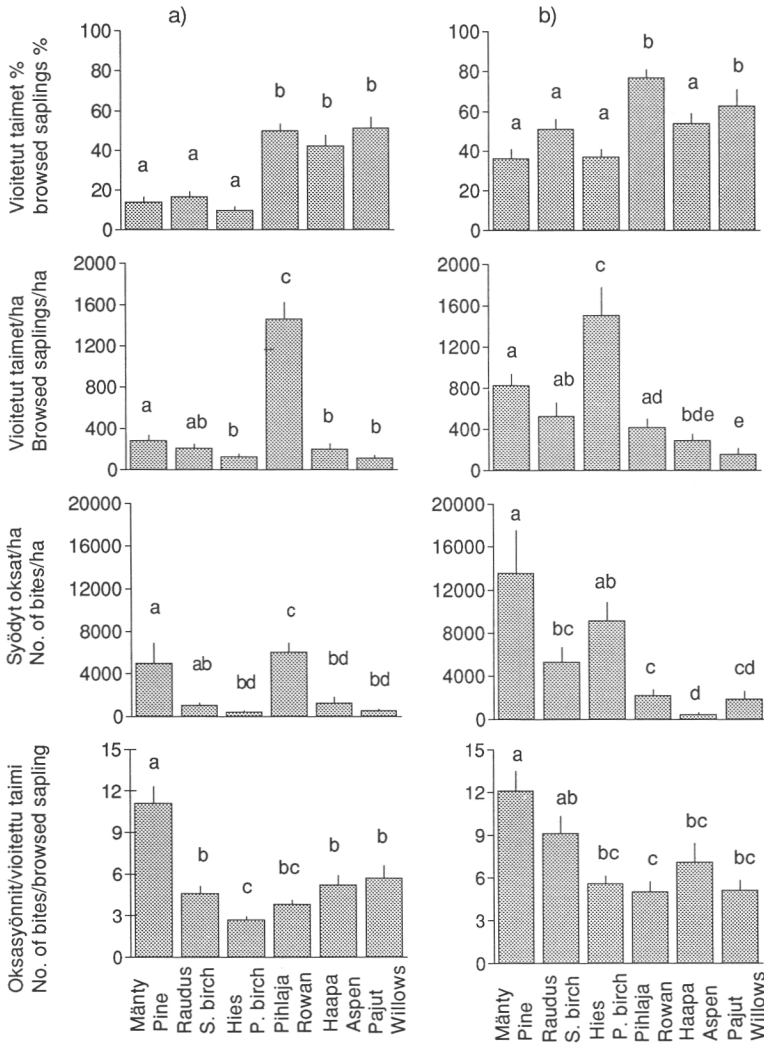
Lehtipuiden osuus syötyjen oksien koko mää-rästä oli 65 % alueella 1 ja 72 % alueella 2.

3.2 Taimikon tiheyden, puulajisuhteiden ja lähiympäristön vaikutus syönnin määrään

Alueella 1 hirven vioittamien taimien kokonais-määrä lisääntyi lievästi taimikon kokonaistiheyden noustessa ($r = 0,25$, $r^2 = 0,07$, $F = 5,3$, $p < 0,05$, $df = 82$). Lehtipuiden tiheyden noustessa vioitettujen lehtipuiden määrä nousi ($r = 0,38$, $r^2 = 0,15$, $F = 13,55$, $p < 0,05$, $df = 82$). Tiheän hirvikannan alueella ravinnon lisäyksen vaikutus tuli selvästi esiin männyn oksasyöntien mää-rässä, joka oli sitä suurempi, mitä suurempi oli kaikkien puulajien taimien kokonaismäärä (kuva 2). Latvataitoksia oli männyissä sitä enemmän, mitä suurempi oli lehtipuiden määrä/ha (kuva 3).

Männyn latvataitosten suhteellinen osuus alu-eella 1 oli sitä suurempi, mitä aukkoisempi taimikko männyn osalta oli (kuva 4). Alueella 2 latvataitokset/taimi vähenivät männyn tiheyden noustessa ($r = -0,46$, $r^2 = 0,21$, $F = 9,04$, $p < 0,01$).

Alueella 1 vioitettujen mäntyjen ja oksasyön-tien määrä/ha ei riippunut taimikoiden puulaji-eikä pituussuhteista. Vain aukkoisuuden, joka selitti oksasyöntien esiintymistä paremmin kuin männyn tiheys, lisääntyessä oksasyönnit män-nyntainta kohti lisääntyivät (taulukko 3). Latva-taitokset tainta kohti lisääntyivät myös haavan taimitiheyden noustessa.



Kuva 1. Hirven vioittamat taimet ja puulajikohtaiset oksasyönnit alueella 1 (a) ja alueella 2 (b). Kruskal-Wallis $Z = 2,94$, $p < 0,05$. Samalla kirjaimella merkityt pylväät eivät poikkea merkitsevästi toisistaan alueen sisällä.

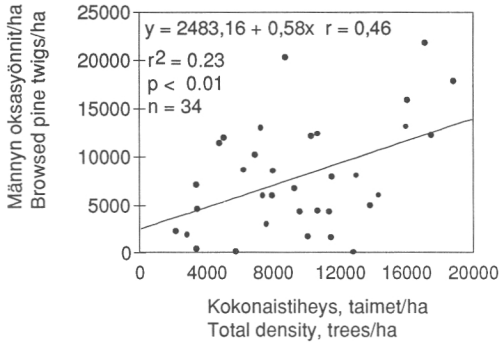
Fig. 1. The number of saplings browsed by moose and bites on different tree species in area 1 (a) and in area 2 (b). There is no significant difference between the values with the same letters in each area.

Alueella 2 hirven vioittamien männyn ja oksasyöntien määrä hehtaaria kohti riippui koivun ja pihlajan tiheydestä, joiden kasvaessa myös syöntikohteeksi joutuneiden männyn määrä lisääntyi. Männyn tiheys sensijaan ei vaikuttanut merkitsevästi. Männyn latvataitokset lisääntyivät koivu/männyn pituussuhteen ja koivun taimitiheyden kasvaessa.

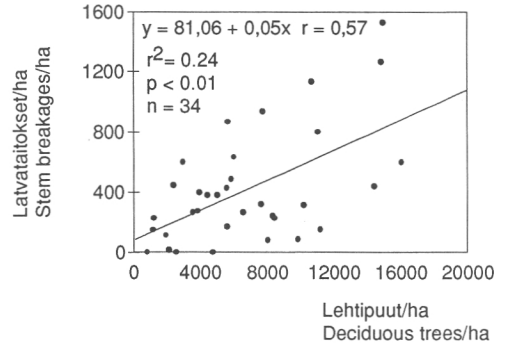
Oksasyönnit männyntainta kohti lisääntyivät

alueella 2, kun koivu/männyn pituussuhde kasvoi. Myös pihlajan ja koivun taimitiheyden noustessa taimikohtaiset oksasyönnit lisääntyivät. Männyn tiheyden noustessa oksasyönnit tainta kohti vähenivät.

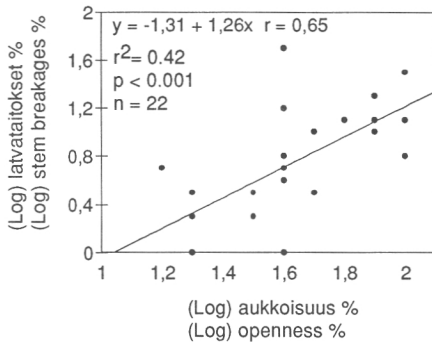
Alueella 2 todettiin männyn latvataitoksia oleen merkitsevästi enemmän silloin, kun koivun tiheys oli yli 6500 tainta/ha, verrattuna alempiin tiheyksiin (kuva 5). Syötyjä männyn oksia oli



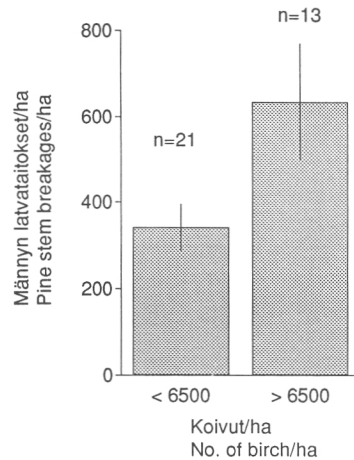
Kuva 2. Männyn oksasyöntien riippuvuus taimikoiden kokonaistiheydestä (alue 2).
 Fig. 2. The relationship between the total density of plantations and the number of bites (area 2).



Kuva 3. Männyn latvataitosten riippuvuus lehtipuiden tiheydestä (alue 2).
 Fig. 3. The relationship between the density of deciduous trees and the number of pine stem breakages/ha (area 2).



Kuva 4. Männyn latvataitosten riippuvuus männyntaimikon aukkoisuudesta (alue 1).
 Fig. 4. The relationship between the openness in young pine stands and the proportion of pine stem breakages (area 1).



Kuva 5. Koivun taimitiheyden vaikutus männyn latvataitosten määrään/ha (\pm S.E.) ($t = 2,31$, $p < 0,05$, $df = 32$) (alue 2).
 Fig. 5. The effect of the birch sapling density on pine stem breakages (area 2).

vastaavasti 26638/ha (\pm 11068 S.E.) ja 7648/ha (\pm 1128 S.E.) ($t = 2,21$, $p < 0,05$, $df = 32$).

Taimikoita ympäröivien metsäkuvioiden ominaisuudet vaikuttivat alueella 2 siten, että kun kuusen osuus valtuuustossa lisääntyi, lisääntyi myös latvatuhojen osuus männyntaimissa (Spearman 0,45, $p < 0,01$, $df = 32$). Taimikoiden pinta-ala ei vaikuttanut merkittävästi oksasyöntien määrään ($r = -0,28$, $F = 2,94$, $p = 0,19$). Hirven papanakasojen määrä lisääntyi, kun oksasyöntien kokonaismäärä taimikoissa kasvoi ($r = 0,59$, $r^2 = 0,35$, $F = 18,33$, $p < 0,01$), mutta ei korreloinut

ympäröivien metsäkuvioiden suhteen.

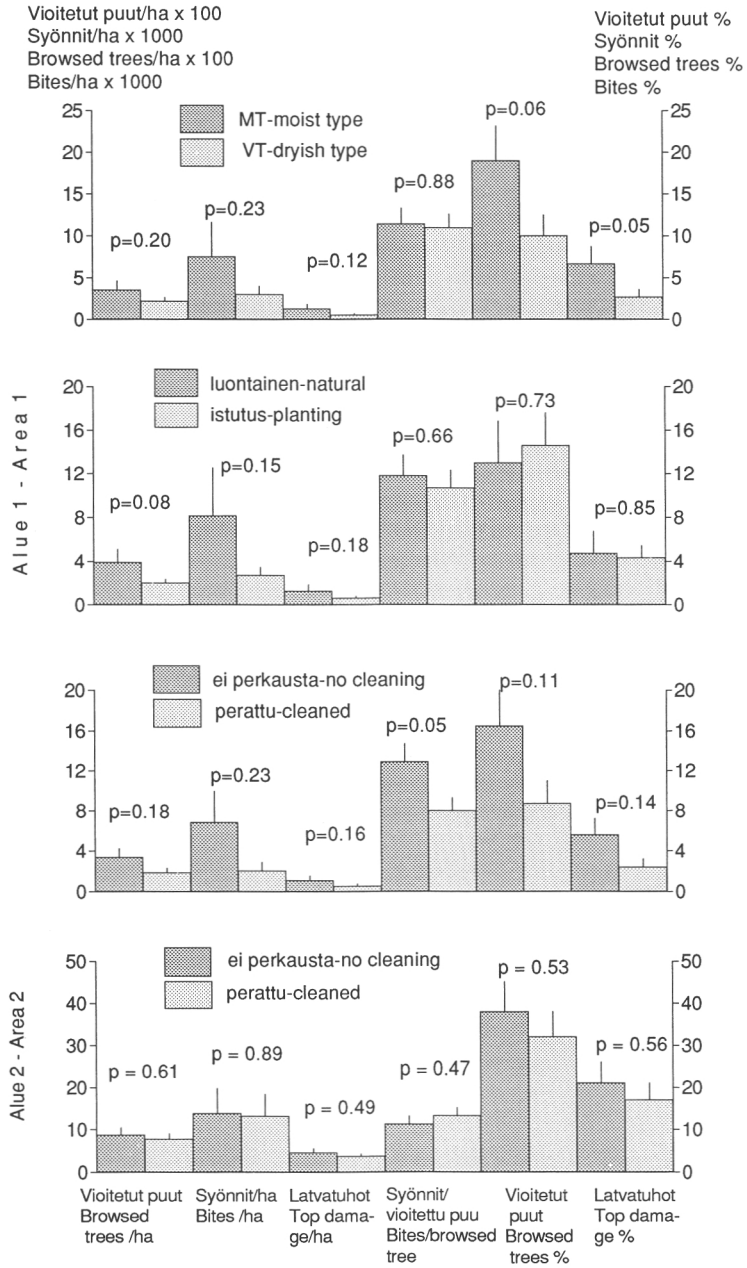
Taimikoiden topografialla ei ollut merkittävä vaikutusta männyn tuhoasteeseen kummallakaan alueella.

3.3 Metsätyypin, uudistamistavan ja perkauksen vaikutus syönnin määrään

Alueella 1 männyn hehtaaria kohti lasketut vioitukset eivät olleet MT:llä merkittävästi runsaampia kuin VT:llä (kuva 6). Sensijaan alueella 2

Taulukko 3. Hirven oksasyönteihin männyissä vaikuttavat taimikkotekijät (regressioanalyysi).
 Table 3. Factors affecting the feeding intensity by moose on pine twigs (regression analysis).

Alue 1 – Area 1				Männyn oksasyönnit/taimi No. of browsed pine twigs/tree			
Männyn oksasyönnit/taimi No. of browsed pine twigs/tree				Regressiokerroin Regression coeff.	T-arvo T-value	P-arvo P-value	
(Log)Aukkoisuus (Log)Openness	0,52	3,71	0,00	Koivun pituus/männyn pituus Height of birch/height of pine	0,51	5,39	0,00
				Pihlajat/ha – No. of rowan/ha	0,48	4,77	0,00
				Männnyt/ha – No. of pine/ha	-0,33	-3,38	0,00
				Koivut/ha – No. of birch/ha	0,28	2,82	0,01
R = 0,52, R ² = 0,27, F = 13,76, P = 0,001 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = -2,84981 + 1,75865 X ₁				R = 0,86, R ² = 0,74, F = 20,45, P = 0,0000 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = -0,27162 + 1,29090 X ₅ + 0,00238 X ₄ - 0,00033 X ₆ + 0,00015 X ₃			
Männyn latvataitokset/taimi No. of pine stem breakages/tree				Männyn latvataitokset/ha No. of pine stem breakages/ha			
Männyn latvataitokset/taimi No. of pine stem breakages/tree				Regressiokerroin Regression coeff.	T-arvo T-value	P-arvo P-value	
(Log)Aukkoisuus (Log)Openness	0,75	5,82	0,02	Koivun pituus/männyn pituus Height of birch/height of pine	0,52	4,45	0,00
Haavat/ha – No. of aspen/ha	0,34	2,61	0,00	Koivut/ha – No. of birch/ha	0,51	4,28	0,00
				Pihlajat/ha – No. of rowan/ha	0,32	2,68	0,01
R = 0,78, R ² = 0,61, F = 18,50, P = 0,0000 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = -3,94839 + 1,6135 X ₁ + 0,0001884 X ₂				R = 0,77, R ² = 0,59, F = 14,58, P = 0,0000 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = -255,99127 + 160,60097 X ₅ + 0,03404 X ₃ + 0,19554 X ₄			
Alue 2 – Area 2				Männyn latvataitokset/taimi No. of pine stem breakages/tree			
Vioitetut männyt/ha No. of browsed pines/ha				Männyn latvataitokset/taimi No. of pine stem breakages/tree			
Vioitetut männyt/ha No. of browsed pines/ha				Regressiokerroin Regression coeff.	T-arvo T-value	P-arvo P-value	
Koivut/ha – No. of birch/ha	0,54	3,88	0,00	Koivun pituus/männyn pituus Height of birch/height of pine	0,74	9,56	0,00
Pihlajat/ha – No. of rowan/ha	0,45	3,19	0,00	Männnyt/ha – No. of pine/ha	-0,37	-4,63	0,00
				Pihlajat/ha – No. of rowan/ha	0,24	2,90	0,01
				Koivut/ha – No. of birch/ha	0,17	2,13	0,04
R = 0,64, R ² = 0,41, F = 10,77, P = 0,0003 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = 239,98552 + 0,05212 X ₃ + 0,3926 X ₄				R = 0,91, R ² = 0,83, F = 34,80, P = 0,0000 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = -0,09918 + 0,13607 X ₅ - 0,00003 X ₆ + 0,00009 X ₄ + 0,00001 X ₃			
Männyn oksasyönnit/ha No. of browsed pine twigs/ha				Muuttujat – Variables:			
Männyn oksasyönnit/ha No. of browsed pine twigs/ha				X ₁ = Aukkoisuus – Openness			
Koivut/ha – No. of birch/ha	0,61	4,71	0,00	X ₂ = Haavat/ha – No. of aspen/ha			
Pihlajat/ha – No. of rowan/ha	0,49	3,80	0,00	X ₃ = Koivut/ha – No. of birch/ha			
				X ₄ = Pihlajat/ha – No. of rowan/ha			
				X ₅ = Koivun pituus/männyn pituus – Height of birch/height of pine			
				X ₆ = Männnyt/ha – No. of pine/ha			
R = 0,71, R ² = 0,50, F = 15,64, P = 0,0000 Regressioyhtälö – Regression equation: Y = 1579,72998 + 0,7123 X ₃ + 5,2795 X ₄							



Kuva 6. Metsätyyppin, uudistamistavan ja taimikonhoidon vaikutus männyntaimien syönniin (\pm S.E., t-testi).
 Fig. 6. The effect of silvicultural factors on the browsing of Scots pine.

männynoksia oli syöty enemmän mustikka- kuin puolukkatyypin taimikoissa (23844/ha \pm S.E. ja 7649 \pm 1157 S.E., $t = 2,08$, $p < 0,05$, $df = 32$). Kun männyntaimien tiheys oli mustikkatyypillä pienempi, syöntejä oli yhtä tainta kohti enemmän kuin puolukkatyypillä (10,4 \pm 3,7 S.E. ja 2,6 \pm 0,4 S.E., $t = 3,34$, $p < 0,01$). Alueella 1 voitettujen ja latvatuhoisten mäntyjen osuus oli lievästi suurempi MT:llä kuin VT:llä (kuva 6).

Alueella 1 kaikkien puulajien syötyjen oksien kokonaismäärä oli MT:llä (20467 \pm 5405 S.E.) suurempi kuin VT:llä (9552 \pm 1978 S.E.) ($t = 2,07$, $p < 0,05$, $df = 82$). Kokonaistaimimäärissä metsätyyppien välillä ei ollut olennaista eroa ja syöntejä oli myös tainta kohti laskettuna enemmän tuoreella kuin kuivahkolla kankaalla (2,2 \pm 0,5 S.E. ja 1,2 \pm 0,2 S.E., $t = 2,06$, $p < 0,05$). Lehtipuiden oksasyöntejä oli hehtaaria kohti MT:llä enemmän kuin VT:llä (12926 \pm 2468 S.E. ja 6558 \pm 1327 S.E., $t = 2,40$, $p < 0,05$, $df = 82$). Lehtipuiden tiheys oli VT:llä pienempi ja lehtipuusyöntejä/taimi oli MT:llä 1,8 \pm 0,3 S.E. ja VT:llä 1,2 \pm 0,2 S.E. ($t = 1,82$, $p = 0,07$).

Voitettujen taimien ja syötyjen oksien määrässä/ha ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa luontaisesti uudistettujen ja istutettujen taimikoiden välillä.

Alueella 1 syöntejä oli voitettua mäntyä kohti enemmän perkaamattomissa kuin peratuissa taimikoissa (kuva 6). Syöntien määrä ja osuus oli muutenkin johdonmukaisesti suurempi perkaamattomissa taimikoissa, joskaan erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Uusia, edellisen talven oksasyöntejä oli männynissä perkaamattomilla aloilla voitettua tainta kohti 2,6 \pm 1,1 S.E. ja peratuilla 1,1 \pm 0,4 S.E. ($t = 1,32$, $p = 0,20$). Alueella 2 perkauksella ei ollut vaikutusta männyntaimien syönnin määrään (kuva 6). Uusia, edellisen talven oksasyöntejä oli männynissä voitettua tainta kohti perkaamattomissa taimikoissa 3,8 \pm 0,7 S.E. ja peratuissa 3,9 \pm 0,7 S.E. ($t = 0,13$, $p = 0,90$). Männyn tiheydessä ei ollut eroa eri käsittelyjen välillä.

Perattujenkin taimikoiden jonkin verran perkaamattomia lyhyemmät lehtipuut olivat yleisesti joutuneet syöntikohteiksi eikä alueella 1 uusien oksasyöntien määrässä/ha ollut merkitsevää eroa (2070 \pm 654 S.E. ja 1616 \pm 316 S.E.). Taimien saatavilla olevissa määrissä ei myös-

kään ollut merkitsevää eroa. Alueella 2 lehtipuiden uusia oksasyöntejä/ha oli vastaavasti 6682 \pm 1196 S.E. ja 7332 \pm 1507 S.E. ($t = 0,35$, $p = 0,72$).

Haavantaimien uusia oksasyöntejä oli perkaamattomissa taimikoissa alueella 1 enemmän kuin peratuissa (105 \pm 37 S.E. ja 22 \pm 13 S.E.) ($t = 2,09$, $p < 0,05$). Rauduskoivun uusia syöntejä oli alueella 2 perkaamattomissa taimikoissa suhteellisen runsaasti (1299 \pm 472 S.E.) verrattuna perattuihin (454 \pm 197 S.E.). Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ($t = 1,65$, $p = 0,11$).

3.4 Taimikoiden tuhoasteen arviointi

Alueella 1 latvatuhoja esiintyi männynissä 49 %:ssa taimikoita ja alueella 2 89 %:ssa. Lämpimältä yli 1 cm latvataitoksia tavattiin vastaavasti 17 %:ssa ja 64 %:ssa taimikoista. Keskimäärin 104 (\pm 49 S.E.) tainta/ha oli katkaistu yli 1 cm läpimittaan alueella 1 vastaavan määrän ollessa 87 (\pm 17 S.E.) tainta/ha alueella 2.

Alueella 1 latvatuho oli vähentänyt tervelatvaisten taimien määrän alle 1600 tainta/ha neljässä prosentissa taimikoita ja alueella 2 vastaavasti 14 %:ssa. Lähtötiheys oli kaikissa näissä taimikoissa alueella 1 alle 2000 tainta/ha ja alueella 2 suurimmassa osassa (11 % kaikista taimikoista). Alueella 1 näissä taimikoissa oli vakavimpia, yli 1 cm latvataitoksia kuudessa taimikossa (7 % kokonaismäärästä), joissa oli männyntaimia 1600/ha tai vähemmän jo ennen tuhoa. Alueella 2 vakavimpia latvataitoksia oli kahdessa taimikossa (6 % kokonaismäärästä) ja niissäkin oli männyntaimia 1600/ha tai vähemmän jo ennen tuhoa.

Alueella 1 taimikoita, joissa latvatuholta säästyneitä männyntaimia oli alle 2000 tainta/ha tuhon jälkeen, oli 24 %. Vastaava osuus alueella 2 oli 50 %. Männyn taimitiheys oli jo ennen tuhoakin alle 2000 tainta kaikissa näissä taimikoissa alueella 1 ja kolmasosassa taimikoita alueella 2. Taimikoita, joissa latvatuholta säästyneiden taimien määrä oli ennen tuhoa ja sen jälkeen yli 2000 tainta/ha, oli 25 % kaikista taimikoista alueella 1. Alueella 2 vastaava osuus oli 39 %, ilmeisesti johtuen taimikoiden keskimäärin suuremmasta tiheydestä alueeseen 1 verrattuna.

5 Tulosten tarkastelu ja päätelmät

Puulajikohtaiset oksasyönnit. Suhteellisesti eniten hirvet olivat syöneet pihlajaa, haapaa ja pajua. Nämä hirven suosimat puulajit (Hjeljord ym. 1982, Salonen 1982, Bergström & Danell 1987) ovat sulavuudeltaan edullista ravintoa ja niistä syödään suhteellisen paksujakin oksia. Kun niissä on lisäksi vähän oksia verrattuna mäntyyn ja koivuun (Saether 1990), ne kuluvat nopeasti toipumiskyvyttömiksi (Heikkilä 1991).

Eri puulajien käytössä korostuu saatavilla olevan ravinnon merkitys (vrt. Åström ym. 1990). Hirvet syövät mäntyä runsaasti ilmeisesti sen vuoksi, että tarjolla olevien oksien määrä on korkea. Määrälliset tekijät ovatkin tärkeitä energian saannin maksimoinnissa varsinkin talvella (Schwartz ym. 1988). Lundberg ym. (1990) mukaan määrän merkitys suhteessa laatuun voi talvisessa ravinnonkäytössä ilmetä siten, että hirvet syövät enemmän hieskoivuuta kuin pihlajaa, vaikka pihlajan sulavuus on parempi.

Vaikka vioitettuja hieskoivuja oli suhteellisen paljon, oli oksia syöty vähän rauduskoivuun ja mäntyyn verrattuna. Oksasyönnejä/vioitettu taimi oli myös merkitsevästi vähemmän. Myös aiemmista tutkimuksista voidaan päätellä, että hirvi syö valintatilanteessa raudusta enemmän kuin hiestä (Danell ym. 1985, Danell & Ericson 1986, Danell & Bergström 1989, Heikkilä 1991).

Ravinnonkäyttö ja elinympäristön valinta. Ravinnoksi soveltuvien kasvilajien osuus hirven ravinnossa riippuu suuresti saatavillaolosta (Belovsky 1981). Ravinnonkäyttö vaihtelee huomattavasti elinympäristöstä riippuen, joskin on arvioitu paljon ravintoa sisältävien, energiakäytön suhteen edullisten kohteiden olevan eniten käytettyjä (Risenhoover 1989). Crêten (1989) mukaan lehtipuut muodostavat avaintekijän hirven ravinnossa ja elinympäristön valinnassa. Myös Brassard ym. (1974) ja Goulet (1985) toteavat lehtipuuvaltaisuuden ja monipuolisuuden olevan ominaista edullisille biotoopeille. Miguelle & Jordan (1979) raportoivat tarhakokeen perusteella hirven syövän mahdollisimman monipuolista ravintoa, sillä hyvänkin yksipuolisen ravinnon asemesta valitaan monipuolinen ravinto.

Käsillä olevassa tutkimuksessa selvitettiin pääasiassa tärkeimmän talviravintokasvin, männyn syöntiastetta selittäviä habitaattitekijöitä. Alueella 1, jolla hirvitiheys oli suhteellisen alhainen, ei voitu osoittaa kovinkaan selvää yhteyttä taimi-

koiden käytön ja niiden ominaisuuksien välillä. Tulokset johtuneet siitä, että saatavilla olevan ravinnon määrä oli keskimäärin verrattain korkea suhteessa hirvitiheyteen, seikka jonka myös Crête & Jordan (1982b) ovat todenneet. Ravinnonkäyttöä koskevat tulokset viittasivat kuitenkin johdonmukaisesti siihen, että sekä taimikoiden että ympäröivän metsäalueen ravintovarojen runsaus lisää elinympäristön käyttöä. Sitä osoittaa myös se, että syöntiä esiintyi mustikkatyypin taimikoissa enemmän kuin puolukkatyypin taimikoissa. Taimikoiden hoitamatta jättämisellä oli samansuuntainen vaikutus.

Tiheän hirvikannan alueella (alue 2) männyn ja hieskoivun tiheydet olivat suhteellisen suuret ja rauduskoivun ja pihlajan pienet verrattuna alueeseen 1. Suositun puulajin kuten pihlajan ei siten voida päätellä houkuttelevan hirviä valitsemaan talvehtimisalueen. Crête & Jordan (1982b) eivät todenneet puulajisuhteiden vaikuttavan ruokailupaikan valinnassa. Sen sijaan Goulet'n (1985) mukaan hirvet käyttävät taimikoita etenkin tietyn puulajikoostumuksen mukaan, kun eri puulajeja on runsaasti saatavilla. Joyal & Bourque (1986) eivät todenneet eroja elinympäristön valinnassa talven kuluessa. Käsillä olevan tutkimuksen perusteella taimien syönti talvehtimisalueella lisääntyy lehtipuiden määrän kasvaessa, mikä tukee myös monipuolisuusteoriaa. Haavan ja pajun vähäinen merkitys syöntikohteiden valinnassa oli luonnollista niiden vähälukuisuuden vuoksi.

Kun nuorten metsiköiden osuus taimikoita ympäröivillä metsäkuvioilla lisääntyi (alue 1), taimikoiden syöntiaste nousi. Talvehtimisalueella (alue 2) kuusivaltaisten metsäkuvioiden runsaus lisäsi latvatuhojen osuutta. Syksyllä hirvet alkavat enenevässä määrin oleskella varttuneissa metsissä. Kuusikot ovat tällöin edullisia mustikkakasvustojensa vuoksi (Dziociolowski 1974, Hjeljord ym. 1990). Tämä voi vaikuttaa myös talvien olinpaikkojen valintaan. Pohjoisamerikkalaisten tutkimusten mukaan hirvet oleskelevat syksyllä ja alkutalvella taimikoissa. Loppu- ja talvella, jolloin lunta on runsaasti, ovat tärkeitä sellaiset metsät, joissa taimialikasvoksia on saatavilla (Welsh ym. 1980, Thompson & Vukelich 1981, Pierce & Peek 1984)

Rolley & Lloyd (1980) ovat todenneet hirvien oleskelevan usein haapametsiköissä, joiden pi-

tuus on alle 10 m. Peek ym. (1976) mainitsevat hirven hakeutuvan haapaa ja koivua kasvaviin taimikoihin etenkin alkutalvella. Se, että hirvet ruokailevat lehtipuuta kasvavissa sekataimikoissa useammin kuin puhtaissa männyntaimikoissa saattaakin johtua siitä, että hirvet jo syksyllä tottuvat käyttämään niitä. Myöhemmin hirvet siirtyvät käyttämään yhä enemmän mäntyä, joka on niiden pääravinto talvella.

Kummallakin tutkimusalueella saatujen tulosten mukaan männyntaimikoiden käyttöä voidaan selittää myös lähiympäristön ravintovaroilla, jotka ovat tärkeitä joko syksyn tai talven ravinnossa.

Taimikoiden topografialla ei tässä tutkimuksessa ollut vaikutusta syöntiasteeseen. Maastotekijät voivatkin vaihdella suuresti eri hirvialueilla. Mäkisyyden ja rinteisyyden tai yleensä hyvän näkyvyyden on aikaisemmin todettu lisäävän taimikoiden käyttöä (Poliguin ym. 1977, Repo & Löytyniemi 1985, Heikkilä 1990).

Ravinnonkäyttö ja metsänhoidolliset tekijät. Hakkuiden seurauksena syntyvät taimikot ravintovaroineen ovat tärkeimpiä tekijöitä hyvien hirvihabitaattien muodostumiselle (Kelsall & Telfer 1974, Ahlén 1975, Crête 1977, Welsh ym. 1980, Matchett 1985). Alueella 2 hirvien talvehetimitisalue oli ilmeisesti syntynyt laajojen turvemaiden ojituksen ja metsittymisen myötä (Lopen metsänhoitoyhdistys)(vrt. Peltonen 1986). Metsänuudistamistoiminnan seurauksena syntyneiden nuorten taimikoiden voimakas käyttö johtui todennäköisesti myös siitä, että oksaravintoa oli muissa läheisissä metsiköissä vähän. Varttuneissa taimikoissa saatavilla oleva runsas ravinto voi puolestaan vähentää nuorempien taimikoiden käyttöä (Parker & Morton 1978).

Taimikoiden ja nuorten metsien käsittely voi lisätä tai vähentää hirven käytettävissä olevaa ravintoa. Taimikon perkaus vähentää mekaanisesti tehtynä aluksi lehtipuustoa ja kolmen vuoden kuluttua saatavilla on noin puolet käsittelemättömän alan biomassasta (Hjeljord & Grønvold 1988). Taimikon harvennuksessa vähennetään kasvatettavan puulajin tiheyttä, jolloin harvemmassa kasvavia taimia syödään voimakkaasti (Thompson 1988, Heikkilä & Mikkonen 1992). Myöhään tehtyjen harvennusten jälkeen lehtipuuesakko elpyy ja lisää siten käytettävissä olevan ravinnon määrää aiheuttamatta uutta käsitteilytarvetta (Newton ym. 1989).

Käsillä olevassa tutkimuksessa taimikon perkauksella ei ollut selvästi männyn oksasyöntejä vähentävää vaikutusta etenkin alueella 2. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että perkaukset oli tehty

aikaisessa vaiheessa. Alueella 1 mäntyä oli kuitenkin johdonmukaisesti syöty vähemmän peratuissa kuin perkaamattomissa taimikoissa, joissa saatavilla olevia lehtipuita oli vähemmän ja ne olivat lyhyempiä kuin perkaamattomissa taimikoissa. Peratuissa männyntaimikoissa on todettu vähemmän hirvituhoja kuin perkaamattomissa (Heikkilä 1990).

Hyvillä talvilaitumilla hirvet käyttävät suhteellisen suuren osan ajasta syömiseen (Saether & Andersen 1990). Tällöin on kulutetun määrän osuus käytettävissä olevasta ravinnosta kuitenkin suhteellisesti pienempi kuin huonoilla laituilla (Saether ym. 1989) ja hirvien hyväkuntoisuus mahdollistaa myös liikkumisen ja monipuolisen ravinnon etsimisen. Käsillä olevassa tutkimuksessa alue 1 oli ravintovaroiltaan monipuolisempi kuin alue 2. Esimerkiksi hyvin sulavaa pihlajaa esiintyi alueella 1 yleisesti. Siten alhaisen hirvitiheyden ohella myös laidunten parempi kunto mahdollisesti vähensi syöntien riippuvuutta taimikoiden sisäisistä tekijöistä.

Männyntaimien tuhoihin vaikuttavat tekijät. Hirvituhojen on todettu riippuvan etenkin hirvitiheydestä suhteessa ravintovaroihin (Helle ym. 1987). Toisaalta on arvioitu taimituhojen yhtä hirveä kohti olevan jokseenkin vakio (Löytyniemi & Piisilä 1983, Lav Sund 1987). Alueella 2 latvatuhojen määrä oli taimikoissa noin kolmekertainen alueeseen 1 verrattuna, mikä vastaa eroa hirvitiheyksissä.

Hirven yhdestä taimesta syömien oksien osuuden on todettu olevan sitä pienempi, mitä suurempi on saatavilla oleva oksabiomassa (Parker & Morton 1978, Vivås & Saether 1987, Lundberg & Danell 1990, Lundberg & Åström 1990). Taimikohtaisen kulutuksen on männyllä todettu pienenevän taimitiheyden noustessa (Heikkilä & Mikkonen 1992). Männyn latvataitoksilla on sitä suurempi taloudellinen merkitys mitä harvempi ja aukkoisempi taimikko on. Varsinkin kasvatettavan puulajin tiheydellä on siten olennainen vaikutus taimikon kestävyyslatvatuhojen suhteeseen.

Viljavalla kasvupaikalla kasvaneiden männyntaimien, joiden biomassassa on suhteellisen suuri, on todettu kestävästi hirven syöntiä paremmin kuin vähäravinteisella paikalla kasvaneiden taimien (Danell ym. 1991). Käsillä olevassa tutkimuksessa vastaavien erojen ei voitu osoittaa vaikuttaneen tuhonkestävyyteen, mahdollisesti koska karuimpia kasvupaikkoja ei sisällynyt vertailuun.

Koivun tiheyden vaikutus männyn latvatuhoon tuli selvimmin esiin verrattain suurilla tiheyksil-

lä (> 6500/ha). Tällöin männyn ja koivun kokonaistiheys oli usein yli 10000 tainta/ha. Aiempien tutkimusten mukaan lehtipuuveisaikon kokonaismäärän lisääntyminen ei vaikuta männyntaimien tuhoihin (Löyttyniemi & Piisilä 1983, Lääperi & Löyttyniemi 1988).

Tulosten mukaan koivu-mänty pituussuhteen kasvaessa männyn taimikohtainen latvatuhoriski suurenee. Hyvin saatavilla oleva koivu voi lisätä taimikon kelpaavuutta syöntikohteena. Etukasuvinen, voimakkaasti kilpaileva lehtipuusto vaikeuttaa männyntaimien kehitystä ja saattaa altistaa taimet syönnille. Koivulla on kuitenkin todettu olevan lieventävä vaikutus mäntyjen latvatuhoon silloin, kun koivu ei ole selvästi etukasuvinen ja tiheydet ovat suhteellisen alhaisia (Heikkilä 1991).

Verrattain vähälukuinen haapa lisäsi lievästi männyn latvatuhoastetta alueella 1. Haapaa kasvavissa männyntaimikoissa on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu keskimääräistä enemmän tuhoja männnyssä (Lääperi & Löyttyniemi 1988, Heikkilä 1990). Löyttyniemi & Piisilä (1983) korostavat, että tuhon kohteeksi joutuneissa männyntaimikoissa esiintyy tavallista runsaammin pihlajaa. Danell, Edenius ym. (1991) ovat talvisessa ruokintakokeessa todenneet, että haapaa kasvavissa taimikoissa kokonaiskulutus on suurempi kuin puhtaissa männyntaimikoissa, mutta männyn kulutus pysyy samana. Siten mäntytai-

mikon vajaatiheys voitaisiin ilman lisääntyvää tuhoriskiä korvata lehtipuulla. Bergerud & Manuel (1968) eivät todenneet hirven suosiman koivun (*Betula papyrifera*) esiintymisen taimikoissa vaikuttaneen balsamikuusen tuhoihin. Andersen & Saether (1992) raportoivat hirven käyttävän sitä enemmän parhaiten sulavia oksia, mitä runsaampi on ravinnon tarjonta yleensä.

Taimikon pinta-ala oli keskimäärin verrattain pieni eikä sillä ollut vaikutusta männyn oksasyöntien määrään. Lääperi & Löyttyniemi (1988) ovat todenneet mäntytuhojen aluksi jonkinverran lisääntyvän pinta-alan kasvaessa.

Käsillä olevan tutkimuksen mukaan ei männyntaimien tuhoja voida pääasiassa selittää hirven suosimien puulajien esiintymisellä taimikossa.

Lehtipuut lisäävät ilmeisesti tuhoriskiä männnyssä silloin, kun valoa vaativan männyn kasvuedellytykset selvästi huononevat. Tulokset eivät kuitenkaan puolla täydellistä lehtipuuden poistamista, varsinkaan kun myös puhtaat männyntaimikot voivat joutua voimakkaan hirvituhon kohteeksi (esim. Heikkilä & Mikkonen 1992). Perkaamalla taimikot nykyistä myöhäisemmässä vaiheessa voitaneen tuhoriskiä vähentää ja saattaa uusiutuva vesakko hirven käyttöön vasta kun männyt ovat ohittaneet latvatuhoille alttiin vaiheen.

Kirjallisuus – References

- Ahlén, I. 1975. Winter habitats of moose and deer in relation to land use in Scandinavia. *Viltrevy* 9(3): 192 s.
- Andersen, R. 1991. Habitat deterioration and the migratory behaviour of moose (*Alces alces* L.) in Norway. *Journal of Applied Ecology* 28: 102–108.
- & Saether, B-E. 1990. Functional response during winter of a herbivore, the moose, in relation to age and size. *Ecology* 73(2): 542–550.
- Belovsky, G.E. 1981. Food plant selection by a generalist herbivore: the moose. *Ecology* 62: 1020–1030.
- Berg, W.E. & Phillips, R.L. 1974. Habitat use by moose in northwestern Minnesota with reference to other heavily willowed areas. *Le Naturaliste Canadien* 101: 101–116.
- Bergerud, A.T. & Manuel, F. 1968. Moose damage to balsam fir-white birch forests in central Newfoundland. *Journal of Wildlife Management* 32(4): 729–746.
- Bergström, R. & Danell, K. 1987. Moose winter feeding in relation to morphology and chemistry of six tree species. *Alces* 22: 91–112.
- & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in Northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research, Supplement* 1: 213–228.
- Bobek, B., Borowski, S. & Dzieciolowski, R. 1975. Browse supply in various forest ecosystems. *Polish ecological studies* 1(2): 17–32.
- Brassard, J.M., Audy, E., Crête, M. & Grenier, P. 1974. Distribution and winter habitat of moose in Québec. *Le Naturaliste Canadien* 101: 67–80.
- Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. & Stålfelt, F. 1980. Foods of moose and roe-deer at Grimsö in Central Sweden – results of rumen content analyses. *Swedish Wildlife Research Viltrevy* 11(4): 169–247.
- Crête, M. 1977. Importance de la coupe forestière sur l'habitat hivernal de l'original dans le sud-ouest du Québec. *Canadian Journal of Forest Research* 7: 241–257.
- 1989. Approximation of K carrying capacity for moose in eastern Quebec. *Canadian Journal of Zoology* 67: 373–380.
- & Jordan, P.A. 1981. Régime alimentaire des originaux du sud-ouest Québécois pour les mois d'avril à

- octobre. *The Canadian Field-Naturalist* 95(1): 50–56.
- & Jordan, P.A. 1982a. Production and quality of forage available to moose in southwestern Quebec. *Canadian Journal of Forest Research* 12: 151–159.
- & Jordan, P.A. 1982b. Population consequences of winter forage resources for moose, *Alces alces*, in Southwestern Québec. *The Canadian Field-Naturalist* 96(4): 467–475.
- Danell, K. & Bergström, R. 1989. Winter browsing by moose on two birch species: impact of food resources. *Oikos* 54: 11–18.
- & Ericson, L. 1986. Foraging by moose on two species of birch when these occur in different proportions. *Holarctic Ecology* 9: 79–84.
- , Huss-Danell, K. & Bergström, R. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. *Ecology* 66(6): 1867–1878.
- , Edenius, L. & Lundberg, P. 1991. Herbivory and tree stand composition: moose patch use in winter. *Ecology* 72(4): 1350–1357.
- , Niemelä, P., Varvikko, T. & Vuorisalo, T. 1991. Moose browsing on Scots pine along a gradient of plant productivity. *Ecology* 72(5): 1624–1633.
- Dinesman, L.G. 1957. Materialy k lechozjaistvennomu znatseniju losja v Evropeiskoi tsasti SSSP. Summary: Data on the importance of the elk to forestry in the European part of the USSR. *Bulletin Moskovskogo Obscestva Isp. Prirody, Otd. Biologii* 62: 5–12.
- Dzieciolowski, R. 1974. Selection of browse twigs by moose. *Acta Theriologica* 19: 273–281.
- Eastman, D.S. & Ritcey, R. 1987. Moose habitat relationships and management in British Columbia. *Swedish Wildlife Research, Supplement 1*: 101–117.
- Euler, D. 1981. A moose habitat strategy for Ontario. *Alces* 17: 180–192.
- Gebczynska, Z. & Raczynski, J. 1984. Habitat preference and population structure of moose in the Biebrza river valley. *Acta Zoologica Fennica* 172: 93–94.
- Goulet, L.A. 1985. Winter habitat selection by moose in northern British Columbia. *Alces* 21: 103–125.
- Hamilton, G.D. & Drysdale, P.D. 1980. Moose winter browsing patterns on clear-cuttings in northern Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 58: 1412–1416.
- Heikkilä, R. 1990. The effect of plantation characteristics on moose browsing on Scots pine. *Silva Fennica* 24(4): 341–351.
- 1991. Moose browsing in Scots pine plantation mixed with deciduous tree species. *Acta Forestalia Fennica* 224. 13 s.
- & Löytyniemi, K. 1992. Growth response of young Scots pines to artificial shoot breaking simulating moose damage. *Silva Fennica* 26(1): 19–26.
- & Mikkonen, T. 1992. Effects of density of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand on moose (*Alces alces*) browsing. Tiivistelmä: Männyntaimikon tiheyden vaikutus hirven ravinnonkäyttöön. *Acta Forestalia Fennica* 231. 14 s.
- Helle, T., Pajujoja, H. & Nygrén, K. 1987. Forest damages caused by moose and their economic value in Finland. *Scandinavian Forest Economics* 29: 7–26.
- Hjeljord, O. & Grønvdal, S. 1988. Glyphosate application in forest – ecological aspects. *Scand. J. For. Res.* 3: 115–121.
- , Sundstøl, E. & Haagenrud, H. 1982. The nutritional value of browse to moose. *Journal of Wildlife Management* 46(2): 333–343.
- , Hövik, N. & Pedersen, H.B. 1990. Choice of feeding sites by moose during summer, the influence of forest structure and plant phenology. *Holarctic Ecology* 13: 281–292.
- Joyal, R. & Bourgue, C. 1986. Variations, selon la progression de l'hiver, dans le choix de l'habitat et du régime alimentaire chez trois groupes d'originaux (*Alces alces*) en milieu agro-forestier. *Canadian Journal of Zoology* 64: 1475–1481.
- Keskusmetsälautakunta Tapio 1989. Metsänhoitosuosituksset. 55 s.
- Kellsall, J.P. & Telfer, E.S. 1974. Biogeography of moose with particular reference to western North America. *Le Naturaliste Canadien* 101: 117–130.
- Kuznetsov, G.V. 1987. Habitats, movements and interactions of moose with forest vegetation in USSR. *Swedish Wildlife Research, Supplement 1*: 201–211.
- Laine, J. & Mannerkoski, H. 1980. Lannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun ja hirvituhoihin karuilla ojitetuilla soilla. Summary: Effect of fertilization on tree growth and elk damage in young Scots pine stands planted on drained, nutrient-poor open bogs. *Acta Forestalia Fennica* 166. 45 s.
- Lavsund, S. 1987. Moose relationships to forestry in Finland, Norway and Sweden. *Swedish Wildlife Research, Supplement 1*: 229–244.
- LeResche, R.E. 1974. Moose migrations in North America. *Le Naturaliste Canadien* 101: 393–415.
- Lundberg, P. & Danell, K. 1990. Functional response of browsers: tree exploitation by moose. *Oikos* 58: 378–384.
- & Åström, M. 1990. Functional response of optimally foraging herbivores. *Journal of Theoretical Biology* 144: 367–377.
- , Åström, M. & Danell, K. 1990. An experimental test of frequency-dependent food selection: winter browsing by moose. *Holarctic Ecology* 13: 177–182.
- Lykke, J. 1964. Elg og skog. Elgskadeundersøkelser i Verdal. *Medd. Statens Viltundersøkelser* 2 ser. 17. 57 s.
- Lääperi, A. & Löytyniemi, K. 1988. Hirvituhot vuosina 1973–1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella. Summary: Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973–1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District. *Folia Forestalia* 719. 13 s.
- Löytyniemi, K. 1981. 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 Forestalia*. 487. 14 s.
- & Lääperi, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Summary: Moose in Finnish forestry. University of Helsinki, Department of Agricultural and Forest Zoology, Reports 13. 56 s.
- & 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 Forestalia* 553. 23 s.
- MacCracken, J.G. & Viereck, L.A. 1990. Browse re-growth and use by moose after fire in interior Alaska. *Northwest Science* 64(1): 11–18.
- Matchett, M.R. 1985. Moose habitat relationships in the Yaak river drainage, northwestern Montana. *University of Montana*. 229 s.
- Miquelle, D.G. & Jordan, P.A. 1979. The importance of diversity in the diet of moose. *Alces* 15: 54–79.
- Monthly report of The Finnish Meteorological Institute 1986–90.
- Morow, K. 1976. Food habits of moose from Augustow Forest. *Acta Theriologica* 21(5): 101–116.
- Newton, M., Cole, E.C., Lautenschlager, R.A., White, D.E. & McCormack, Jr., M.L. 1989. Browse availability after conifer release in Maine's spruce-fir forests. *Journal of Wildlife Management* 53(3): 643–649.
- Padaiga, V. 1986. Kompleksnie meroprijatija po ohrane lesnyi nasazhdenii ot povrezhdenii losjami. Summary: Measures to counteract elk-damage to stands. *Metsanduslikud uurimused XXI*: 26–38.
- Parker, G.R. & Morton, L.D. 1978. The estimation of winter forage and its use by moose on clearcuts in northcentral Newfoundland. *Journal of Range Management* 31(4): 300–304.
- Peek, J.M. 1974a. On the nature of winter habitats of Shiras moose. *Le Naturaliste Canadien* 101: 131–141.
- 1974b. A review of moose food habits studies in North America. *Le Naturaliste Canadien* 101: 195–215.
- , Ulrich, D.L. & Mackie, R.J. 1976. Moose habitat selection and relationships to management in north-eastern Minnesota. *Wildlife Monographs* 48. 65 s.
- Peltonen, A. 1986. Metsien uudistaminen turvemaidilla kuuden eteläisimmän metsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–79 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978–79. *Folia Forestalia* 679. 26 s.
- Pierce, J.D. 1984. Shiras moose forage selection in relation to browse availability in north-central Idaho. *Canadian Journal of Zoology* 62: 2404–2409.
- & Peek, J.M. 1984. Moose habitat use and selection patterns in north-central Idaho. *Journal of Wildlife Management* 48(4): 1335–1343.
- Poliquin, A., Scherrer, B. & Joyal, R. 1977. Characteristics of winter browsing areas of moose in western Quebec as determined by multivariate analysis. *Proceedings of North American Moose Conference and Workshop* 13: 128–143.
- Pulliaainen, E., Loisa, K. & Pohjalainen, T. 1968. Hirvien talvisesta ravinnosta Itä-Lapissa. Summary: Winter food of the moose (*Alces alces* L.) in eastern Lapland. *Silva Fennica* 2(4): 235–247.
- Repo, S. & Löyttyniemi, K. 1985. Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoaltiuuteen. Summary: The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 626. 14 s.
- Risenhoover, K.L. 1989. Composition and quality of moose winter diets in interior Alaska. *Journal of Wildlife Management* 53(3): 568–577.
- Rolley, R.E. & Lloyd, K.B. 1980. Moose population dynamics and winter habitat use at Rochester, Alberta, 1965–1979. *The Canadian Field-Naturalist* 94(1): 9–18.
- Salonen, J. 1982. Hirven talviravinnon ravintoarvo. Summary: Nutritional value of moose winter browsing plants. *Suomen Riista* 29: 40–45.
- Smirnov, K.A. 1986. Icpolzovanie losem (*Alces alces*) kormovyih resursov v juzhnoi taige pri vysokoi plothnosti populatsii. Summary: Utilization of food resources by the European moose (*Alces alces*) in the southern taiga under the conditions of high population density. *Zoologitscheskii Zhurnal* LXV(3): 436–443.
- Saether, B-E. 1990. The impact of different growth pattern on the utilization of tree species by a generalist herbivore, the moose *Alces alces*: Implications of optimal foraging theory. *Behavioural Mechanisms of Food Selection*. NATO ASI Series, Vol. G 20: 323–340.
- & Andersen, R. 1990. Resource limitation in a generalist herbivore, the moose *Alces alces*: ecological constraints on behavioural decisions. *Canadian Journal of Zoology* 68: 993–999.
- , Engen, S. & Andersen, E. 1989. Resource utilization of moose *Alces alces* during winter. *Finnish Game Res.* 46: 79–86.
- Telfer, E.S. 1970. Winter habitat selection by moose and white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 34(3): 553–559.
- & Cairns, A. 1978. Stem breakage by moose. *Journal of Wildlife Management* 42(3): 639–643.
- Thompson, I.D. 1988. Moose damage to pre-commercially thinned balsam fir stands in Newfoundland. *Alces* 24: 56–61.
- & Euler, D.L. 1987. Moose habitat in Ontario: A decade of change in perception. *Swedish Wildlife Research, Supplement* 1: 181–193.
- & Vukelich, M.F. 1981. Use of logged habitats in winter by moose with calves in northeastern Ontario. *Can. J. Zool.* 59: 2103–2114.
- Vivås, H.J. & Saether, B-E. 1987. Interactions between a generalist herbivore, the moose *Alces alces*, and its food resources: an experimental study of winter foraging behaviour in relation to browse availability. *Journal of Animal Ecology* 56: 509–520.
- Welsh, D.A., Morrison, K.P., Oswald, K. & Thomas, E.R. 1980. Winter utilization of habitat by moose in relation to forest harvesting. *Proceedings of North American Moose Conference Workshop* 16: 398–428.
- Åström, M., Lundberg, P. & Danell, K. 1990. Partial prey consumption by browsers: trees as patches. *Journal of Animal Ecology* 59: 287–300.
- Örd, A. & Tõnisson, J. 1986. Povrezhdenie losem sosnovyi molodnjakov v Estonskij SSR i vozmozhnosti imenshenija povrezhdenija. Summary: Elk-damage to young pine stands in the Estonian SSR. Possibilities of decreasing this damage. *Metsanduslikud uurimused XXI*: 7–25.

Total of 84 references

Summary

Effects of food quantity and tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations

Considerable variation exists in the types and amount of food resources available to moose browsing their winter ranges. Characteristics of both young stands and the surrounding forests are important in governing moose feeding preferences. These factors are also subjected to silvicultural management. The aim of the present study was to investigate the effects of food quantity and tree species composition on moose browsing in young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands.

The study was conducted in 1988–1989 in southern Finland (60°15'–60°50' N, 24°–26°E), in an area administered by the Uusimaa-Häme District Forestry Board. In 1988 and 1989, 84 (study area 1) and 34 (study area 2) Scots pine stands were respectively examined. The former relatively large forested area is spread over five municipalities, while the latter area represents a local winter range inhabited by relatively high densities of moose. The average winter density for the five previous years was 3.2 moose/1000 ha (total land area) in study area 1 equivalent to 5.8 moose/1000 ha forested land. In study area 2 the respective densities were ca. 10 and 15 moose/1000 ha.

Stand were inspected using the line-plot method at distances of 20–40 m between lines and sample plots (50 m²), depending on the size of the stand. Dominant saplings with heights over 50 cm were considered available to browsing moose. The height of the available saplings, numbers of browsed twigs and diameters of main stem breakages were determined. Breakages over one cm thick were considered to seriously affect the future development of saplings. Rarely occurring tree species were excluded from the study. The openness of the pine stands was determined from the proportion of the sample plots with densities lower than 1200 saplings/ha. The average size of the plantations was 1.1 ha (± 0.1 S.E.) and 2.0 ha (± 0.3 S.E.) in study areas 1 and 2, respectively.

The forests surrounding the experimental stands were classified into five developmental classes: open area, young, young thinned, matured and renewable stands. Their proportions of the circle of the experimental stand were estimated as percent. The stand topography was classified as level, inclined or hilly.

Statistical analyses were made using the linear regression analysis, Student's t-test, the Kruskal-Wallis variance analysis and Spearman correlation analysis (BMDP-programs).

The tree species composition is presented in Tables 1 and 2. In the MT (*Myrtillus*) -type stands the proportion of deciduous trees in relation to the total tree density (78 %) was greater than that in the less fertile VT (*Vaccinium*) -type stands (66 %). Silvicultural cleaning, which had been carried out relatively early, did not significantly affect the density of deciduous trees available to browsing moose. However, compared to the cleaned stands, the height of deciduous trees was greater in the non-managed stands.

Browsing preferences as related to different tree species are presented in Fig. 1. The greatest number of browsed twigs were found on the most abundant tree species, which were rowan (*Sorbus aucuparia*) in study area 1 and pubescent birch (*Betula pubescens*) and Scots pine in study area 2.

In the study area 1 (1988), the number of browsed saplings increased slightly as the total density of saplings increased ($r = 0.25$, $r^2 = 0.07$, $F = 5.3$, $df = 82$). The number of browsed deciduous trees increased with increasing density of the trees ($r = 0.38$, $r^2 = 0.15$, $F = 13.55$, $df = 82$). The number of browsed pines, as well as number of browsed twigs, were not dependent on the stand characteristics identified. The numbers of browsed twigs and stem breakages per pine increased with increasing stand openness (Table 3). Positive correlation between stem breakages/pine and numbers of aspen (*Populus tremula*)/ha were also found. The proportion of stem breakages correlated positively with decreasing of pine densities in the stands (Fig. 4). As the proportion of young stands in the surrounding forests increased, the number of browsed pines also showed an increase ($r = 0.35$, $r^2 = 0.12$, $F = 4.50$, $df = 82$).

In the study area 2 (1989), the number of browsed pine twigs increased with increasing total numbers of saplings (Fig. 2). Stem breakages in pine also increased with increasing numbers of deciduous saplings (Fig. 3). In stands where birch densities were over 6500 saplings/ha, pine stem breakage frequencies were significantly greater than in stands supporting lower densities of birch (Fig. 5). Increases in the number of browsed pine saplings was particularly dependent on increases in the number of birch and rowan trees (Table 3). The pines were the more intensively browsed the higher the height relationship between birch and pine. When the proportion of spruce in the surrounding forests increased, the proportion of stem

breakages of pine increased (Spearman 0.45, $p < 0.01$, $df = 33$).

It was not possible to detect clear differences in pine browsing between either moist (MT) and dry (VT) type or cleaned and uncleaned stands (Fig. 6). The trend of results proved however a relatively intensive browsing on MT type and in uncleaned stands. The total number of browsed twigs/ha was significantly greater on MT than VT type. Increases in stand area did not affect the browsing preference.

Stem breakages occurred in 49 % of the stands in the study area 1 and in 89 % of the stands of the study area 2. Breakage of stems over 1 cm in thickness were found in 17 % (on average 104 saplings/ha \pm 49 S.E.) and in 64 % of the stands (on average 87 saplings/ha \pm 17 S.E.) of the former and latter study areas, respectively. In stands with relatively low tree densities, the number of unbroken trees was frequently below the acceptable stand density in the practical forestry.

On the basis of the results of this study the highest proportion of browsed sapling species were rowan, aspen and willows. These preferred species possess relatively small numbers of twigs and thus their chance of recovery from the browsing is greatly reduced. Relatively intensive feeding on Scots pine compared to other tree species could be due to the large twig biomass of this species. Silver birch was relatively intensively utilized compared to pubescent birch.

The results emphasize the importance of food quantity on the winter feeding behaviour of moose. Deciduous tree species in young stands seem to be abundant in the most frequently browsed stands, although the high popu-

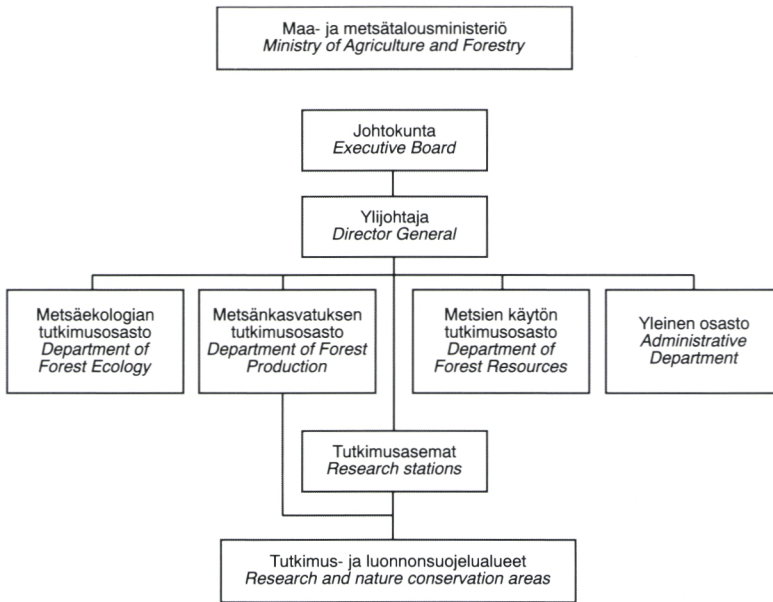
lation density winter range of the present study was not characterized by the most preferred tree species.

In future it would be valuable to be able to predict which stands are most susceptible to intense browsing in order to prevent moose damage. Food availability in young stands as well as in other age classes of forests within the winter ranges can obviously be used for this purposes. Besides winter food supply above the snow cover, the occurrence of a dwarf shrub layer, which is used in the autumn, may be of importance, e.g. spruce forests are often rich in understory *Vaccinium myrtillus* vegetation. Renewing forests in the winter ranges of moose should be planned in accordance with the prevailing moose densities.

The risk of moose damage to Scots pine is particularly high in cases where the pine saplings are admixed with high density and overgrowth of deciduous trees, such as birch species in the present study. However, deciduous trees form an additional food resource, which should be taken into account when cleaning young stands. Relatively early removal of deciduous trees, which do not overly compete with pine, may lead again to an increase of the competition with pine during the period when damage is possible.

In the present study, harmful stem breakages were most frequent in young low density Scots pine stands. As the extent of the damage is relatively small on winter ranges with a large available biomass, it is recommended that high densities of economically important tree species are used in order to further diminish the losses incurred through moose browsing.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*



Metsäntutkimuslaitos — *The Finnish Forest Research Institute*

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland

tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308, telex 121298 metla sf

Ylijohtaja — *Director General*

Eljas Pohtila

Hallintojohtaja — *Administrative Director*

Tero Oksa

Tiedotuspäällikkö — *Head of Information*

Marja Ruutu

Metsäekologian tutkimusosasto — *Department of Forest Ecology*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Eero Paavilainen

Metsänkasvatuksen tutkimusosasto — *Department of Forest Production*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Jari Parviainen

Metsien käytön tutkimusosasto — *Department of Forest Resources*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Risto Seppälä

Tutkimusasemat — *Research Stations*

Joensuu

Parkano

Kannus

Punkaharju

Kolari

Rovaniemi

Muhos

Suonenjoki



- No 803 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Ketjukarsinta ensiharvennusmännikön korjuuratkaisuna.
Flail delimiting in the first commercial thinning of Scots pine.
- No 804 Saarilahti, Martti: Mikroaaltosondin soveltuvuus hakekuorman käyttöarvon mittaukseen.
Measuring of the chip load properties using microwave sounding.
- No 805 Salminen, Olli: Männikön ja kuusikon liiketaloudellinen vajaatuuotisuus.
Profitability of growing understocked Scots pine and Norway spruce stands.
- No 806 Verkasalo, Erkki: Koivupuutavaran vikaantuminen pitkittyneessä metsävarastoinnissa ja sen vaikutus viulun saantoon, laatuun ja arvoon.
Deterioration of birch timber during prolonged storage in the forest and its effect on the yield, quality and value of rotary-cut veneer.
- No 807 Rossi, Seppo, Varmola, Martti & Hyppönen, Mikko: Pellonmetsitysten onnistuminen Lapissa.
Success of afforestation of old fields in Finnish Lapland.
- No 808 Juntunen, Marja-Liisa & Suomäki, Hanna-Leena: Ikääntyvät metsäkoneyrittäjät ja hakkuun koneellistuminen.
Aging forest machine contractors and the mechanization of wood harvesting.
- No 809 Heikkilä, Risto, Lilja, Arja & Härkönen, Sauli: Rauduskoivuntaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen.
Recovery of young *Betula pendula* trees after stem breakage.
- No 810 Kaunisto, Seppo, Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Apatiitti ja flogopiitti fosfori- ja kaliumlannoitteina suomänniköissä.
Apatite and phlogopite as phosphorus and potassium fertilizers in peatland pine forests.
- No 811 Kaitera, Juha & Jalkanen, Risto: Surmakka Rikkilehdon männikössä Sallassa.
Gremmeniella abietina on Scots pine in Rikkilehto stand in Salla, northern Finland.
- No 812 Pesonen, Mauno & Hirvelä, Hannu: Harvennusmetsien määrä ja harvenushakkuiden liiketaloudellinen merkitys.
Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland.
- No 813 Varmola, Martti: Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli.
A stand model for early development of Scots pine cultures.
- No 814 Nieminen, Mika & Ahti, Erkki: Talvilannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen karulta suolta.
Leaching of nutrients from an ombrotrophic peatland area after fertilizer application on snow.
- No 815 Heikkilä, Risto: Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin mäntytaimikoissa.
Effects of food quantity and tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations.