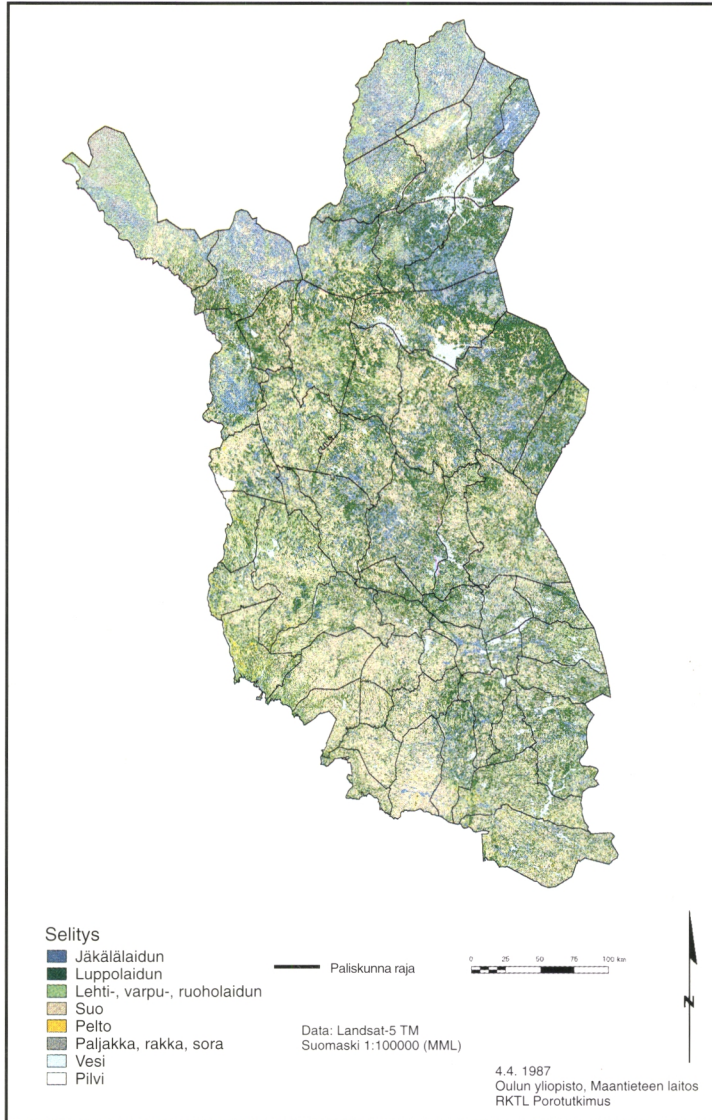


# PORON VAIKUTUS METSÄ- JA TUNTURILUONTOON



## TUTKIMUSSEMINAARI HETASSA 1997

Mikko Hyppönen, Timo Penttilä & Helena Poikajärvi (toim.)

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA



14. 10. 98

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 678, 1998**

# **PORON VAIKUTUS METSÄ- JA TUNTURILUONTOON**

**TUTKIMUSSEMINAARI HETASSA 1997**

**MIKKO HYPPÖNEN, TIMO PENTTILÄ & HELENA POIKAJÄRVI (TOIM.)**

**ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA**

**Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.) 1998.** Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678. 141 s. ISBN 951-40-1616-5, ISSN 0358-4283.

Julkaisun artikkelit perustuvat Hetassa 1997 pidetyn seminaarin esitelmiin.

**Toimittajien yhteystiedot:** Mikko Hyppönen, Lapin metsäkeskus, PL 8053, 96101 Rovaniemi, puh. (016) 336 2111, faksi (016) 312 207; Timo Penttilä & Helena Poikajärvi, Metsäntutkimuslaitos, PL 16, 96301 Rovaniemi, puh. (016) 336 411, faksi (016) 336 4640.

**Julkaisija:** Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, Porotalouden ympäristövaikutukset, hanke 3152. Hyväksynyt tutkimusjohtaja Matti Kärkäinen 3.3.1998.

**Tilaukset:** Metsäntutkimuslaitos, kirjasto/julkaisumyynti, PL 18, 01301 Vantaa, puh. (09) 8570 5580, faksi (09) 8570 5582, sähköposti kirjasto@metla.fi

ISBN 951-40-1616-5  
ISSN 0358-4283

Hakapaino Oy  
Helsinki 1998

# Sisällys

---

<b>Lukijalle</b> .....	5
<b>Seminaarin avaus</b> .....	6
Suoheimo Jouni	
<b>Poron vaikutus metsänpohjan selkärangattomiin</b> .....	9
Suominen Otso, Kojola Ilpo & Niemelä Pekka	
<b>Poron laidunnuksen ja metsäpalojen vaikutukset maaperän selkärangattomien lukumääriin</b> .....	20
Kojola Ilpo, Helle Timo, Huhta Esa, Niskanen Mikko & Niva Aarno	
<b>Porolaidunnus ja typen mineralisaatio vähäravinteisessa mäntymetsässä</b> .....	25
Stark Sari	
<b>Lumi-, olki- ja jäkäläpeitteen vaikutus maan routautumiseen ja lämpötilaan syystalvella</b> .....	36
Jalkanen Risto	
<b>Jäkäläpeitteen merkitys männyn juurten pakkaskestävyydessä</b> .....	43
Sutinen Marja-Liisa, Ritari Aulis, Holappa Teuvo & Kujala Kauko	
<b>Männynneulasvuosikertojen pitkäaikaisvaihtelu laidunnetulla ja laiduntamattomalla kuivalla kankaalla Lapissa</b> .....	51
Jalkanen Risto	
<b>Jäkäläpeitteen vaikutus männyntaimien kasvuun</b> .....	59
Helle Timo, Niskanen Mikko & Niva Aarno	

<b>Porojen laitumia mitattu Suomessa pian puoli vuosisataa . .</b>	67
Mattila Eero	
<b>Porolaidunnuksen vaikutus pintakasvillisuuteen</b>	
<b>Pallastunturin alueella . . . . .</b>	84
Helenius Minna	
<b>Rauduskoivun viljelyn onnistuminen poronhoitoalueella . . .</b>	92
Kubin Eero & Savilampi Pentti	
<b>Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen</b>	
<b>poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskunnassa . . .</b>	99
Hyppönen Mikko	
<b>Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen</b>	
<b>uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa . .</b>	109
Mäkitalo Kari, Penttilä Timo & Räsänen Pentti	
<b>Talvilaitumet ja niiden kunto Suomen poronhoitoalueella . .</b>	122
Kumpula Jouko, Colpaert Alfred & Nieminen Mauri	
<b>Poron laidunnuksen vaikutus tunturikoivikoiden</b>	
<b>rakenteeseen . . . . .</b>	132
Helle Timo, Kajala Liisa, Niva Aarno & Särkelä Matti	

# Lukijalle

---

Lapin metsäkeskus ja Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasema järjestivät Enontekiöllä, Tunturi-Lapin luontokeskuksessa 30.10.–31.10.1997 tutkimusseminaarin otsikolla "Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon". Ajatus seminaarista syntyi kesällä 1997 työryhmässä, jonka maa- ja metsätalousministeriö oli koonnut valmistelemaan valtioneuvostolle päätösesitystä suoja-metsäalueiksi. Poron laidunnuksen mahdollisista vaikutuksista metsiin todettiin käydyin runsaasti keskustelua, joka ei liene riittävästi tukeutunut tutkittuun tietoon. Toisaalta kysymyksen arvioitiin koskevan laajempaakin aluetta kuin pelkästään suojametsiä. Maa- ja metsätalousministeriö antoikin tukensa ajatukselle erityisen tutkimusseminaarin järjestämiseksi tästä aihepiiristä.

Seminaarin teemoiksi valittiin porotalouden vaikutukset maaperän biologiseen aktiivisuuteen, metsä- ja tunturikasvillisuuteen sekä metsien uudistumiseen ja kasvuun. Alustajiksi kutsuttiin mahdollisimman laajalla kotimaisella haulalla näiden kysymysten parissa työskennelleitä tutkijoita. Eri tutkimustahojen lisäksi avoimeen seminaariin kutsuttiin laajalti porotalouden ja metsätalouden sekä muita pohjoisten alueiden maankäyttöön liittyvien tahojen edustajia. Tavoitteena oli esitellä valmistuneiden ja käynnissä olevien tutkimusten tuloksia, herättää keskustelua tutkijoiden sekä porotalouden ja metsätalouden harjoittajien kesken, paikantaa olemassa olevan tiedon aukkoja sekä pyrkiä luomaan tulevien tutkimusten suuntaamiseen, suunnitteluun ja koordinointiin liittyviä tarpeita.

Monipuolisten ja mielenkiintoisten alustusten sekä vilkkaan ja runsaasti julkistakin huomiota saaneen keskustelun myötä seminaari täytti järjestäjiensä sille asettamat odotukset varsin hyvin. Kiitämme alustajia, osallistujia sekä järjestelyyn osallistuneita tahoja ja henkilöitä hyvästä yhteistyöstä ja antoisasta seminaarista. Tähän julkaisuun on koottu seminaarissa pidetyt alustukset tutkimusraporteiksi muokattuina. Toivomme, että koosteesta on hyötyä kehitettäessä samoilla alueilla toimivien elinkeinojen toimintaedellytyksiä kestäväällä tavalla sekä etsittäessä tutkimuksen keinoin ratkaisuja eri maankäyttömuotojen yhteensovittamisen ongelmiin.

Toimittajat

# Seminaarin avaus

---

**Jouni Suoheimo**

**Maa- ja metsätalousministeriö  
PL 232, 00171 Helsinki**

## **Arvoisat seminaarin osallistujat!**

Vuoden 1997 alusta voimaan tulleella metsälailalla kumottiin suojametsistä vuonna 1922 annettu laki. Metsälain mukaan valtioneuvosto voi määrätä suojametsäalueeksi alueet, joilla metsän säilyminen on tarpeen metsänrajan alenemisen estämiseksi. Maa- ja metsätalousministeriössä valmistellaan valtioneuvoston päätöstä suojametsistä ja ehdotettu päätös on parhaillaan lausuntokierroksella. Sen jälkeen järjestetään kuulemistilaisuudet, ja lopullinen päätösesitys on tarkoitus antaa valtioneuvostolle vuoden 1998 alussa.

Päätösesityksen valmisteluvaiheen edetessä ilmeni, että eri tahojen käsitykset porojen vaikutuksista suojametsäalueen metsien ekologiaan, metsien luontaiseen dynamiikkaan, mukaan lukien metsien uudistumisen ja kasvun, sekä metsäluonnon biodiversiteettiin poikkeavat huomattavasti toisistaan. Koska valmistelun eri vaiheissa esitetyt kannanotot porojen vaikutuksista suojametsäalueen luontoon olivat niin kaukana toisistaan, maa- ja metsätalousministeriössä suhtauduttiin myönteisesti Lapin metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tekemään ehdotukseen lisätä tiedonvaihtoa eri osapuolten kesken järjestämällä täällä Enontekiön Hetassa seminaari poron vaikutuksesta metsä- ja tunturiluontoon.

Tämän seminaarin järjestämisen ajankohtaisuutta korostaa juuri julkaistu OECD:n maaraportti, jossa todetaan, että poronhoito näyttäisi uhkaavan herkkiä ekosysteemejä Lapissa. Raportti toteaa, että porotiheydet Suomen Lapissa ovat suurimmat koko maailmassa ja porojen liiallinen laidunnus on hävittänyt erityisesti jäkälikköjä. Lopuksi OECD:n raportti toteaa, että ylisuuret porokannat ovat suurin yksittäinen uhka metsäekosysteemeille Lapissa. Samassa raportissa metsätalouden osalta todetaan, että metsätalous on ollut pääsyy biodiversiteetin alenemiseen maassamme. Metsätalouden biodiversiteettiä vähentävistä toimenpiteistä mainitaan erityisesti soiden ojitus ja vanhojen metsien hakkuut.

Suomi on hyväksynyt YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssin (UNCED) vuonna 1992 Rio de Janeirossa asettamat tavoitteet ja ryhtynyt toteuttamaan sen Agenda 21 -toimintaohjelmaa. Edelleen Suomi sitoutui Helsingin metsäministerikonferenssin isäntänä vuonna 1993 edistämään UNCED:in päätösten toimeenpanoa kansallisessa toiminnassaan ja kansainvälisessä yhteistyössä. Helsingin konferenssissa sovittiin mm. Euroopan metsien kestävä hoidon ja käytön yleisperiaatteista sekä Euroopan metsien biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä koskevista yleisperiaatteista. Uudistunut metsälainsäädäntömme ottaa huomioon ja täyttää Suomen allekirjoittamista kansainvälisistä sopimuksista aiheutuvat velvoitteet.

Tällaisen laajan tutkimusseminaarin järjestämistä voidaan pitää merkittävänä tapahtumana alueellisessa, kansallisessa ja jopa kansainvälisessä mielessä. Seminaarin runsas osallistujamäärä jo sinänsä osoittaa, että aihe on ajankohdainen ja tärkeä.

On kuitenkin syytä korostaa, että tämän seminaarin lähtökohtina ovat ensisijassa tietotarve ja tutkimustarpeiden kartoitus. Seminaarin alustajiksi on kutsuttu maassamme laajin mahdollinen joukko aiheen tuntevia tutkijoita ja muita asiantuntijoita, jotka seuraavan kahden päivän aikana tarjoavat meille kaikille porokysymyksistä kiinnostuneille luotettavaa määrällistä ja laadullista tietoa porojen vaikutuksesta metsä- ja tunturiluontoon. Seminaariesitelmistä kootaan julkaisu, jonka avulla poroelinkeinoa voidaan kehittää sekä paikallisella että alueellisella tasolla. Valtakunnan tasolla maa- ja metsätalousministeriö pystyy entistä paremmin linjaamaan strategiaansa, jonka eräänä päätaavoitteena on uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvien elinkeinojen kestävä harjoittaminen.

Maa- ja metsätalousministeriön (Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/1997) Luonnonvarastrategiassa Tulevaisuuden visio- osassa todetaan muun muassa, että ”vuonna 2010 porotalouden kilpailukyky on säilynyt, uusia kehittyneempiä laiduntamismenetelmiä on otettu käyttöön kriittisimmillä alueilla ja porolaidunten kunto on parantunut.” Samassa julkaisussa kerrotaan porotalouden päämääristä vuonna 2001, että ”poromäärät on kestävä käytön periaatteen mukaisesti suhteutettu poronhoitomenetelmiin ja laidunten tilaan. Poronhoitolaidunten tilasta on olemassa luotettava tieto. Laiduntamismenetelmien kehittäminen laidunten tilan parantamiseksi on käynnissä.”

Porotalouden strategisissa valinnoissa korostetaan mm. laidunten hoidon tarvetta laidunkiertojärjestelmää ja muita poronhoitomenetelmiä kehittämällä sekä porotalouden harjoittamisen yleisten edellytysten kehittämistä muuttuneissa olosuhteissa. Tärkeinä porotalouteen liittyvinä tutkimuskohteina mainitaan mm. porojen määrän suhde laidunalaan, porokannan rakenne sekä porojen lisäruokinnan vaikutukset. Myös porojen ravintovarojen sekä porokannan koon ja tuottavuuden seurannan kehittämistä suositellaan.

Olen vakuuttunut siitä, että tämän seminaarin käynnistämä avoin ja rakentava yhteistyö kaikkien Lapin uudistuviin luonnonvaroihin pohjautuvien elin-

keinojen välillä edistää tutkitulle tiedolle perustuvaa kehittämistoimintaa.

Maa- ja metsätalousministeriön puolesta toivotan kaikille antoisia seminaaripäiviä!

# Poron vaikutus metsänpohjan selkärangattomiin

---

Otso Suominen<sup>1)</sup>, Ilpo Kojola<sup>2)</sup> & Pekka Niemelä<sup>3)</sup>

1)Ekologian ja eläinsystematiikan laboratorio, Biologian laitos, 20014  
Turun yliopisto

2)Taivalkosken RKTL, Ohtaajantie 19, 93400 Taivalkoski

3)Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu

## Summary: Effect of reindeer grazing on the abundance of ground-dwelling invertebrate fauna

We estimated field- and bottom-layer vegetation cover and the abundance of ground-dwelling invertebrate fauna with pitfall traps from 14 exclosure/control pairs in Finnish Lapland. Influence of reindeer was excluded from the exclosure plots with fences. Cover and thickness of lichens was higher in exclosure plots. Total invertebrate abundance as well as the abundance of most of the invertebrate taxa were higher in grazed control plots. Terrestrial gastropods were the only taxa that was significantly more abundant inside the exclosures. Both vegetation and animal species richness were higher in grazed control plots. This is in accordance with intermediate disturbance hypothesis. In Finnish Lapland influence of reindeer grazing on ground lichens seems to act as a disturbance that enhances species richness at ground level.

## Johdanto

Kasvinsyöjänisäkkäät voivat olla tärkeitä ekosysteemin rakenteen ja toiminnan muovaajia, varsinkin jos niiden kannat esimerkiksi petojen puuttuessa nousevat hyvin tiheiksi (esim. Bryant ym. 1991, Hobbs 1996). Hyvänä esimerkkinä on poron laidunnus, joka voi muuttaa metsäekosysteemiä monin tavoin (esim. tämän julkaisun muut artikkelit, Oksanen ym. 1995). Poro, tai peura, on osa Lapin metsä- ja tunturiekosysteemien luontaista lajistoa ja se on varmasti ollut keskeinen ekosysteemin toiminnan muovaaja tuhansien vuosien ajan. Lähihistoriassa tapahtunut porotiheyden nousu ja poronhoitotavan muutos (Helle ja Kojola 1993) on

kuitenkin muuttanut ratkaisevasti kasvillisuuden ja poron suhteita.

Keskeinen tekijä kasvinsyöjänisäkkäiden roolissa muun ekosysteemin muovaajina on se, että kasvinsyöjien ravinnon käyttö on valikoivaa ja voi siten muuttaa kasvilajien runsaussuhteita (ks. esim Bryant ym. 1991, Suominen ja Niemelä 1996). Poronjäkälet ovat niille sopivissa kasvuolosuhteissa vahvoja kilpailijoita, jotka estävät muiden pohja- ja kenttäkerroksen kasvien kasvua ja pyrkivät ajan mittaan muodostamaan laajoja yhtenäisiä kasvustoja. Poro on poikkeuksellinen laji kyvyssään käyttää jäkälää ravintonaan ja siten nisäkkäskasvinsyöjistä ainoa eläin, joka kykenee rajoittamaan poronjäkälien dominanssia. Poron laidunnuksen onkin todettu lisäävän kasvillisuuden lajimääriä jäkäläkankailla (Helle ja Aspi 1983). Helteen ja Aspin (1983) tutkimus toi myös esiin sen seikan, että laidunnusintensiteetin kasvaessa ”liian” voimakkaaksi myös muu kasvillisuus alkaa kärsiä ja lajimäärä kääntyy laskuun. Connell (1978) on esittänyt hypoteesin, ”intermediate disturbance hypothesis”, jonka mukaan erilaiset häiriöt (esim. myrskyt, metsäpalot, tulvat jne) lisäävät ekosysteemin monimuotoisuutta, jos niiden intensiteetti pysyy ”kohtuullisena”. Pitkään häiriöttömässä tilassa olleessa ekosysteemissä kilpailussa voimakkaat lajit pyrkivät estämään muiden menestymistä. Liian voimakas tai usein toistuva häiriö taas vaikuttaa haitallisesti kaikkiin lajeihin ja alentaa siten monimuotoisuutta. Kasvinsyöjänisäkkäiden on ehdotettu olevan yksi potentiaalinen ekosysteemissä kilpailudominanssia heikentävä ”häiriötekijä”. Pohjoisissa ekosysteemeissä poron (Helle ja Aspi 1983), sopulien (Virtanen ym. 1997) ja lapinmyyrien (Fox 1985) on osoitettu vaikuttavan maanpinnan kasvillisuuden lajimääriin hypoteesin mukaisesti.

Poron tapa käyttää lehtipuita kesäravintonaan vaikuttaa luonnollisesti hyvin eri tavoin kuin talvinen jäkälälaidunnus. Se myös kohdistuu eri metsätyyppeihin. Tiheät porokannat pystyvät estämään esim. koivun taimien kasvua (Lehtonen ja Heikkinen 1995, Oksanen ym. 1995) ja vaikuttavat täten latvuskerrokseen varttuvan puuston lajisuhteisiin ja määriin. Myös maahan kertyvän karikkeen määrä ja laatu muuttuvat (Suominen ym. julkaisematon). Lehtipuihin kohdistuvan kasvissyönnin vaikutuksia metsäekosysteemiin on tutkittu varsinkin hirvellä Pohjois-Amerikan havumetsissä. Sen on todettu johtavan havupuiden runsastumiseen, josta seuraa karikkeen laadun ja määrän heikentyminen ja pitkällä aikavälillä maaperän ravinteisuuden lasku (Pastor ym. 1993).

Me päätelimme poron laidunnuksen vaikuttavan mahdollisesti myös maanpinnalla eläviin eläimiin ja tutkimme asiaa pyytämällä selkärangattomia kuoppapyydyksin eri puolilla Lappia. Pyynnit suoritettiin koealoilla, joille porojen pääsy oli useiden vuosien ajan estetty aitaamalla, sekä viereisillä porojen laiduntamilla aloilla. Koealoilta tutkittiin myös pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuus, jonka voi luonnollisesti olettaa vaikuttavan maanpinnan eläinyhteisöön. Tarkoitus oli siten tutkia onko laidunnettujen ja laiduntamattomien koealaparientien eläin ja kasviyhteisöt erilaisia, ja jos ovat, niin, minkälaisia muutoksia laidunnus niissä mahdollisesti aiheuttaa.

## Menetelmät

### *Alueet*

Tutkimme maanpinnan selkärangattomien määrää koealoilla, joille porojen pääsy oli useiden vuosien ajan estetty aitaamalla, sekä viereisillä porojen laiduntamilla aloilla. Tutkimus suoritettiin kolmella eri alueella yhteensä 14 koealaparilla kesällä 1995. Kevolla käytimme eri aikoina tutkimustarkoitukseen tehtyjä aitauksia, Venäjän ja Norjan vastaisilla rajoilla vertasimme tilannetta valtakunnanrajan poroaidan molemmin puolin. Kolme Kevon aitauksista sijaisi tunturimittarin vuonna 1965 tuhoamissa tunturikoivikoissa (Lehtonen ja Heikkinen 1995). Aitaukset perustettiin vuonna 1970 tuhonjälkeisen koivun uudistumisen tutkimiseksi. Poronlaidunnuksen on todettu haittaavan koivikon uudistumista koealoilla (Lehtonen ja Heikkinen 1995). Yksi vuonna 1967 perustettu aitaus sijaisi männikössä lähellä Kevonjärveä, ja kaksi vuonna 1989 perustettua Kevonjärven rantaniityllä, jossa aita sulki myös jänikset ulkopuolelle.

Suomen ja Venäjän rajan poroaidan molemmin puolin perustetuista koealareista kolme sijaisi mäntykankaalla Rajajoosepista etelään ja yksi nuoressa koivikossa Puitsitunturilla. Venäjän puolella ei ole poron laidunnusta, mutta ainakin Rajajoosepin alueella hirven laidunnus on voimakasta molemmin puolin aitaa. Enontekiön ja Inarin rajan lähellä Norjan rajalla sijainneet neljä koealaparua edustivat tunturikoivikkoa. Siellä poron laidunnusta oli molemmin puolin aitaa, mutta Norjan puolella vain talvella vahvalumisena aikana ja Suomen puolella ympäri vuoden.

Koealoille (4–6 aaria) sijoitettiin 20–30 kuoppapyydystä viiden pyydyksen ryhmissä laidunnetulle ja laiduntamattomalle puolelle kuukauden ajaksi (kesä–heinäkuu 1995). Saaliiksi saadut eläimet tunnistettiin lahko- tai heimotasolle (hämähäkit ja kovakuoriaiset). Samoilta koealoilta arvioitiin kenttä- ja pohjakerrosten kasvillisuuden peittävyudet 15 yhden neliömetrin suuruiselta alalta, sekä mitattiin jäkäläkerroksen paksuus (Kevolla myös sammalkerroksen paksuus).

## Tulokset

Esittelemme tässä artikkelissa vain joitain tutkimuksen keskeisiä tuloksia. Tarkemmat tulokset tullaan julkaisemaan muualla. Sen takia emme tässä esittele esim. aineiston tilastollista käsittelyä.

Kevolla sekä sammal- että jäkäläkerros olivat paksumpia laiduntamattomissa aitauksissa. Varpujen ja jäkälien peittävyys oli suurempi aitausten sisällä. Yksittäisiä lajeja tarkasteltaessa aitauksissa runsaampia olivat koivun ja pajun taimet, puolukka, variksenmarja, siankärsämö ja poronjäkälät. Aitausten ulkopuolella suurempi peitto oli kynsi- ja karhunsammalilla, torvijäkälällä ja

paljaalla maalla (kuva 1). Kaikkia Kevon aitauksia yhteisesti tarkasteltaessa poron laidunnus ei tunnu vaikuttavan kasvillisuuden lajirikkauteen kenttä- eikä pohjakerroksessa (kuva 2). Ainoalla jäkälätyypin männikkökoelalla kasvillisuus oli rikkaampi laidunnetulla puolella.

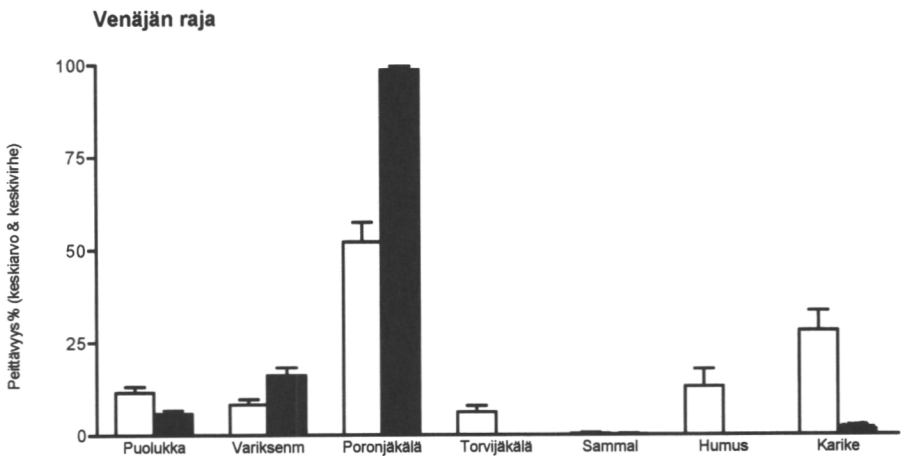
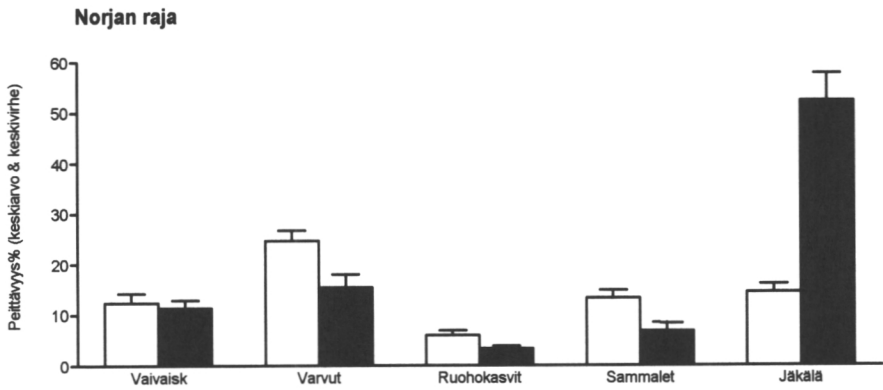
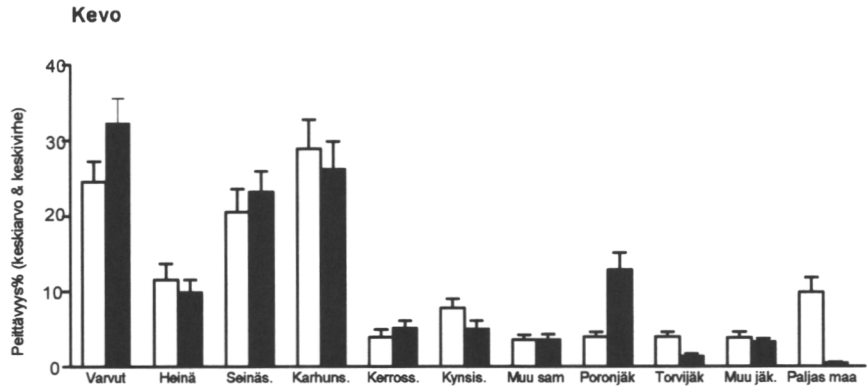
Rajajoosepissa jäkäläkerros oli neljä kertaa paksumpi laiduntamattomalla Venäjän puolella. Siellä poronjäkälien, ennen muuta palleroporonjäkälän, peitto oli yli 90 %. Myös variksenmarjan peitto oli suurempi laiduntamattomalla puolella. Laidunnetulla puolella suurempi peitto oli puolukalla ja torvijäkälillä sekä paljaalla humuksella ja karikkeella (kuva 1). Kasvillisuuden lajirikkaus oli suurempi laidunnetulla puolella pohjakerroksessa (kuva 2), mutta kenttäkerroksessa ei ollut eroa (molemmin puolin samat kaksi varpulajia lähes joka koeruudussa).

Norjan rajalla jäkälien peittävyys ja paksuus oli suurempi Norjan puolen vähemmän laidunnetuilla koelooilla. Myös tunturikoivun taimien peittävyys oli suurempi Norjan puolella. Varpujen, ruohovartisten kasvien ja sammalten peittävyudet olivat suurempia Suomen puolella (kuva 1). Kasvillisuuden lajirikkaus oli suurempi Norjan puolella sekä kenttä- että pohjakerroksessa (kuva 2).

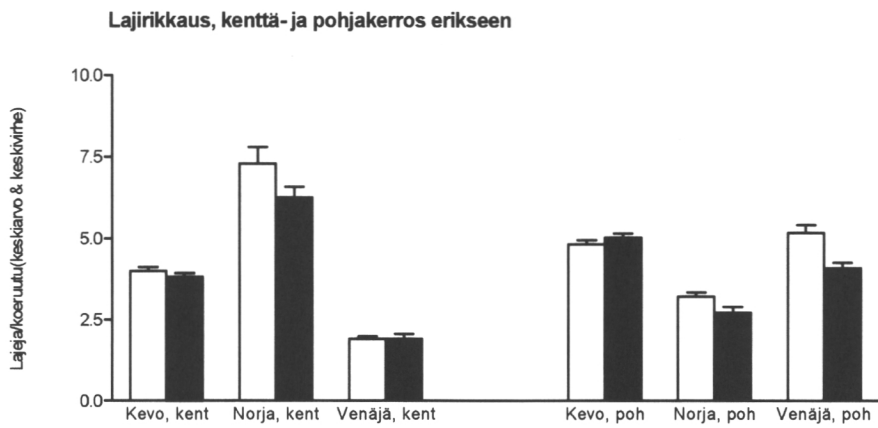
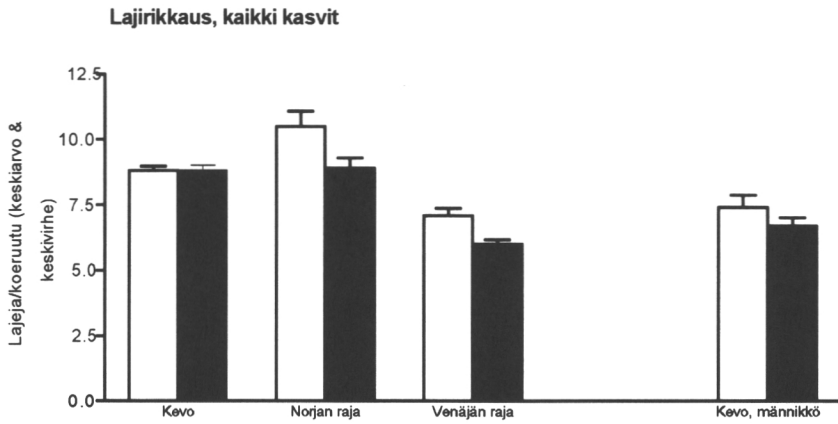
Tarkasteltaessa kaikkia alueita yhdessä kasvillisuus oli hieman rikkaampaa laidunnetulla puolella. Pohjakerroksessa ero lajimäärässä näyteruututasolla oli keskimäärin 6 % ja kenttäkerroksessa 7 %.

Poron laidunnuksen vaikutus joihinkin metsänpohjan eläinryhmiin vaihteli eri alueiden välillä, mutta keskityimme tässä niihin, joiden runsauserot olivat kaikilla alueilla saman tyyppiset. Selkärangattomien kokonaismäärä oli suurempi poron laiduntamalla koelooilla. Ainoastaan Venäjän rajan poroaidalla pyydysten kokonaissaaliissa ei ollut eroa laidunnetulla ja laiduntamattomalla puolella. Miltei kaikki tutkimamme eläinryhmät, joiden yleisyyteen poron laidunnus vaikutti, olivat runsaampia laidunnetulla puolella (kuva 3). Tällaisia ryhmiä olivat mm. kaikki hyönteiset yhteensä, kaksisiipiset (Diptera), muurahaiset (Formicidae), maakiitäjäiset (Carabidae), luihukuoriaiset (Cryptophagidae), kaarnakuoriaiset (Scolytidae) ja juoksuhämähäkit (Lycosidae). Maanilviäiset, etanat ja kotilot, olivat runsaampia laiduntamattomilla alueilla.

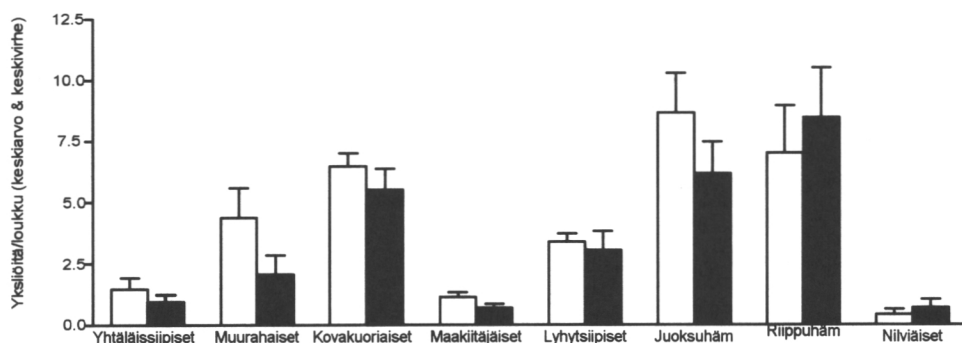
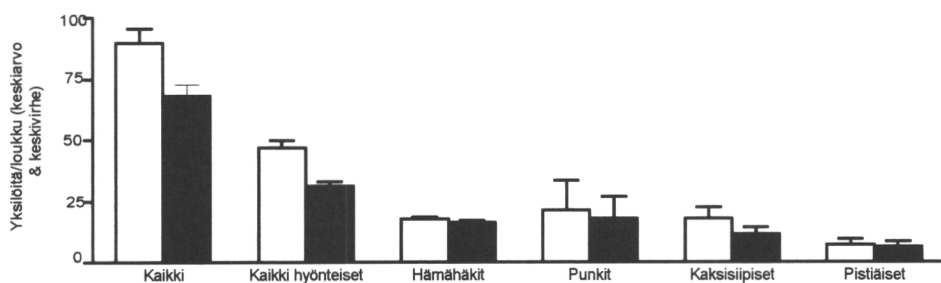
Eläimistön monimuotoisuusmittana käytimme eri ryhmien lukumäärää loukkupurkkia kohden ja koko koelalaa kohden. Testasimme erikseen kaikki selkärangattomat taksonit, hyönteislahkot, kovakuoriaisheimot ja hämähäkkiheimot. Tämä ”lahko/heimorikkaus” oli suurempi laidunnetun puolen loukkusaaliissa kaikilla alueilla ja kaikissa tutkimissamme ryhmissä (kuva 4) (ero loukkutasolla keskimäärin: kaikki selkärangattomat 13 %, hyönteislahkot 10 %, kovakuoriaisheimot 22 % ja hämähäkkiheimot 8 %).



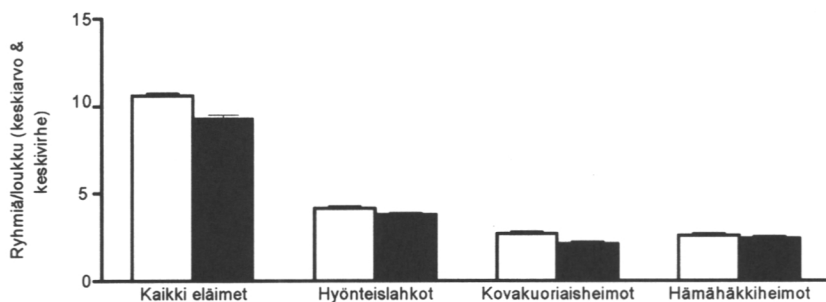
Kuva 1. Kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden peittävyksiä. Avoin pylväs laidunnettu, harmaa pylväs laiduntamaton.



Kuva 2. Kasvillisuuden lajirikkaus. Avoin pylvas laidunnettu, harmaa pylvas laiduntamaton.



Kuva 3. Maanpinnan selkärangattomien runsaus. Avoin pylväs laidunnettu, harmaa pylväs laiduntamaton.



Kuva 4. Eläimistön lahko/heimorikkaus loukkutasolla. Avoin pylväs laidunnettu, harmaa pylväs laiduntamaton.

## Tulosten tarkastelu

Jäkälien peittävyys ja jäkäläkerroksen paksuus olivat suurempia laiduntamattomalla puolella kaikilla alueilla. Sammalista karhun- ja kynsisammalet tuntuivat valtaavan lisää alaa laidunnuksen vähennyttä poronjäkälien määrää. Varpujen peittävyys oli Kevolla suurempi aitausten sisällä, kun taas Norjan ja Venäjän rajoilla varvikkoa oli enemmän vähemmän laidunnetulla puolella. Ero selittyy sillä, että Kevolla poronjäkälien peitto oli vähäisempi, jolloin varvut eivät valtakunnanrajan koealojen tavoin kärsineet kilpailusta jäkälien kanssa. Sekä sammalet että varvut olivat korkeampikasvuisia laiduntamattomissa olosuhteissa riippumatta siitä miten peittävyys erosi käsittelyjen välillä. Tämä selittyy osin poron tallauksen vaikutuksella ja osin sillä, että kasvaessaan paksun poronjäkälän seassa niiden on pakko kasvaa lisää korkeutta saadakseen valoa.

Poron laidunnuksen kasvillisuuden lajikoostumusta rikastuttava vaikutus selittyy myös valtaosin jäkälän vähenemisestä johtuvasta kilpailulta vapautumisesta. Varsinkin pohjakerroksen osalta tämä trendi oli hyvin selvä. Ero laidunnetun puolen eduksi sammal- ja jäkälälajien määrässä käsittelyjen välillä oli suurin alueilla, joilla poronjäkälillä oli suurin peittävyys laiduntamattomalla puolella. Varvikon ja muun kenttäkerroksen lajirikkauden suhde laidunnukseen ja jäkäläpeitteeseen ei ollut yhtä selvä mutta kuitenkin saman suuntainen. Connellin (1978) esittämä ”intermediate disturbance” hypoteesi ennustaa monimuotoisuuden olevan suurimmillaan keskitasoisen häiriön vaikutuksen alaisena olevissa ekosysteemeissä. Kenttäkerroksen kasvillisuudessa oli mahdollisesti nähtävissä merkkejä hypoteesin mukaisesta lajirunsauden kääntymisestä laskuun kun häiriö (poron laidunnus) voimistuu. Se laidunnusintensiiteetti, missä laidunnuksen vaikutus täysin laiduntamattomaan alueeseen verrattuna muuttuu negatiiviseksi, riippuu varmasti paikan kasvillisuustyypistä. Poron on osoitettu vaikuttavan jäkäläkankaiden kenttäkerroksen kasvillisuuden lajirikkauteen hypoteesin mukaisesti (Helle ja Aspi 1983).

Poron laiduntamalla alueilla oli maanpinnan selkärangattomia enemmän kuin täysin laiduntamattomilla tai vain paksun lumipeitteen aikaan laidunnetuilla alueilla Norjan puolella. Mahdollisia selityksiä tällaiselle yleiselle runsauden lisääntymiselle laidunnuksen seurauksena ovat poron laidunnuksen aiheuttamat muutokset kasvillisuudessa, mikroilmastossa ja maaperässä. Lisäksi poron ulosteet muodostavat uuden ylimääräisen resurssin maanpinnalla eläville selkärangattomille. Poron lanta myös hajoaa jäkälää nopeammin kasvien ja sienten käytettäväksi ja tulee sitä kautta eläinten hyödynnettäväksi. Samoin jäkälän vähenemisestä hyötyvät muut kasvit tuottavat helpommin hajoavaa kariketta. Monet selkärangattomat (esim. Cryptophagidae ja etanat) käyttävät ravinnokeeseen hajottajasienirihmastoja. Poron laidunnus varmasti vaikuttaa sienirihmaston määrään, mutta sitä ei tietäksemme ole tutkittu.

Laidunnetuilla alueilla päivälämpötilat maanpinnalla ovat korkeammat ja

monet maanpinnalla liikkuvat niveljalkaiset (esim. monet juoksuhamähäkit ja maakiitäjäiset) suosivat lämpimiä suhteellisen avoimia ympäristöjä. Ne myös liikkuvat aktiivisemmin tällaisissa olosuhteissa, jolloin niiden todennäköisyys tipahtaa kuoppapyyntipurkkiin kasvaa.

Muurahaisia oli kuoppapyyntisaaliissamme laidunnetuilla aloilla keskimäärin kaksi kertaa niin paljon kuin laiduntamattomilla. Syytä muurahaisten runsastumiseen laidunnuksen vaikutuksesta on vaikea sanoa. Yksi mahdollinen tekijä on ainakin meidän aineistossamme ilmenevä selkärangattomien yleinen runsastuminen, eli saaliin määrän kasvu. Kekomuurahaiset, joita suurin osa aineistomme muurahaisista on, ovat tärkeä muuhun ekosysteemiin vaikuttava tekijä (esim. Punttila 1994). Niiden lukumäärän kaksinkertaistuminen heijastuu varmasti muiden selkärangattomien määriin sekä maanpinnalla että kasvillisuudessa. Pidetäänhän muurahaisia mm. tärkeinä tuhohyönteisten torjujina (Adlung 1966). Esimerkiksi Kevon 1965 tunturimittarituhossa säästyivät koivuja hengissä muurahaispesien ympärillä muuten tuhoutuneella alueella (Laine ja Niemelä 1980).

Toinen kiintoisa aineistomme ryhmä, jonka runsauden muutoksella voi olla merkitystä, ovat kaarnakuoriaiset (Scolytidae). Ne, sekä metsätaloudellisesti tärkeille havupuille tuhoa aiheuttavat kärsäkkäät (*Hylobius* spp. *Pissodes* spp.), olivat yleisempiä laidunnetulla puolella (Suominen ja muut, julkaisematon). Aikuisyksilöiden lukumäärä maanpinnan loukkupurkeissa ei kuitenkaan vielä suoraan kerro, miten näiden lajien aiheuttamat metsävauriot esiintyvät suhteessa poron laidunnukseen.

Maanilviäiset, etanat ja kotilot, olivat runsaampia laiduntamattomissa olosuhteissa. Suurin osa aineistomme nilviäisistä tavattiin alueilta, joissa on lehtipuustoa. Lehtikarikeri on niille tärkeä sekä suojan että ravinnon lähteenä (Jennings ja Barkham 1975). Puhtailta jäkäläkankailta maanilviäisiä ei juuri löytynyt kummaltakaan puolelta aitaa. Ne ovat siis tyypillisesti poron kesälaidunhabitaattien eläimistöä, ja vaikutus niiden yleisyyteen onkin luultavimmin seurausta lehtipuuston määrää vähentävästä poron kesäruokailusta. Varjoisa ja kostea mikroilmasto on niille välttämätön, ja sellainen löytyi todennäköisemmin peitteisemmän kasvillisuuden omaavilta porottomilta alueilta.

Myös selkärangattomien heimo- tai lahorunsaus oli suurempi laidunnetuilla koealoilla. Monimuotoisuusero oli itse asiassa selvempi kuin eläimistön yksilömäärän kasvu laidunnuksen vaikutuksesta. Maanpinnan fauna oli rikkaampi myös ryhmissä, joissa ei ollut merkittävää runsauseroa, kuten kovakuoriaiset. Rikkaampi fauna ei siis selity pelkästään laidunnettujen alueiden loukkujen suuremmilla saalismäärillä. Selitys lajirunsauden kasvulle löytynee samoista tekijöistä kuin yksilömäärien nousuun ja kasvilajiston runsastumiseen. Häiriödynamikka, Connellin (1978) hypoteesin mukaisesti, tuntuu vaikuttavan myös maanpinnalla liikuviin eläimiin. Poron ulosteet ja jäkälän vähetessä rikastuva kasvillisuus lisäävät erilaisten resurssien määrää ja luovat kokonaan uusia ekologisia lokeroita mahdollistaen monipuolisemman eläinlajiston ole-

massaolon. Kuten kasvillisuudessakin, erot näyttivät myös eläimistöissä olevan suurimmat alueilla, joissa jäkälän peitto oli suurin laiduntamattomissa olosuhteissa, ja pienimmät Kevon vähäjäkäläisissä aituksissa. Jos poro hävittää jäkälän tyystin, häviävät tietysti myös sitä habitaattinaan käyttävät eläimet. Puhdas poronjäkäläkkö on kuitenkin niin karu ja vaikeasti hyödynnettävä elinympäristö, että tällaisten lajien määrä lienee vähäisempi kuin rikkaammasa laidunnetussa kasvillisuudessa viihtyvien lajien määrä. Myös selkärangattomien eläinten lajirikkaus maanpinnalla kääntyyne laskuun kun laidunnus tai muu häiriö kasvaa liian suureksi. Meidän aineistomme osoittaa vain, että laidunnettujen alueiden monimuotoisuus on koealoillamme korkeampi kuin täysin laiduntamattomilla alueilla (tai hyvin vähäisen laidunnuspaineen alueilla Norjassa). Me emme pysty sanomaan millä laidunnusintensiiteetillä monimuotoisuus on korkeimmillaan. Se vaihtelee varmaankin tutkittavan eläinryhmän ja kasvillisuustyypin mukaan.

## Kiitokset

Haluamme kiittää Sakari Kankaanpäättä, Mikko Niskasta ja Aarno Nivaa osallistumisesta kenttätöihin. Tutkimusta ovat rahoittaneet ympäristöministeriö, Metsätutkimuslaitos, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos sekä Koneen Säätiö.

## Kirjallisuus

- Adlung, K. G. 1966. A critical evaluation of the European research on use of red wood ants (*Formica rufa* group) for the protection of forests against harmful insects. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 57: 167–189.
- Bryant, J. P., Provenza, F. D., Pastor, J., Reichard, P. B., Clausen, T. P., & du Toit, J. T. 1991. Interactions between woody plants and browsing mammals mediated by secondary metabolites. Annual Review of Ecology and Systematics 22: 431–446.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199: 1302–1310.
- Fox, J. F. 1985. Plant diversity in relation to plant production and disturbance by voles in Alaskan tundra communities. – Arct. Alp. Res. 17: 199–204.
- Helle, T. & Aspi, J. 1983. Effects of winter grazing by reindeer on vegetation. Oikos 40: 337–343.
- & Kojola, I. 1993. Reproduction and mortality of Finnish semidomesticated reindeer in relation to density and management strategies. Arctic 46: 72–77.
- Hobbs, N. T. 1996. Modification of ecosystems by ungulates. Journal of Wildlife Management 60: 695–713.
- Jennings, T. J. & Barkham, J. P. 1975. Food of slugs in mixed deciduous woodland. Oikos 26: 211–221.
- Laine, K. & Niemelä, P. 1980. The influence of ants on the survival of mountain birches during an *Oporina autumnata* (Lep., Geometridae) outbreak. Oecologia 47: 39–41.

- Lehtonen, J. & Heikkinen, R. K. 1995. On the recovery of mountain birch after *Epirrita* damage in Finnish Lapland, with a particular emphasis on reindeer grazing. *Ecoscience* 2: 349–356.
- Oksanen, L., Moen, J. & Helle, P. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. *Acta Botanica Fennica* 153: 93–105.
- Pastor, J., Dewey, B., Naiman, R. J., McInnes, P. E. & Cohen, Y. 1993. Moose browsing and soil fertility in the boreal forest of Isle Royale National Park. *Ecology* 74: 467–480.
- Punttila, P. 1994. Kekomuurahaiset ja niveljalkaisyhteisöjen rakenne. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 482: 47–58.
- Suominen, O. & Niemelä, P. 1996. Muuttavatko kavinsyöjänisäkkäät metsäkasvillisuuttamme? *Folia Forestalia* 1996(1): 41–49.
- Virtanen, R., Henttonen, H. & Laine, K. 1997. Lemming grazing and structure of a snowbed plant community – a long-term experiment at Kilpisjärvi, Finnish Lapland. *Oikos* 79: 155–166.

# Poron laidunnuksen ja metsäpalojen vaikutukset maaperän selkärangattomien lukumääriin

---

Ilpo Kojola<sup>1)</sup>, Timo Helle<sup>2)</sup>, Esa Huhta<sup>3)</sup>, Mikko Niskanen<sup>2)</sup>  
ja Aarno Niva<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>RKTL, Taivalkosken riistan- ja kalantutkimus, 93400 Taivalkoski

<sup>2)</sup>METLA, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 96301 Rovaniemi

<sup>3)</sup>Oulun yliopisto, Biologian laitos, PL 333, 90571 Oulu

## Johdanto

Laidunnuksen vaikutukset maaperäeläimistöön kytkeytynevät sekä laiduntajan aiheuttamiin muutoksiin kasvipeitteessä että talleamisen vaikutuksiin eloperäisen maakerroksen mikrorakenteissa. Vaikutukset ovat yhteydessä laidunnuksen voimaperäisyyteen, keston ja ajankohtaan sekä laiduntajan valikoivuuteen kasviraivon käyttäjänä (Milchunas ja Lauenroth 1993).

Maaperäeläimillä on olennainen rooli karikkeen hajoamisessa, jonka tuloksena orgaaninen aines prosessoituu kasveille käyttökelpoiseen epäorgaaniseen muotoon. Maaperäeläinten runsaudella havaittu olevan yhteys puuntaimien kasvunopeuteen (Setälä 1995).

Poron laidunnuksen vaikutuksista ekologisesti merkittävimpiin lukeutuu kuivien kangasmetsien kasvillisuuteen kohdistuva talvilaidunnus. Porot suosivat talviravintonaan jäkälää (esim. Danell ym. 1994), joiden biomassat ovat laidunnuksen seurauksena vähentyneet murto-osaan laiduntamattomille jäkälököille tyypillisistä biomassoista (Helle ym. 1990). Jäkäläpeite on eriste, jonka oheneminen ja aukkoistuminen voi muuttaa maaperän kosteusoloja eläinten kannalta epäedulliseen suuntaan. Jäkälikön kuluneisuuden on havaittu heijastuvan maaperän mikrobiaktiivisuuteen, mikä voi osittain johtua laidunnuksen vaikutuksista maaperäeläimistöön.

Jäkälättömyys ei ole kuivilla kankailla uusi tilanne, sillä luontainen metsäpaloherkkyys on hävittänyt maajäkälät keskimäärin noin 80–100 vuoden välein (Zackrisson 1977). Jäkäläkasvuston viimeisiä sukkessiovaiheita edustavia

jäkäläköitä on tämän takia ollut vain murto-osa jäkälien kasvualustaksi soveltuvien metsien pinta-alasta.

Tämän selvityksen tavoitteena on tutkia sekä maajäkäläkköihin kohdistuvan poron talvilaidunnuksen että metsäpalojen mahdollisia yhteyksiä maaperäeläimistön runsauteen. Työssä verrataan täysin laiduntamattomien tai hyvin vähän laidunnettujen jäkäläkankaiden maaperän selkärangattomien lukumäärien suhdetta laidunnetuilta vertailualueilta saatuihin tuloksiin.

## Aineisto ja menetelmät

Maaperäeläinnäytteet kerättiin kahdeltatoista näytealueelta. Alueista viisi sijaitsi Inarissa, kolme poronhoitoalueen etelärajalla ja neljä Murmanskin seudulla Venäjällä. Näytteenkeruu Suomessa tähtäsi laidunnuksen ja Venäjän näytealueet metsäpalojen aiheuttamien vaikutusten kartoittamiseen. Kaikki näytealueet sijaitsivat havumetsävyöhykkeessä. Inarin näytealueet muodostuivat poroidan kahta puolta sijainneista vertailupareista, poronhoitoalueen etelärajalle sijoittuneiden paikkojen vertailukohtina olivat paikat poronhoitoalueen eteläpuolella. Venäjällä näytteitä kerättiin eri-ikäisillä metsäpaloalueilla (palaneet 1980, 1981, 1992 ja 1997), vertailukohtana palamaton alue.

Maaperäeläinnäytteet kerättiin Inarista vuonna 1995, poronhoitoalueen etelärajalta vuonna 1996 ja Venäjältä vuonna 1997. Vuoden 1995 näytteet otettiin kolmena ja vuoden 1996 näytteet kahtena ajankohtana kesä–elokuussa. Venäjän puolelta näytteet otettiin vain yhden kerran (syyskuu). Näytteet kairattiin 30 mm syvyydeltä. Sukkulamatonnäytteet otettiin 39 mm:n ja änkyrimatonnäytteet 55 mm:n kairalla. Kultakin näytealueelta otettiin sekä laiduntamattomalta että laidunnetulta puolelta kerralla 15–25 näytettä molemmilla kairoilla Jokaiselta kairauspaikalta tehtiin kasvillisuusanalyysi kenttäkerroksesta 25 x 25 cm alalta. Kasvillisuudesta mitattiin jäkälien, sammalten sekä eri varpulajien korkeudet ja peittävyudet. Maaperänäytteistä mitattiin karike- ja humuskerrosten paksuudet sekä kosteusprosentti. Eläinten erottaminen maanäytteistä tapahtui suppiloajolla. Elämistä laskettiin sukkulamadot (*Nematoda*), änkyrimadot (*Enchytraeidae*) hyönteistoukat (*Insecta*) ja karhukaiset (*Tardigrada*). Sukkula- ja änkyrimadot eroteltiin laskennassa eri kokoluokkiin. Murmanskin näytealueilta on esitettävissä vain änkyrimatojen runsautta koskevat tulokset.

Erojen testauksessa käytettiin varianssianalyysiä. Havaintoyksikkönä oli eläinryhmän lukumäärä yhdessä näytteessä.

Taulukko 1. Tärkeimpien maaperäeläinryhmien määrät laidunnetuilla ja laiduntamattomilla näytealoilla. Runsaus yks./4 g näytettä (sukkulamadot) tai yks./kairanäyte (muut ryhmät).

Lajiryhmä	Laidunnettu		Laiduntamaton		Eron tilastollinen merkitsevyys (P)
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta	
Sukkulamadot	444,5	490,5	407,5	354,5	> 0,10
Änkyrimadot	6,2	12,4	12,2	27,4	< 0,001
Hyönteistoukat	0,5	3,1	1,5	4,1	< 0,001
Karhukaiset	3,3	7,3	4,4	7,9	> 0,10

## Tulokset

### Laidunnus

Maajäkälien keskipeittävyys oli laidunnetuilla näytealoilla 20 %, laiduntamattomilla 72 %. Keskikorkeudet olivat vastaavasti 14 ja 51 mm. Varpujen yhteispeittävyudessa ei havaittu merkitsevää eroa (13 ja 14 %), mutta laidunnuksen havaittiin vaikuttavan selkeästi varpujen maanpäällisen osan korkeuteen. Kaikki mitatut varpulajit olivat korkeampia laiduntamattomalla puolella ( $P < 0,05$ ).

Änkyrimatojen ja hyönteistoukkien määrä oli pienempi laidunnetuilla kuin laiduntamattomilla näytealoilla. Muiden ryhmien runsauksissa ei todettu eroja (taulukko 1). Näytealakohtainen vaihtelu maaperäeläinten lukumäärissä oli huomattavan suurta niin laidunnetuilla kuin laiduntamattomillakin alueilla (taulukko 1).

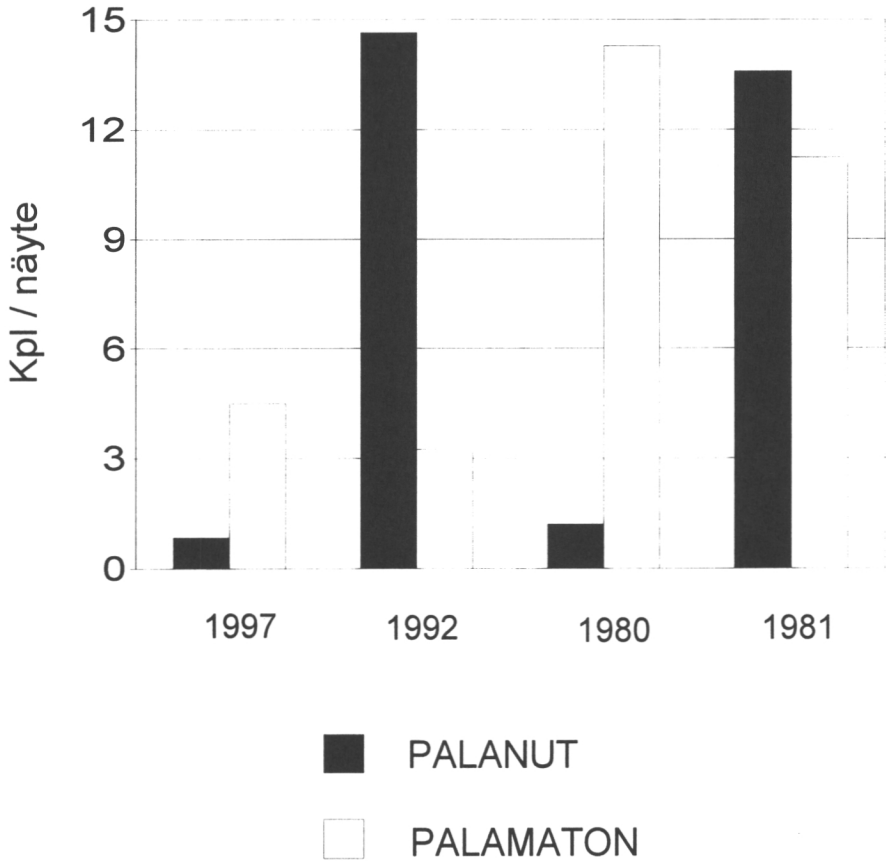
Maaperän kosteus oli keskimäärin laiduntamattomalla puolella (27,4 ja 24,9 %,  $P < 0,05$ ). Maaperän humuskerros oli myös paksumpi laiduntamattomilla näytealoilla (keskiarvot 10,4 ja 7,8 mm,  $P < 0,001$ ).

### Metsäpalot

Vuosina 1980 ja 1997 palaneilla jäkälökköaloilla havaittiin änkyrimatoja tilastollisesti merkitsevästi vähemmän kuin palamattomilla vertailualueilla (kuva 1). Sen sijaan viisi vuotta vanhalla paloalueella oli änkyrimatoja palamatonta aluetta runsaammin. Neljännellä alueella, joka oli palanut vuonna 1981, änkyrimatojen lukumäärä ei eronnut palamattoman alueen keskiarvosta (kuva 1).

## Tulosten tarkastelu

Jäkäläkasvustoihin kohdistuvan laidunnuksen yhteydet maaperäeläinten runsauteen eivät olleet yksiselitteiset, sillä keskimääräiset runsaudet olivat laidun-



Kuva 1. Änkyrimatojen (*Enchytraeidae*) esiintyminen eri-ikäisillä metsäpaloalueilla.

netuilla paikoilla pienemmät vain änkyrimatojen ja hyönteistoukkien osalta. Änkyrimadot ovat kuitenkin ekologiselta merkitykseltään eräs kangasmetsämaaperien avainryhmä (Setälä 1995).

Varmojen johtopäätösten vetäminen laidunnuksen vaikutuksista änkyrimatojen runsauteen olisi ennen aikaista, sillä änkyrimatojen lukumäärä ei kaikilla tutkimuspaikoilla eronnut laidunnetun ja laiduntamattoman puolen välillä (Kojola ym. 1998).

Änkyrimatojen ja hyönteistoukkien vähäisemmät määrät laidunnuksen kulluttamissa jäkäläköissä kytkeytynee havaittuihin eroihin maaperän kosteudessa. Jäkäläpeitteen eristävä, haihtumista hidastava vaikutus tulee selvimmin esiin kun kesän sademäärä jää vähäiseksi. Kosteuseroja ei kuitenkaan voida pitää tyhjentävänä selityksenä, sillä myös humuksen määrällä on luultavasti oma merkityksensä.

Jäkäläpeitteen antaman suojan häviäminen voi vähentää männyn (*Pinus sylvestris*) hienojuurten määrää ja maaperän mikrobiaktiivisuutta (Väre 1996),

mutta männyn kasvua poron talvilaidunnuksen ei ole todettu heikentävän (Helle ja Nöjd 1992, Helle ja Moilanen 1993). Tulos voi liittyä selittyä jäkäläpeitteen vähenemisen maaperän lämpötilaa nostavalla vaikutuksella, joka saattaa voimistaa männyn kasvunopeuden keväällä ja syksyllä laiduntamattomia paikkoja korkeammaksi (Helle ja Nöjd 1992).

Metsäpalon vaikutus änkyrimatojen runsauteen riippuu palon tuoreuden ohella myös palotapahtuman vuodenajasta ja sääoloista, joilla on ilmeinen yhteys humuksesta epäorgaaniksi aineiksi tuhkahtuvan maa-aineksen osuuteen. Palo vähentää ainakin lyhytaikaisesti änkyrimatojen määriä selvästi. Muutama vuosi palon jälkeen runsaudet voivat nousta vertailualueita suuremmiksi, mikä voi johtua paloalueille ominaisesta ruohovartisen kasvillisuuden runsatumisesta.

Laidunnuksen tai palojen mahdollisista vaikutuksista maaperäeläimistöön ei ole olemassa aiemmin julkaistua tietoa, mikä osaltaan vaikeuttaa tulosten merkityksen arviointia. Joka tapauksessa on otettava huomioon se, että havaitut erot ovat luonteeltaan kvalitatiivisia. Laidunnusintensiteetin hahmottamiseksi olisi tunnettava nykyistä tarkemmin porotiheyksien alueellinen jakautuminen ja alueellisen jakautumisen historia.

## Kirjallisuus

- Danell, K., Utsi, P.M., Palo, R.T. & Eriksson, O. 1994. Food plant selection by reindeer in relation to plant quality. *Ecography* 17: 153–158.
- Helle, T., Aikio, P., Kilpelä, S.-S. 1990. Lichen ranges, animal densities and production in Finnish reindeer management. *Rangifer*, Special Issue 3: 115–121.
- & Nöjd, P. 1992. Poron laidunnuksen vaikutus männyn kasvuun ja kuntoon. Julkaisussa: Nikula, A., Varmola, M. & Lahti, M.-L. (toim.). *Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1992*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 5–15.
- & Moilanen, H. 1993. The effects of reindeer grazing on the natural regeneration of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 395–407.
- Kojola, I., Suominen, O., Helle, T., Huhta, E., Kankaanpää, S., Niemelä, P., Niskanen, M. & Niva, A. 1998. Poron laidunnuksen ympäristövaikutukset. *Käsikirjoitus*. 22 s.
- Milchunas, D.G. & Lauenroth, W.K. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: 327–366.
- Setälä, H. 1995. Growth of birch and pine seedlings in relation to grazing by soil fauna on ectomycorrhizal fungi. *Ecology* 76: 1844–1851.
- Väre, H. 1996. Relationship between spatial heterogeneity in vegetation communities and belowground ecosystems. *Acta Univ. Ouluensis A* 275, 37 p.
- Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires in the North West Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 5–10.

# Porolaidunnus ja typen mineralisaatio vähäravinteisessa mäntymetsässä

---

Sari Stark

Biologian laitos, Oulun yliopisto, PL 333, 90571 Oulu 57

## **Abstract: Reindeer grazing and mineralization of nitrogen in a nutrient deficient Scots pine forest**

The effect of reindeer grazing on gross and net rates of nitrogen mineralization were investigated in a dry, lichen dominated forest in Kätkäsuvanto, northwestern Lapland, where an enclosure was compared to the outside area. To measure the gross mineralization, the isotope dilution method based on  $^{15}\text{N}$  was used. Intensive grazing had decreased gross mineralization and microbial biomass N and P, although only in the case of microbial P the difference was statistically significant. The net mineralization, however, was greater in the grazed area. The results suggest that reindeer grazing enhances nitrogen cycling in this type of ecosystems. The ratio of carbon and nitrogen released by soil decomposing organisms is changed, the most probable explanation to which is the change in the proportion of mineralized nitrogen immobilized by soil microbes. This may be the result of changes in ground vegetation and consequently litter chemistry. Due to grazing, the proportion of litter produced by lichen is decreased, which may change the decomposability of the litter. Another explanation is the deficiency of C, which restricts microbial immobilization, resulting in increased net mineralization of N. With the current data, however, it is impossible to evaluate the role of soil microclimatic conditions in these changes. The soil organic matter content had been decreased, a phenomenon that would need some attention. In present situation the organic matter decomposition is enhanced, while less new litter is produced. In the long run, this may result in decreasing organic nitrogen pool in the soil, which can have serious impacts on the functioning of these ecosystems in the future.

## Johdanto

Porolaidunnus on aiheuttanut merkittäviä muutoksia kuivien, jäkälävaltaisten kasvupaikkojen kasvillisuuteen (Helle ja Aspi 1982, Väre ym. 1995, 1996). Muuttamalla pohjakasvillisuutta porot vaikuttavat hajottajille päätyvän karikkeen määrään ja kemialliseen koostumukseen. Kuolleet kasvin osat muodostavat energian ja ravinteiden lähteen maaperän heterotrofisille hajottajille. Hajoavan orgaanisen aineksen kemiallinen koostumus vaikuttaa siihen, miten nopeasti ne hajoavat ja niihin sitoutuneet ravinteet vapautuvat kasveille käyttökelpoiseen muotoon (Berg ja Staaf 1981). Laidunnus vaikuttaa välillisesti typen kiertoon, ja koska ravinteiden määrä rajoittaa karujen ekosysteemien perustuotantoa, tämä voi vaikuttaa ekosysteemin tuottavuuteen.

Jäkäläpeitteen väheneminen muuttaa myös maaperän mikroilmastoa (Kershaw 1985), mikä voi osaltaan vaikuttaa orgaanisen aineksen hajoamisnopeuteen. Kuivilla kasvupaikoilla, joilla jäkälien peittävyys on pienentynyt ja jäkäläkerros ohentunut, maaperä lämpenee kesällä paljon nopeammin kuin paksun jäkäläpeitteen alla oleva maaperä, mikä pohjoisessa saattaa nopeuttaa ravinteiden mineralisaatiota. Maaperä on kuitenkin myös alttiimpi liialliselle kuivumiselle lämpiminä ajanjaksoina ja kylmenemiselle talvella (Väre ym. 1996). Maaperän mikroilmastosta muodostuu olosuhteiltaan äärevämpi, ja ajankohdan sääoloista riippuu, onko sen vaikutus mikrobin toimintaan positiivinen vai negatiivinen.

Tallaus nopeuttaa osaltaan ravinteiden kiertoa hienontamalla kariketta, mikä helpottaa mikrobin infektoitumista orgaanisiin partikkeleihin (Ruess ja McNauhgton 1988). Tallaus saattaa myös lisätä bakteerien suhteellista osuutta hajottajista sienien kustannuksella. Typen kiertoon vaikuttavat positiivisesti myös laiduntajien virtsa ja ulosteet (Pastor ym. 1994). Kasvimateriaalin kiertäessä laiduntajan suoliston läpi siitä poistuu hengityksen kautta paljon hiiltä ja se palaa maaperään typpipitoisina yhdisteinä, joihin sitoutuneet ravinteet vapautuvat nopeasti epäorgaaniseen muotoon.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että maahengityksen ja mikrobiomassaan sitoutuneen hiilen määrä on laskenut laidunnetuilla alueilla (Väre ym. 1996). Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, millainen vaikutus porojen laidunnuksella on typen mineralisaatioon. Typen bruttomineralisaation mittaamiseksi tutkimuksessa käytettiin typen 15-isotooppiin perustuvaa inkubaatiomenetelmää. Merkityn isotoopin avulla voidaan mineralisaatio ja mikrobin typen kulutus erottaa toisistaan, joten maaperässä tapahtuvista prosesseista saadaan paljon tarkempi kuva (Davidson ym. 1991).

## Aineisto ja menetelmät

### *Koeala ja näytteenotto*

Tutkimuksessa käytetty koeala sijaitsee Kätkäsuvannossa, jossa on laidunnuk- sen poissulkeva aitaus. Aidatun alueen peittävin jäkälä on palleroporonjäkälä (*Cladina stellaris*), mutta myös muiden jäkälien peittävyys on kohtalainen. Aitaamattomalla alueella jäkälien kokonaispeittävyys ja palleroporonjäkälän suhteellinen peittävyys muihin *Cladina*-lajeihin verrattuna on pienempi. Koe- alalla esiintyvät putkilokasvit ovat variksenmarja, sianpuolukka ja puolukka.

Koealalta kerättiin maanäytteitä laboratoriossa suoritettavaa inkubaatiota varten kesällä 1997 sekä suoritettiin mineralisaatiokoe maastossa vuosina 1996 ja 1997. Maanäytteet otettiin teräskairalla (halkaisija 8 cm). Mineralisaatioko- keisiin käytettiin maaperän ylintä kerrosta, ja maanäytteiden tilavuus tasattiin mittaamalla 3 cm paksu viipale. Maastossa näytteet eristettiin muusta maape- rästä kaasuja läpäisevällä muovilla (paksuus 10 m) ja sijoitettiin takaisin omal- le paikalleen (Hart ja Firestone 1989). Laboratoriossa inkubaatio suoritettiin vakiolämpötilassa (+15°C). Kokeen aikana tapahtunut nettomineralisaatio saa- tiin laskemalla alkuperäisen ja inkubaation lopussa olevan ammoniumin mää- rän erotus.

Typen bruttomineralisaatio mitattiin lisäämällä näytteeseen ammoniumsul- faattia ( $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) laimeana vesiliuoksena ja määrittämällä 15-isotoopin osuuden väheneminen ammoniumin kokonaismäärästä (Davidson ym. 1991). Isotooppisuhde laimenee hajottajamikrobien mineralisoidessa alkuperäistä maan orgaanista  $^{14}\text{N}$ :a  $^{14}\text{NH}_4^+$ :ksi. Vaikka ammoniumia kuluu mikrobien im- mobilisaatiossa, se ei kuitenkaan muuta maaperän typen isotooppien  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  -suhdetta, koska mikrobit immobilisoivat samalla nopeudella molempien iso- tooppien tyyppiä. Bruttomineralisaatio laskettiin Bartholomewin (1965) kaaval- la:

$$m = \frac{Mo - M1}{t} \cdot \frac{\log(Ho M1 / H1 Mo)}{\log(Mo / M1)}$$

$Mo$  = alkuperäinen  $^{14+15}\text{N}$ -määrä

$M1$  = inkubaation jälkeinen  $^{14+15}\text{N}$ -määrä

$Ho$  = alkuperäinen  $^{15}\text{N}$ -määrä

$H1$  = inkubaation jälkeinen määrä  $^{15}\text{N}$ -määrä

$t$  = aika

## Analyytit

Ravinteet uutettiin 0.5 M kaliumsulfaattiin ( $K_2SO_4$ ) ja suodatettiin. Ammoniumin määrä saatiin diffundoimalla uutoksessa oleva ammonium laimeaan rikkihappoon ( $H_2SO_4$ ) (Crooke ja Simpson 1971) ja analysoimalla se kolorimetrisesti (Bremner 1965). Orgaanisen typen ja fosforin mittaamiseksi uutoksiin lisätiin alkaalista persulfaattia ja hapetettiin autoklaavissa (+110°C) nitraatiksi ja fosfaatiksi (Williams ym. 1995). Uutoksissa oleva kokonaistyyppi ja nitraatti analysoitiin ionikromatografilla. Fosfori analysoitiin kolorimetrisesti (Murphy ja Riley 1962). Jokaisesta näytteestä analysoitiin myös maaperän kosteus ja orgaanisen aineksen määrä punnitsemalla tuore- ja kuivapaino sekä hehkutushäviö.

Maaperän mikrobibiomassaan sitoutuneiden typen ja fosforin määrän mittaamiseen käytettiin ns. fumigaatio-ekstraktio -menetelmää (Brookes ym. 1985). Maanäytteissä oleva mikrobibiomassa tapettiin fumigoimalla maata kloroformilla, jolloin niihin sitoutuneet ravinteet leviävät maahan ja ne voidaan uuttaa. Fumigoiduista näytteistä ravinteet uutettiin ja analysoitiin samalla tavalla kuin tavallisista näytteistä.

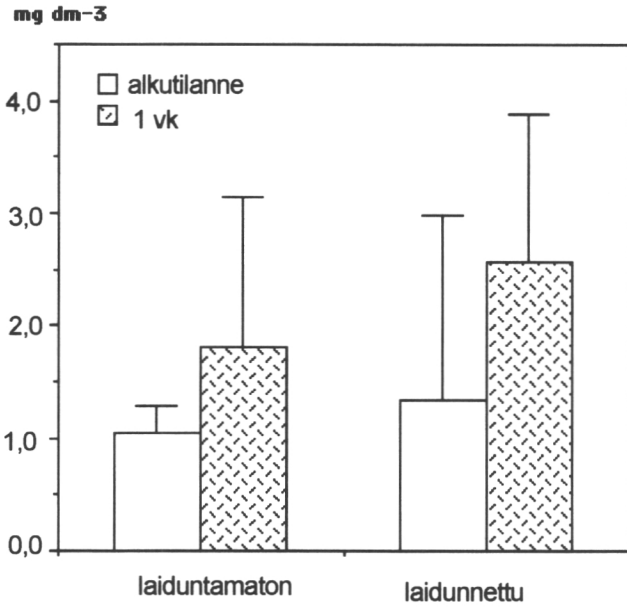
## Tulokset

### *Netto- ja bruttomineralisaatio*

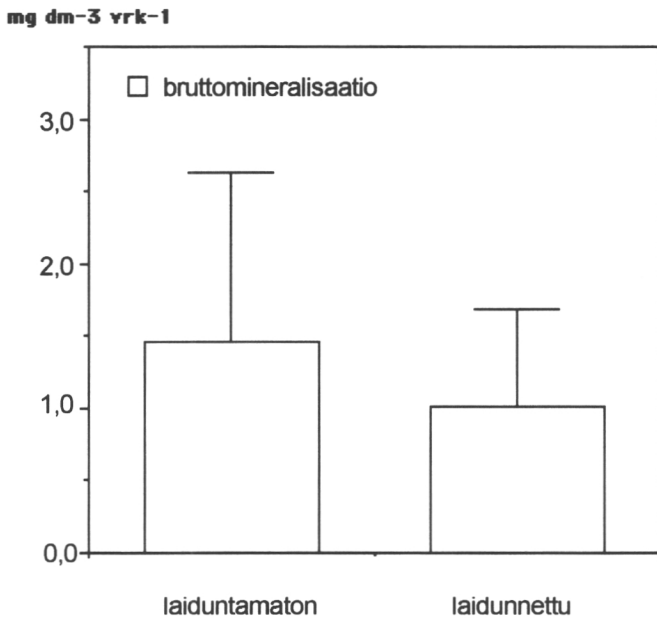
Epäorgaanisen typen määrä ja typen nettomineralisaatio olivat suurempia laidunnetulla alueella (kuva 1). Suuren hajonnan vuoksi erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta ero oli samansuuntainen kaikissa vuosina 1996 ja 1997 suoritetuissa maasto- ja laboratorioinkubaatioissa. Vuoden 1997 laboratorioinkubaatioissa 15-typikkokeen avulla laskettu bruttomineralisaatio oli suurempi laiduntamattomalla alueella (kuva 2). Tämäkään ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

### *Liukoiset orgaaniset ravinteet, fosfaatti ja mikrobibiomassaan sitoutuneet ravinteet*

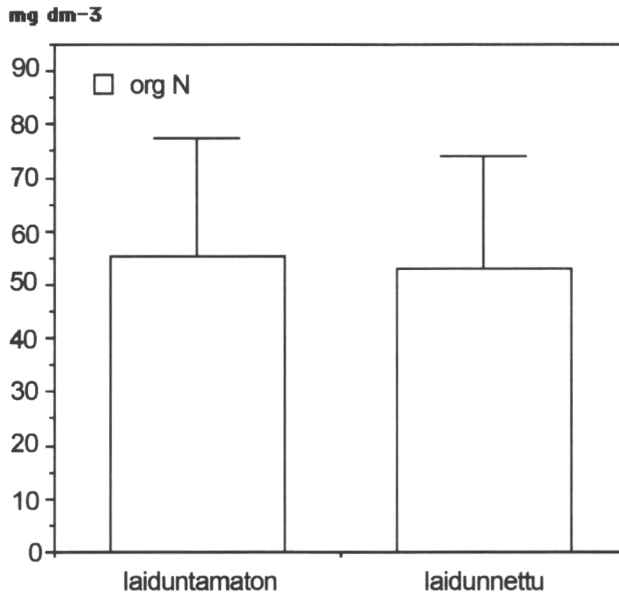
Liukoisen orgaanisen typen ja fosforin määrät olivat suurempia laiduntamattomalla alueella (kuvat 3 ja 4). Epäorgaanisen fosforin määrä oli kuitenkin suurempi laidunnetulla alueella (kuva 3). Mikrobibiomassaan sitoutuneiden typen ja fosforin määrät olivat suurempia laiduntamattomalla alueella (kuvat 5 ja 6). Ainoastaan mikrobifosforin kohdalla ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.05$ ).



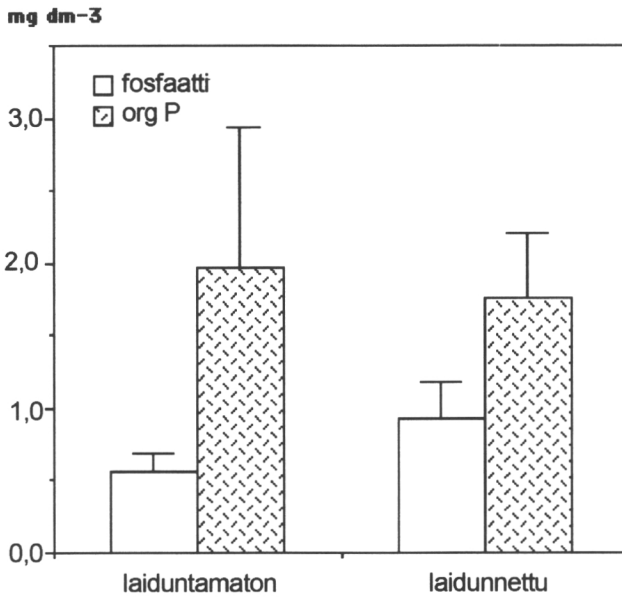
Kuva 1. Ammoniumin määrä Kätksävannossa mineralisaatiokokeen alussa ja lopussa. Arvot ovat vuoden 1996 maastokokeesta. Typen nettomineralisaatio on loppu- ja alkutilanteen välinen erotus. Yksikkönä on milligrammaa desimetriä maata kohden. Jana esittää keskihajontaa.



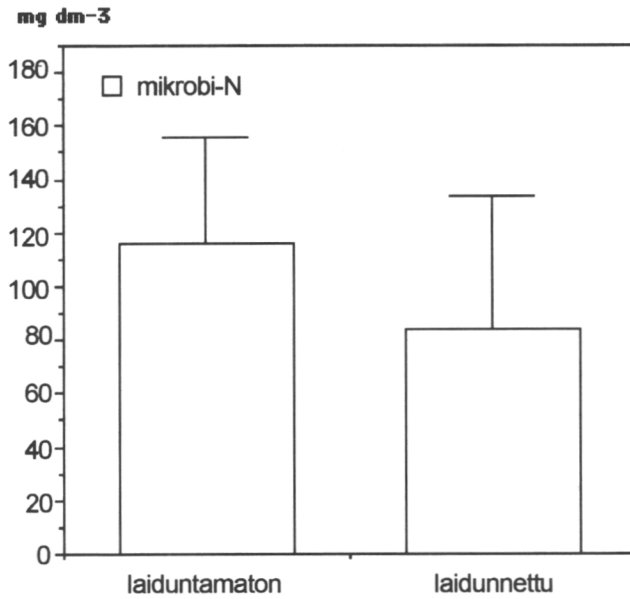
Kuva 2. Typen bruttomineralisaatio vuoden 1997 laboratorioinkubaatiossa. Selitykset ks. Kuva 1.



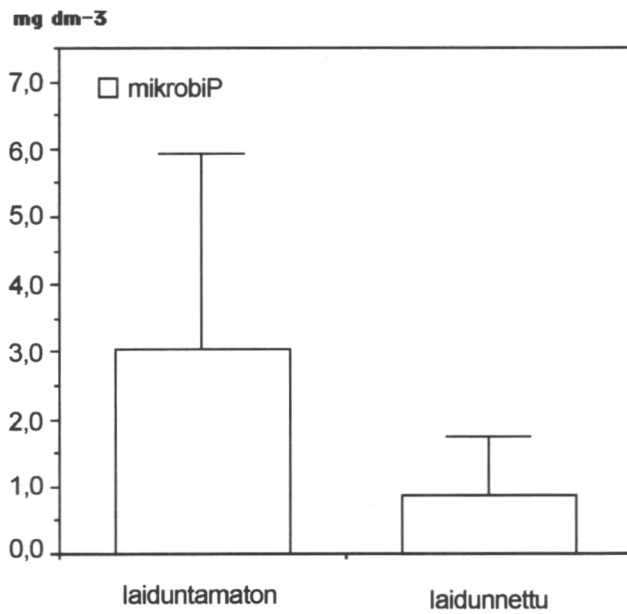
Kuva 3. Liukoisesta orgaanisesta typpimäärästä. Arvot ovat vuoden 1996 maastokokeesta. Selitykset ks. Kuva 1.



Kuva 4. Fosfaatin ja liukoisesta orgaanisesta fosforin määrästä. Arvot ovat vuoden 1996 maastokokeesta. Selitykset ks. Kuva 1.



Kuva 5. Mikrobibiomassaan sitoutuneen typen määrä. Arvot ovat vuoden 1996 maastokokeesta. Selitykset ks. Kuva 1.



Kuva 6. Mikrobibiomassaan sitoutuneen fosforin määrä. Arvot ovat vuoden 1996 maastokokeesta. Selitykset ks. Kuva 1.

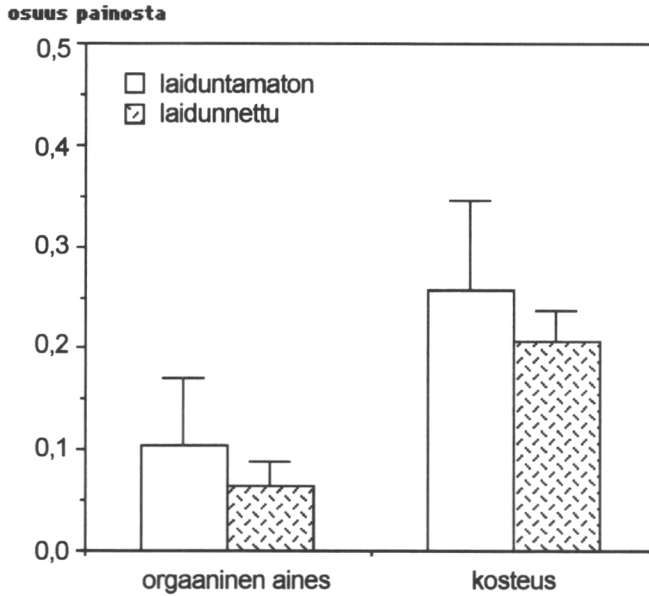
## *Kosteus ja orgaanisen aineksen määrä*

Jokaisella näytteenotokerralla laidunnetun alueen maanäytteiden kosteus on ollut pienempi laidunnetulla alueella (kuva 7). Orgaanisen aineksen määrä on suurempi laiduntamattomalla alueella.

## **Tarkastelu**

Tutkimuksen tulosten perusteella porolaidunnus nopeuttaa typen kiertoa kivi- ja kasvupaikoilla. Vaikka maaperässä olevan humuksen ja mikrobibiomassan määrä on vähentynyt ja hajotustoiminnassa vapautuu vähemmän hiiltä kuin laiduntamattomilla alueilla (Väre ym. 1996), epäorgaanista typpeä vapautuu enemmän laidunnetulla alueella. Porojen laidunnus siis vaikuttaa sekä hiilen että typen vapautumiseen, mutta ennen kaikkea siihen, missä suhteessa niitä vapautuu. Tämä johtuu siitä, että mineralisaation ja mikrobien immobilisaation välinen suhde on muuttunut. Kun hajottajamikrobit mineralisoivat maaperän orgaanista typpeä ammoniumiksi, ne immobilisoivat suuren osan siitä omaan biomassaansa. Bruttomineralisaatio korreloi vahvasti maahengityksen kanssa, ja sen on todettu olevan monta kertaa suurempaa kuin nettomineralisaatio (Davidson ym. 1992, Hart ym. 1994). Tässä tutkimuksessa typen bruttominalisaatio oli suurempaa laiduntamattomalla alueella, mikä on yhteensopiva tulos maahengityksen kanssa. Laiduntamattomalla jäkäläkankaalla suurempi osa mineralisoituvasta tyypestä myös sitoutuu hajottajien biomassaansa, mistä johtuu nettomineralisaation vähäisyys. Laidunnus vähentää mikrobeille saatavilla olevaa energiaa, mikä vähentää mikrobien immobilisaatiota ja mikrobibiomassan määrää (Holland ja Detling 1990, Holland ym. 1992). Samalla typen nettomineralisaatio kasvaa.

Suurin syy mineralisaation ja mikrobien immobilisaation suhteen muuttamiseen on todennäköisesti jäkäläkasvillisuudessa tapahtunut muutos. Siihen, kuinka suuri osuus kokonaismineralisaatiosta sitoutuu orgaanista ainesta hajottavaan mikrobibiomassaansa, vaikuttaa hajotettavan materiaalin hiilen ja typen suhde (Berg ja Staaf 1981, Melillo ym. 1982). Mitä enemmän hajoavassa aineksessa on typpeä verrattuna hiileen, sitä nopeammin maatumisen edetessä karikkeesta alkaa vapautua epäorgaanista typpeä. Jäkälän solukon hiilen ja typen suhde on hyvin korkea, ja ne muodostavat kariketta, joka hajoaa hyvin hitaasti (Moore 1984). Hitaaseen hajoamiseen saattavat olla syynä myös jäkälän muodostamat hapot (Kershaw 1985). Muuttamalla jäkälän peittävyttä porot pienentävät jäkäläkarikkeen osuutta muuhun karikkeeseen verrattuna, jolloin hajoava materiaali muuttuu kemialliselta koostumukseltaan helpommin hajoavaksi ja sen hiilen ja typen suhde pienenee. Humuksen hiilen ja typen suhdetta pienentävät myös porojen virtsa ja ulosteet, mikä osaltaan nopeuttaa ravinteiden kiertoa. Positiivista vaikutusta lisää edelleen tallauksesta aiheutuva



Kuva 7. Orgaaninen aines ja kosteus. Arvot ovat vuoden 1997 laboratorioinkubaatiosta. Orgaanisen aineksen määrä on esitetty osuutena kuivapainosta. Kosteus on esitetty veden osuutena tuorepainosta. Jana esittää keskihajontaa.

karikkeen pieneneminen.

Tämän tutkimuksen perusteella ei voida päätellä, miltä osin havaitut erot laidunnetun ja laiduntamattoman alueen välillä johtuvat orgaanisessa aineksessa tapahtuneista muutoksista ja miltä osin maaperän mikroilmaston äärevöitymisestä. Koska pohjoisissa ekosysteemeissä lämpötila rajoittaa hajoamista (Van Cleve ja Alexander 1981, Robinson ja Wookey 1997), maaperän lämpeneminen voi nopeuttaa hajoamista. Lämpötilan ja kosteuden yhteisvaikutuksella on kuitenkin ratkaisevampi merkitys kuin pelkällä lämpötilalla (Haynes 1986). Äärevät maaperän mikroilmaston olosuhteet voivat osaltaan rajoittaa mikrobien immobilisaatiota, mikä kasvattaa nettomineralisaatiota.

Poromäärän kasvu on johtanut siihen, että jäkäläkerros on ohentunut laajoilta alueilta (Väre ym. 1996). Poronjäkälät alkavat muodostaa kunnolla kariketta vasta noin vuosikymmenen häiriöttömän kasvun jälkeen, kun ne alkavat kuolla tyviosastaan (esim. Hale 1983). Koska jäkäläkerroksen peittävyys ja paksuus ovat pienentyneet, myös muodostuvan jäkäläkarikkeen määrä on vähentynyt, mikä kokonaisuutena vähentää kuivilla kasvupaikoilla muodostuvan karikkeen määrää. Intensiivinen laidunnus saattaa siis ehkäistä humuskerroksen uusiutumisen, mikä selittäisi humuksen määrän vähenemisen tutkimuksessa käytetyllä koelalla. Ravinteiden kierto on pohjoisissa ekosysteemeissä hyvin hidasta, ja ravinteet ovat sitoutuneena maaperän humuskerrokseen hyvin pitkän ajan (Van Cleve ja Alexander 1981). Nykyisessä tilanteessa humukseen

sitoutuneen orgaanisen aineksen hajoaminen on nopeutunut samalla kun uutta humusta muodostuu entistä vähemmän, mikä voi johtaa tulevaisuudessa orgaanisen aineksen jatkuvaan vähenemiseen ja maaperän köyhtymiseen.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin porolaidunnuksen vaikutuksia karulla kasvupaikalla. Ravinteisemmissä ja tuottavammissa ekosysteemeissä laidunnuksen vaikutukset saattavat kuitenkin olla päinvastaisia. Laiduntajat suosivat yleensä ruokavaliossaan helposti sulavaa kasvimateriaalia, jossa on vähän puolustusaineita ja hyvä ravintoarvo. Samat kemialliset ominaisuudet, jotka määräävät kasviraivon hyödyllisyyden eläimille, vaikuttavat myös kasvin muodostaman karikkeen hajoamisnopeuteen (Chapin 1991, Hobbie 1992). Laiduntajat suosivat nopeasti hajoavia kasveja, antaen kilpailuedun lajeille, jotka tuottavat hitaasti hajoavaa kariketta (Pastor ym. 1992, Grime 1996). Esimerkkinä tästä on koivun suosiminen ravintokasvina havupuihin verrattuna. Aikaa myöten tämä voi hidastaa ravinteiden kiertoa ja alentaa ekosysteemin tuottavuutta. Poron vaikutuksia typen kiertoon pitäisikin tutkia monen eri ravinteisuustason metsätyypeissä, ennen kuin asiasta voidaan tehdä laajempia yleistyksiä.

## Kirjallisuus

- Bartholomew, W.V. 1965. Mineralization and immobilisation of nitrogen in the decomposition of plant and animal residues. Teoksessa: Bartholomew, W.V. and Clark, F.E. (ed.): Soil nitrogen. Am. Soc. Agron., Madison, pp 285–306.
- Berg, B. & Staaf, H. 1981. Leaching, accumulation and release of nitrogen in decomposing forest litter. Teoksessa: Clark, R.E. & Rosswall, T. (toim.): Terrestrial nitrogen cycles. Ecological Bulletins (Stockholm) 33: 163–178.
- Bremner, J.M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. Teoksessa: Black, C.A. (toim.) Methods of Soil Analysis, part 2, s. 1179–1237, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin
- Chapin, F.S. III 1991. Effects of stresses on nutrient availability. Teoksessa: Response of plants to multiple stresses. Academic Press, Inc.
- Crooke, W.M. & Simpson, W.E. 1971. Determination of ammonium in Kjeldahl digests of crops by an automated procedure. Journal of the Science of Food and Agriculture 22: 9–10.
- Davidson, E.A., Hart, S.C., Shanks, C.A. & Firestone, M.K. 1991. Measuring gross nitrogen mineralization, immobilization and nitrification by <sup>15</sup>N isotopic pool dilution in intact soil cores. Journal of Soil Science 42: 335.
- , Hart, S.C. & Firestone, M.K. 1992. Internal cycling of nitrate in soils of mature coniferous forest. Ecology 73: 1148–1156.
- Grime, J.P., Cornelissen, H.C., Thompson, K. & Hodgson, J.G. 1996. Evidence of a causal connection between anti-herbivore defence and the decomposition rate of leaves. Oikos 77: 489–494.
- Hale, M.E. Jr. 1983. The biology of lichens. Third edition. A series of student texts in contemporary biology. Edward Arnold (Publishers) Ltd.
- Hart, S.C. & Firestone, M.K. 1989. Evaluation of three in situ soil nitrogen availability assays. Canadian Journal of Forest Research 19: 185–191.
- , Nason, G.E., Myrold, D.D. & Perry, D. 1994. Dynamics of gross nitrogen transforma-

- tions in an old-growth forest: the carbon connection. *Ecology* 75(4): 880–891.
- Haynes, R.J. 1986. Mineral nitrogen in the plant-soil system. *Physiological Ecology. A series of monographs, texts and treatises*. Academic Press Inc. 1986.
- Helle, T. & Aspi, J. 1982. Effect of winter grazing by reindeer on vegetation. *Oikos* 40: 337–343.
- Hobbie, S.E. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. *Trends in Ecology and Evolution*, vol 7, no. 10.
- Holland, E.A. & Detling, J.K. 1990. Plant response to herbivory and belowground nitrogen cycling. *Ecology* 71: 1040–1049.
- , Parton, W.J., Detling, J.K. & Coppock, D.L. 1992. Physiological responses of plant populations to herbivory and their consequences for ecosystem nutrient flow. *The American Naturalist* Vol 140: 685–706.
- Kershaw, K.A. 1985. *Physiological ecology of lichens*. Cambridge University Press.
- Melillo, J.M., Aber, J.D. & Muratore, J.F. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecological Monographs* 63: 621–626.
- Moore, T.R. 1984. Litter decomposition in a subarctic spruce-lichen woodland, eastern Canada. *Ecology* 65(1): 229–308.
- Murphy, J. & Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31–36.
- Pastor, J., Dewey, B., Naiman, R.J., McInnes, P.F. & Cohen, Y. 1994. Moose browsing and soil fertility in the boreal forests of Isle Royale National Park. *Ecology* 74(2): 467–480.
- & Naiman, R.J. 1992. Selective foraging and ecosystem processes in boreal. *The American Naturalist* Vol. 139(4): 690–705.
- Robinson, C.H. & Wookey, P.A. 1997. *Microbial ecology, decomposition and nutrient cycling*. Teoksessa: Woodin, S.J. and Marquiss, M. (toim.): *Ecology of Arctic Environments*. British Ecological Society, Blackwell Science Ltd.
- Ruess, R.W. & McNauhgton, S.J. 1988. Ammonia volatilization and the effects of large mammals on nutrient loss from East Africa grasslands. *Oecologia* 7: 382–386.
- Van Cleve, K. & Alexander, V. 1981. Nitrogen cycling in tundra and boreal ecosystems. Teoksessa: Clark, R.E. ja Rosswall, T. (toim.): *Terrestrial nitrogen cycles*. *Ecological Bulletins (Stockholm)* 33: 375–404.
- Väre, H., Ohtonen, R. & Oksanen, J. 1995. Effects of reindeer grazing on understorey vegetation in dry *Pinus sylvestris* forests. *Journal of Vegetation Science* 6: 523–530.
- , Ohtonen, R. & Mikkola, K. 1996. The effects and extent of heavy grazing by reindeer in oligotrophic pine heaths in northeastern Fennoscandia. *Ecography* 19: 245–253.
- Williams, B.L., Shand, C.A., Hill, M., OHara, C., Smith, S. ja Young, M.E. 1995. A procedure for the simultaneous oxidation of total soluble N and P in extracts of fresh and fumigated soils and litters. *Communicationales Soil Science and Plant Analysis* 26(1&2).

# Lumi-, olki- ja jäkäläpeitteen vaikutus maan routaantumiseen ja lämpötilaan syystalvella

---

Risto Jalkanen

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi

## Johdanto

Erittäin vähälumisen, mutta kylmän joulu–tammikuun 1986–87 aikana pakkanen vaurioitti pahoin männyn juuristoja poronhoitoalueen eteläosien karuilla kankailla (Jalkanen 1993). Tämän seurauksena puiden normaali ravinteiden otto ja veden saanti maasta vaikeutuivat. Turvatakseen uuden kasvun kesällä 1987 mänty korvasi vajetta siirtämällä ravinteita vanhemmista neulasista uuden kasvun hyväksi poikkeuksellisesti jo alkukesällä (Jalkanen ym. 1995). Voimakas ravinteiden siirto johti poikkeuksellisen runsaaseen vanhempien neulasten ennenaikaiseen kellastumiseen heinäkuussa (Jalkanen 1988), kun normaalisti vanhimmat neulaset kellastuvat vasta elo–syyskuussa (Jalkanen 1997). Edellä kuvattu kesän 1987 ilmiö tunnetaan nimeltä Lapin neulaskato (Jalkanen ym. 1995). Pääosin puusto on toipunut hyvin tuosta 10 vuoden takaisesta harvinaisesta luonnonilmiöstä.

Lapin neulaskadon syiden tutkimista varten perustettiin syksyllä 1987 ns. Lapin neulaskato -projekti (Jalkanen ym. 1990). Projektin tarkoituksena oli selvittää ko. ilmiön taustoja ja syitä. Tulokset vahvistivat juurten kylmävaurioiden yhteyden neulaskatoon (Jalkanen ym. 1995). Johtopäätöksiä kylmävaurioista tukivat myös muut samaan aikaan luonnossa havaitut epänormaali ilmiöt (Jalkanen 1990) ja sääolojen poikkeavuudet (Ritari 1990).

Koska maan talviset lämpöolot näyttivät vaikuttaneen keskeisesti Lapin neulaskadon syntyyn, projektissa kiinnostuttiin maata suojaavan kerroksen merkityksestä maan lämpöolojen säätelyssä. Jo neulaskatoprojektin alkuvaiheessa kiinnitettiin nimittäin erityistä huomiota jäkäläpeitteen lähes täydelliseen puuttumiseen keskeisiltä neulaskatoalueilta, karuilta jäkäläkankailla. Koko neulaskatoprojektin aikana lumi-, routa- ja lämpöoloja seurattiin kaik-

kiaan kolmena talvena (Jalkanen ym. 1995). Tässä artikkelissa kuvataan roudan kehittymistä maassa sekä lämpöoloja ilmassa ja 5 cm:n syvyydessä maassa karulla mäntykankaalla yksityiskohtaisesti syystalvella 1988 ja yleisellä tasolla sen jälkeen.

## Aineisto ja menetelmät

Maan lämpötilaa mitattiin automaattisesti tunnin välein marras–joulukuussa 1988 Sodankylän Sattasen (Sattanen, S), Rovaniemen maalaiskunnan Hietaperänkankaan (Hietaperä, H) ja Jämijärven Hämeenkaan (Jämi, J) kuivan kankaan mäntytaimikoihin perustetuilla 100 m<sup>2</sup>:n koealoilla. Tiedot kerättiin Grant 1200 -tiedonkeruulaitteeseen, joka sijaitsi osittain pakkaselta suojatussa laatikossa. Tiedonkeruulaitteeseen maasta tulevat johdot kaivettiin kussakin havaintopisteessä mittauskorkeutta syvemmälle, mistä ne ja niiden päässä olevat anturit nousivat mittauskorkeudelle (5 cm). Myös tiedot ilman lämpötilasta kerättiin tiedonkeruulaitteeseen, jossa oli yhteensä 16 tiedonkeruukanavaa.

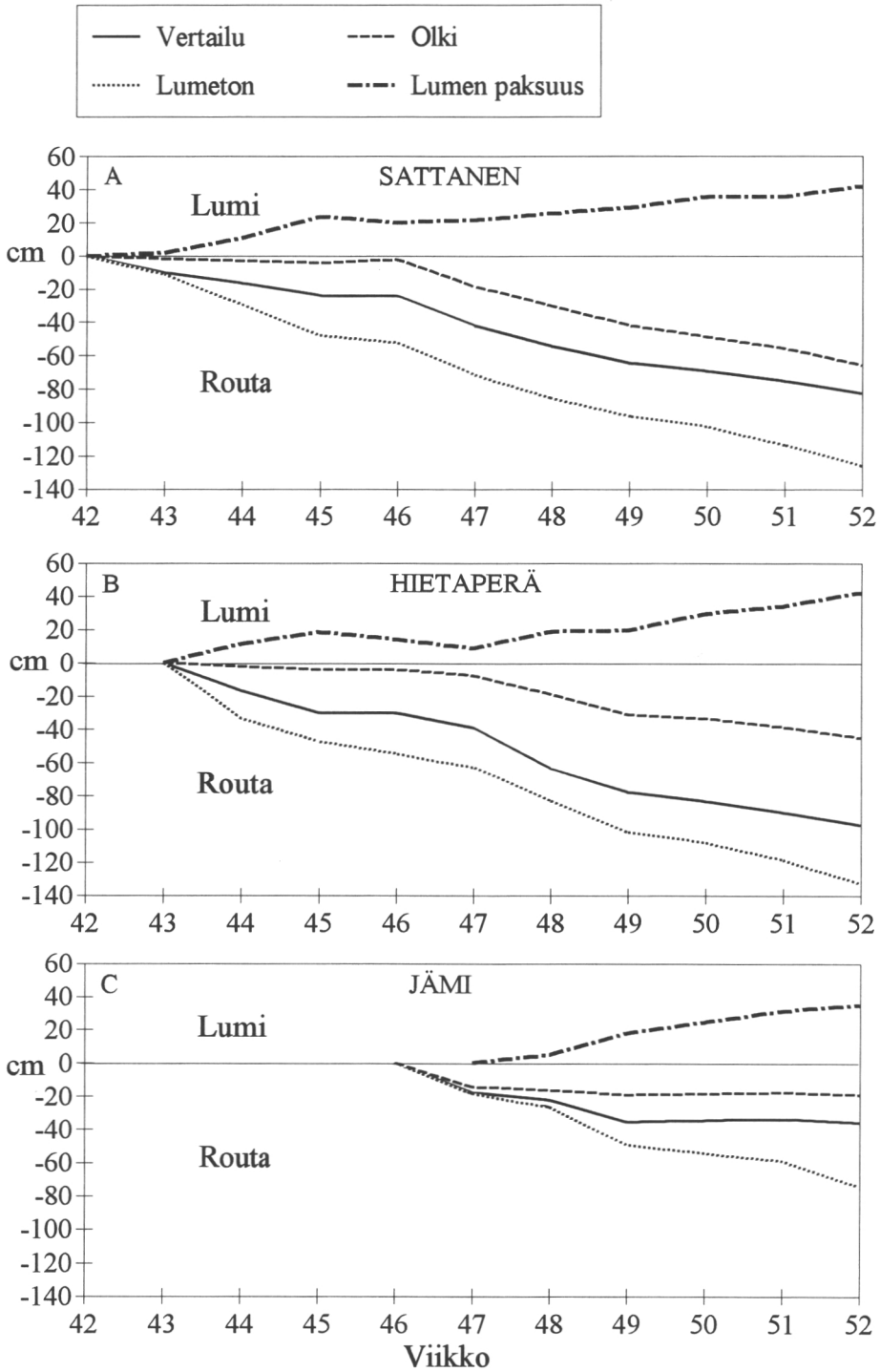
Routa mitattiin kahdella koealalla sijoitetulla, pääosin maahan upotetulla routaputkella, joiden sisällä oli toinen, metyleenisinillä täytetty siirreltävä muoviletku. Kun lämpötila laski alle nolla-asteen, indikaattoriaineen sininen väri katosi; kirkastunut osa osoitti routakerroksen paksuuden. Lumipeitteen paksuutta seurattiin koealoille sijoitettujen mittakeppien avulla. Sekä lumipeitteen että routakerroksen paksuusarvot luettiin manuaalisesti 1–2 viikon välein.

Koealat käsiteltiin eri tavoin. Tässä yhteydessä tarkastellaan kolmenlaisia käsittelyitä: 1) Lumeton (maanpinnan lumettuminen estetty katoksen avulla), 2) Olki (jäkäläpeitettä jäljitelty 5–8 cm:n olkikerroksella) ja 3) Vertailu (normaali talvi). Olkiruuduille lumi pääsi satamaan normaalisti. Sattasessa ja Hietaperällä jäkäläpeite lähes puuttui, kun taas Jämin kaikilla kolmella käsittelyllä se oli runsaan 10 cm:n paksuinen. Kukin käsittely toistettiin kolme kertaa.

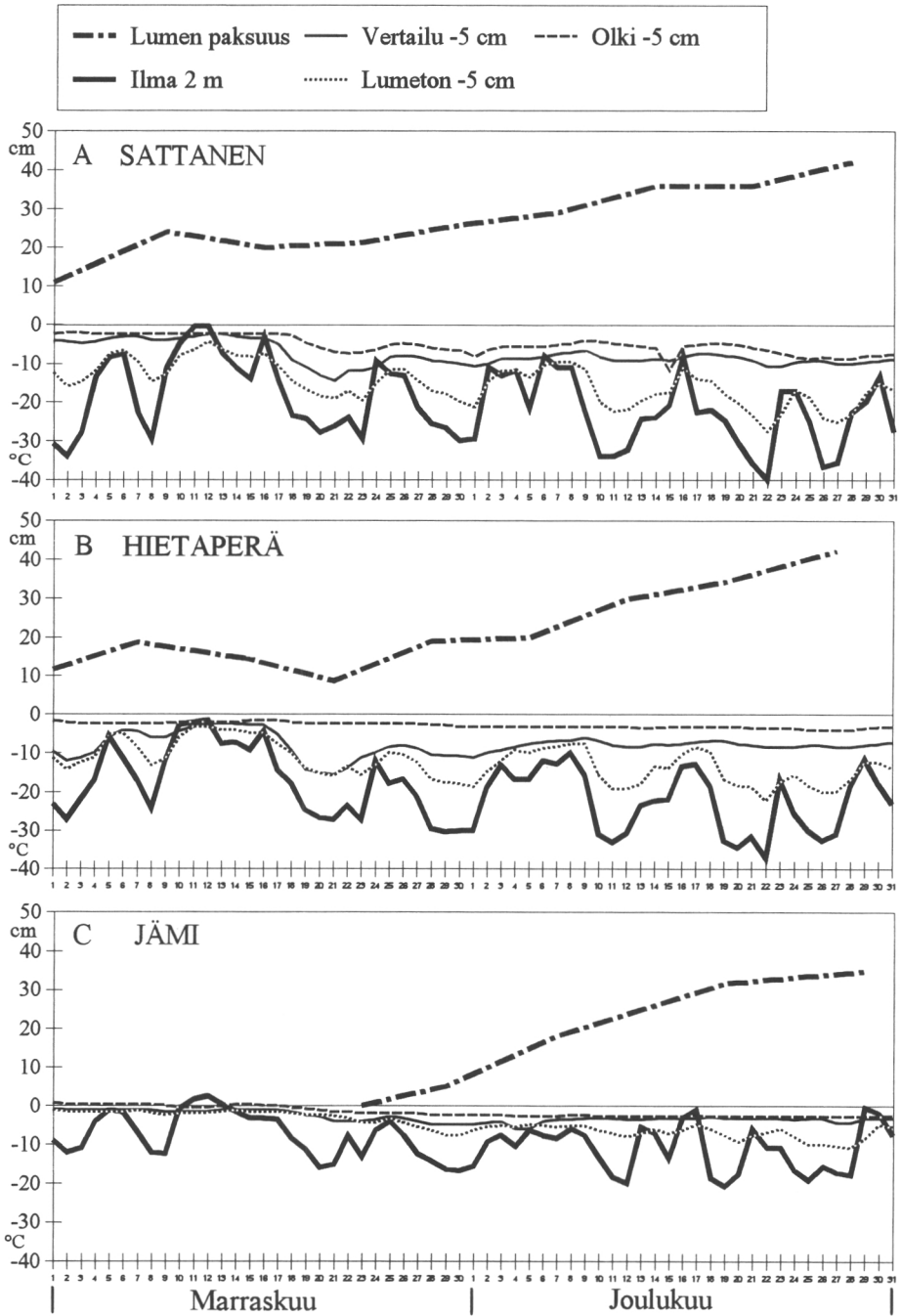
## Tulokset

Lumipeite muodostui ensimmäisenä Keski-Lapin Sattasessa (lokakuun puoliväli) ja viimeiseksi eli runsas kuukausi myöhemmin marraskuun lopulla Satakunnan Jämissä. Marraskuun alkupuolen lämpimämmän jakson seurauksena lumipeite oheni hieman sekä Sattasessa että Etelä-Lapin Hietaperällä. Joulukuun loppuun 1988 mennessä lunta oli kertynyt Sattasessa ja Hietaperällä runsas 40 cm ja Jämissä 35 cm (kuva 1A–C).

Pohjois-Suomen kohteilla maa alkoi routaantua samanaikaisesti lumipeitteen syntymisen kanssa, Jämissä kahta viikkoa aikaisemmin marraskuun loppupuolen kylmien jaksojen seurauksena. Kaikilla tutkimusalueilla routaa kehittyi eniten lumettomilla ruuduilla ja hitaimmin oljen alla. Olki myös pitkitti



Kuva 1. Maanpinnan lumi- ja olkisuojan vaikutus routakerroksen kehittymiseen lokakuun puolivälistä joulukuun loppuun 1988 Sodankylän Sattasessa (A), Rovaniemen maalaiskunnan Hietaperällä (B) ja Satakunnan Jämijärvellä (C).



Kuva 2. Maanpinnan lumi- ja olkisuojan vaikutus maan lämpötilaan 5 cm:n syvyydessä marras-joulukuussa 1988 Sodankylän Sattasessa (A), Rovaniemen maalaiskunnan Hietaperällä (B) ja Satakunnan Jämijärvellä (C).

maan routautumisen alkamista, Sattasessa ja Hietaperällä jopa kuukaudella (kuva 1A–B). Sattaseen ja Hietaperään verrattuna roudan alkukehitys oli kuitenkin oleellisesti toisenlainen Jämissä, missä lumeton, olki- ja vertailukäsittely eivät eronneet merkitsevästi toisistaan (kuva 1C). Joulukuun loppuun 1988 mennessä routakerros oli paksuimmillaan (120–130 cm) lumettomalla alueella Lapissa. Vastaavat arvot lumen alla olivat Sattasessa ja Hietaperällä 80 ja 100 cm sekä oljen alla 60 ja 35 cm. Hitaimmin routa kehittyi Jämissä, missä lumettoman, lumipeitteellisen ja olkipeitteellisen maan roudan paksuudet olivat vastaavasti 75, 35 ja 18 cm.

Tutkimuskaudella ilman lämpötila laski alimmilleen joulukuussa 1988:  $-40,8^{\circ}\text{C}$  (Sattanen),  $-37,2^{\circ}\text{C}$  (Hietaperä) ja  $-20,8^{\circ}\text{C}$  (Jämi). Maassa 5 cm:n syvyydessä lämpötila laski alimmaksi lumettomilla ruuduilla, niinikään joulukuussa: kylmintä oli Sattasessa ( $-27,6^{\circ}\text{C}$ ), lähes yhtä kylmää Hietaperällä ( $-22,4^{\circ}\text{C}$ ) ja lämpimintä Jämissä ( $-10,8^{\circ}\text{C}$ ). Lumellisen vertailualueen vastaavat minimilämpötilat olivat  $-14,4^{\circ}\text{C}$  (S),  $-15,6^{\circ}\text{C}$  (H) ja  $-6,0^{\circ}\text{C}$  (J). Nämä saavutettiin Lapissa marraskuussa, mutta Lounais-Suomessa vasta joulukuussa. Kaikkein lämpimimpänä maa säilyi oljen alla: minimilämpötilat olivat  $-12,0^{\circ}\text{C}$  (S),  $-4,0^{\circ}\text{C}$  (H) ja  $-2,8^{\circ}\text{C}$  (J).

Lumettoman maan lämpötilan vaihtelu 5 cm:ssä seurasi johdonmukaisesti, joskin viiveellä ilman lämpötilan vaihtelua. Heti, kun lumi alkoi suojata maata, maan lämpötila reagoi hitaammin ilman lämpötilassa tapahtuneisiin muutoksiin ja vaihteli vähemmän (kuva 2A–B). Vakiintuneet lämpöolot maassa saavutettiin, kun lunta oli kertynyt noin 20 cm lukuunottamatta Jämiä, missä maan lämpötila oli varsin vakaa jo vähäisenkin lumipeitteen aikana. Joulukuun 1988 lopussa, kun lunta oli kaikilla tutkimusalueilla 35...40 cm, maan lämpötila tasaantui noin  $-8^{\circ}\text{C}$ :een Sattasessa,  $-5^{\circ}\text{C}$ :een Hietaperällä ja  $-2,5^{\circ}\text{C}$ :een Jämissä. Tammikuulta maan lämpötila alkoi kohota tasaisesti kevättä kohti.

Edellisistä käsittelyistä poiketen oljen alla lämpötila oli tasainen jo marraskuun alussa riippumatta lumen määrästä ja se pysyi tasaisesti hieman nollasteen alapuolella myös keskitalvella (kuva 2A–B). Sattasessakin olkiruudun kuukauden keskilämpötila oli alimmillaan vain  $-7,0^{\circ}\text{C}$  (tammikuu 1989), minimin ollessa  $-7,6^{\circ}\text{C}$ . Joulukuun 1988 poikkeuksellinen minimi  $-12,0^{\circ}\text{C}$  kuukauden 15. päivänä johtui porojen kaivuusta olkiruudulla, johtaen tilapäiseen maan lämpötilan laskuun noin 6 asteella (kuva 2A).

Jämissä, missä maassa oli ehjä jäkäläpeite, maan lämpöolot olivat vakaasti ensin nollan yläpuolella ja sitten hieman sen alapuolella huolimatta lämpötilan vaihteluista ilmassa: lumettomana aikana marraskuussa ilman lämpötila oli useita vuorokausia  $-10^{\circ}\text{C}$ :n alapuolella (kuukauden minimi  $-16,8^{\circ}\text{C}$ ). Myöskään käsittelyllä ei ollut merkitsevää vaikutusta maan lämpötilaan marraskuussa. Maan lämpötila myös reagoi heikosti ilman kylmenemiseen joulukuussa riippumatta siitä, oliko maa suojattu vai ei (kuva 2C). Jämissä jäkäläpeitteen päälle levitetty olki ei siten juurikaan lisännyt maan suojaa. Niinpä joulukuussa

lumen ja oljen alla oli yhtä lämmintä ja lumettomankin maan lämpötila vaihteli vain vähän.

## Tulosten tarkastelu

Tulokset osoittavat kuivan kankaan maan saavuttavan alimmat lämpötilansa syystalvella, loka–marraskuussa, lumisuojan ollessa vielä riittämätön. Koska männyn juuret vaurioituvat jo  $-10...-20$  asteessa (Lindström ja Nyström 1987, Sutinen 1986, Sutinen ym. 1996), etenkin myöhäinen lumentulo varhaisine pakkasineen lisää selkeästi riskiä juuristovaurioille. Riski juuristovaurioille kasvaa entisestään, jos maanpinnalta puuttuu suojaava kerros, esimerkiksi jäkäläpeite. Tätä käsitystä tukevat tämän tutkimuksen jäkäläpeitetä jäljittelevän oljen alla havaitut juurten kannalta suotuisat lämpöolot Lapissa ja yhtenäisen jäkäläpeitteen alla Jämissä.

Tuloksia olisi täydentänyt käsittely, missä olkikerroksen peittyminen lumeen olisi estetty. Näin se olisi ollut paremmin vertailtavissa talven 1986/87 olosuhteisiin lumisuojan puuttuessa. Nyt saadut tulokset valaisevat kuitenkin hyvin jäkäläpeitteen puuttumisen merkitystä maan lämpöoloille siitähän huolimatta, että olki- ja jäkäläpeitteen eristeominaisuuksista ei ole tehty vertailevia tutkimuksia.

Tulokset vahvistavat myös aiempaa olettamusta, että jäkäläkerroksen niukuus on edistänyt lumettoman maan kylmenemistä joului–tammikuussa 1986–1987, lisännyt juurivaurioita männynllä ja siten voimistanut Lapin neulaskatoa kesällä 1987 (Jalkanen 1993). Esimerkiksi Jämissä lumettomana aikana roudan kehitys oli sama kaikissa käsittelyissä toisin kuin vähän lumen aikaan Sattassa tai Hietaperällä. Olki yhdessä jäkäläpeitteen kanssa ei siten antanut merkittävää etua pelkkään jäkälään verrattuna Jämissä, kun taas pohjoisen jäkälättömillä kohteilla olki hidasti merkittävästi roudan syntyä. Edelliseen on kuitenkin lisättävä, että talven 1986/87 olosuhteet olivat varsin harvinaiset (Kuu-kausikatsaus... 1986–1987).

Kun poron talvilaidunten, joiden osuus maapinta-alasta vaihtelee alueittain 5 ja 90 %:n välillä, kunto on huono (Kumpula ym. 1997) ja kun laidunten tila kohentuu laidunnuspaineen vähetessäkin vain hitaasti, riski erilaisille luonnontuhoille saattaa kasvaa tulevaisuudessa. Eräiden ilmastomuutosennusteiden perusteella pysyvä lumipeite on Lapissa tulevaisuudessa ohuempi, ja se saadaan normaalia myöhemmin. Näin ollen se aika, jolloin maa on syksyllä ja syystalvella suojaamaton, pitenee. Samalla lisääntyy todennäköisyys, että pakkaset ehtivät kylmettää maan ennen kuin lumipeite antaa juuristolle riittävän suojan. Näin tulevaisuus saattaa lisätä ongelmia juuristossa, mikä taas heijastuu puun latvuksen tilaan eli puu harsuuntuu. Luonnollisesti nämä uhkakuvat koskettavat etupäässä Lapin karuja kivennäismaita ja mahdollisesti myös rämeitä.

## Kirjallisuus

- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. 1986–1987. Ilmatieteenlaitos. Helsinki.
- Jalkanen, R. 1988. Karisevatko viimeisetkin neulaset Pohjois-Suomen puista? Kuvia kokee-neet pohjoisen puut. Teollisuuden Metsäviesti 1988(1): 8–11.
- 1990. Vauriot Lapin luonnossa talven 1986–87 jälkeen. Teoksessa: Varmola, M. & Palviainen, P. (toim.). Lapin metsien terveys. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 31–33.
- 1993. Defoliation of pines caused by injury to roots resulting from low temperatures. Teoksessa: Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M-L. (toim.). Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3–7 August, 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 77–88.
- 1997. Fluctuation in the number of needle sets and needle shed in *Pinus sylvestris*. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 00–00 (in print).
- , Aalto T., Derome K., Niska K. & Ritari A. 1995. Lapin neulaskato. Männyn neulaskatoon 1987 johtaneet tekijät Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 544. 75 s.
- , Airaksinen, K. & Niska, K. 1990. Juurten jäädytyskokeet Hietaperänpäällyksellä. Teoksessa: Varmola, M. & Palviainen, P. (toim.). Lapin metsien terveys. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 43–47.
- Kumpula, J., Colpaert, A., Kumpula, T. & Nieminen, M. 1997. Suomen ponhoitoalueen talvilaidunvarat. Kala- ja riistaraportteja 93. 43 s. + 34 kuvaliit.
- Lindström, A. & Nyström, C. 1987. Seasonal variation in root hardiness of container-crown Scots pine, Norway spruce, and lodgepole pine seedlings. Canadian Journal of Forest Research 17: 787–793.
- Ritari, A. 1990. Talven 1986–87 sääolojen poikkeuksellisuus ja pakkasvauriot Pohjois-Suomessa. Teoksessa: Varmola, M. & Palviainen, P. (toim.). Lapin metsien terveys. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 47–57.
- Sutinen, M.-L. 1986. Kennotaimien juurten pakkasvaurioista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 249: 67–71.
- , Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. Canadian Journal of Forest Research 26: 1602–1609.

# Jäkäläpeitteen merkitys männyn juurten pakkaskestävyydessä

---

Marja-Liisa Sutinen<sup>1)</sup>, Aulis Ritari<sup>1)</sup>, Teuvo Holappa<sup>2)</sup> ja Kauko Kujala<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi

<sup>2)</sup> Oulun yliopisto, Geotekniikan laboratorio  
PL 191, Oulu

## Abstract: The role of lichen cover in the frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) roots

A cover of lichens protects plant roots against sudden and extreme changes in temperature. This is important especially during the fall and early winter, when the air temperature is below zero and the protecting snow cover is missing. The effect of the cover of lichen on the seasonal changes in soil temperature and on the frost-hardiness of adult Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees was studied between September 1992 and May 1993 in a pine forest growing in dry heathland soil. The study area located in Finnish Lapland (67 °N, 29 °E), was divided into two sample plots for the purpose of this study: the ungrazed sample plot covered by lichen (*Cladonia* spp.) was fenced off from the grazed sample plot completely grazed by reindeer. Air (2 m above ground) and soil (5 cm depth) temperatures were measured continuously every second hour. The frost-hardiness of the roots in the mineral soil (down to 10 cm) was measured by means of the electrolyte-leakage method. The extreme low temperature conditions in soil were simulated by SOIL model. The air temperature was consistently below 0 °C after the first week of October. The coldest month was February with the daily average temperature of -10.3 °C. Snow accumulation started in the first week of October and reached the level of 129 cm in April. The temperatures in the mineral soil varied between +13.1 °C and -0.8 °C. The largest temperature difference before the snow accumulation between the grazed and ungrazed site was 1.5 °C. Once the snow-cover exceeded 10 cm there were no differences. However, during the

simulated extremely cold fall the soil temperature dropped to  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  on the grazed plot and to  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$  on the lichen-covered plot. The frost-hardiness of pine roots on the lichen sample plot was at its lowest in September ( $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) and at its highest in December ( $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). The differences in frost-hardiness between the grazed and ungrazed sample plots were not statistically significant.

## Johdanto

Mäntykankaiden pohjakasvillisuus koostuu pääasiassa jäkälästä, joka varsinkin hieta- ja hiekkakankailla voi muodostaa mattomaisen kasvuston. Tällaisten kasvupaikkojen osuus poronhoitoalueen maapinta-alasta on noin 10 % (Kujansuu ja Niemelä 1984). Jäkäläkasvuston kehittämisessä kulon jälkeen voidaan osoittaa eri sukkessiovaiheita, jotka erotetaan valtalajien perusteella (Ahti 1978). Suurin osa Lapin jäkäläkankaista on ns. I poronjäkälävaiheessa, jossa valtalajeina ovat mietoporonjäkälä (*Cladonia mitis*) ja harmaaporonjäkälä (*Cladonia rangiferina*). Laiduntamattomilla alueilla jäkälিকöt kehittyvät sukkession viimeiseen vaiheeseen eli II poronjäkälävaiheeseen, jossa valtalajina on palleroporonjäkälä (*Cladonia stellaris*). Se voi saavuttaa 15 cm:n korkeuden ja yli 90 %:n peittävyuden alueilla, missä porot eivät ole aikoihin laiduntaneet (Ahti 1978). Voimakkaasti laidunnetut jäkäläkankaat pysyvät ns. torvijäkälävaiheessa, joka edeltää I poronjäkälä-vaihetta.

Jäkäläpeitteen tiedetään vaikuttavan maan lämpötilaan ja kosteuteen. Sen vaikutus on merkittävin loppusyksyllä ja alkutalvella, kun ilman lämpötila laskee eikä maassa ole vielä lumipeitettä. Lämpötila esimerkiksi hiekkamaan pintakerroksessa saattaa olla 3–4 astetta alhaisempi, mikäli jäkäläpeite puuttuu (Ritari ja Mikkola 1995). Männyn talvehtimisen kannalta olennaista on, aiheuttaako jäkäläpeitteen puuttumisesta aiheutuva maan lämpötilan aleneminen juurten vaurioitumista. Tilanteen arvioiminen on ollut vaikeaa, sillä meillä ei ole ollut tietoa Lapin olosuhteissa kasvavan aikuisen männyn juurten pakkaskestävyydestä. Korotaevin (1994) Karjalassa tekemät tutkimukset osoittavat, että männyn juurten pakkaskestävyys voi parhaimmillaan olla  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Eteläistä alkuperää olevien männyn kennotaimien on todettu kestävän keskitalvella  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ :een pakkasen (Lindström ja Nyström 1987), kun toisaalta Lapin alkuperää olevien männyn kennotaimien on todettu kestävän jopa  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ :een pakkasta, mikäli kylmä jakso on vain hetkellinen (Sutinen ym. 1996). Avoin kysymys on, kestävätkö aikuisen männyn juuret vieläkin alhaisempia hetkellisiä lämpötiloja ja kuinka nopeasti ne pystyvät reagoimaan maan lämpötilan alenemiseen.

## Aineisto ja menetelmät

Koealue sijaitsee Sallan kunnan alueella Koivikkoselässä (67°30'N, 29°30'E, 270 m mpy). Koemetsikkö on luontaisesti syntynyt männikkö, jossa puiden ikä vaihtelee 50:n ja 60:n ikävuoden välillä. Kasvupaikkatyypiksi on *Empetrum-Cladina*-tyyppiä ja kasvualustana on hiekkamaa.

Vuoden keskilämpötila koealueella on -6.4 °C, alhaisin koskaan mitattu ilman lämpötila on -50.4 °C ja korkein +30.2 °C.

Koealue sijaitsee rajavyöhykkeellä, jossa on poroaita estämässä porojen pääsyn Venäjän puolelle ja näin myös porolaidunnuksen. Laiduntamaton puoli on lähes yhtenäisen jäkälämaton (*Cladina stellaris*) peittämä, kun vastaavasti laidunnetulla puolella pintakerroksen kasvipeite koostuu pienistä jäkälälaikuisista (*Cladina* spp.) ja sammalista (*Dicranum* spp. Väre ym. 1996). Kolme ympäräkoelaa, kukin 9,76 m<sup>2</sup> perustettiin molemmin puolin poroaitaa.

Ilman lämpötila (2 m maanpinnan yläpuolella) ja maan lämpötila (5 cm:n syvyydellä) mitattiin kahden tunnin välein kahtena toistona käyttäen Squirrel 1200 (Grant Instruments Ltd., Cambridge, Englanti) tiedonkeruulaitetta ja siihen kytkettyjä termistoreja. Mittausajanjakso oli vuoden 1992 elokuun alusta vuoden 1993 toukokuun loppuun.

Juurinäytteet pakkaskestävyyden mittaamista varten kerättiin 2-4 viikon välein syyskuun 1992 ja helmikuun 1993 välisenä aikana. Kultakin koealalta otettiin kerrallaan 15, halkaisijaltaan 10 cm:n maapaakkua, joista männyn juurenpätkät yksitellen poimittiin. Juurten pakkaskestävyys määritettiin käyttämällä kokeellista pakkas käsittelyä ja arvioimalla vaurioitumisaste ioninvuototestillä (Sutinen ym. 1992). Pakkaskäsittelyssä oli kuusi testauslämpötilaa, joissa kussakin 1 g:n juurimateriaali neljänä toistona. Pakkaskäsittely suoritettiin alkoholihauteessa, jonka lämpötilan säätö tapahtui automaattisesti (4 °C/tunti, Lauda RUK 60). Juurinäytteet sulatettiin jäähauteessa yön yli ja leikattiin 0,5 cm:n palasiksi ioninvuototestiä varten. Pakkasvaurion seurauksena soluvälitilaan vuotaneiden ionien määrä arvioitiin uuttamalla ionit tislattulla vedellä ravistelua apuna käyttäen. Veden johtavuus mitattiin (YSI johtavuusmittari, Malli 32, Yellow Springs Instruments) kahdesti: ravistelun (C<sub>i</sub>) ja juurten autoklavoinnilla aikaan saadun täydellisen vaurioittamisen jälkeen (C<sub>k</sub>). Suhteellinen ioninvuoto (R) laskettiin seuraavasti:

$$R = C_i / C_k \times 100$$

jossa

C<sub>i</sub> = johtokyky jäädyttämisen ja ravistelun jälkeen

C<sub>k</sub> = johtokyky autoklavoinnin jälkeen

Suhteellisen johtokyvyn riippuvuutta pakastuslämpötilasta kuvattiin epälineaarilla, logistisella sigmoidi-käyrällä (Repo ja Lappi 1989). Pakkaskestävyys

määritettiin tältä käyrältä seuraavasti:

$$\text{pakkaskestävyys} = (R_1 + R_2)/2$$

jossa

$R_1$  = vaurioitumattoman juuren suhteellinen johtokyky

$R_2$  = pakastuskäsittelyssä eniten vaurioituneen juuren suhteellinen johtokyky

Maan lämpötilan vaihtelu poikkeuksellisen kylmänä ja vähälumisena talvena simuloitiin SOIL-mallilla (Jansson 1996). Syöttötietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Naruskan sääasemalla kerättyä tietoa ilman lämpötilasta ja lumen paksuudesta vuoden 1986 elokuun ja vuoden 1987 helmikuun väliseltä ajanjaksolta, jolloin lumipeite oli poikkeuksellisen vähäinen.

## Tulokset

Kuukauden keskilämpötila ennen ensimmäistä juurinäytteiden ottoa oli +9,2 °C ja ilman lämpötila vaihteli +14,0 °C:een ja +4,7 °C:een välillä. Ilman lämpötila oli pysyvästi 0 °C:een alapuolella lokakuun ensimmäisestä viikosta lähtien. Tutkimusjakson kylmin kuukausi oli helmikuu, jolloin päivittäinen keskilämpötila oli -10 °C:een alapuolella. Lumipeitteen tulo ajoittui lokakuun ensimmäiselle viikolle. Talvi 1992–1993 edustaa lämpö- ja lumiolosuhteiltaan keskimääräistä talvea verrattuna viimeisimpään 30 vuoden ajanjaksoon (Meteorologinen vuosikirja 1992, 1993).

Maan lämpötilassa 5 cm:n syvyydessä oli vain pieniä eroja laidunnetun ja laiduntamattoman alueen välillä (kuva 1C). Laidunnetulla puolella kivennäismaan lämpötila vaihteli +13,1 °C:een ja -0,8 °C:een välillä ja vastaavasti laiduntamattomalla puolella +12,6 °C:een ja -0,6 °C:een välillä. Pakkassumma oli -53 °C laidunnetun puolen kivennäismaassa ja -23 °C laiduntamattomalla puolella (tulokset eivät ole näkyvissä).

Männyn juurten pakkaskestävyys oli alhaisimmillaan -6 °C (syyskuun ensimmäinen viikko) ja korkeimmillaan -20 °C (marras-joulukuu) (kuva 2). Juurten pakkaskestävyydessä laidunnetun ja laiduntamattoman puolen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Maan lämpötilan simuloinnin perusteella poikkeuksellisen kylminä ja vähälumisina talvina maan lämpötila 5 cm:n syvyydessä voi pudota -20 °C:een jäkäläpeitteen puuttuessa ja -17 °C:een jäkäläpeitteisessä maassa.

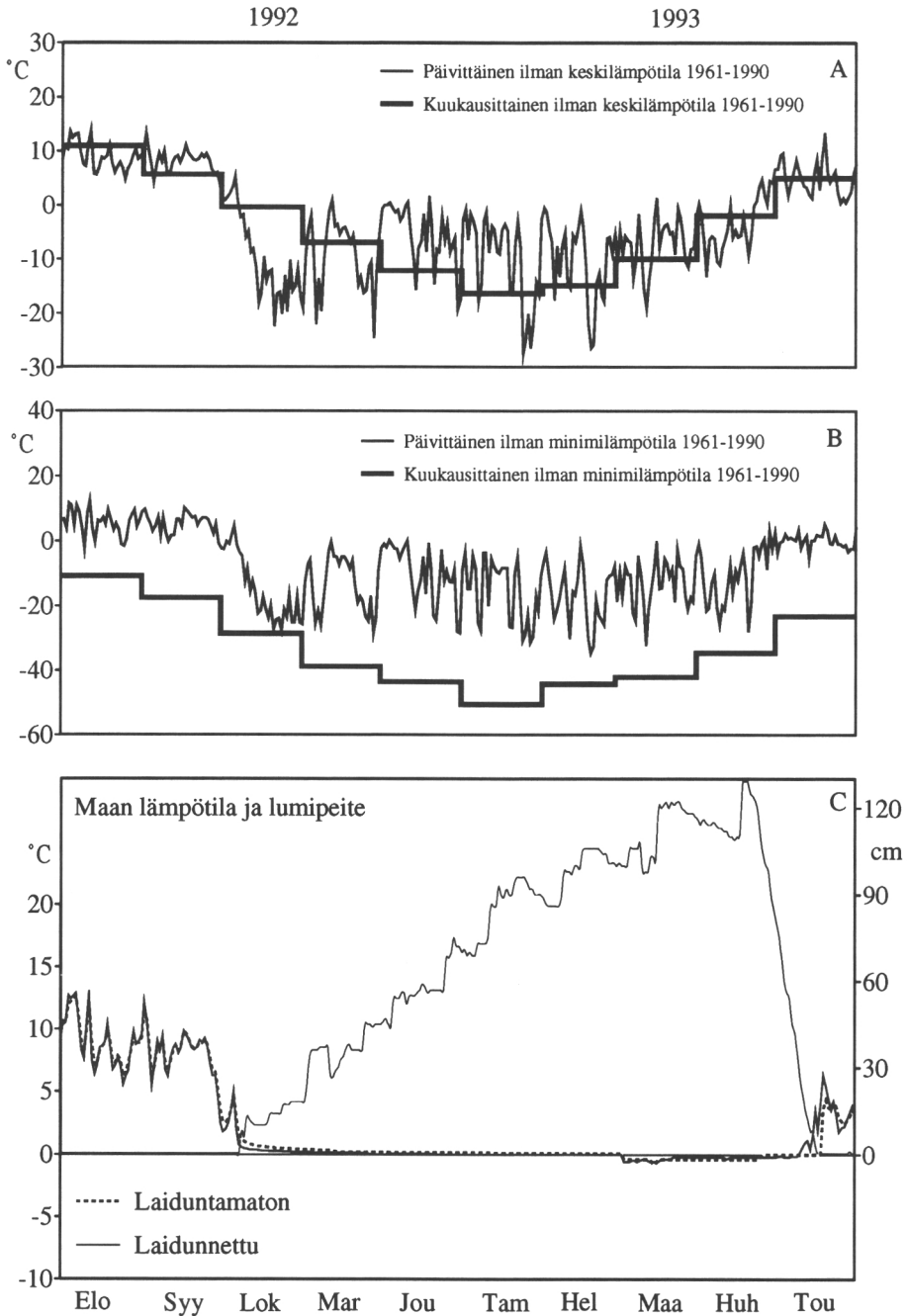
## Tulosten tarkastelu

Tutkimusjakso (elokuu 1992-toukokuu 1993) oli sääolosuhteiltaan keskimääräinen verrattaessa viimeisimpään normaalikauteen (Meteorologinen vuosikirja 1992, 1993). Ilman lämpötilassa ei ollut poikkeuksellisen alhaisia lämpötiloja ja lumipeite tuli normaaliin aikaan lokakuussa. Lokakuun keskilämpötila oli yhdeksän astetta alhaisempi kuin 30-vuoden keskiarvo, mutta lumipeitteen paksuuden vuoksi maan lämpötiloissa ei todettu alenemista.

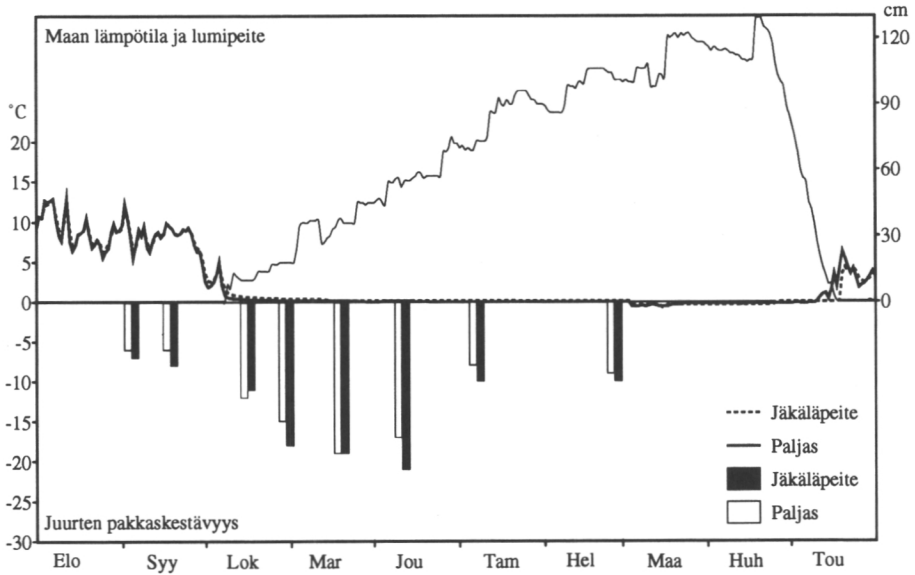
Männyn juurten maksimaalinen pakkaskestävyys oli  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , joka ajoittui marras-joulukuulle. Tämä on huomattavasti vähäisempi kuin aikaisemmat tutkimukset, vieläpä männyn eteläisemmällä alkuperillä ovat osoittaneet (Lindström ja Nyström 1987, Korotaev 1994). Lämpötilaolosuhteet ovat kuitenkin olleet edellä mainituissa tutkimuksissa äärevämmät ja minimilämpötilat alhaisempia. Mahdollisesti juurten maksimaalinen pakkaskestävyys olisi ollut parempi, mikäli maan lämpötila olisi ollut selkeämmin  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :een alapuolella. Huomattavaa kuitenkin on, että juurten pakkaskestävyys oli jo syyskuun alussa  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vaikka määritystä edeltäneen kuukauden keskilämpötila maassa oli  $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$  (kuvat 1 ja 2). Tulokset osoittavat, että juurten pakkaskestävyys kasvu-kaudella on lähes yhtä hyvä kuin neulasilla (Sutinen ym. 1996).

Kysymys juurten pakkasvaurioitumisen todennäköisyydestä poikkeavan ankaran talven aikana jää avoimeksi. Vaikkakin juurten peruspakkaskestävyys on hyvä, niiden kyky kylmäaklimoitua on huomattavasti paljon hitaampi kuin neulasilla. Maan lämpötila laski lähelle  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :tta lokakuun alussa ja pysyi paksusta lumipeitteestä johtuen lähes muuttumattomana (kuva 1). Tästä huolimatta juurten pakkaskestävyys kohosi hitaasti saavuttaen maksimiarvonsa vasta marraskuussa (kuva 2). Juurten hidas vaste maan lämpötilamuutoksiin voi täten erikoistilanteissa johtaa niiden vaurioitumiseen. Erikoistilanteissa lumipeite on keskeinen tekijä, sillä maan lämpötila ja sen muutosnopeus riippuu merkittävästi lumipeitteen eristävästä ominaisuudesta (Jalkanen ym. 1995). Lumipeitteen vaikutus näkyy paitsi korkeampina minimilämpötiloina myös alhaisempina pakkassummana, kuten tässä tutkimuksessa on todettu. Taimien juurilla tehdyt tutkimukset osoittavat, että maan hetkellisten minimilämpötilojen ohella myös pakkasen kesto on kriittinen tekijä (Sutinen ym. 1996). Mitä alhaisempi ja pitkäkestoisempi pakkanen on, sitä voimakkaampi on pakkasen kuivattava ja vaurioittava vaikutus.

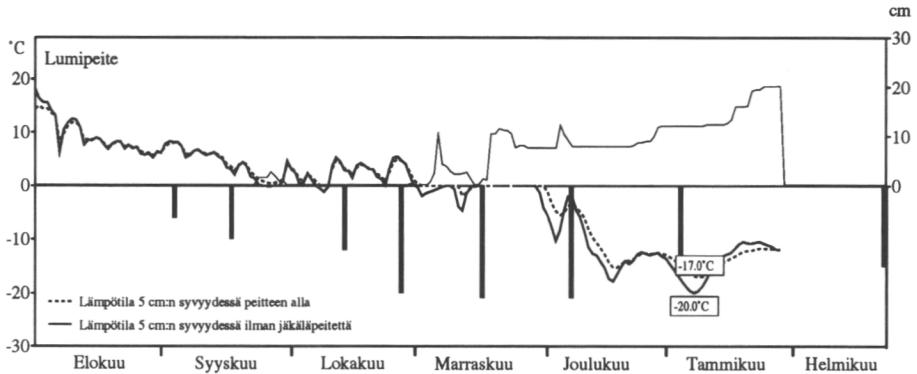
Normaalissa talviolosuhteessa jäkäläpeitteellä ei tämän tutkimuksen mukaan ole merkitystä männyn juurten pakkaskestävyydessä. Vaikka maan lämpötila laidunnetulla puolella oli ennen lumen tuloa hieman alhaisempi kuin laiduntamattomalla puolella, erot juurten pakkaskestävyydessä eivät olleet merkittäviä (kuvat 1 ja 2). Jäkäläpeitteen eristävä merkitys riippuu lumipeitteestä (kuva 3). Tämä tutkimus ja aikaisemmat tutkimukset (Ritari ja Mikkola 1995) osoittavat, että lumipeitteen ollessa paksumpi kuin 10 cm jäkäläpeite ei vaikuta



Kuva 1. Säähavaintoja Ilmatieteen laitoksen Naruskan säähavaintoasemalta ja Koivuselän koealueelta. A. Päivittäinen ilman keskilämpötilä elokuu 1992-toukokuu 1993 välisenä aikana ja kuukausittainen ilman keskilämpötilä normaalikaudella 1961–1990. B. Päivittäinen ilman minimilämpötilä elokuu 1992-toukokuu 1993 välisenä aikana ja kuukausittainen ilman minimilämpötilä normaalikaudella 1961–1990. C. Lumipeitteen paksuus ja maan lämpötilä 5 cm:n syvyydellä laidunnetuilla ja laiduntamattomilla koealoilla.



Kuva 2. Maan lämpötila 5 cm:n syvyydellä ja juurten pakkaskestävyys laidunnetulla ja laiduntamattomilla koealoilla sekä lumipeitteen paksuus elokuu 1992-toukokuu 1993 välisenä aikana.



Kuva 3. Maan lämpötila 5 cm:n syvyydellä jäkäläpeitteen alla ja ilman jäkäläpeitettä sekä lumipeitteen paksuus Ilmatieteen laitoksen Naruskan säähavaintoasemalla talvella 1986–1987. Maan lämpötilojen simuloinneissa syöttötietoina on käytetty Naruskan sääaseman päivittäistä keskilämpötilaa talvella 1986–1987.

maan lämpötilaan. Täten normaalissa lumiolosuhteessa juurten pakkaskestävyyden kannalta jäkäläpeite on merkityksellinen vain syksyllä ja alkutalvella ja silloinkin vain poikkeuksellisen kovilla ja äkillisillä pakkasilla. SOIL-mallin simulointitietojen mukaan jäkäläpeitteen eristävä vaikutus voi olla 5–20 %, vaikutuksen ollessa sitä parempi mitä alhaisempi ilman lämpötila on.

## Kirjallisuus

- Ahti, T. 1978. Jäkäläinen Lappi. Julkaisussa: Kallio, P. (toim.). Lapin kasvivarat Plant resources in Lapland. Acta Lapponica Fenn. 10: 64–68.
- The Finnish Meteorological Institute, Meteorological Yearbook of Finland 1992, Helsinki, Finland
- The Finnish Meteorological Institute, Meteorological Yearbook of Finland 1993, Helsinki, Finland
- Heikinheimo, M. & Fougstedt, B. 1992. Statistic of soil temperature in Finland 1971–1990. Finnish Meteorological Institute, Meteorological Publications no 22
- Jansson, P. E. 1996. Simulation model for soil water and heat conditions. Description of the SOIL model. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala,
- Korotaev, A. A. 1994. Untersuchungen zur Frostresistenz von Baumwurzeln. Forstarchiv 65: 93–95
- Kujansuu, R. & Niemelä, P. 1984. Suomen maaperä 1:1 000 000, Espoo: Geologian Tutkimuskeskus
- Lindström, A. & Nyström, C. 1987. Seasonal variation in root hardiness of container-grown Scots pine, Norway spruce, and Lodgepole pine seedlings. Canadian Journal Forest Research 17: 787–793
- Repo, T. & Lappi, J. 1989. Estimation of standard error of impedance-estimated frost resistance. Scandinavian Journal Forest Research 4: 67–74
- Ritari, A. & Mikkola, K. 1995. Jäkäläpeite vaikuttaa maan lämpöoloihin. In: Tikkanen E. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasiitteena. Gummerus Kirjapaino, Jyväskylä. s. 114–115
- Sutinen, M.-L., Palta, J. P. & Reich, P. B. 1992. Seasonal differences in freezing stress resistance in the needles of *Pinus nigra* and *Pinus resinosa*: Evaluation of the electrolyte leakage method. Tree Physiology 11: 241–254
- , Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. Canadian Journal Forest Research 26: 1602–1609
- Väre, H., Ohtonen, R. & Mikkola, K. 1996. The effect and extent of heavy grazing by reindeer in oligotrophic pine heaths in northeastern Fennoscandia. Ecography 19: 245–253.

# Männynneulasvuosikertojen pitkäaikaisvaihtelu laidunnetulla ja laiduntamattomalla kuivalla kankaalla Lapissa

---

Risto Jalkanen

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi

## Johdanto

Juuriston äkillinen vaurioituminen ja siitä aiheutunut tilapäinen fysiologinen häiriö harsuunnuttaa männyn latvusta (Jalkanen ym. 1995b). Täten myös pitkäaikaiset maaperämuutokset heijastuvat männyn latvuksen kuntoon ja terveydentilaan. Keskustelussa poronhoitoalueen jäkäläpeitteen kulumisesta vähemmälle huomiolle onkin jäänyt kysymys, mitä jatkuvan voimakkaan laidunuspaineen alaisten talvilaidunten mäntytuustolle tapahtuu pitkällä aikavälillä?

Vaikka jäkäläpeitteen kulumisella onkin jo vuosikymmenten perinteet, sen pitkäaikaisvaikutuksista metsäekosysteemin toimintaan on yllättävän niukalti tutkimustietoa. Syitä lienee useita, mutta osaltaan tämä johtunee sopivien tutkimusmenetelmien puutteesta. Tässä raportissa sovelletaan männyn harsuuntumistutkimuksiin kehitettyä neulasjälkimenetelmää (Kurkela & Jalkanen 1990, Jalkanen ym. 1994a) poronlaidunnuksen pitkäaikaisvaikutusten selvittämisessä. Se tehdään vertaamalla männynneulasvuosikertojen määrän vaihtelua viime vuosikymmenten aikana laidunnetuilla ja laiduntamattomilla kuivilla kankailla.

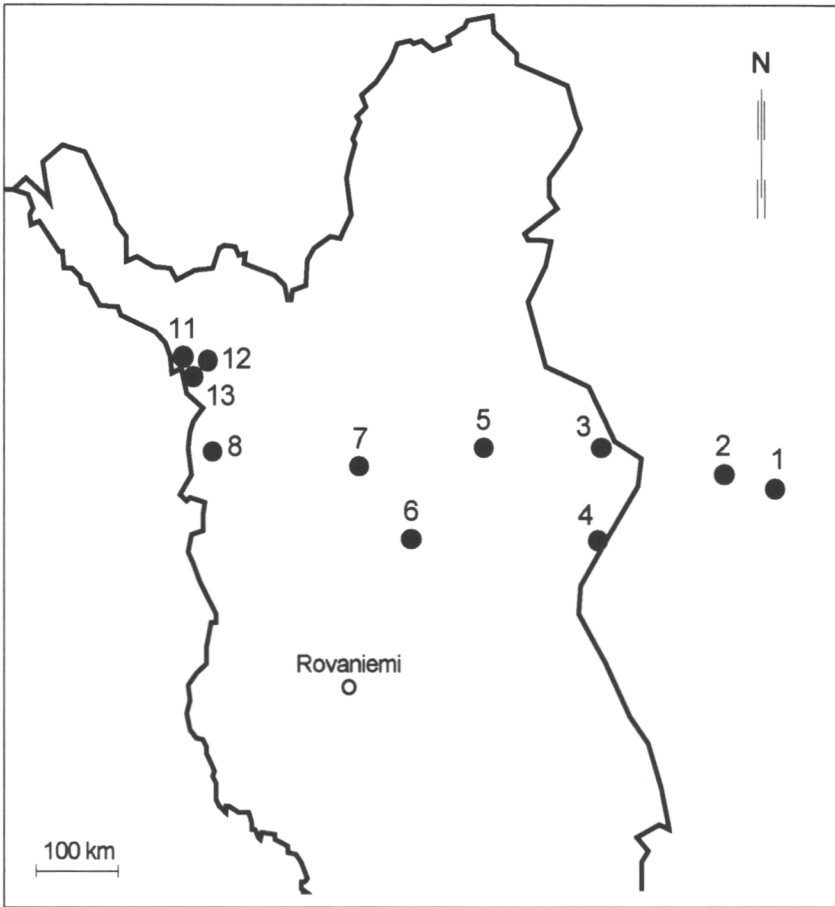
## Aineisto ja menetelmä

Poronlaidunnuksen vaikutuksia männyn neulasvuosikertojen pitkäaikaisvaihteluun selvitettiin kahdella erillisellä aineistolla, joka koostui yhteensä yhdestätoista kuivan kankaan metsiköstä Kuolassa, Keski-Lapissa ja Enontekiön-Muonion seudulla.

Ensimmäisessä aineistossa, jonka katsottiin edustavan metsä-Lappia, kahta laiduntamatonta metsikköä Kuolassa (Jena ja Upoloksa) verrattiin kuuteen laidunnettuun metsikköön Keski-Lapissa (Ainijärvi, Sätsi, Lokka, Aska, Nuttio ja Särkiselkä) (kuva 1). Metsiköissä sijaitsee osa Itä-Lapin metsävaurio -projektin koealajärjestelmän linjan 2 intensiivikoealoista (Mikkola ja Nöjd 1992). Neulasvuosikertatutkimukseen soveltuvat männyt (ks. Aalto ja Jalkanen 1996a) valittiin intensiivikoealojen läheisyydestä. Tämän tarkastelun ulkopuolelle jätettiin linjan 2 itäisistä koealoista ne, joiden mäntyjen neulasvuosiker- tojen määrä oli vähentynyt Montsegorskin sulaton vaikutuksesta (Jalkanen 1996). Lähellä Suomen rajaa sijaitseva Kovdorin metsikkö jätettiin pois puus- ton heikon laadun takia. Tutkimukseen valittujen metsiköiden jäkäläpeitteen paksuuksia ei mitattu, mutta intensiivikoealoilta saadut tulokset osoittavat Kuol- an metsiköiden olevan vahvasti jäkälän peittämiä ja Keski-Lapin voimakkaasti poron kuluttamia (Mikkola 1995, Ohtonen ja Väre 1995). Tämän aineiston koepuiden metsiköittäinen keskipituus vaihteli välillä 8,4...12,2 m, keskiläpi- mitta 9,6...15,1 cm ja keski-ikä 54...84 vuotta.

Toiseen, pohjoista metsänrajaa edustavaan Enontekiön–Muonion aineistoon valittiin yksi 1950-luvulla aidattu laiduntamaton alue Enontekiön Sonkamuo- tasta (om. Ilmari Mattila; metsikkö 11, ks. kuva 1), yksi laidunnettu alue Muonion Sonkamuo- tkan Isovuomalta (om. metsähallitus; metsikkö 12) ja yksi 1970-luvulta ilmeisesti vuoteen 1993 saakka aidattuna ollut alue Muonion Son- kamuo- tkan Vuopionpalosta (om. metsähallitus, metsikkö 13). Laidunnetulla alueella nro 12 jäkäläpeite oli epäyhtenäistä ja keskimäärin 6 mm paksu. Lai- duntamattomassa metsikössä 11, missä aika ajoin on pidetty muutamaa poroa, jäkäläpeite oli yhtenäinen ja keskimäärin 80 mm paksu. Metsikössä nro 13 vajaat 20 vuotta aidattuna kehittynyt jäkäläpeite oli syöty muutamassa vuo- dessa niin, että kerroksen paksuus vaihteli nolasta 10 mm:iin.

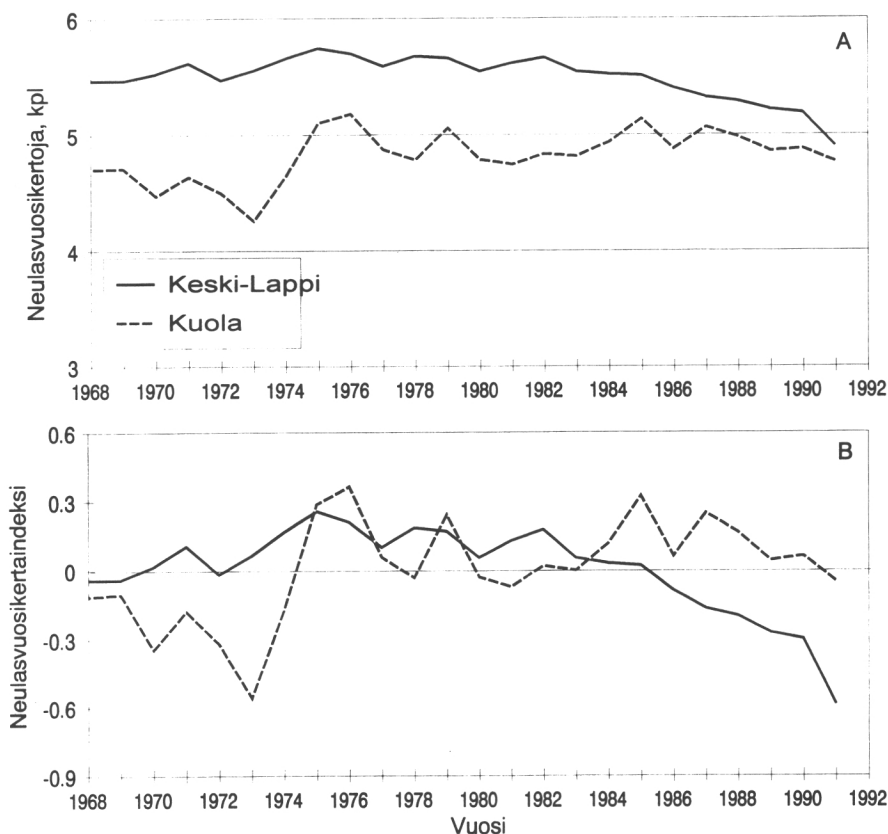
Kunkin tutkimusmetsikön vallitsevasta puujaksosta valittiin 5–10 mäntyä koepuiksi (Aalto ja Jalkanen 1996a). Koepuut valittiin iän suhteen niin, että niistä voitaisiin tuottaa metsikkökohtaisesti 30–40 vuotta pitkä aikasarja rin- nankorkeudelta latvaan. Hitaan kasvun (kapeat vuosilustot ja lyhyet kasvaimet) ja toimitusvaikeuksien takia kaikissa metsiköissä 10 männyn tavoite ei kui- tenkaan toteutunut. Kuolassa ja Keski-Lapissa koepuut hakattiin vuosina 1991–94 ja Enontekiön–Muonion alueella vuonna 1995. Metsässä koepuiden, jotka metsiköittäin olivat keskimäärin 40–60-vuotiaita, 7,9–8,4 m pitkiä ja 9,0– 9,7 cm paksuja, rungot sahattiin 1–2 m:n mittaisiksi pölleiksi. Neulasvuosiker- talaboratoriossa ne päätettiin vuosikasvuihin, höylättiin ja analysoitiin (Aalto ja Jalkanen 1996a). Aikasarjat, jotka perustuivat joko kesäaikaisiin neulas- vuosikertamääriin (Kurkela ja Jalkanen 1990, Jalkanen ym. 1994a, Aalto ja Jalkanen 1996b) tai neulastiheyyksiin (Jalkanen ym. 1997), laskettiin vain run- golle. Metsikkötasolla niihin otettiin mukaan vain se jakso, jonka jokainen vuosi sisälsi vähintään viisi havaintoa.



Kuva 1. Neulasvuosikertojen tutkimisessa käytettyjen metsiköiden sijainti. 1–Upoloksa, 2–Jena, 3–Ainjärvi, 4–Sätsi, 5–Lokka, 6–Aska, 7–Nuttio, 8–Särkiselkä, 11–Enontekiö, Sonkamuotka, 12–Muonio, Sonkamuotka, Isovuoma ja 13–Muonio, Sonkamuotka, Vuopionpalo. Metsiköt 1–2 muodostavat Kuolan, 3–8 Keski-Lapin ja 11–13 Enontekiön–Muonion aineiston.

## Tulokset

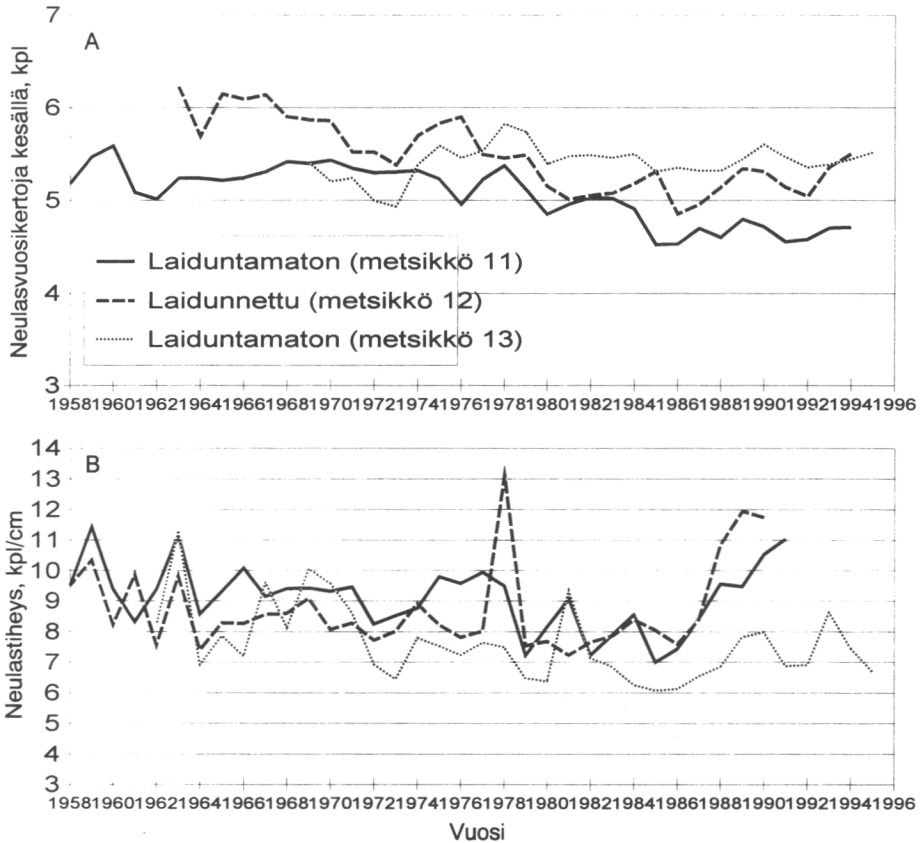
Männyn neulasvuosikertojen määrä on viimeisten 30 vuoden aikana ollut Keski-Lapissa keskimäärin 5,5 neulasvuosikertaa (nvk) ja Jena–Upoloksan alueella 4,9 nvk. Keski-Lapissa neulasvuosikertojen määrä aluksi kasvoi 1960-luvulta 1970-luvun puoliväliin, minkä jälkeen se alkoi laskea, ensimmäisten kymmenen vuoden aikana hitaasti, 1980-luvun puolivälistä alkaen kiihtyvällä nopeudella (kuva 2A). Kun pitkällä aikavälillä männystä poistuu vuosittain keskimäärin yksi neulasvuosikerta yhden uuden syntyessä oksien kärkiin (Jalkanen 1997), tämä keskiarvo oli Keski-Lapin laidunnettujen metsiköiden männnyillä vuosina 1975–1990 selvästi yli yksi vuosikerta (1,047 nvk/v). Tasaisella



Kuva 2. Männyn neulasvuosikertojen (A) ja vuosikertaindeksin (B) vaihtelu kesällä 1968–1991 Kuolassa ja Keski-Lapissa.

nopeudella tämä vastaa yhden neulasvuosikerran menetystä 21 vuodessa. Vuosien 1981–1990 keskimääräisellä neulasten karisemismäärällä (1,063 nvk/v) aikaa yhden vuosikerran menetykseen kuluisi vain 16 vuotta. Laiduntamattomalla Jena–Upoloksan alueella kehitys poikkesi täysin edellisestä: vuosina 1975–1990 neulasvuosikerran menetykseen laskettiin kuluvaiksi 48 vuotta (1,021 nvk/v), kun taas neulasvuosikertojen määrä itse asiassa hieman karttui 1980-luvulla (0,998 nvk/v) vähentyäkseen jälleen 1990-luvulle tultaessa. Erot neulasvuosikertamäärien vaihtelussa laiduntamattomien ja laidunnettujen metsiköiden välillä näkyivät erityisen selvästi neulasvuosikertojen indeksisarjoissa (kuva 2B).

Enontekiön–Muonion laiduntamattomissa metsiköissä 11 ja 13 männyn neulasvuosikertojen pitkäaikainen keskiarvo oli 5,1 ja 5,5 nvk sekä laidunnetussa metsikössä 5,5 nvk. Laidunnetussa metsikössä nro 12 neulasvuosikertojen määrä laski 1960-luvun puolesta välistä 1980-luvulle eli 20 vuodessa runsaalla yhdellä neulasvuosikerralla (kuva 3A). Laiduntamattomassa metsikössä



Kuva 3. Männyn neulasvuosikertojen (A) ja neulastiheyden (B) vaihtelu kesällä 1950-luvulta 1990-luvulle yhdessä kuivan mäntykankaan laidunnetussa ja kahdessa laiduntamattomassa metsikössä Enontekiön–Muonion alueella.

nro 11 Enontekiön Sonkamuotkassa, missä vuosikertojen määrä on pysynyt tasaisena 1970- ja 1980-lukujen vaihdetta lukuunottamatta, muutos oli 0,5 neulasvuosikertaa vastaavana aikana. Laiduntamattomassa metsikössä nro 13 Muonion Sonkamuotkan Isovuomassa vuosikertojen määrä ei ole vähentynyt lainkaan: määrä oli alhaisimmillaan 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alkupuolella ennen alueen aitaamista ja poronlaidunnuksen loppumista. Suurimmat vuosikeskiarvot saavutettiin 1970-luvun lopulla, minkä jälkeen metsikön nro 13 neulasvuosikertamäärä on ollut vakaa. Vuodesta 1974 alkaen molempien laiduntamattomien metsiköiden (11 ja 13) kehitys minimeineen ja maksimeineen on ollut varsin yhtenevä (kuva 3A). 1980-luvun puolivälistä alkaen vuosikertojen määrä on lievästi kasvanut kaikissa metsiköissä.

Koko aineiston keskimääräinen neulastiheys (kääpiöversojen lukumäärä verson pituusyksikköä kohden) oli laiduntamattomissa metsiköissä 9,4 ja 7,6 kpl/cm ja laidunnetussa metsikössä 8,6 kpl/cm. Keskimääräinen vuotuinen

neulastiheys laski 1950- ja 1960-lukujen vaihteen noin 9...10:stä 1980-luvun 7...8:aan, laiduntamattomassa metsikössä jopa lähelle kuutta kääpiöversoa yhtä versosenttimetriä kohti (kuva 3B). Kaikissa metsiköissä neulastiheys lisääntyi selkeästi 1980-luvun lopulla (vuodet 1987–90). Suurimman neulastiheyden saavutti laidunnettu metsikkö; laiduntamattomassa metsikössä nro 13 muutokset olivat vähäisimpiä. Kaikissa kolmessa metsikössä neulastiheydet poikkesivat normaalitasosta ylöspäin myös vuonna 1963 ja alaspäin vuosina 1964–65 ja 1972–73. Laidunnettu metsikkö poikkesi yleisestä kehityksestä huomattavan korkealla keskimääräisellä neulastiheydellä 13 kpl/cm vuonna 1978 (kuva 3B). Myös vuosien 1987–1990 muutos oli voimakkain laidunnetussa metsikössä. Laiduntamattomassa metsikössä nro 13 neulasia oli tavallista tiheämmässä vuonna 1981 ja ikäkorjaus huomioon ottaen poikkeuksellisen harvassa vuosina 1964–66.

## Tulosten tarkastelu

Neulasjälkimenetelmä osoittautui toimivaksi apuvälineeksi tutkittaessa männyn neulasvuosikertojen pitkäaikaisvaihtelua taannehtivasti. Hyvien ja käyttökelpoisten menetelmien niukkuudessa neulasjäljet tarjosivat erinomaisen avun 'kurkistaa' menneisyyteen ja tuottaa tietoa ajalta, joka yleisesti on vain 'miesmuistin' varassa. Aiemmin menetelmää on käytetty mm. harmaakariste-epidemian toteamiseen (Jalkanen ym. 1994b). Koska tässäkin työssä neulasjäljet tutkittiin oksien sijasta vallitsevien mäntyjen rungosta yleisen suosituksen mukaan (Aalto ja Jalkanen 1996a), tutkimuskohteet eli puiden latvat sijaitsivat valon suhteen optimaalisissa, yhtäläisissä ja oksia paremmissa olosuhteissa. Näin voitiin vähentää esimerkiksi metsikön tiheyden muutosten vaikutuksia ja lisätä aikasarjojen luotettavuutta (Jalkanen 1995). Latvaa koskevat neulasvuosikertatiedot voidaan tarvittaessa muuntaa oksia koskeviksi (Jalkanen ym. 1995a).

Tutkimusmetsiköiden keskimääräinen kesäinen neulasvuosikertamäärä, 5...5,5 neulasvuosikertaa vastaa aiempia neulasjälkimenetelmällä saatuja luku-arvoja (Jalkanen ym. 1995a). Sen sijaan neulasvuosikertojen pitkäaikaisvaihtelua kuvaavat mallit poikkesivat siitä, miten neulasvuosikertojen määrän männyn elinaikana arvellaan vaihtelevan. Jalkanen ym. (1995a) mukaan vuosikertojen määrä aluksi kasvaa, sitten kulminoituu ja vihdoin kääntyy laskuun. Lähinnä tätä mallia muistuttivat sekä Kuolan että Enontekiön–Muonion laiduntamattomien metsiköiden kuvaajat. Sama malli havaittiin myös Keski-Lapin metsiköissä, missä laskuvaihe kuitenkin osoittautui poikkeuksellisen voimakkaaksi ja nopeaksi vastaavien laiduntamattomien metsiköiden kehitykseen verrattuna. Neulasvuosikertojen määrä väheni nopeasti myös Muonion laidunnetussa metsikössä, mistä itse asiassa puuttui kokonaan ns. normaalimallin (Jalkanen ym. 1995a) nuoruusvaiheen lisääntyvien vuosikertojen vaihe. Jyrkkä

lasku saattaa johtua yksinkertaisesti siitä, että laidunnetuissa metsiköissä oli laiduntamattomiin verrattuna yleensä keskimääräistä enemmän neulasvuosikertoja puiden nuoruusvaiheessa 20–30 vuotta sitten, jolloin sama suhteellinen muutos antaisi suuremman absoluuttisen muutoksen korkeamman vuosikerran metsiköissä. Tästä ei todennäköisesti ole kuitenkaan yksinomaan kyse. Laidunnettujen metsiköiden neulasvuosikertojen korkea lähtötaso viitanee itse asiassa laidunnuksen neulasvuosikertoja lisäävään vaikutukseen poronjäkäläpöitteen alkaessa ohentua. Kun laidunnus jatkuu voimakkaana ja maaperä kuluu, puusto reagoi päin vastoin ja alkaa mm. vähentää neulastoaan, tämän tutkimuksen esimerkin mukaan jopa yhden vuosikerran verran 16 vuodessa, ja vauhdin jatkuessa edelleen tasaisena vuosikertojen määrän lasku kolmeen veisi aikaa vain noin 30 vuotta. Laskelma on luonnollisesti teoreettinen, mutta vuosikertojen määrän puolittuminen saattaa pitkällä aikavälillä olla puulle kohdallakas ja johtaa jopa metsikön kuolemiseen (Jalkanen 1996).

Koska neulastiheyden laskentamenetelmä on uusi (Jalkanen ym. 1997), neulastiheyden pitkäaikaisvaihteluista on vain vähän tietoa (Jalkanen ym. 1995b). Kun neulaset pakkaantuvat keskimääräistä tiiviimmin vuosikasvaimeensa, se viittaa häiriöön normaalikehityksessä. Tiivistymistä tapahtuu esimerkiksi silloin, kun hyvän kasvukauden jälkeen tuleekin poikkeuksellisen huono kasvukausi, jolloin edellisenä vuonna syntyneille neulasaiheille on oletettua vähemmän tilaa. Kaikissa Enontekiön–Muonion metsiköissä tällainen vuosi oli 1963. Sen sijaan vuoden 1978 kohonnut neulastiheys havaittiin vain laidunnetussa metsikössä. Myös 1980-luvun lopulla neulastiheydet kohosivat eniten laidunnetussa metsikössä viitaten laidunnetun metsikön herkkyyteen reagoida laiduntamattomia helpommin ympäristöhäiriöihin kuten talven 1986/87 kaltaisiin ankariin olosuhteisiin, jotka juurten kylmävaurioiden kautta johtivat ns. Lapin neulaskatoon poronhoitoalueen eteläosissa kesällä 1987 (Jalkanen ym. 1995b).

Vaikka tutkittujen alueiden jäkäläpöitteen kulumisen historiaa ei tunnetakaan tarkkaan, näyttäisi siis siltä, että kulumisen aluksi lisää männyn neulasvuosikertojen määrää. Varsin lyhyen ajan kuluttua määrä alkaa kuitenkin laskea, aluksi hitaasti ja ylilaidunnuksen jatkuessa kiihtyvällä nopeudella. Tämä selittyy mm. muutoksilla maan lämpö-, vesi- ja ravinneoloissa sekä yleensä juuriston toimintaedellytysten muutoksina (Jalkanen 1998). Jäkäläpöitteen puuttuessa pitkään puut reagoivat helpommin ääreviin ympäristömuutoksiin. Sen sijaan jäkäläpöitteellinen alue takaa pitkällä aikavälillä alhaisemman, mutta vähemmän vaihtelevan neulasvuosikertamäärän.

## Kirjallisuus

- Aalto, T. & Jalkanen, R. 1996a. NTM. The needle trace method. Instructions, versio 4. Moniste, Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. 11 s.  
— & Jalkanen, R. 1996b. Computation program for the needle-trace method. NTMENG,

- versio 4.0. Moniste, Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. 18 s.
- Jalkanen, R. 1995. Needle trace method (NTM) for retrospective needle retention studies on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Acta Universitatis Ouluensis A264. 38 s. + 40 s.
- 1996. Needle retention chronology along a pollution gradient. Teoksessa: Dean, J.S., Meko, D.M. & Swetnam, T.W. (toim.). Tree Rings, Environment and Humanity. Radiocarbon 1996: 419–426.
- 1997. Fluctuation in the number of needle sets and needle shed in *Pinus sylvestris*. Scandinavian Journal of Forest Research 12 (in print).
- 1998. Lumi-, olki- ja jäkäläpeitteen vaikutus maan roustaantumiseen ja lämpötilaan syys-talvella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja (tässä julk.).
- , Aalto, T., Innes, J., Kurkela, T. & Townsend, I. 1994a. Needle retention and needle loss of Scots pine in recent decades at Thetford and Alice Holt, England. Canadian Journal of Forest Research 24(4): 863–867.
- , Aalto, T. & Kurkela, T. 1994b. The use of needle-trace method (NTM) in retrospectively detecting *Lophodermella* needle-cast epidemic. European Journal of Forest Pathology 24: 376–385.
- , Aalto, T. & Kurkela, T. 1995a. Development of needle retention in Scots pine (*Pinus sylvestris*) in 1957–1991 in northern and southern Finland. Trees 10: 125–133.
- , Aalto, T., Derome, K., Niska, K. & Ritari, A. 1995b. Lapin neulaskato. Männyn neulaskatoon 1987 johtaneet tekijät Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 544. 75 s.
- , Aalto, T. & Kurkela, T. 1997. Revealing past needle density in *Pinus* spp. Scandinavian Journal of Forest Research 12 (in print).
- Kurkela, T. & Jalkanen, R. 1990. Revealing past needle retention in *Pinus* spp. Scandinavian Journal of Forest Research 5(4): 481–485.
- Mikkola, K. 1995. Satelliittikuvat paljastavat jäkälälaidunten kunnan. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus, Jyväskylä, s. 113.
- & Nöjd, P. 1992. Itä-Lapin metsävaurioprojektin koelajjärjestelmä. Teoksessa: Kauhanen, H. & Varmola, M. (toim.). Itä-Lapin metsävaurioprojektin väliraportti. The Lapland forest damage project. Interim report. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 413: 13–17.
- Ohtonen, R. & Väre, H. 1995. Sammalet ja varvut korvanneet poronjäkäälän. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus, Jyväskylä, s. 113–114.

# Jäkäläpeitteen vaikutus männyntaimien kasvuun

---

**Timo Helle, Mikko Niskanen ja Aarno Niva**

**Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi**

## Johdanto

Vahva poronjäkälämatto vaikuttaa männyntaimien kasvuedellytyksiin sekä kemiallisesti että fysikaalisesti. Brown ja Mikola (1974) havaitsivat laboratoriotutkimuksissa, että poronjäkäläluutteen sisältämät yhdisteet ehkäisivät männyn sirkkataimien juuristosien kehittymistä. He saivat aikaan pituuskasvun hidastumista myös suuremmilla taimilla luonnonolosuhteissa, kun maanpinta peitettiin paksulla jäkäläpatjalla. Jälkimmäistä koetta ei voida kuitenkaan pitää itsestäänselvänä osoituksena poronjäkälälie allelopaattisista vaikutuksista, sillä todetut kasvuerot voivat johtua myös jäkäläpeitteen aiheuttamista muutoksista maaperän lämpö- ja kosteus- sekä pitkällä aikavälillä myös ravinneoloissa (Cowles 1982, Kershaw 1985).

Tutkiessaan männyntaimien kasvua porojen intensiivisesti laiduntamalla ja sen vuoksi hyvin niukkajäkäläisillä ja toisaalta laiduntamattomilla kankailla Helle ja Moilanen (1993) totesivat, että ikävuosien 13–24 välillä männyntaimet kasvoivat nopeammin laidunnetussa jäkäläkössä. Sen sijaan tätä nuoremmilla taimilla ero oli joka ikäluokassa päinvastainen, joskin vain suuntaa-antavasti. Tärkeimpänä syynä laidunnettujen kankaiden männyn taimien nopeampaan kasvuun he pitivät sitä, että niukkajäkäläisillä kasvupaikoilla maan lämpötila on kasvukauden aikana korkeampi kuin lämpöä eristävän jäkäläpeitteen alla (Kershaw ja Field 1975) ja siten lähempänä juurten optimilämpötilaa +20 °C (Raitio 1990). Pienempien taimien päinvastainen reaktio voi selittyä sillä, että maan pintakerros kuivuu nopeasti ilman jäkäläpeitteen antamaa suojaa (Kershaw ja Field 1975). Havainnot viittaavat epäsuorasti siihen, että poronjäkälälie allelopaattisilla vaikutuksilla on vähäisempi merkitys männyntaimien kasvuun kuin maaperän lämpö- ja kosteustekijöillä.

Jäkäläpeitteellä voi olla eristeominaisuksiensa ansiosta männyn juuria pakasstressiltä suojaava vaikutus syksyllä ja alkutalvella, jos tehokkaasti eristävä

lumipeite vielä puuttuu. Erityisen ankarina tällaiset olosuhteet esiintyivät talvella 1986–87. Seuraavana kesänä männyntaimikoissa havaittiin kolmiossa Salala–Rovaniemi–Suomussalmi poikkeuksellista neulasten kellastumista (Jalkanen 1990, Tikkanen ja Raitio 1990), mihin liittyi myös kasvun taantumisen ja yksittäisten puiden kuolemia (Jalkanen ym. 1995). Samoja oireita on saatu aikaan kokeellisesti tuhoamalla osa männyn juurista tai altistamalla juuret pakkasstressille (Jalkanen ym. 1995). Jalkanen ym. (1995) toteavatkin, että kovan laidunnuksen vuoksi lähes täydellinen jäkäläkasvillisuuden puuttuminen mahdollisesti edisti maan jäähtymistä alkutalvesta 1986–87 ja siten voimisti taimien neulaskatoa kesällä 1988.

Jäkäläpeitteen todellisia vaikutuksia männyntaimien kuntoon talven 1986–87 jälkeen ei ole kuitenkaan tutkittu. Tässä työssä esitetään alustavia tuloksia tutkimuksesta, jossa mitattiin männyntaimien pituuskasvua vuosina 1985–1997 kainuulaisilla uudistusaloilla, joiden jäkäläkasvillisuudesta on käytettävissä yksityiskohtaiset tiedot kesältä 1986, siis juuri ennen talven 1986–87 poikkeuksellisia sääoloja.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytettiin apuna Helteen ja Moilasan (1993) kesällä 1986 inventoimia luontaisesti uudistettuja männyntaimikoita. Alkuperäiseen otokseen sisältyi 50 kuivien tai karukkokankaiden taimikkoa, joista 41 sijaitsi poronhoitoalueella, loput poronhoitoalueen eteläpuolella. Kustakin taimikosta on käytettävissä kesän 1986 tiedot poronjäkälien keskipituudesta ja -peittävydestä. Tähän tutkimukseen valittiin poronjäkälien pituuden perusteella 10 intensiivisimmin laidunnettua ja 10 vähiten laidunnettua tai kokonaan laiduntamattomia taimikkoa, joiden sijainti ilmenee kuvasta 1. Kustakin taimikosta mitattiin syyskuussa 1997 satunnaisesti valittujen 30 männyn vuosikasvaimien pituudet vv. 1985–1997. Vertailtavien alueiden keskeiset kasvupaikka- ja taimikkotunnukset käyvät ilmi taulukosta 1.

Mitatut koealat sijoittuvat hiukan Jalkasen (1990) sekä Tikkasen ja Raition (1990) esittämän kesän 1987 neulaskatoalueen eteläpuolelle (kuva 1). Talven 1986–87 poikkeuksellisuus tuli sielläkin selvästi esiin; Kajaanin lentoasemalla mitatut alkutalven lämpötilat ja lumen syvyydet on esitetty kuvassa 2. Joulukuun alussa pakkasen laski alle 20 ja kuun lopulla, jolloin lunta oli vain noin 10 cm, alle 30 asteen. Tammikuun alussa, kun lunta oli noin 20 cm, pakkasta oli  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Taulukko 1. Kovasti laidunnettujen ja lievästi laidunnettujen koealojen vertailu (ks. kuva 1).

	Kovasti laidunnettu		Lievästi laidunnettu	
	$\bar{x}$	ääriarvot	$\bar{x}$	ääriarvot
Lämpösumma	920	890–950	970	930–1010
Jäkälän pituus mm 1986	11	8–13	56	37–76
Jäkälän peittävyys % 1986	45	29–58	62	34–82
Kasvatuskelpoiset taimet kpl/ha 1986	2020	960–2990	2470	608–4380
Taimien keskipituus cm 1986	99	74–143	97	59–147
Taimien keskipituus cm 1997	480	420–565	470	390–580

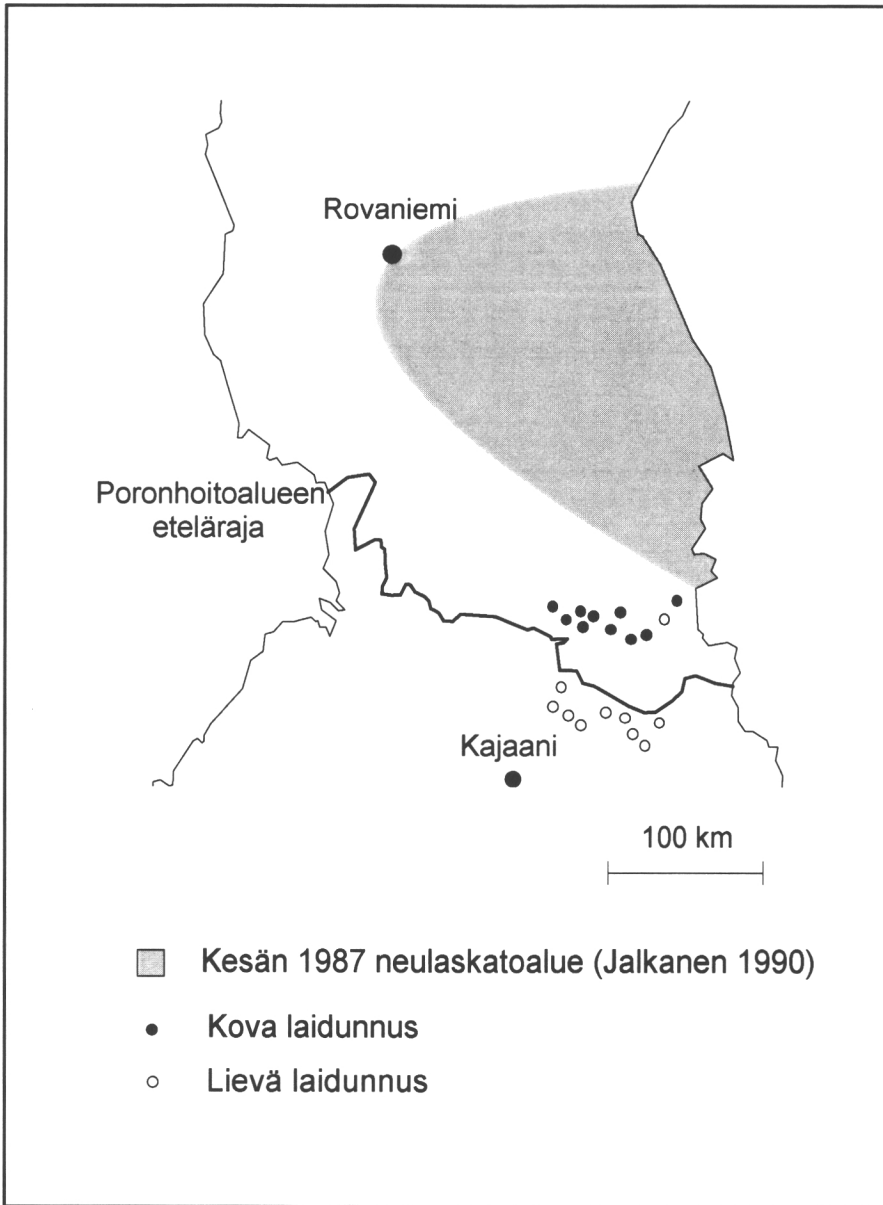
## Tulokset

Mäntyjen pituuskasvu taantui selvästi kesinä 1987 ja 1988, mutta palautui sen jälkeen normaalilta vaikuttavaksi (kuva 3). Kasvu oli kesällä 1987 noin 15 prosenttia ja kesällä 1988 noin 27 prosenttia odotettua alhaisempi. Kasvuissa ei ollut minään vuonna tilastollisesti merkitseviä kasvupaikan jäkäläisyydestä johtuvia eroja.

## Tulosten tarkastelu

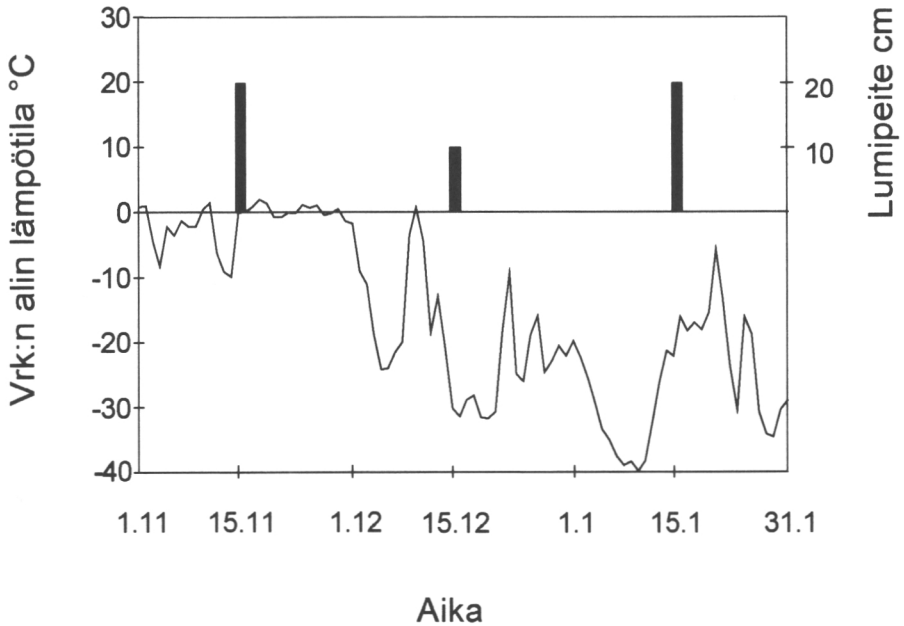
Tutkimuksen mielenkiinto porotalouden ympäristövaikutuksiin juontaa juurensa osittain juuri talven 1986–87 poikkeuksellisiin sääoloihin ja niiden aiheuttamaan mäntyjen kunnon heikkenemiseen. Taustalla oli kuitenkin jo tuolloin viitteitä siitä, että poronjäkäleä oli vähenemässä voimakkaan laidunnuksen vuoksi. Nyt kun porolaitumet on inventoitu kolmesti valtakunnanmetsien inventoinnin yhteydessä valtaosassa poronhoitoaluetta, jäkälän väheneminen on selvemmin nähtävissä. Mattilan (1981, 1988, 1996) mukaan poronjäkälien peittävyys on alentunut viimeisten 20 vuoden aikana poronhoitoalueen eteläpuoliskolla kolmannekseen. Ylä-Lapissa inventointeja ei ole pystytty toistamaan, mutta sielläkin suuntaus on ollut sama. Esimerkiksi Utsjoen merkki-piirissä keskimääräinen jäkäläbiomassa (kuivapaino) oli 1970-luvun lopulla 320 kg/ha (Mattila 1981), mutta 1990-luvun alussa, tosin toisenlaiseen otantaan perustuen, enää vain 110 kg/ha (Kojola ym. 1994).

Poromäärien lähes keskeytyksetön kasvu 1970-luvun puolivälistä 1980-luvun lopun pakkoteurastuksiin johtui useista syistä (Helle ja Kojola 1993). Ajanjaksolle olivat tyypillisiä ”hyvät kaivutalvet“ ja se, että porojen ravinnonsaanti alettiin turvata yhä useammassa paliskunnassa talviruokinnalla. Minkä lisäksi porojen talvista kuntoa paransivat loislääkitys ja naarasporojen osalta myös vasateurastus. Uusien hoitotapojen avulla porojen määrä pystytään pitä-



Kuva 1. Taimikkokoelajien sijainti ja kesän 1987 neulaskatoalue.

mään jatkuvasti entisten huippuvuosien tasolla, mistä on ollut seurauksena jäkälälaidunten kuluminen. Entisessä pelkästään luonnonlaidunten käyttöön perustuvassa poronhoidossa laidunten kuluminen yhdistyneenä porojen kannalta keskimääräistä hankalampiin lumiolosuhteisiin sai aikaan kannan romahduksen. Kannan ollessa aallonpohjassa laitumet saivat aikaa elpyä, ja pitkällä aikavälillä porokannan koko oli tasapainossa laidunten tuoton kanssa (kuva 4).

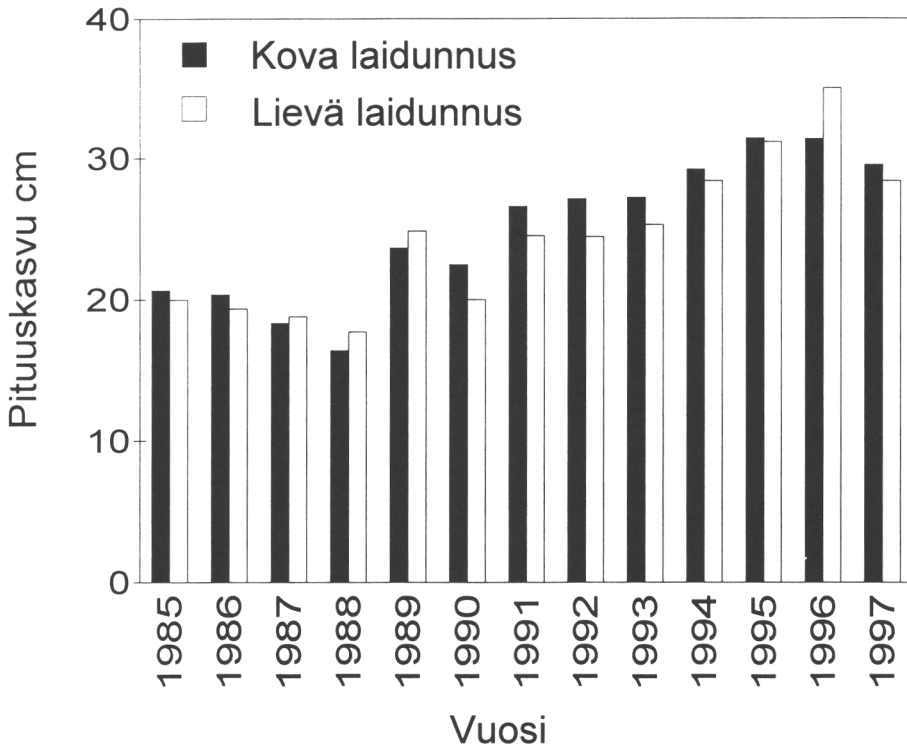


Lähde: Ilmatieteenlaitos

Kuva 2. Vuorokauden alimmat lämpötilat (2 m:n korkeudella) ja lumen syvyydet Kajaanin lentoasemalla 1.11.1986–31.1.1987.

Vaikka tutkimusalueemme sijaitsikin varsinaisen neulaskatoalueen ulkopuolella (Jalkanen 1990), männyntaimien pituuskasvun hidastuminen kesinä 1987 ja 1988 tuli selvästi esiin ja syyksi on oletettavissa juurten kärsimät pakkasvauriot talven 1986–87 aikana (Jalkanen ym. 1995). Toisaalta tulokset eivät kuitenkaan tue käsitystä, että jäkäläpeitteellä olisi ainakaan ratkaisevaa merkitystä männyn juurten suojana talven 1986–87 kaltaisissa olosuhteissa. Tarkasti ottaen tällaista johtopäätöstä ei voi tehdä ilman yksityiskohtaisempaa tutkimusta, sillä on mahdollista, että lähes jäkälättömässä maaperässä kasvavien männyntaimien juuret kärsivät pahempia juuristovaurioita talvella, mutta tämä kompensoitui kesän korkeammilla ja juurten kannalta edullisemmilla lämpötiloilla (Helle ja Moilanen 1993); taimien kunnon kannalta lopputulos on kuitenkin sama.

Maaperän lämpötiloista syystalvella laidunnetussa ja laiduntamattomassa jäkäläkössä on niukasti julkaistua tietoa. Ritari ja Mikkola (1995) ovat esittäneet tuloksia syksyltä 1990, jolloin Sallan Naruskalla ilman lämpötila laski marraskuussa ennen ensilunta pariiksi päiväksi  $-30$  asteeseen. Laiduntamattomalla alueella maan lämpötila pysyi nollan vaiheilla sekä 5 cm:n että 20 cm:n syvyydellä. Laidunnetulla alueella lämpötila laski 5 cm:n syvyydellä  $-4$  asteeseen.

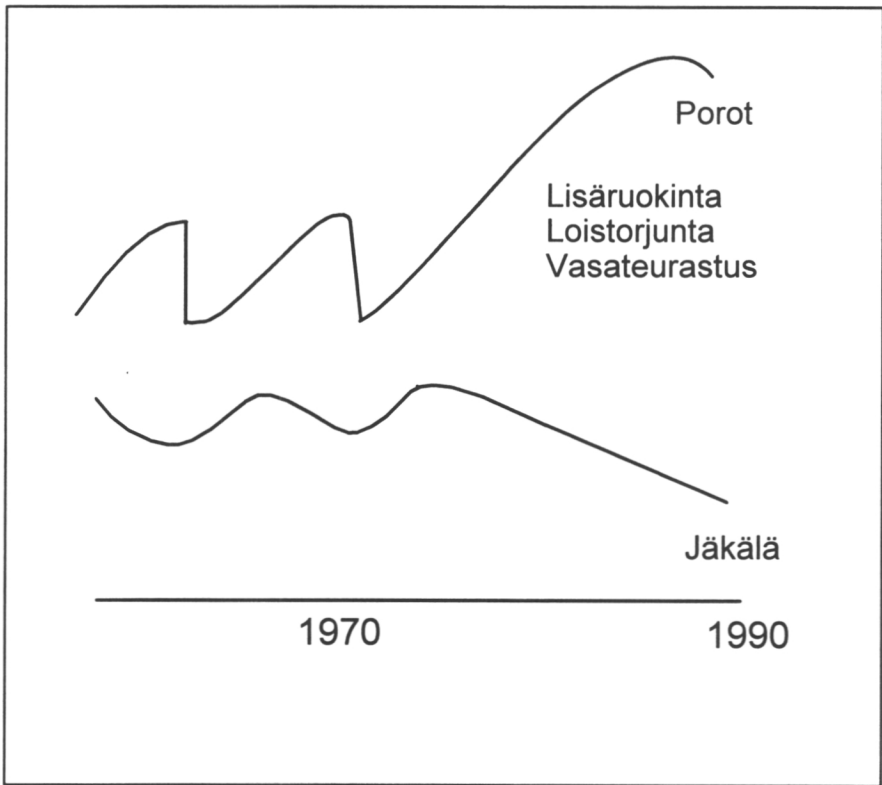


Kuva 3. Männyntaimien pituuskasvu vv. 1985–1997. Aineisto käsittää 300 tainta kummaltakin alueelta.

seen ja 20 cm:n syvyydellä  $-2$  asteeseen. Kun männynjuuret syystalven ajankohdasta ja käytetyistä vauriokriteereistä riippuen kestävät 5–30 asteen pakkasta, ero ei vaikuta merkittävältä. Tällöin on tosin huomattava, että tilanne voi olla toinen, jos pakkasjakso on pitempi ja maaperä on märkä (ks. Jalkanen ym. 1995).

Verratessaan varttuneiden mäntyjen sädekasvuja Sallassa, Sodankylässä (Raja-Jooseppi) ja Inarissa Helle ja Nöjd (1992) eivät havainneet eroja laidunnettujen ja laiduntamattomien jäkäläkankaiden välillä edes kesinä 1987 ja 1988. Raja-Joosepin laidunnettujen koealojen männyissä oli useampia neulasvuosikertoja kuin laiduntamattomien. Saman havainnon on tehnyt myös Jalkanen ym. (1998), mutta sen merkityksestä ei ole olemassa tietoa.

Evoluutiivisesti tarkasteltuna mänty on joutunut sopeutumaan olosuhteisiin, joissa juurten suojana ei ole ollut suojaavaa jäkäläpeitettä tai muutakaan kasvillisuutta. Zackrissonin (1977) mukaan kuivat jäkäläkankaat ovat palaneet Ruotsin Lapissa ilman ihmisenkin vaikutusta 80–100 vuoden välein. Osa kuloista on ollut latvapaloja, mutta useimmat niistä ovat polttaneet myös pinta-kasvillisuuden, mikä tarkoittaa sitä, että kuloista hengissä selvinneet puut ja kuloalueelle syntyneet taimet ovat olleet useiden vuosikymmenien ajan ilman



Kuva 4. Kaavamainen esitys porokannan suuruuden ja ravintovarojen välisestä suhteesta entisessä (1970-luvun puoliväliin asti) ja nykyisessä poronhoidossa.

jäkäläpeitteen antamaa suojaa. Voikin olla, että pitkällä aikavälillä puuttuvaa lämpöeristystä suuremmaksi ongelmaksi poronhoitoalueella nousee ravinteiden huuhtoutuminen maan pintakerroksista männyn juurten ulottumattomiin Cowlesin (1982) esittämällä tavalla.

## Kirjallisuus

- Brown, T. & Mikola, P. 1974. The influence of fruticose soil lichens upon the mycorrhizae and seedling growth of forest trees. *Acta Forestalia Fennica* 141: 1–23.
- Cowles, S. 1982. Preliminary results investigating the effects of lichen ground cover on the growth of black spruce. *Naturalistic Canadien* 109: 573–581.
- Helle, T. & Kojola, I. 1993. Reproduction and mortality of Finnish semi-domesticated reindeer in relation to density and management strategies. *Arctic* 46(1): 72–77.
- & Moilanen, H. 1993. The effects of reindeer grazing on the natural regeneration of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(3): 395–407.
- & Nöjd, P. 1992. Poron laidunnuksen vaikutus männyn kasvuun ja kuntoon. *Julkaisussa:*

- Nikula, A., Varmola, M. & Lahti, M.-L. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 5-15.
- Jalkanen, R. 1990. Root cold stress causing a premature yellowing of oldest Scots pine needles. Julkaisussa: Merril, W. & Ostry, M. E. (toim.). Recent research on foliage diseases. Conference proceedings. USDA Forest Service, General Technical Report WO-56: 34-37.
- Aalto, T., Derome, K., Niska, K. & Ritari, A. 1995. Lapin neulaskato. Männyn neulaskatoon 1987 johtaneet tekijät Pohjois-Suomessa. Loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 544. 75 s.
- Kershaw, K. 1985. Physiological ecology of lichens. Cambridge University Press, Cambridge. 283 s.
- Kershaw, K. A. & Field, G.-F. 1975. Studies on lichen-dominated systems. XV. The temperature and humidity profiles in a *Cladonia alpestris* mat. Canadian Journal of Botany 53: 2614-2620.
- Kojola, I., Helle, T., Helle, P. & Niskanen, M. 1994. Talvilaidunten kunnan vaikutus poron ravintoon, kasvuun ja lisääntymiseen. Suomen Riista 40: 18-25.
- Mattila, E. 1981. Survey of reindeer winter ranges as a part of the Finnish National Forest Inventory in 1976-1978. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 99(6): 1-74.
- 1988. Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet. *Folia Forestalia* 713: 1-53.
- 1996. Porojen talvilaitumet Suomen poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa 1990-luvun alussa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(4): 337-357.
- Raitio, H. 1990. Decline of young Scots pines in a dry heat forest. *Acta Universitatis Ouluensis, Seires A, Scientiae Rerum Naturalium* 216. 40 s.
- Ritari, A. & Mikkola, K. 1995. Jäkäläpeite vaikuttaa maan lämpöoloihin. Julkaisussa Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurio-projektin loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö. Metsäntutkimuslaitos. s. 114-116.
- Tikkanen, E. & Raitio, H. 1990. Ilmastostressi ja ilmansaasteet – kesän 1987 neulaskadon syytä. Julkaisussa: Varmola, M. & Palviainen, P. (toim.). Lapin metsien terveys. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 34-42.
- Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires in the North West Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 5-10.

# Porojen laitumia mitattu Suomessa pian puoli vuosisataa

---

Eero Mattila

Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema  
PL 68, 80101 Joensuu

## Suomen poronhoitoalue, talvilaitumet ja porotiheys

Suomen poronhoitoalueella on nykyisin 56 paliskuntaa, jotka ryhmitellään 14 merkkipiiriksi (kuva 1). Laiduninventointien tulosjulkaisuissa on käytetty myös jakoa etelä-, keski- ja pohjoisosaan. Pohjoisosa eli Perä-Lappi sisältää Utsjoen, Inarin ja Enontekiön merkkipiirit, joiden rajat yhtyvät kuntarajoihin. Etelä- ja keskiosien välinen raja noudattaa merkkipiirien rajoja, jotka eivät kaikilta osin yhdy kuntarajoihin. Koko poronhoitoalueen maa-ala on 11,5 milj. ha, mistä 6,9 milj. ha on metsä-, kitu- ja joutomaiden kankaita (taulukko 1). Talvella porot laiduntuvat pääasiassa kankailla, joten talvilaitumilla on eri yhteyksissä tarkoitettu kollektiivisesti kangasmaita.

Pitkällä aikajaksolla poromäärän kehitys on ollut nouseva poikkeusaikoja lukuun ottamatta (Helle 1966, s. 34). Kehitystä 1970-luvulta eteenpäin on kuvailtu kolmessa tutkimusjulkaisussa (Mattila 1981; s. 55–56, Mattila 1988; s. 9, 28, Mattila 1996; s. 340, 341). Poromäärien kehitys poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien 11 merkkipiirissä poronhoitovuosina 1984/85 – 1992/93 oli Kainuun merkkipiiriä lukuun ottamatta nouseva 1990-luvun alkuvuosiin saakka, minkä jälkeen poromäärät ovat laskeneet (Mattila 1996). Poronhoitoalueen pohjoisosan kolmessa merkkipiirissä poromäärät alkoivat aleta Utsjoella ja Enontekiöllä jo 1980-luvulla (kuva 2). Lasku on jatkunut kaikissa merkkipiireissä nykyhetkeen (1996/97) saakka. Lasku on ollut erityisen jyrkkä poronhoitoalueen keskiosassa, missä lukuporot ovat vähentyneet melkein kolmasosalla viidessä vuodessa (taulukko 1).

Eri alueiden porotiheyksiä voidaan vertailla esimerkiksi jakamalla talvilaitumien pinta-ala poromäärällä. Näin laskettuna porotiheys oli suurin Inarin merkkipiirissä poronhoitovuonna 1996/97 (taulukko 1). Kun Kainuun monella tapaa poikkeavaa merkkipiiriä ei oteta huomioon, pienin tiheys oli samana vuonna Sallan merkkipiirissä. Yleisesti ottaen tiheys alenee etelään päin. Seu-



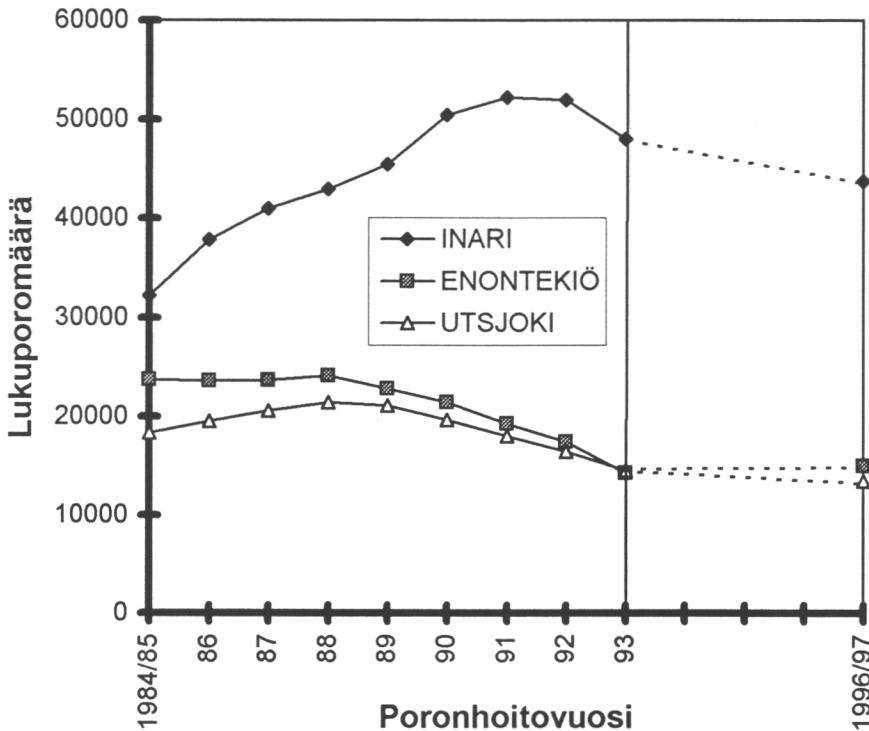
Kuva 1. Suomen poronhoitoalueen osa-aluejako. Paliskuntarajat on merkitty ohuella viivalla ja merkkipiirien rajat paksulla viivalla. Paksu viiva pisteillä varustettuna osoittaa laiduninventoinneissa käytetyn jaon etelä-, keski- ja pohjoisosaan.

raava asetelma kuvaa talvilaitumien rakenne-eroja poronhoitoalueen eri osissa toisen laiduninventoinnin mukaan (Mattila 1988). Luppometsissä esiintyy naa-voja ja/tai loppoja kohtalaisesti tai runsaasti. Jäkälämaihin luetaan metsämaan kuivat kankaat sekä kitu- ja joutomaiden kankaat. Luppometsien ja jäkälämaiden osuudet merkkiipiireissä olivat:

Merkkiipiiri	Luppometsät Osuus kankasmaista, %	Jäkälämaat
Utsjoki	0	100
Inari	6	60
Enontekiö	1	88
POHJOISOSA	4	76
Pallastunturi	26	22
Kittilä	13	15
Sodankylä 1)	10	32
Keminkylä	15	29
Salla	14	18
Raudanjoki 1)	3	25
Läntinen	5	18
KESKIOSA	12	24
Itäkemijoki	8	14
Kuusamo	17	7
Pudasjärvi	4	10
Kainuu	9	5
ETELÄOSA	9	10
KOKO PORONHOITOALUE	8	37

1) Vanha aluejako, missä Pyhäjärven paliskunta sisältyy Sodankylän merkkiipiiriin

Luppometsiä on vähän Perä-Lapissa. Poronhoitoalueen eteläosassa on pulaa jäkälälaitumista ja osin myös luppolaitumista. Laiduntilanne oli paras poronhoitoalueen keskiosan pohjoisissa paliskunnissa sekä Perä-Lapin havumetsävyöhykkeen paliskunnissa. Talvilaitumien rakenteen valossa porotiheyden alueelliset erot vaikuttavat pieniltä. Vaikutelma korostuu, kun myös jäkäläkoiden kunto otetaan huomioon. Poronjäkälien keskibiomassa jäkälämailla oli toisen laiduninventoinnin mukaan 334 kg/ha Perä-Lapissa, 321 kg/ha poronhoitoalueen keskiosassa ja vain 139 kg/ha eteläosassa. Keinoruokinnalla ja tarhauksella on mahdollista pitää elossa luontaisiin talviravintovaroihin nähden liian suuria poromääriä, mikä pienentää porotiheyden alueellisia eroja. Porojen laidunta-



Kuva 2. Lukuporomäärien kehitys poronhoitovuosina 1984/85 – 1992/93 Perä-Lapin (= poronhoitoalueen pohjoisosa) kolmessa merkkipiirissä. Vuosien 1985/86 – 1991/92 osalta kuvaajat perustuvat kolmen vuoden liukuviin keskiarvoihin. Vastaava kuva poronhoitoalueen 11 muusta merkkipiiristä on esitetty eri julkaisussa (Mattila 1996, s. 341). Kuvaan on katkoviivalla merkitty myös viimeisin kehitys aina poronhoitovuoteen 1996/97 saakka (väli vuosien arvot interpoloitu).

mista erilaisilla laitumilla sekä keinoruokintaa talven eri vaiheissa on käsitelty mm. Helteen ja Saastamoisen tutkimuksissa (Helle 1975, Helle ja Saastamoinen 1976 ja 1979, Saastamoinen 1975 ja 1978).

Luontaisen talviravinnon saatavuus oli ennen tärkein poromäärää rajoittava tekijä. Talvilaitumien suuri merkitys poronhoidossa käy ilmi jo varhaisista asiakirjoista (esim. Porolaidunkomisioonin... 1914). Liian voimakas laiduntaminen pudottaa jäkälien biomassan ja kasvun optimitason alapuolelle ja jäkälikön elpyminen kestää paljon kauemmin kuin sen saattaminen huonoon kuntoon. Suurinta sallittua poromäärää on yritetty säädellä paliskunnissa tasolle, jolla luontaisten talvilaitumien kantokyky ei ylity. Poromäärien säätelyä varten laidunten riittävyttä tiedusteltiin ennen poromiehiltä itseltään (Alaruikka 1936, Laiduntutkimus 1962). Kyselytutkimusten suurena heikkoutena on tu-

Taulukko 1. Suomen poronhoitoalueen pinta-alat ja poromäärät merkkipireittain.

MERKKIPIIRI	PINTA-ALAT <sup>1)</sup>		LUKUPOROMÄÄRÄ <sup>2)</sup>			KANGASTA PER PORO <sup>3)</sup>	
	MAATA	KANGASTA	91/92	96/97	MUUTOS		
	km <sup>2</sup>		kpl			%	ha
UTSJOKI	5058	4302	17502	13480	- 23	32	
INARI	14699	11373	51192	43735	- 15	26	
ENONTEKIÖ	8138	5993	18024	14966	- 17	40	
POHJOISOSA	27895	21668	86718	72181	- 17	30	
PALLASTUNTURI <sup>4)</sup>	4170	2670	13337	8946	- 33	30	
KITTILÄ	6268	3422	15560	9794	- 37	35	
SODANKYLÄ <sup>5)</sup>	12312	7348	37614	23269	-	32	
KEMINKYLÄ	7704	5586	23016	15846	- 31	35	
SALLA	6106	3312	11724	7337	- 37	45	
RAUDANJOKI <sup>5)</sup>	6910	3866	13586	11225	-	34	
LÄNTINEN	8406	4395	14457	11867	- 18	37	
KESKIOSA	51876	30599	129294	88284	- 32	35	
ITÄKEMIJOKI	10368	4931	14699	14174	- 4	35	
KUUSAMO	7201	4025	12350	11403	- 8	35	
PUDASJÄRVI	11232	4668	16336	12601	- 23	37	
KAINUU	6221	3445	4392	3806	- 13	91	
ETELÄOSA	35022	17068	47777	41984	- 12	41	
PORONHOITOALUE	114793	69335	263789	202449	- 23	34	

<sup>1)</sup> Maa-alat selvitettiin ensimmäistä laiduninventointia varten (Mattila 1981). Kangasmaahan sisältyvät metsä-, kitu- ja joutomaiden kankaat. Tämän taulukon kangasmaa-alat ovat toisesta laiduninventoinnista (Mattila 1988).

<sup>2)</sup> Lukuporoilla tarkoitetaan erotuksissa luettuja vähintään vuoden ikäisiä poroja. Poronhoitovuoden 1996/97 poromäärät on saatu Paliskuntain Yhdistyksestä (Bergman).

<sup>3)</sup> Kangasmaa-ala jaettuna poronhoitovuoden 1996/97 lukuporomäärällä.

<sup>4)</sup> Entinen Etelä-Lapin merkkipiiri.

<sup>5)</sup> Pyhäjärven paliskunta Sodankylän merkkipiiristä on nyt yhdistetty Kallion paliskunnan kanssa Pyhä-Kallion paliskunnaksi Raudanjoen merkkipiiriin. Poromäärät vuosilta 1991/92 ja 1996/97 eivät ole vertailukelpoisia näissä merkkipireissä. Pinta-ali tiedot sen sijaan on korjattu nykyistä aluejakoa vastaaviksi. Kun ko. kahta merkkipiiriä tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena, poromäärä on laskenut viidessä vuodessa 33 % ja yksikköala oli 33 ha poronhoitovuonna 1996/97.

lostien yleensä subjektiivinen ja kuvaileva luonne. Ilmaisujen alueelliset ja ajalliset merkityserot vaikeuttavat sellaisten tulosten hyväksikäyttöä. Poronhoidon ja talvilaitumien kohtalonyhteyden tietäen on luonnollista, että objektiivisen laidunarvioinnin toteuttaminen nähtiin laiduntutkimusten tärkeimmäksi tavoitteeksi jo 1960-luvun alussa (Ahti 1961).

## Laidunarviointien alku

Tutkimuksessaan Suomen porotaloudesta Helle (1966) arvioi myös erilaisten talvilaiduntyyppien pinta-alat. Arvioinnissa pääaineistona olivat valtion metsien metsätaloussuunnitelmien tiedot. Näiden suunnitelmien ulkopuolisilla alueilla, kuten yksityismetsissä, pinta-alat arvioitiin osittain valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin näytteen avulla. Mainittujen aineistojen maastotöiden ajallinen painopiste sijoittuu 1950-luvun alkupuoliskolle, mistä lukien aikaa on siis kulunut kohta puoli vuosisataa.

Helteen (1966) tutkimuksessa arvioitiin myös talvilaitumien kantokykyä eli kuinka suurta poromäärää niillä voidaan kestävästi laiduntaa. Tarkoitusta varten eri laiduntyyppien laidunpotentiaalia haarukoitiin aikaisempien meillä ja muualla tehtyjen arvioiden ja mittauksen perusteella (mm. Ahti 1959, Alarukka 1964, Hustich 1951, Skuncke 1958, 1959 ja 1963). Laiduntyyppien pinta-alat ja laidunpotentiaalit yhdistämällä syntyi tulos, jonka mukaan poromäärää oli vara lisätä Suomessa kovastikin (Helle 1966, s. 60).

Helteen (1966) tutkimuksen vahvuutena oli pyrkimys objektiivisuuteen. Pinta-alatuloksia huonontavina seikkoina voidaan mainita aineistojen ainakin osittainen vanhentuneisuus sekä ajallinen ja osin myös asiallinen epäyhtenäisyys. Oletus laiduntyyppijakauman samankaltaisuudesta valtion ja muiden omistajien metsissä ei pidä paikkaansa. Suurin epävarmuus liittyy kuitenkin laidunpotentiaaliin, koska laidunten todellista tilaa ei silloin selvitetty maastotutkimuksilla.

Kärenlampi (1973) mittasi jäkäliköiden kuntoa eri puolilla poronhoitoaluetta 1970-luvun alussa. Jäkäliköt olivat kuluneet, mistä syystä niiden tuotos oli paljon potentiaalia pienempi. Aivan ilmeisesti laitumien kantokykyä oli yliarvioitu 1960-luvulla. Kulumisen aikataulusta ei ole varmaa tietoa. On kuitenkin selvää, että laidunpaine oli kasvanut koko toisen maailmansodan jälkeisen ajan poromäärän noustessa sotien aikana tapahtuneesta romahduksesta (Helle 1966, s. 34). Myös muut maankäyttömuodot ja muuttunut laidunnuskäytäntö ovat osaltaan vaikuttaneet kehitykseen (Aikio 1977).

## Laitumien arviointi osana valtakunnan metsien inventointia

Objektiivisen laidunarvioinnin tarpeellisuus tiedostettiin yhä laajemmin 1970-luvulla. Arvioinnin tuli täyttää kaksi perusvaatimusta, jotta se olisi tyydyttänyt sen hetkiset tietotarpeet. Ensiksi laidunluokat tuli määritellä yksiselitteisesti ja niiden pinta-alat tuli arvioida lyhyehkön aikajakson sisällä koko poronhoitoalueella. Vain siten oli mahdollista saada ajallisesti ja asiallisesti yhtenäiset arviot pinta-aloista. Toiseksi ravintokasvien esiintymisrunsaus noissa laidunluokissa tuli arvioida objektiivisella tavalla ja jokseenkin samana ajankohtana

kuin pinta-alat. Vain näin saadut ravintokasvitulokset sopivat yhteen sekä ajallisesti että asiallisesti pinta-alatulosten kanssa.

Olemassa olleilla aineistoilla ei ollut mahdollista täyttää edellä mainittuja perusvaatimuksia. Toisaalta erillisen aineiston kerääminen vain laiturien arviointia varten olisi helposti tullut suhteettoman kalliiksi. Kustannuksia voidaan alentaa käyttämällä otantaa. Tulosten heikkoutena silloin on niiden huono paikkasidonnaisuus. Toisaalta otannalla voidaan kerätä monipuolista tietoa, jonka tarkkuus tilastotieteen tarkoittamassa merkityksessä on arvioitavissa. Hyötyjen ja haittojen pohdinta johti lopulta menetelmätarkaisuun, missä porojen talvilaitumet arvioitiin otannalla valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä.

### *Menetelmän perusteet*

Valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI) tehdään puusto- ja kasvupaikka- luokituksia, joiden perusteella voidaan rajata erilaisia metsäositteita eri tarkoituksia varten (Kuusela 1977). Ositepinta-alat arvioidaan siten, että tiedossa oleva kokonaisuus-ala jaetaan ositteisiin samassa suhteessa kuin niihin sattuu VMI:n koelajoja. Talvilaitumien arvioimiseksi määriteltiin seitsemän laidunluokkaa metsä-, kitu- ja joutomaiden kankailla. Määrittelymuuttujia olivat maaluokka, alaryhmä (jako kangasmaihin ja soihin), kasvupaikkatyyppi ja sen tarkenteet sekä puuston kehitysluokka (jako nuoriin ja vanhoihin metsiin). Metsämaan kankaiden nuoret ja vanhat metsät molemmat jaettiin kolmeen kasvupaikkaluokkaan (tuore, kuivahko ja kuiva kangas). Kitu- ja joutomaan kankaat muodostivat yhdessä seitsemännen laidunluokan. Laidunluokat määriteltiin kuudennen inventoinnin kenttätööhjeen mukaisesti (Valtakunnan... 1971).

Laidunluokkien pinta-alojen arvioimista varten oli selvitettävä maa-alat paliskunnissa. Saatavilla oli kokonaisalat paliskunnittain vedet mukaan lukien. Niistä päästiin maa-aloihin paliskuntakarttojen ja hyvin tiheän systemaattisen pisteverkon avulla. Jokaisesta paliskunnasta laskettiin erikseen maalle ja vesiin sattuvat pisteet, minkä jälkeen voitiin tehdä vähennys kokonaisalasta vesipisteiden lukumäärän perusteella. Tällä tavalla johdetuissa paliskuntien maa-aloissa ei toistaiseksi ole havaittu ilmeistä korjaamistarvetta (Mattila 1996, s. 344).

Laidunluokkien pinta-alat paliskunnissa voidaan arvioida suoraan VMI:n systemaattisesta näytteestä ilman lisätöitä maastossa. Laskentaa varten VMI:n aineistoon on vain lisättävä paliskunnat erottava tieto. Sen sijaan ravintokasvien esiintymisrunsaus laidunluokissa ei ole arvioitavissa ilman maastossa tehtäviä lisämittauksia. Kun nämä tehdään VMI:n koelajoilla, ravintokasvi- ja pinta-alatulosten yhteensopivuus on varma. Jos maastotyöt eri tarkoituksia varten tehdään samalla kertaa, tulosten ajallinen yhteensopivuus on täydellinen. Jos lisämittauksia ei tehdä kaikilla maastokoelajoilla, osanäyte on ehdottomasti valittava objektiivisella tavalla. Varsinkin osanäytettä käytettäessä säästetään

paljon sillä, että VMI:n maastohenkilökunta koulutetaan tekemään myös inventointiin integroidun laidunarvioinnin edellyttämät lisämittaukset itsenäisesti.

Laidunkoealoilla arvioitiin kirjallisia ohjeita (Mattila 1977) noudattaen maassa kasvavia poronjäkäliä ja metsälauhaa sekä puiden oksilla ja rungoilla kasvavia naavoja ja loppoja. Loppoisuus tarkoittaa naavojen ja loppojen yhteistä esiintymisrunsausta, jonka mittaaminen sanan varsinaisessa merkityksessä ei ole käytännön maastotyössä mahdollista. Niinpä koealametsikön loppoisuus vain luokiteltiin asteikolla 0-3 (ei loppoa – loppoa hieman/kohtalaisesti/runsaasti). Loppoisuusluokkaa määritettäessä tuli kiinnittää huomiota sekä metsikön tiheyteen että yksittäisten puiden loppoisuuteen.

Poronjäkälien ja metsälauhan arvioinnissa voitiin käyttää eksaktimpaa menetelmää. Koealametsikköön sijoitettiin useita pieniä näyteruutuja, joilta kulkakin arvioitiin metsälauhan ja poronjäkälien peittävyysprosentit sekä poronjäkälien lajikoostumus ja elävän osan pituus. Metsikkökohtaiset arviot voidaan laskea jälkikäteen ruutuhavaintojen perusteella. Ruutukoon pienentäminen lisää arviointitarkkuutta ruudulla, mutta kasvattaa ruutujen välistä vaihtelua metsikössä. Lisävaihtelu huonontaa metsikkökohtaisen arvion tarkkuutta ellei ruutuja mitata enemmän. Siis ruutukoon ja -määrän valinta liittyy toisiinsa muodostaen klassisen optimointiongelman otannassa. Asiaa mutkistaa vielä se, että optimiratkaisu riippuu arvioitavasta tunnuksesta. Esimerkiksi metsälauhan peittävyuden arvioinnissa ruudun optimikoko on suurempi kuin jäkälien peittävyuden arvioinnissa. Laidunarvioinnissa tehtiin sellainen ratkaisu, että maastossa käytettiin yhtä ruutukokoa, joka sopi parhaiten tärkeimmän ravintokasvir ryhmän eli poronjäkälien arviointiin.

Kokeiluvaiheessa metsiköstä mitattiin viisi puolen neliömetrin näyteruutua. Koko todettiin lähinnä poronjäkälien arviointiin liian suureksi, minkä vuoksi jatkossa mitattiin useampia (9 tai 10 kpl) neljännesneliömetrin (0,5 m x 0,5 m) ruutuja. Voitiin osoittaa, että ruutumäärä oli ehkä tarpeettomankin suuri (Mattila 1981, s. 41). Näyteruutujen välimatkana metsikössä oli pääsääntöisesti viisi metriä.

Näyteruutujen sijoittelun koealametsikköön tulee ehdottomasti tapahtua objektiivisella tavalla, ei harkinnanvaraisesti. Tämän perusedellytyksen turvaamiseksi ruudut sijoitettiin kaavamaisesti tasavälein koealakeskipisteestä pois päin vähintään kahteen suuntaan. Menettely erilaisissa tilanteissa oli kuvattu maastotyön kirjallisissa ohjeissa, joista sai poiketa vain pakottavissa tilanteissa. Näyteruudun tulee voida sattua myös esimerkiksi kiven päälle tai puun kohdalle, mikä tietenkin alentaa ravintokasvien peittävyysprosentteja, jotka laskeaan maa-alasta.

Laidunarvioinnin kehittämissä vaiheissa mitattiin laidunkoealoja ensin lähinnä Rovaniemen maalaiskunnan alueelta kesällä 1976. Maastonäytettä laajennettiin seuraavana kesänä niin, että poronhoitoalueen keskiosan tulokset voitiin julkaista jo 1978 (Mattila ja Helle 1978). Perä-Lapin maastonäyte mitattiin ke-

sällä 1978, minkä jälkeen oli mahdollista laskea koko poronhoitoalueen tulokset.

Suomen metsätaloudessa ilmakuviin käyttö yleistyi toisen maailmansodan jälkeen (Mattila 1992). Lapissa ilmakuviä käytettiin valtakunnan metsien 5., 6. ja 7. inventoinnissa. Kaksivaiheista ilmaokuva- ja maasto-otantaa oikealla tavalla soveltaen voidaan alentaa inventointikustannuksia, koska menetelmä vähentää kallista maastotyötä. Lapissa ilmakuvilta tulkittiin tiheä ilmakuva-koealaverkko, josta pienehkö osa valittiin mitattavaksi myös maastossa Poson (1972) ryhmittymen menetelmän mukaisesti. Maastotiedot laajennettiin kokonaisilmakuva-aineistoon, minkä jälkeen oli mahdollista laskea tuloksia suhteellisen pienille, maastonäytteestä riippumattomille osa-alueille. Juuri tämän ansiosta laiduninventoinneissa oli mahdollista arvioida laidunluokkien pinta-alat paliskunnittain.

### *Laiduninventointi 1976–78*

Valtakunnan metsien kuudes inventointi (VMI6) alkoi Etelä-Suomessa 1971 ja eteni pohjoiseen siten, että maastotyöt tehtiin silloisissa Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunnissa 1975 (Kuusela ja Salminen 1976) ja Koillis-Suomen ja Lapin metsälautakunnissa 1976 (Kuusela ja Salminen 1978). Perä-Lappia ei inventoitu VMI6:ssa, vaan sieltä julkaistiin vuonna 1970 kerätyistä aineistosta (Poso ja Kujala 1971) lasketut tulokset. Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla käytettiin pelkkään maastotyöhön perustuvaa systemaattista linja- ja koealaotantaa. Muualla menetelmänä oli kaksivaiheinen ilmaokuva- ja maasto-otanta (Poso 1972).

Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa laiduninventoinnin edellyttämät lisämittaukset tehtiin VMI:n maastotöiden jälkeen laidunarviointiin koulutettujen henkilöiden toimesta. Tarkoitusta varten poimittiin osanäyte VMI:n maastokoealoista ja osanäytteen koealat paikallistettiin maastossa karttojen, koealapaalujen ja puutietojen avulla. Koealojen löytämisessä ei yleensä ollut vaikeuksia, koska niiden 'perustamisesta' oli kulunut suhteellisen vähän aikaa. Jälkikäteen tapahtunut laidunnäytteen mittaaminen merkitsi sitä, että melkoinen osa integrointiin liittyvästä potentiaalisesta kustannussäästöistä jäi toteutumatta. Juuri kustannussyistä laidunnäytteen koko jäi paljon pienemmäksi kuin VMI:n alkuperäinen maastonäyte. Laidunnäytteen keruun kustansivat suurelta osin Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö ja Paliskuntain Yhdistys.

Valtakunnan metsien seitsemäs inventointi toteutettiin Perä-Lapissa 1978 kaksivaiheisella ilmaokuva- ja maasto-otannalla (Mattila ja Kujala 1980). Laidunarviointi integroitiin mukaan alunpitäen ja VMI:n maastohenkilökunta mitasi myös laidunnäytteen kaikilla VMI:n maastokoealoilla. Siis Perä-Lapissa toteutuivat kaikki integroinnilla saavutettavissa olevat edut täysimääräisesti.

Koko poronhoitoalueella laidunnäytteeseen tuli vuosina 1976-78 lähes 3300

koelaa, joiden sijainti on kuvattu ensimmäisen laiduninventoinnin pääjulkaisussa (Mattila 1981, kuva 4 s. 15). Koko laiduninventointi on kuvattu suppeasti Mattilan (1984) artikkelissa. Inventointi vahvisti tiedon jäkäläkoiden kuluneisuudesta suurella osalla poronhoitoaluetta ja toi esiin suuria alueellisia eroja talvilaitumien rakenteessa ja kunnossa. Luppometsät otettiin erikoistarkasteluun niiden paikka paikoin suuren laidunmerkityksen vuoksi (Mattila 1979). Loppoisuuden ja metsikkötunnusten (esim. kasvupaikka, puuston ikä, vallitseva puulaji ja hakkuun tarve) välisiä yhteyksiä kuvailemalla haluttiin edistää poronhoidon ja metsätalouden yhteensovittamista kiistanalaisilla alueilla.

### *Laiduninventointi 1982–84*

Valtakunnan metsien seitsemäs inventointi (VMI7) alkoi Etelä-Suomessa 1977 ja eteni edellä mainittua Perä-Lapin poikkeusta lukuunottamatta pohjoiseen siten, että maastotyöt tehtiin Kainuun piirimetsälautakunnassa 1982, Pohjois-Pohjanmaan ja Koillis-Suomen piirimetsälautakunnissa vuosina 1982-83 ja Lapin piirimetsälautakunnan eteläosassa vuosina 1983-84 (Kuusela ym. 1986, Mattila 1986). Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla käytettiin pelkkää maastotantaa. Lapissa ja Koillis-Suomessa inventointimenetelmänä oli kaksivaiheinen ilmakeu- ja maasto-otanta, jossa edellisestä inventoinnista poiketen koko maastonäyte oli systemaattinen (Mattila 1985). Laidunarviointi integroitiin alunpitäen mukaan inventointiin ja VMI7:n oma maastohenkilöstö teki sen edellyttämät lisämittaukset ja -luokitukset. Integroinnin syvyyttä kuvaa se, että laidunarviointiohje oli VMI7:n maastotyöohjeen osana (Valtakunnan... 1977, s. 61–63). Aikatutkimuksen mukaan näyteruutujen mittaaminen vei vain noin 5 % maastotyöajasta.

Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosista mitattiin kaikkiaan 6245 uutta laidunkoelaa vuosina 1982-84. Laidunnäyte oli täysin systemaattinen otos VMI:n näytteestä. Koalojen sijainti on kuvattu toisen laidunarvioinnin pääjulkaisun kuvassa 4 (Mattila 1988, s. 15). Näyte oli lähes kolminkertainen ensimmäisen laidunarvioinnin näytteeseen verrattuna. Uudet tulokset vahvistivat ja tarkensivat talvilaitumista aiemmin muodostunutta kuvaa. Samoin perusteiden toteutettuna laidunarvioinnit toivat hyvin esiin myös talvilaitumissa tapahtuneita muutoksia. Uutta aineistoa käytettiin vielä 1990-luvulla tutkimuksessa, jossa talvilaiduntunnuksia tarkasteltiin puuston iän funktiona (Mattila 1997 b). Ajatuksena oli, että tuloksilla voisi kenties olla käyttöä vanhojen metsien suojelupäätöksiä tehtäessä. Näinkin vanhan aineiston käyttö tutkimuksessa johtui siitä, että uusin laidunaineisto ei ollut riittävä tarkoitukseen. Uusimmassa aineistossa oli myös muita puutteita, jotka estivät sen käytön ko. tutkimuksessa.

Puuston iän ja talvilaitumien välinen yhteys on selkein luppometsien osalta.

Uudistushakkuussa lupot ja naavat menetetään kokonaan tai lähes kokonaan uudistusmenetelmästä riippuen. Lupon karttuminen metsikköön jatkuu käytännöllisesti katsoen koko kiertoajan. Kuusimetsien luppoisuus alkaa alentua ylikäisissä metsiköissä, mikä johtunee puuston yleisestä ränsistymisestä. Myös metsälauhan yhteys puuston ikään on vahva. Metsälauha runsastuu selvästi ja nopeasti uudistushakkuun jälkeen saavuttaen maksimin 10–20 vuodessa. Sen jälkeen metsälauhan määrä laskee metsikön keski-ikäle (50–70 vuotta) saakka. Tätä kehityskulkua voidaan selittää valoilmaston, ravinnetalouden ja maanpinnan tilan muutoksilla. Ilmeistä on, että metsälauhan runsastuminen alkaa osittain jo ennen uudistushakkuuta latvuspeittävyuden laskiessa luonnonpoistuman ja hakkuiden seurauksena. Hakkuutähteillä on myös lannoitusvaikutusta. Poronjäkälien osalta tulokset eivät olleet kovin selviä. Metsänuudistaminen yleensä vähentää jäkälää, mutta sillä on käytännön merkitystä vain aivan parhailla jäkälämailla pohjoisessa. Tutkimus ei koskenut Perä-Lappia.

### *Laiduninventointi 1992–93*

Valtakunnan metsien kahdeksas inventointi (VMI8) alkoi harvahkon pysyvien koealojen verkon perustamisella koko maahan vuosina 1985–86. Varsinainen inventointi alkoi Etelä-Suomessa 1986 ja eteni poronhoitoalueelle 1992. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakuntien kenttätöoohjeessa (Valtakunnan... 1992) laidunarviointia ei mainittu, mutta sitä kuitenkin tehtiin VMI8:n kenttähenkilökunnan toimesta. Poronjäkäliä ja metsälauhaa arvioitiin silmävaraisesti ympyrältä, jonka säde oli 10 metriä. Laidunarviointi otettiin mukaan Koillis-Suomen ja Lapin piirimetsälautakuntien kenttätöoohjeeseen (Valtakunnan... 1993, s. 71–75). Nyt ympyräkoalojen arvioinnin lisäksi mitattiin viisi 0,25 neliömetrin näyteruutua, mikä mahdollisti menetelmävertailun. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosista vuosina 1992–93 mitattu laidunnäyte koostui 1543 ympyräkoalasta, joista 1048 koealalla oli tehty myös näyteruutuarviointi. Koko laidunnäyte on systemaattinen osanäyte VMI8:n maastonäyttestä (ks. Mattila 1996, s. 342).

VMI8:n kenttätööt päättyivät Perä-Lapissa 1994 (Valtakunnan... 1994). Maastonäyte allokoitiin satelliittikuvien avulla ositteisiin siten, että näytetiheys ei ollut sama eri ositteissa. Tästä seuraa se, että pelkkää maastonäytettä käyttäen ei voida laskea harhattomia tuloksia. Kaikilla maastokoaloilla tehtiin monipuolisia kasvillisuushavaintoja, joita ei kuitenkaan tallennettu suoraan digitaaliseen muotoon maastossa kuten tehtiin etelämpänä. Aineistoa ei ole työstetty keruun jälkeen, koska siitä ei voida johtaa kaikilta osin samoja tietoja kuin etelämpää kerätystä laidunaineistosta. Kaikki edellä mainitut seikat vaikuttivat siihen, että Perä-Lappi jäi pois kolmannesta laidunarvioinnista.

Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien laiduntulokset piti arvioida ympyräkoalojen perusteella. Poronjäkälien biomassoja ei voitu laskea, koska ympy-

räkoaloilta ei arvioitu poronjäkälien peittävyiden lajikoostumusta. Koealoilla, joilla oli tehty sekä ympyrä- että ruutuarviot, havaittiin melko suuria arvioeroja. Korrelaatio oli 0,65 metsälauhan peittävyydellä, 0,80 jäkälien peittävyydellä ja 0,71 jäkälien elävän osan korkeudella (Mattila 1996, s. 353). Voidaan olettaa, että koealajoukossa ruutuarviointi antaa tarkempia tuloksia kuin ympyräarviointi.

Vuosina 1992-93 käytetty loppoisuuden arviointitapa (Valtakunnan... 1993, s. 40) oli suunniteltu lähinnä ilman epäpuhtauksien vaikutusten seurantaan varuten. Se erosi entisestä niin paljon, että uusia ja vanhoja loppoisuustuloksia ei juuri voitu vertailla keskenään. Kuitenkin kolme loppoisinta merkkiipiiriä olivat edelleenkin samat kuin aiemmissa laidunarvioinneissa.

### *Talvilaitumien muuttuminen*

Talvilaitumien muuttumista voidaan tarkastella poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa, missä laidunarviointi tehtiin samalla päämenetelmällä kolme kertaa alle 20 vuodessa. Tarkastelua on tehty toisen ja kolmannen laidunarvioinnin pääjulkaisuissa (Mattila 1988 ja 1996), minkä vuoksi tässä tuodaan esiin vain eräitä yleisiä trendejä. Metsämaan vanhat metsät ovat vähentyneet ja lähinnä siihen liittyen loppoisuuskin on vähentynyt. Ehkä selvin muutos havaitaan kuitenkin kasvupaikkatuloksissa. Näyttää siltä, että metsämaan kasvupaikat 'tuoreutuvat' eli tuoreet kankaat lisääntyvät kuivahkojen ja kuivien kankaiden kustannuksella. Poronjäkälien peittävyys on pienentynyt paljon koko tarkastelujakson aikana ja metsälauhan peittävyys aleni selvästi toisen ja kolmannen laidunarvioinnin välillä. Jäkölätulos sopii yhteen kasvupaikkatuloksen kanssa, mutta metsälauhatulos on ristiriidassa sen kanssa. Metsälauhan runsauden muutoksia voidaan kyllä selittää muillakin seikoilla kuin kasvupaikkatekijöillä. Joka tapauksessa on selvää, että luontaiset talviravintovarot ovat vähentyneet poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa.

### **Satelliittikuvat laidunarvioinnissa**

Satelliittikuvainformaation etuna on sen potentiaalinen halpuus pinta-alayksikköä kohti sekä informaation monipuolisuus ja digitaalinen muoto, mikä luo suuret visualisointimahdollisuudet. Halpuus on osin näennäistä, koska spektristä informaatiota joudutaan yleensä ostamaan myös tutkittavan alueen ulkopuolelta. Visualisointimahdollisuuksiin liittyy se vaara, että kuvan todelliseen asiasisältöön ei kiinnitetä riittävää huomiota eli sitä ei tarkisteta kunnolla maastossa. Satelliittikuvien itsenäinen ja oikea käyttö edellyttää erityisosaamista sekä kalliita tietokoneita, oheislaitteita ja kuvankäsittelyohjelmia.

Laitumia arvioitiin satelliittikuvalta Alaskassa jo 1970-luvulla (George ym.

1977). Norjassa satelliittikuvia on käytetty porolaitumien arvioinnissa 1980-luvun puolivälistä lähtien (Tömmervik ja Lauknes 1987, Johansen ja Tömmervik 1989, 1990 ja 1993, Johansen ym. 1995). Menetelmätutkimusta tehtiin myös Suomessa (Rantanen ym. 1989, Käyhkö ja Pellikka 1992, Colpaert ym. 1995). RKTL ja Oulun yliopisto kartoittivat Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet satelliittikuvilta 1990-luvun puolivälissä (Kumpula ym. 1996a, 1996b ja 1997) ja kesälaitumet arvioidaan 1990-luvun loppuun mennessä. Talvilaitumien inventointimenetelmänä Suomessa oli luokitettu otanta, missä luokat muodostettiin satelliittikuvilta ja ravintokasvien määrää kuvaluokissa tutkittiin maastokoealoilla. Koko laidunarviointi tehtiin erillisenä integroimatta sitä muihin luonnonvaraselvityksiin.

Satelliittikuvakartoituksessa spektriset kuvaluokat, olipa ne saatu miten tahansa, ovat harvoin sellaisenaan käyttökelpoisia informaatioluokkia maastossa. Ohjatussa luokituksessa tukialueilta mitattua maastotietoa ei voi yleistää kokonais kuvaluokkia koskevaksi luokitusvirheistä ja tukialueiden epäedustavuudesta johtuen. Kuvaluokkien todellinen asiasisältö on tarkistettava objektiivisella, itse luokitustapahtumasta riippumattomalla tavalla. Ainoa oikea tapa on kerätä riittävän suuri objektiivisesti valittu näyte kuvaluokista. Luokitetussa otannassa tarkistusnäytteen laskennallinen tiheys saa olla erilainen eri kuvaluokissa, mutta saman kuvaluokan sisällä jokaisella pisteellä on oltava yhtä suuri todennäköisyys tulla mukaan tarkistusnäytteeseen. Jos tarkistusnäytteen koealojen valinnassa käytetään subjektiivista harkintaa kuvaluokkien sisällä, tulokset ovat yleensä aina harhaisia. Subjektiivisen näytteen aiheuttamaa harhaa tuloksissa ei voida poistaa näytettä kasvattamalla. Harhan todentaminen ja poistaminen jälkikäteen on yleensä vaikeaa. Esimerkiksi Itä-Lapin metsävaurioprojektin metsätuhojen satelliittikuvakartoituksessa harha todettiin ja eliminoitiin vasta VMI8:n maastonäytteen avulla (Mattila 1997a, 1998).

## Tarkastelu

Laajoja alueita koskevissa luonnonvaraselvityksissä tulisi integroinnin mahdollisuudet aina käyttää hyväksi. Kustannussäästöjen ym. arviointiin liittyvien etujen ohella integrointi lisää asiallista yhteisymmärrystä eri tahojen välillä, millä on merkitystä luonnonvarojen käytön kokonaisvaltaisessa suunnittelussa.

Ravintokasvien esiintymisrunsauden arviointia maastokoealoilla tulisi tutkia ja kehittää. Käytännön maastotyössä menetelmä ei saa olla liian monimutkainen, mutta toisaalta liian yliolkaisella menettelyllä kaikkia arvioinnin tavoitteita ei saavuteta. Luppoisuusarvio voidaan perustaa lähinnä vain vallitsevaan puulajiin, puuston tiheyteen ja kokoon sekä yksittäisten puiden luppoisuuteen. Arviota ei tulisi rajoittaa puiden tyviosaa koskevaksi, koska naavaa ja luppoa varisee porojen ulottuville pitkin talvea. Silmävarainen arvio ympyräkoealalta sopii huonosti poronjäkälien, heinien, ruohojen ja varpujen määrien arviointiin.

Runsautta selittää parhaiten peittävyys, jonka arviointi kohtuullisen tarkasti edellyttää näyteruutujen käyttöä. Asiaa on käsitelty tarkemmin luvussa ”Menetelmän perusteet”. Aiheeseen liittyvää tutkimusta on tehty Suomessa jokseenkin vähän (esim. Jukola-Sulonen ja Salemaa 1985, Kellomäki 1974 ja 1975, Oksanen 1976, Pakarinen 1984 ja Tonteri 1990).

Minkä tahansa luonnonvaran arvioinnissa ja seurannassa keskeistä on se, että eri ihmisten eri aikoina tekemät luokitukset ja mittaukset ovat yhteismittallisia, ts. ne on tehty samalla tavalla. Ohjeiden muuttaminen arviointien välillä tulisi tehdä niin, että eri ajankohtien aineistoista on mahdollista laskea samaperusteisia tuloksia. Toisen ja kolmannen laiduninventoinnin tulosten vertailua vaikeutti juuri se, että luokituksia ja mittauksia ei oltu tehty kaikilta osin samalla tavalla. Valtakunnan metsien kahdeksannessa inventoinnissa perustettiin pysyviä koealoja, jotka on tarkoitettu mitata uudestaan seuraavassa inventoinnissa muutosanalyysin tehostamiseksi. Laidunmittaukset tehtiin pysyvillä koealoilla, joten laitumien muutoksista ja varsinkin niihin vaikuttavista tekijöistä on mahdollista saada parempaa tietoa tulevaisuudessa. Etu pysyvistä koealoista saavutetaan vain yhteismittallisilla luokituksilla ja mittauksilla.

## Kirjallisuus

- Ahti, T. 1959. Lausunto Lokan ja Porttipahdan padotusaltaiden alueen porolaitumista. Vesisistöjen säännöstelytoimisto. Helsinki. 19 s.
- 1961. Poron ravinnosta ja laitumista. Summary: On food and pastures of the reindeer. Lapin Tutkimusseuran vuosikirja 2: 18-28.
- Aikio, P. 1977. Saamelaisen ekosysteemin murtuminen Lapin paliskunnassa. Summary: Collapse of the Lapponian ecosystem in Lapin paliskunta. Suomen Luonto 36 (2): 72-77.
- Alaruikka, Y. 1936. Porolaitumet ja niiden käyttö. Poromies 3(3): 51-58.
- 1964. Suomen porotalous. Rovaniemi. 215 s.
- Colpaert, A., Kumpula, J. & Nieminen, M. 1995. Remote sensing - A tool for reindeer rangeland management. Polar Record 31(177): 235-244.
- George, T., Stringer, W., Preston, J., Fibieli, W. & Scorup, P. 1977. Reindeer range inventory in western Alaska from computer-aided digital classification of LANDSAT data. Proceedings 28th Alaska Science Conference, Anchorage, Alaska. Sivut 33-42.
- Helle, R. 1966. An investigation of reindeer husbandry in Finland. Acta Lapponica Fenniae 5. 65 s.
- Helle, T. 1975. Porojen talvilaitumista havumetsävyöhykkeessä. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 11: 1-15.
- & Saastamoinen, O. 1976. Porojen laitumet ja lisäruokinta talvella 1974-75. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 12. 14 s.
- & Saastamoinen, O. 1979. The winter use of food resources of semi-domestic reindeer in Northern Finland. Seloste: Porojen talvinen ravintovarojen käyttö. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 95(6): 27 s.
- Hustich, I. 1951. The lichen woodlands in Labrador and their importance as winter pastures for domesticated reindeer. Acta Geographica 12(1).
- Johansen, B., Johansen, M-E. & Karlsen, S. 1995. Vegetasjons- og beitekartlegging i Finn-

- mark og Nord-Troms. NORUT Informasjonsteknologi as, publikasjonnr. IT2026/1-1995. 60 s.
- & Tømmervik, H. 1989. Beitekartlegging av distrikt 17/18 Karasjok fellesbeitedistrikt v.h.a. satellittbilder. Forskningsstiftelsen ved Universitetet i Tromsø. Rapport. IT5038/24-90. 51 s.
- & Tømmervik, H. 1990. Mapping winter grazing areas for reindeer in Finnmark county, Northern Norway, using LANDSAT 5/TM data. 10th Annual International Geoscience & Remote Sensing Symposium (IGARSS '90). Proceedings, Vol. 1: 613-616.
- & Tømmervik, H. 1993. Finnmarksvidda vegetasjons-kartlegging - vegetasjonstyper, lavbeiter og endringer i lavdekket innen reinbeitedistrikt 30 og 31, Finnmarksvidda. NORUT IT Rapport. IT2020. 40 s.
- Jukola-Sulonen, E.-L. & Salemaa, M. 1985. A comparison of different sampling methods of quantitative vegetation analysis. *Seloste: Kvantitatiivisessa kasvillisuusanalyysissä käytettyjen näytteenottomenetelmien vertailu. Silva Fennica* 19(3): 325-337.
- Kellomäki, S. 1974. Metsän aluskasvillisuuden biomassan ja peittävyuden välisestä suhteesta. Summary: On the relation between biomass and coverage in ground vegetation of forest stand. *Silva Fennica* 8(1): 20-46.
- 1975. Havaintoja metsän aluskasvillisuuden biomassan ja peittävyuden välisestä suhteesta. Summary: Studies concerning the relationship between biomass and coverage in ground vegetation of a forest stand. *Silva Fennica* 9(1): 1-14.
- Kumpula, J., Colpaert, A., Kumpula, T. & Nieminen, M. 1996a. Poronhoitoalueen keski- ja eteläosan porolaidunten inventointi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kaamasen porotutkimusasema ja Oulun yliopisto, maantieteen laitos. Tutkimusraportti. 34 s., 12 karttaa ja 147 liitettä.
- , Colpaert, A., Kumpula, T. & Nieminen, M. 1996b. Poronhoitoalueen pohjoisosan porolaidunten inventointi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kaamasen porotutkimusasema ja Oulun yliopisto, maantieteen laitos. Tutkimusraportti. 26 s, 21 karttaa ja 76 liitettä.
- , Colpaert, A., Kumpula, T. & Nieminen, M. 1997. Suomen poronhoitoalueen talvilaidunvarat. Abstract: The winter pasture resources of the Finnish Reindeer Management Area. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja nro 93. 42 s. + 11 liitesivua + 34 värikarttakuvaa.
- Kuusela, K. 1977. Valtakunnan metsien inventointi ja moninaiskäyttötutkimukset. Esitelmä Metsäntutkimuslaitoksen moninaiskäyttötutkimuksen suunnitteluryhmän teemapäivänä 3.2.1977. *Moniste*. 5 s.
- , Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982-1984. Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984. *Folia Forestalia* 655. 86 s.
- & Salminen, S. 1976. Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973-74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975. Summary: Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973-74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975. *Folia Forestalia* 274. 43 s.
- & Salminen, S. 1978. Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974-76. Summary: Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974-76. *Folia Forestalia* 337. 35 s.
- Kärenlampi, L. 1973. Suomen poronhoitoalueen jäkälämaiden kunto, jäkälämäärät ja tuot-toarvot vuonna 1972. *Poromies* 40(3): 15-19.
- Käyhkö, J. & Pellikka, P. 1992. Porolaidunnuksen vaikutus kasvipeitteeseen Enontekiön Näkkälän paliskunnassa - SPOT XS satelliittaineiston digitaalinen tulkinta. Summary:

- Remote sensing of the impact of reindeer grazing on vegetation in Näkkälä reindeer herding co-operative, Enontekiö municipality, NW Finland, using SPOT XS data. *Terra* 105(2): 83-97.
- Laiduntutkimus 1962. Paliskuntain yhdistys. Rovaniemi. 55 s.
- Mattila, E. 1977. Porolaiduninventointi. Maastotöiden ohjeet kesällä 1977. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. Moniste. 7 s. + 4 liites.
- 1979. Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976-1978. Summary: Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976-1978. *Folia Forestalia* 417. 39 s.
- 1981. Survey of reindeer winter ranges as a part of the Finnish National Forest Inventory in 1976-1978. Seloste: Porojen talvilaitumien arviointi osana valtakunnan metsien inventointia Suomessa 1976-1978. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(6): 74 p.
- 1984. A system for inventory of reindeer winter ranges in Finland. In: Saastamoinen, O., Hultman, S-G., Koch, E. & Mattsson, L. (toim.) 1984. Multiple-use forestry in the Scandinavian countries. Seloste: Metsien moninaiskäyttö Pohjoismaissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 120: 102-108.
- 1985. The combined use of systematic field and photo samples in a large-scale forest inventory in North Finland. Seloste: Systemaattisen ilmakuva- ja maastonäytteen yhteiskäyttö laajan metsäalueen inventoinnissa Pohjois-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 131. 97 p.
- 1986. Lapin metsävarat osa-alueittain. Valtakunnan metsien 7. inventointi vuosina 1978 ja 1982-84. The forest resources of Finnish Lapland by subareas. The 7th National Forest Inventory in 1978 and 1982-84. *Folia Forestalia* 661. 77 s.
- 1988. Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet. Summary: The winter ranges of the Finnish reindeer management area. *Folia Forestalia* 713. 53 s.
- 1992. Valtakunnan metsien inventointi ja kaukokartoitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 16-38.
- 1996. Porojen talvilaitumet Suomen poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa 1990-luvun alussa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1996(4): 337-357.
- 1997 a. Metsävauriutilanteen kartoitus Itä-Lapissa ja Länsi-Kuolassa maastohavaintojen ja kaukokartoituksen avulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 649. 27 s. + värikuvat 4 s.
- 1997 b. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien talvilaiduntunnukset metsäositteissa puuston ikäluokittain 1980-luvun alussa. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1997(2): 201-223.
- 1998. Use of Satellite and Field Information in a Forest Damage Survey of Eastern Finnish Lapland in 1993. *Silva Fennica* 32(2): 141-162.
- & Helle, T. 1978. Keski- ja eteläporonhoitoalueen talvilaidunten inventointi. Summary: Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland. *Folia Forestalia* 358. 31 s.
- & Kujala, M. 1980. Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978. Summary: Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978. *Folia Forestalia* 436: 21 s.
- Oksanen, L. 1976. On the use of the Scandinavian type class system in coverage estimation. *Ann. Bot. Fennici* 13: 149-153.
- Pakarinen, P. 1984. Cover estimation and sampling of boreal vegetation in northern Europe. Teoksessa: Knapp, R. (toim.) 1984. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. *Handbook of vegetation science* 4: 35-44.

- Porolaidunkomisioonin mietintö. 1914. Rovaniemi. 191 s.
- Poso, S. 1972. A method of combining photo and field samples in forest inventory. Seloste: Ilmakuva- ja maasto-otokseen perustuva metsän inventointimenetelmä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 76(1): 133 p.
- & Kujala, M. 1971. Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa. Summary: Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. Folia Forestalia 132. 40 p.
- Rantanen, M., Tomppo, E., Nenonen, S. & Nieminen, M. 1989. Porolaidunten inventointi kaukokartoitusta käyttäen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Porontutkimusyksikkö. Rovaniemi. Tutkimusraportti. 68 s.
- Saastamoinen, O. 1975. Hakkuutyömaista porojen ravintolähteenä vuoden 1974 keväällä. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 11: 16-30.
- 1978. Cutting areas as reindeer pasturage. Seloste: Hakkuutyömaat porojen laitumena. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 95(4): 28 s.
- Skuncke, F. 1958. Renbeten och deras gradering. Lappväsendet - Renforskningen. Meddelande 4. 204 s.
- 1959. Gradering av lavhedar och lavrika skogar. Lappväsendet - Renforskningen. Meddelande 5. 8 s.
- 1963. Renbetet, marklavarna och skogsbruket. Lappväsendet - Renforskningen. Meddelande 8.
- Tonteri, T. 1990. Inter-observer variation in forest vegetation cover assessment. Tiivistelmä: Havainnoitsijan aiheuttama vaihtelu metsäkasvillisuuden kuvaamisessa. Silva Fennica 24(2): 189-196.
- Tømmervik, H. & Lauknes, I. 1987. Kartlegging av reinbeiter ved hjelp av Landsat 5/TM data i Kautokeino, Nord-Norge. Rangifer 7(2): 2-14.
- Valtakunnan metsien inventoinnin kenttätöiden ohjeet. 1971. Pohjois-Suomen versio 1974. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto. Helsinki. Moniste. 45 s. + liitteet.
- 1977. Pohjois-Suomen versio 1982. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto. Helsinki. 63 s. + liitteet.
- Valtakunnan metsien 8. inventointi. 1992. Kenttätöiden ohjeet. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan versio. Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön tutkimusosasto. Helsinki. Moniste. 67 s. + 26 liitettä, 52 s.
- 1993. Kenttätöiden ohjeet. Koillis-Suomen ja Lapin versio. Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön tutkimusosasto. Helsinki. Moniste. 75 s. + 26 liitettä, 56 s.
- Valtakunnan metsien inventointi. 1994. Kenttätöiden ohjeet. Inari, Utsjoki ja Enontekiö. Yleiskuvaus ja erot Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan ohjeeseen. Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön tutkimusosasto. Helsinki. Moniste. 6 s. + liitteet 13 s.

# Porolaidunnuksen vaikutus pintakasvillisuuteen Pallastunturin alueella

---

Minna Helenius

Oulun yliopisto, biologian laitos

## Johdanto

Pallas-Ounastunturin kansallispuiston alueella laiduntaa vuosittain noin 10000 poroa Kyrön, Muonion ja Näkkälän paliskunnista. Paliskuntain Yhdistyksen antamien tietojen mukaan tutkimusajanjaksona 1983-1997 eloporumäärät kansallispuiston alueella kasvoivat 1980-luvun loppupuolelle asti ja vuosikymmenen vaihteessa poromäärät alkoivat vähentyä. Vuonna 1983 ko. kolmen paliskunnan yhteenlaskettu eloporumäärä oli 21240, vuonna 1989 määrä oli 25725 ja tänä vuonna 17482.

Warenbergin ym. (1997) mukaan porot voivat käyttää ravintonaan yli 200 kasvilajia. Vuodenajasta ja laidunkierron vaiheesta riippuu mitä kasvilajeja porot kulloinkin käyttävät hyväkseen. Keväisin ne laiduntavat päivipaikoilta vihreitä kasveja esim. lauhoja (*Deschampsia sp.*) ja lampaannataa (*Festuca ovina*) sekä sarojen (*Carex sp.*) juurakoita, varpuja ja jäkälää. Lisäksi ravinnoksi kelpaavat puiden ja pensaiden lehtisilmut.

Alkukesällä kosteikoilta, vesistöalueilta, koivumetsistä ja soilta löytyy ravinnoksi mm. pensaiden ja puiden lehtiä. Kesän tullen porot laiduntavat avoentureilla, soilla, hakkuuaukeilla, puronvarsilla ja luonnonniityillä käyttäen ravintonaan mm. ruohoja ja kosteikkokasveja. Lehdekset ovat edelleen tärkeitä. Myös jäkälää syödään hieman. Sarojen ja heinien osuus ravintokasveina laskee kevään 50 %:sta noin 20 %:iin. Loppukesällä ja syksyllä porot syövät sieniä, joita ne voivat kaivaa myös lumen alta. Varpuja, etenkin kanervaa (*Calluna vulgaris*) ja mustikkaa (*Vaccinium myrtillus*) käytetään yhä enemmän ravinnoksi. Myös jäkälän merkitys kasvaa. Pakkasöiden jälkeen poroille kelpaavat lisäksi heinät, sarat ja ruohot. Talven tultua maajäkälän osuus porojen ravinnonotosta on noin 40 - 60 %:a, paikoin jopa 80 %:a. Lisäksi varvut, heinien ja ruohojen talvivihreät osat sekä pensaiden ja lehtipuiden silmut ja versot

auttavat poroja selviytymään hengissä seuraavaan kevääseen (Warenberg ym. 1997).

Metsäntutkimuslaitoksen toimesta perustettiin vuosina 1983-84 metsänrajan seurantakoealaverkosto yhteistyössä eri yliopistojen pohjoisten tutkimusasemien kanssa. Yhteensä 16:sta koealakeskittymästä kaksi sijaitsee Pallas-Ounas-tunturin kansallispuistossa; Lommoltunturilla ja Pallaskerolla. Tässä tutkimuksessa joka on samalla pro-gradu -työni pyrin näiden koealojen kasvipeiteanalyysivertailun avulla selvittämään vaikuttaako porolaidunnus kasvillisuuteen. Aiheuttavatko kasvaneet poromäärät muutoksia kasvillisuudessa? Ehtivätkö karuissa elinolosuhteissa elävät porojen ravintokasvit riittävän nopeasti uusiutumaan ja säilyttämään siten paikkansa ekosysteemissä sekä samalla turvaamaan poronhoidon luontaiselinkeinona?

## Aineisto ja menetelmät

Pääosan tutkimusaineistosta muodostivat kesinä 1983 ja 1997 tehdyt kasvipeiteanalyysit Lommoltunturilta ja Pallaskerolta. Lisäksi kasvillisuusanalyysijä tehtiin kesällä 1997 Kenttäröovassa, Pyhäjoella ja Ylikyrössä.

Lommoltunturilla ja Pallaskerolla sijaitsevat metsänrajan seurantakoealat siten, että kumpikin koealakeskittymä käsittää 12 ympyräkoealaa. Alimmainen kolmen koealan ryväs sijaitsee metsävyöhykkeellä, toinen metsänrajalla, kolmas puurajan tuntumassa ja neljäs paljakka-alueella. Jokainen koeala koostuu viidestä 1 m<sup>2</sup>:n kokoisesta ruudusta, jotka sijaitsevat pääilmansuunnittain sekä keskiruutuna. Näin ollen tutkimusaineiston laajuus oli molemmilta tuntureilta kahtena tutkimuskesänä yhteensä 240 ruutua. Tulokset saatiin vertailemalla 14 vuoden takaisia kasvipeittävyksiä tämän hetkisiin.

Lisäksi ruutuja tehtiin alueilla, joissa maita oli aidattu siten, etteivät porot päässeet laiduntamaan aitauksen sisäpuolelle. Kenttäröovassa on kymmenisen vuotta sitten aidattu koivuntaimikoeala ja tältä alueelta tehtiin 10 ruutua aitauksen molemmin puolin. Pyhäjoen luontopolun varrelle on samoihin aikoihin tehty myyrätutkimusaitaus ja aitauksen molemmin puolin tehtiin myös 10 ruutua. Ylikyrössä, yksityishenkilön aidatulla pihapiirillä ruutuja tehtiin viisi kappaletta aitauksen molemmin puolin. Maastona oli muista tutkimusalueista poiketen kuivaa jäkäläkangasta. Tulokset saatiin vertailemalla aitauksen sisä- ja ulkopuolen kasvipeittävyksiä toisiinsa.

Yksittäisten lajien peittävyyttä arvioitiin asteikolla 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30,... 100%. Kasvilajit jaettiin ryhmiin siten, että pensaiden (vain yli 50 cm korkeat huomioitiin) yhteispeittävyys oli 100 %. Varpujen, ruohojen, heinien ja sarojen peittävyys myös yhteensä 100 % samoin jäkälien ja sammalien. Vuoden 1983 peittävyyksissä oli käytetty hieman erilaisia asteikkoja ja ryhmiin jakamisia, joten silloin maksimi saattoi olla yli 100 %.

Tulosten käsittelyssä kasvit jaettiin 13 ryhmään, joista kahdeksan ryhmää

piti sisällään vain yksittäisen lajin ja loput viisi ryhmää sisälsivät kukin useita lajeja. Lampaannata (*Festuca ovina*), metsälauha (*Deschampsia flexuosa*), vai-vaiskoivu (*Betula nana*), mustikka (*Vaccinium myrtillus*), variksenmarja (*Empetrum coll.*), metsämitikka (*Melampyrum sylvaticum*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*) ja juolukka (*Vaccinium uliginosum*) käsiteltiin kukin omana ryhmänään. Poronjäkälät (*Cladina sp.*), muut jäkälät, muut varvut, sammalet sekä muut ruohot ja heinät käsiteltiin omina laajempina ryhminään.

## Tulokset ja tarkastelu

Lommoltunturin metsävyöhykkeellä, metsänrajalla sekä puurajan tuntumassa sijainneilla koeruuduilla kasvillisuudessa tapahtuneet muutokset vuodesta 1983 vuoteen 1997 olivat varsin samansuuntaisia (kuvat 1 ja 2). Peittävyudet olivat pienentyneet muissa ryhmissä paitsi heinillä ja ruohoilla. Onko mustikan ja muiden varpujen väheneminen tarjonnut lisää elintilaa esim. lampaannatalle?

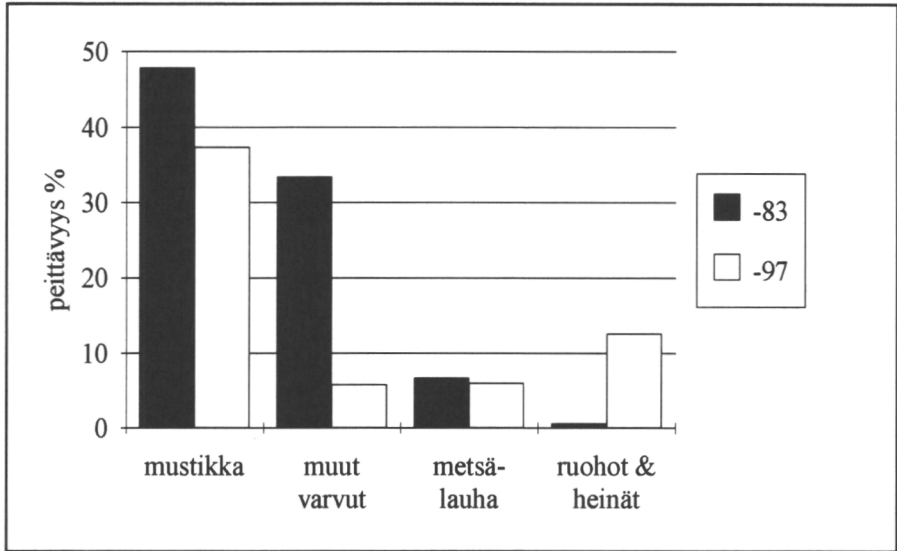
Metsänrajalla ja puurajalla mustikan syrjäyttävät muut varvut kuten variksenmarja ja puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*). Samalla jäkäläpeittävyudet hieman kasvavat. Metsälauha oli vähentynyt näillä koelaloilla vielä enemmän kuin metsävyöhykkeellä.

Lommoltunturin paljakkakankaalla sijaitsevilla koeruuduilla mustikka ei juuri enää kasva (kuvat 3 ja 4). Sen sijaan muita varpuja löytyy. Niiden peittävyys on tosin pienentynyt 14 vuodessa noin 40 %:a. Myös jäkälä ja sammalia on huomattavasti vähemmän kuin 1983.

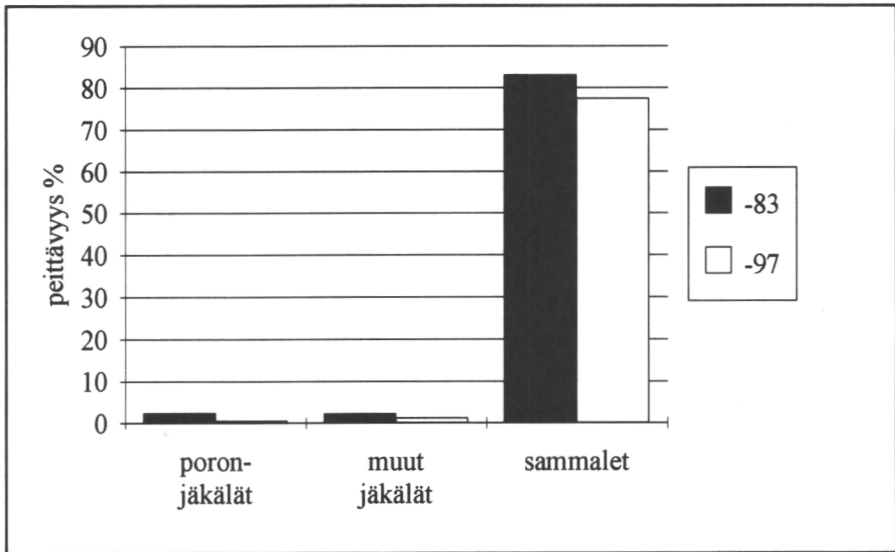
Pallaskerolla metsävyöhykkeen, metsänrajan ja puurajan koeruuduilla kasvipeitteissä oli havaittavissa samansuuntaisia muutoksia kuin Lommoltunturin vastaavilla ruuduilla; peittävyudet olivat pienentyneet suurimmalla osalla lajeista heinien ja ruohojen peittävyyksien lisääntyessä. Mustikan peittävyys pienenee siirryttäessä keron rinnettä ylöspäin ja samalla muiden varpujen osuus kasvaa. Pallaskerolla varpuja oli vähemmän kuin vastaavilla korkeuksilla Lommoltunturissa. Esimerkkinä variksenmarjan peittävyyksien pienentyminen Pallaskerolla (kuva 5). Sammalten peittävyys oli hieman kasvanut.

Pallaskeron paljakkakankaalla muut varvut olivat runsastuneet mustikan peittävyuden pienentyessä. Varpujen peittävyudet olivat kuitenkin vähentyneet puoleen vuoden 1983 peittävyyksistä. Kaikkia ruohoja ja heiniä oli vähän. Poronjäkälien määrä oli hieman kasvanut, tosin peittävyys on edelleenkin varsin pieni.

Lommoltunturin ja Pallaskeron lajimäärissä ei ole tapahtunut suuria vaihteluja 14 vuoden aikana. Merkittävimmät muutokset Lommoltunturilla ovat metsänrajalla, jonne on tullut mm. varpulajeja lisää sekä puurajalla, missä sammallajien määrä on vähentynyt. Lajeja on vähiten metsävyöhykkeellä (1983 21 lajia ja 1997 22 lajia) ja eniten puurajalla ja paljakkakankaalla, missä lajimäärä ylittää 30.



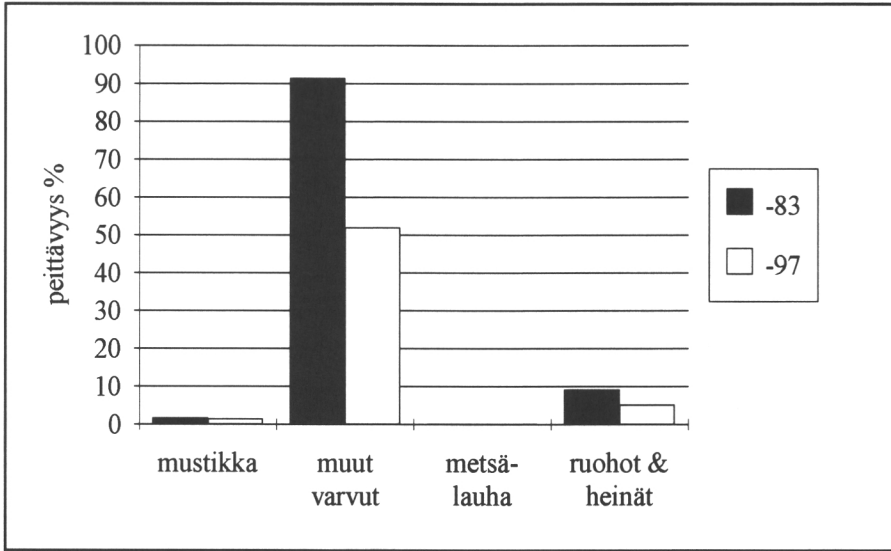
Kuva 1. Lommoltunturin metsävyöhykkeen koeruutujen kasvillisuusmuutokset.



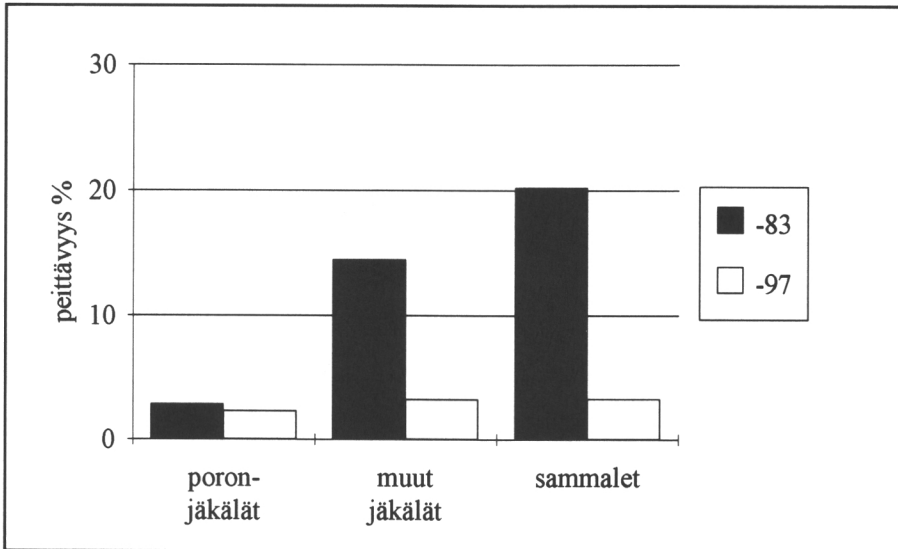
Kuva 2. Lommoltunturin metsävyöhykkeen koeruutujen kasvillisuusmuutokset.

Pallaskeron metsävyöhykkeeltä löytyi kesällä 1997 lampaannataa sekä muita heiniä ja ruohoja, mitä aiemmassa koeruutujen analysoinnissa 1983 ei ollut havaittu. Kaikkien Pallaskeron koeruutujen kesken lajimäärät vaihtelivat kahdena tutkimuskesänä 22:sta 33:een.

Kenttärovassa kasvillisuuserot koivuntaimikkoaitauksen sisä- ja ulkopuolella kuvaavat sukkession alkuvaiheen tilannetta. Aitauksen sisäpuolella ruohot



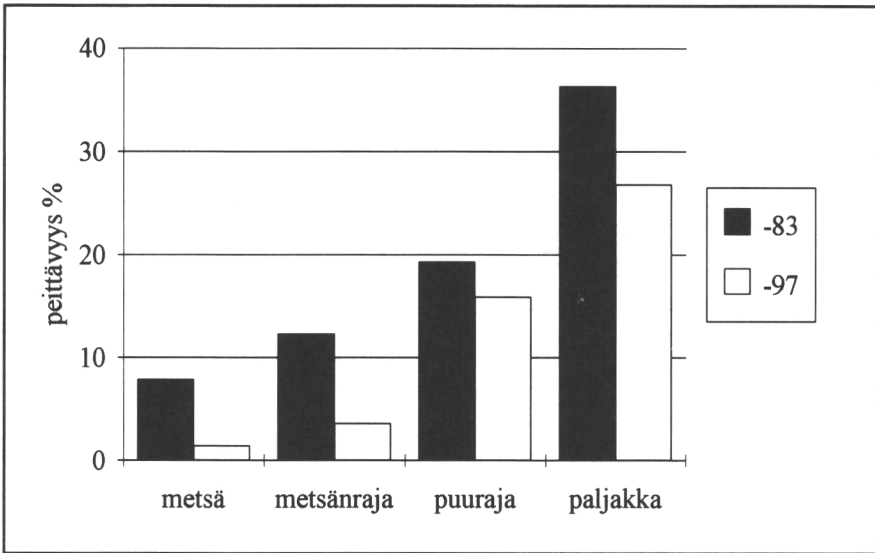
Kuva 3. Lommoltunturin paljakkakankaan koerutujen kasvillisuusmuutokset.



Kuva 4. Lommoltunturin paljakkakankaan koerutujen kasvillisuusmuutokset.

ja heinät ovat runsaimmillaan ja esim.metsälauhalla on tällä alueella suurin peittävyys verrattuna kaikkiin muihin tutkimusalueiden kasvillisuusruutuihin. Metsälauhan peittävyys aitauksen sisäpuolella oli 33 % ja ulkopuolella 24 %. Tilanne tosin muuttuu kun sukkessio etenee.

Pyhäjoen luontopolun myyräaitauksen kasvillisuuserot olivat vähäiset. Aitauksen sisä- ja ulkopuolella vanhan mustikkavaltaisen kuusimetsän lajisto on



Kuva 5. Variksenmarjan peittävydet Pallaskeron koeruuduilla.

pysynyt samanlaisena. Mustikka ja sammalet ovat valta-asemassa ja estävät muiden lajien kasvamisen. Tällainen kasviyhteisö on myös varsin kestävä, joten kulutus ja muutokset tulevat heikosti näkyviin. Metsälauhaa esiintyy noin 15 %:a, jäkälä ei juuri lainkaan.

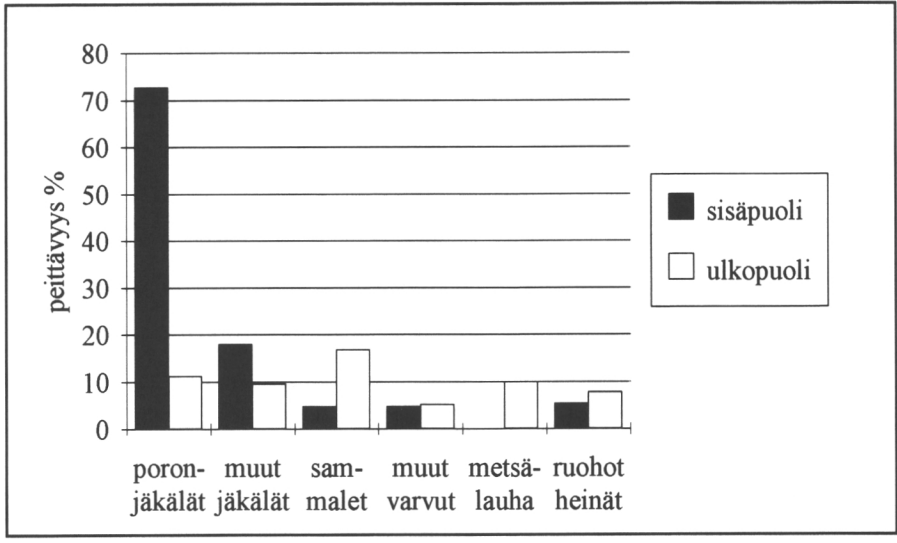
Ylikyrön aidatun kuivan jäkäläkankaan kasvillisuuserot olivat varsin selvät (kuva 6). Mustikkaa ei kasvanut lainkaan koeruuduilla.

Aitauksen sisäpuolella kasvoi poronjäkälää keskimäärin 5,4 cm:n korkuise-  
na mattona ja yli 70 %:n peittävyydellä, kun taas aitauksen ulkopuolella vas-  
taavat arvot olivat 1,5 cm ja noin 11 %. Aitauksen sisäpuolella jäkälät hallit-  
sevat niin tehokkaasti, etteivät monet lajit kykene karulla maaperällä taisteluun  
kasvupaikoista. Vasta aitauksen ulkopuolella jäkälkien vähennyttyä ruohoja ja  
heiniä esiintyy. Alueen maasto ja kasvillisuus ovat hyvin herkkiä vaurioille ja  
hitaasti uusiutuvia.

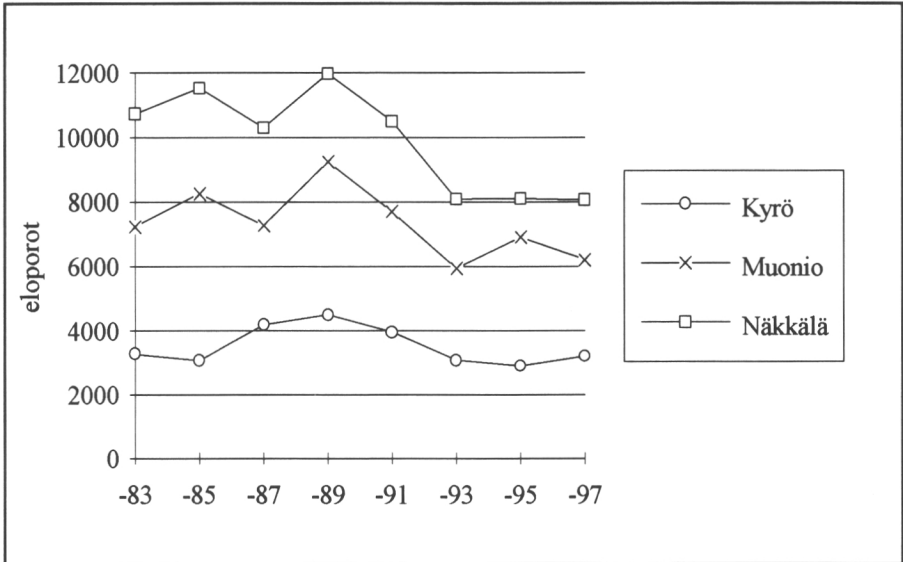
Kasvillisuudessa havaittuihin muutoksiin löytyy useita tekijöitä, joista mo-  
net ovat joko suoraan tai välillisesti porojen aikaansaannosta. Kasvaneet po-  
romäärät (kuva 7) vaikeuttavat entisestäänkin kasvillisuuden uusiutumista ka-  
ruissa ja herkissä tunturialueiden ekosysteemeissä.

Porot käyttävät ravinnokseen hitaasti uusiutuvia kasveja esim. jäkälä. Myös  
lehtipuiden ja pensaiden leviäminen ja kasvu vaikeutuvat kun eläimet syövät  
nuoret taimet ja lehtisilmut. Tässä tutkimuksessa ei ainoastakaan ruudusta löy-  
tynyt yli 50 cm korkeaa pensasta, joten pensasryhmä jäi käsittelemättä. Osa  
kasveista kestää heikosti tallaamista kuten esim. jäkälät ja kenties myös var-  
pujen väheneminen johtuu osin tästä syystä.

Ilmasto-olosuhteet ja etenkin kuivuus vaikuttavat myös kasvillisuuteen.



Kuva 6. Ylikyrön koeruutujen kasvillisuuserot.



Kuva 7. Kyrön, Muonion ja Näkkälän paliskuntien eloporomäärät 1983-1997.

Kesä 1997 oli varsin kuiva Pallaksen alueella. Tällä saattoi olla vaikutusta sammalien kasvuun. Kuivuus vaikuttaa myös jäkälien yhteyttämiseen ja näin kasvuun, sillä vaikka ne tulevat toimeen hyvinkin kuivissa ja karuissa olosuhteissa, on kuivuus silti niiden kasvua rajoittavista tekijöistä tärkeimpiä (Kärenlampi 1977). Etenkin tuntureiden paljakka-alueilla oli nähtävissä runsaasti kuivaa ja kuollutta kivennäismaata.

Jäkäläkerroksen väheneminen vaikuttaa myös muiden kasvilajien olemassaoloon. Jäkäläpeitteen puuttuminen muuttaa kasvupaikan lajiston rakennetta ja maan lämpö-, vesi- ja ravinneoloja. Etenkin karut jäkäläkankaat ja paljakkaka-alueet ovat riskialueita.

Tutkimustuloksista on havaittavissa jonkinasteisia muutoksia Pallaksen pintakasvillisuudessa. Mielenkiintoista olisi myöhemmin seurata onko poromäärien vähenemisellä 1990-luvulla vaikutusta kasvillisuuden palautumiseen takaisin 1980-luvun alun tilanteeseen.

## **Kirjallisuus**

- Kärenlampi, Lauri. 1977. Poronjäkälän kasvun rajat. Suomen Luonto 2: 122-123.  
Warenberg, K., Danell, Ö., Gaare, E. & Nieminen, M. 1997. Porolaidunten kasvillisuus. WSOY. 112 s.

# Rauduskoivun viljelyn onnistuminen poronhoitoalueella

---

**Eero Kubin ja Pentti Savilampi**

Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema  
Kirkkosaarentie 7, 91500 Muhos

## Johdanto

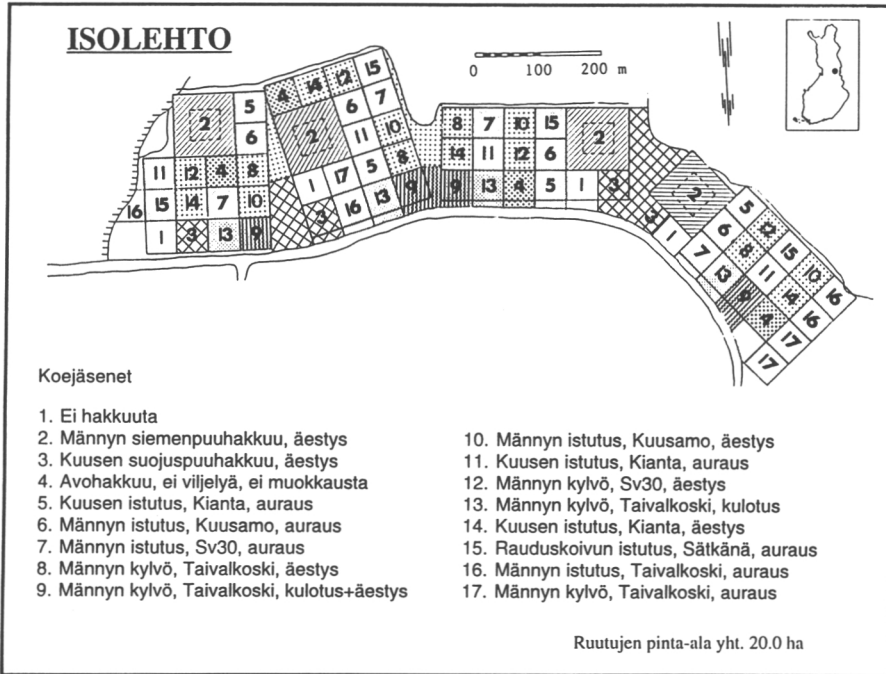
Kiinnostus rauduskoivun viljelyyn on ollut vähäistä 1970-luvulle saakka. Koivun kuitupuun hinta on kuitenkin viime aikoina kohonnut ja on nykyisin havupuun kanssa lähes tasaveroinen. Tämä on lisännyt kiinnostusta koivun kasvattamiseen myös Pohjois-Suomessa, vaikka tukkipuulla ei täällä olekaan kysyntää. Koivun kasvattamista puoltaa myös sen arvo puulajien monimuotoisuuden lisääjänä sen ohella, että koivulla on runsaasti lehtikariketta tuottavana puuna myös huomattava ekologinen merkitys. Porojen kesälaidunalueella porotalous rajoittaa kuitenkin koivun kasvattamista. Rauduskoivun viljelyn aikaisemmat tutkimukset osoittavat viljelyn epäonnistuvan poroilta aitaamattomilla aloilla, mutta aidatuilla aloilla tulokset ovat olleet hyviä (Raulo ja Lähde 1977, Lähde ja Raulo 1977).

Tämä tutkimus on osa laajemmasta korkeiden alueiden metsänuudistamistutkimuksesta Kainuussa ja Koillismaalla (Kubin 1987, 1992, Savilampi ja Kubin 1996, Kubin, Pasanen ja Savilampi 1997). Osana puulajivalintaa on kahdella koekentällä selvitetty myös rauduskoivun viljelyn onnistumista poroilta aidatuilla ja aitaamattomilla aloilla.

## Aineisto ja menetelmä

Korkeiden alueiden uudistamiseen vaikuttavien ilmastotekijöiden ja taimettumisen seurantaa varten perustettiin vuonna 1986 Kuusamon yhteismetsän Oulangan palstalle (66°20 N, 29°24 E) Karhujärven koekenttä (kuva 1). Korkeus merenpinnasta on 300–320 m mpy ja lämpösumma 750 d.d. Hakkuu tehtiin



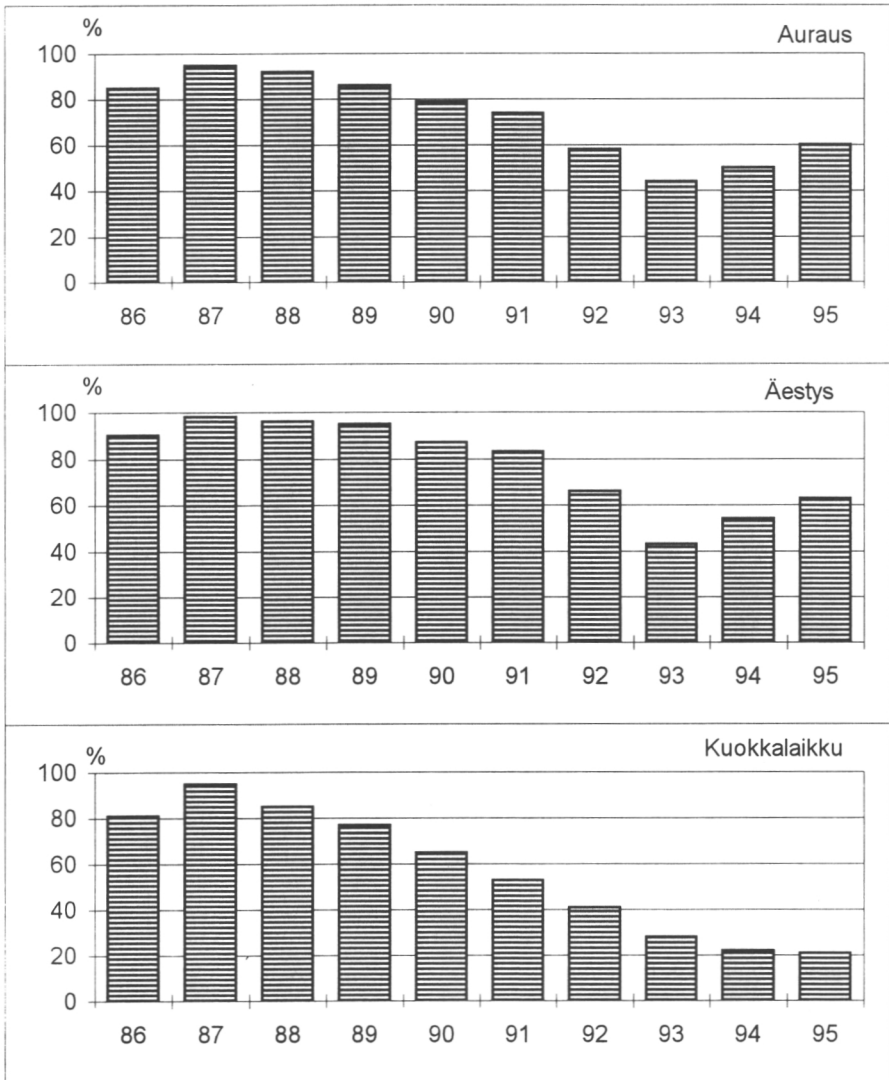


Kuva 2. Isolehdon koekentän koelakaavio.

taimet. Täydennysviljely tehtiin seuraavana päivänä, mutta kesän mittaan tehdyt havainnot osoittivat porojen riipimisen jatkuvan. Tämän johdosta osa rauduskoivun viljelyruuduista aidattiin syksyllä 1986 ja viljeltiin uudestaan keväällä 1987.

Rauduskoivun taimet on inventoitu vuosittain syksyllä ja keväällä vuoteen 1995 saakka. Sen jälkeen inventointia on jatkettu vain aidattujen alojen sisällä. Syksyllä 1997 taimista mitattiin myös pituus. Tutkimuksessa on seurattu myös havupuun taimia.

Rauduskoivua on viljelty myös Suomussalmen pohjoisosiin vuonna 1990 perustetuille Isolehto- ja Kirnukumpu-nimisille koekentille, joista edellisessä (kuva 2) on myös luontaisen uudistamisen vaihtoehto (Savilampi ja Kubin 1996). Taimien inventointi on tehty perustamisesta lähtien vuosittain. Rauduskoivua ei ole erotettu poroaidalla. Molemmilla koekentillä liikkuu kesäisin poroja, joskin porokanta on pienempi kuin Oulangalla.

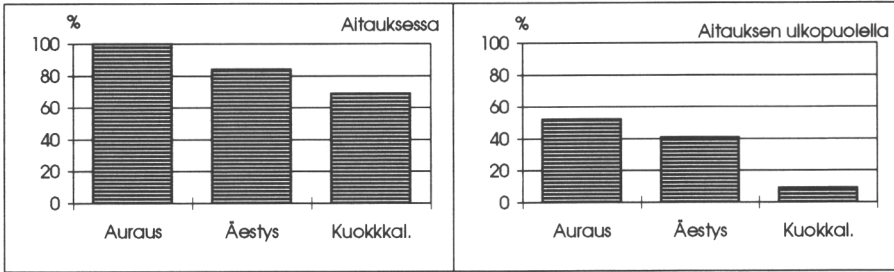


Kuva 3. Karhujärven koekentän aitaamattomien rauduskoivujen elossaolo laskettuna ilman täydennystaimia.

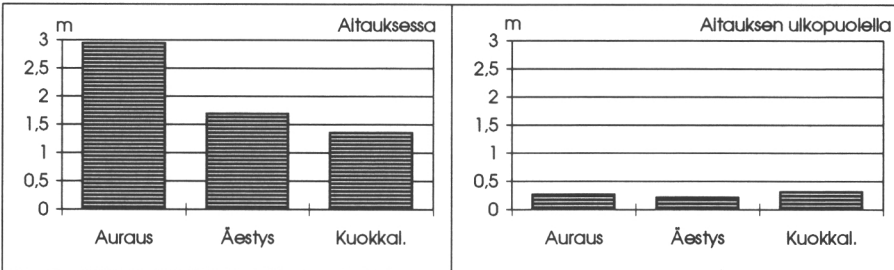
## Tulokset

### *Kuusamo, Karhujärvi*

Porojen rauduskoivulle aiheuttamaa tuhoa havaittiin heti istutuksen jälkeen. Maanmuokkauksesta riippuen nostettujen ja riivittyjen taimien osuus oli 32–56 %. Tuhot korjattiin seuraavana päivänä täydennysviljelyllä. Seuraavan kevään



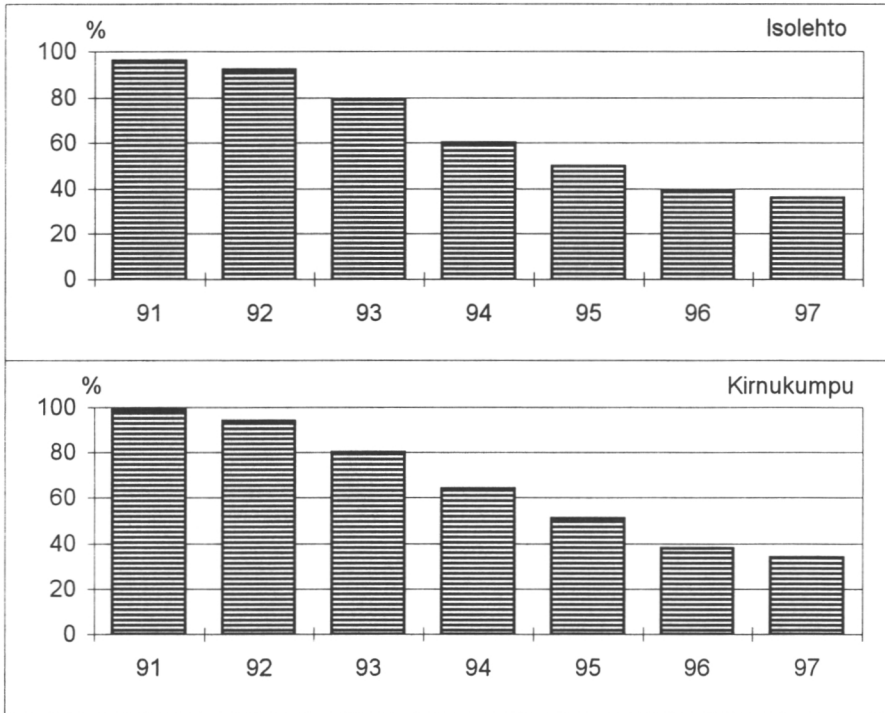
Kuva 4. Rauduskoivujen elossaolo syksyllä 1997 aitauksessa lohkokalla 1 ja aitauksen ulkopuolella lohkokalla 2.



Kuva 5. Rauduskoivujen keskipituus syksyllä 1997 aitauksessa ja aitauksen ulkopuolella.

(1987) inventoinnissa rauduskoivun taimista oli elossa keskimäärin 81–90 %. Aitaamattomat alat täydennysviljeltiin keväällä 1987, jonka jälkeen taimien elossaolo on edelleen vuosittain laskenut. Vuonna 1995 taimia oli elossa aitaamattomilla alueilla aurauksessa keskimäärin 60 %, äestyksessä 63 % ja kuokkalaikutuksessa 21 % (kuva 3). Vuosien aikana elossaoloissa on ollut pieniä heilahteluja, jotka kuvaavat inventoinnin vaikeutta. Kesän aikana porot ovat riipineet taimista lehtiä, joistakin taimista kaikki lehdet. Silloin elossa olevia taimia on luokiteltu kuolleiksi, jotka myöhemmin on todettu eläviksi.

Syksyllä 1986 aidatut koeruodut viljeltiin uudestaan keväällä 1987. Yhden-toista kasvukauden jälkeen syksyllä 1997 rauduskoivun taimia oli aidatulla alueella elossa aurauksessa 100 %, äestyksessä 84 % ja kuokkalaikutuksessa 69 % (kuva 4). Vastaavasti aitaamattomalla alueella taimia oli elossa aurauksessa 52 %, äestyksessä 41 % ja kuokkalaikutuksessa 9 %. Täydennystaimet mukaan lukien elossaolo aitaamattomalla alueella putosi aurauksessa ja äestyksessä 25 prosenttiin.



Kuva 6. Isolehdon ja Kirnukummun koealojen rauduskoivujen elossaolo.

Aidattujen rauduskoivujen keskipituus oli syksyllä 1997 aurauspalteessa 2.94 m, äestyksessä 1.69 m ja kuokkalaikussa 1.35 m (kuva 5). Aitauksen ulkopuolella taimien pituus oli maanmuokkauksesta riippumatta keskimäärin 0.30 m.

Vertailuna rauduskoivulle männyn istutustaimia oli syksyllä 1995 elossa aurauksessa ja äestyksessä 77 % sekä kuokkalaikutuksessa 66 %. Vuotta myöhemmin taimien keskipituus oli aurauksessa 1.8 m, äestyksessä 1.6 m ja kuokkalaikutuksessa 1.1 m. Männyyissä ei ole havaittu porojen aiheuttamia vikoja.

Luontaisia lehtipuita ei inventoitu, eikä koealoja ole myöskään koskaan perattu. Silmämääräisesti tarkastellen luontaisia lehtipuita ei ole. Porot syövät vuosittain koealalle nousseet uudet luontaiset lehtipuun taimet.

### *Suomussalmi, Isolehto*

Isolehdon koekentällä rauduskoivun istutustaimia oli seitsemän kasvukauden jälkeen elossa 36 % ja Kirnukummussa 2 %-yksikköä vähemmän (kuva 6). Männyntaimet olivat menestyneet rauduskoivun taimia huomattavasti parem-

min. Isolehdon auraspalteessa männyn istutustaimia oli elossa 71 % ja Kirnukummussa 93 %.

Myös Suomussalmen koekentillä porot ovat joka kesä riipineet ja syöneet rauduskoivuista latvoja, eivätkä taimet pääse nousemaan istutusvaiheen pituutta suuremmiksi. Keskipituudeksi arvioitiin samoin kuin Karhujärvelläkin 30 cm.

## Yhteenveto

Korkeiden alueiden metsänuudistamistutkimuksissa rauduskoivu on valittu yhdeksi koejäseneksi poronhoitoalueella sijaitsevilla koealoilla. Kuusamossa Karhujärven koekentällä porotuhoja havaittiin heti viljelyn jälkeen ja aitaamattomilla aloilla porot riipivät kaikki taimet kehityskelvottomiksi. Myös Suomussalmen pohjoisosassa rauduskoivun uudistaminen oli yhtä epätoivoista, kun vastaavasti poronhoitoalueen eteläpuolella samaan aikaan viljellyllä koealalla taimien elossaolo oli lähes 100 % (Kubin ja Savilampi 1995). Vastaavia tuloksia porojen vaikutuksesta rauduskoivun uudistamiseen on Lapista julkaistu myös aikaisemmin (Lähde ja Raulo 1977, Raulo ja Lähde 1977).

Tutkimusten perusteella poronhoitoalueella ei voida suositella rauduskoivun istutusta aitaamattomille uudistusaloille.

## Kirjallisuus

- Kubin, E. 1987. Puulajien vertailukokeet Koillismaalla. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 255: 1–17.
- 1992. Tutkimustuloksia korkeiden alueiden metsänuudistamisen ekologiselta koekentältä Kuusamosta. Julkaisussa: Valtanen, J., Murtovaara, I. ja Moilanen, M. (toim.) Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 419: 66–85.
- , ja Savilampi, P. 1995. Mättäiden koon ja istutuspaikan vaikutus taimettumisen. Julkaisussa: Poikolainen, J. ja Väärä, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 28–41.
- , Pasanen, J. ja Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. 40 s.
- Lähde, E. ja Raulo, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of Silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(6): 1–30.
- Raulo, J. ja Lähde, E. 1977. Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa. Summary: Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 325. 10 s.
- Savilampi, P. ja Kubin, E. 1996. Korkeiden maiden metsänuudistamismenetelmän valinnasta. Julkaisussa: Piironen, M-L. ja Väärä, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kajaaniassa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 95–105.

# Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskunnassa

---

Mikko Hyppönen

Lapin metsäkeskus, PL 8053, 96101 Rovaniemi

## Johdanto

Viime aikoina on eri yhteyksissä kiinnitetty huomiota porojen laiduntamisen metsä- ja tundraekosysteemille ja luonnon monimuotoisuudelle aiheuttamiin haittoihin. Samalla on usein korostettu haittojen syihin, merkitykseen ja ehkäisemiseen tähtäävän tutkimuksen tarvetta (Kajala 1996, Environmental... 1997, Suomen...1997, Uusiutuvat...1997, Viitala ja Räinen 1997). Poron metsille aiheuttamista haitoista ja hyödyistä on keskusteltu aiheen ajankohtaisuudesta huolimatta jo vuosisadan vaihteesta lähtien (Aaltonen 1919, Renvall 1919). Tuolloin todettiin, että porojen talvilaidunnus aiheuttaa haittaa männyn luontaiselle uudistumiselle niiden katkoessa ja vaurioittaessa pieniä taimia kaivaessaan jäkälää lumen alta sekä hieroessaan sarviaan taimiin. Pahimmillaan porojen laiduntamisen pelättiin aiheuttavan jopa metsänrajan alenemista, koska samaan aikaan säädetyssä suojametsälaissa valtioneuvostolle annettiin valtuudet rajoittaa tarvittaessa porojen laiduntamista suojametsäalueella metsänrajan alenemisen ehkäisemiseksi (Laki... 1922). Mielenpitoiset vahingoista olivat kuitenkin ristiriitaisia, eikä vahinkojen suuruudesta oltu yksimielisiä (Aaltonen 1919).

Nykytietämyksen mukaan laidunnuksella ei liene merkittävää haitallista vaikutusta männyn luontaiseen uudistumiseen tai kasvuun (Moilanen ja Helle 1987, Saarenmaa 1989, Helle ja Nöjd 1992, Nikula 1992). Paikallisesti vahingoilla voi kuitenkin olla myös metsänhoidollista merkitystä (Helle 1994a). Poronhoitolakiin (1990) on kirjattu menettelytavat vahinkojen korvaamisesta. Suojametsälain kumoamisen jälkeen porojen laiduntamisen rajoittamista suojametsäalueella koskeva säännös siirrettiin nykyiseen poronhoitolakiin siihen

tehdyllä muutoksella (Laki... 1996). Poron laiduntamisesta on todettu olevan männyn uudistumiselle myös hyötyä. Brownin ja Mikolan (1974) mukaan männyn taimettumisedellytykset paranevat jäkälän vähetessä, koska jäkälän erittämien männyn sirkkataimien kehitystä ehkäisevien kemiallisten yhdisteiden puuttuminen parantaa maan taimettumisedellytyksiä.

Poron laidunnuksen aiheuttama jäkäläpeitteen oheneminen tai häviäminen kokonaan aiheuttaa muutoksia maaperän lämpö- ja kosteusolosuhteissa (Jalkanen ym. 1995, Ritari ja Mikkola 1995) sekä mikrobitoiminnassa ja männyn juurten määrässä (Ohtonen ja Väre 1995). Onpa sen epäilty aiheuttavan myös maaperän huuhtoutumista ja erodoitumista (Jalkanen ym. 1995). Poikkeuksellisen kylminä ja lumettomina talvina jäkäläpeitteen puuttuminen voi aiheuttaa vakavia häiriöitä mäntymetsien ekologiaan (Jalkanen 1992, Jalkanen ym. 1995).

Lehtipuiden lehdet ovat tärkeää porojen kesäravintoa (Helle 1994a). Rauduskoivun viljely Pohjois-Suomessa on osoittautunut porojen ja hirvien takia lähes toivottomaksi tehtäväksi (esim. Lähde ja Raulo 1977). Tämä onkin otettu huomioon käytännön ohjeissa viljeltävää puulajia suositeltaessa (Metsänhoitosuosituks 1990, Helle 1994a).

Alueilla, joilla voimakas vesakoituminen haittaa metsän viljelyä, porojen laidunnuksesta voi olla hyötyä niiden pitäessä vesakon kurissa (Saarenmaa 1989, Nikula 1992). Porojen kesälaidunalueilla lehtien riipiminen ravinnoksi hidastaa koivun kasvua ja luontaista uudistumista tai jopa estää sen kokonaan. Ongelma on erityisen vakava vaikeasti uudistettavilla alueilla, joilla luontaisesti syntyvä koivu olisi arvokas lisä harvaan havupuutaimikkoon (Nikula 1992, Helle 1994a). Koivua suositaan sekapuuna havupuutaimikoissa myös luonnon monimuotoisuuden vuoksi (Metsänhoitosuosituks 1990, Luonnonläheinen...1994). Uudistumisen vaikeutuminen vaikuttaa näin ollen haitallisesti myös talusmetsien monimuotoisuuteen.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin porojen laidunnuksen vaikutusta erityisesti koivun, mutta myös muiden puulajien luontaiseen uudistumiseen ja kehitykseen poron kesälaidunalueella.

## Menetelmät ja aineisto

Aineisto kerättiin Rovaniemen maalaiskunnan alueelta Kemijoen varrelta, noin 35 km Rovaniemen kaupungista itään. Koekenttä perustettiin vuonna 1991 lähinnä eri puulajien näytealoiksi. Samalla haluttiin kuitenkin selvittää kuuden eri puulajin viljelyn onnistumista ja niiden kasvua. Koejärjestelynä oli arvotut lohkot. Lohkoja oli kolme. Kussakin lohkoissa oli kuusi koeruutua (40 m x 50 m), yksi kullekin puulajille. Koeruutuja oli siis yhteensä 18 kpl. Puulajit olivat kotimaiset puulajit mänty, kuusi ja rauduskoivu sekä ulkomaiset puulajit siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*), kontortamänty (*Pinus contorta*) ja mustakuusi

(*Picea mariana*). Alue oli hakattu vuonna 1988, raivattu 1989 ja muokattu auringalla 1989. Alue istutettiin vuonna 1991. Paikalla kasvanut alkuperäinen puusto oli leimausasiakirjojen mukaan kuusivaltaista sekametsää (mänty 10 %, kuusi 70 % ja koivu 20 %). Kasvupaikka oli hienojakoista, soistunutta kangasmaata.

Koska jo etukäteen oli tiedossa, että rauduskoivun viljely ei onnistu alueella tavanomaisin keinoin porojen, hirvien ja jänisten takia, koivuruudut aidattiin poroaidalla ja aidan alaosaan myös kanaverkolla jänisten torjumiseksi. Myöhemmin havaittiin, että koetta voidaan hyödyntää myös poron, hirven ja jäniksen laidunnusvaikutusten selvittämisessä, jolloin aidatuille rauduskoivuruuduille arvottiin aitaamattomat vertailuruudut muiden puulajien koeruutujen joukosta.

Koe mitattiin laidunnusvaikutusten selvittämiseksi ensimmäisen kerran syksyllä 1995 viiden kasvukauden jälkeen metsänviljelystä ja aitaamisesta. Aineisto kerättiin mittaamalla kustakin koeruudusta viisi 10 m<sup>2</sup>:n ympyräkoelaa (säde 1,78 m). Koealat sijoitettiin koeruutujen lävistäjille siten, että yksi koelaa oli lävistäjien leikkauspisteessä ja neljä muuta lävistäjien puolikkaiden keskikohdilla. Kustakin koeruudusta mitattiin siis viisi ympyräkoelaa. Vuonna 1995 määritettiin vain luontaisesti syntyneiden koivuntaimien lukumäärä ja valtapituus. Mittauksissa ei eroteltu hies- ja rauduskoivua toisistaan. Valtapituus määritettiin ympyräkoelajien valtapituuksien aritmeettisena keskiarvona. Koelavaltapituuksien saatiin sitä ennen viiden pisimmän taimen mediaanipituuksien perusteella.

Toisen kerran koe mitattiin syksyllä 1997 seitsemän kasvukauden jälkeen. Tällöin mitattiin erikseen luontaisesti syntyneiden rauduskoivun, hieskoivun, haavan, pajujen, pihlajan ja muiden lehtipuiden (tuomi, leppä jne.) sekä männyn ja kuusen selvästi runkomaisten, vähintään 10 cm pitkien taimien lukumäärä sekä lehtipuista myös keski- ja valtapituus. Koivuista mitattiin lisäksi läpimitta rinnankorkeudelta niistä valtapuitaimista, joiden pituus ylitti 1,3 m. Erikseen mitattiin pensastuneitten, ei runkomaisten vesojen lukumäärä. Lisäksi laskettiin alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen lukumäärä puulajeittain. Eri koivulajeja ei kuitenkaan eroteltu toisistaan.

Valtapituus määritettiin mittaamalla ensin kunkin koelajan pisin taimi ja laskemalla sitten pisimpien taimien aritmeettinen keskiarvo. Valtapituuden määrittäminen poikkesi siten jonkin verran vuoden 1995 määrittämistavasta. Taimien keskipituus määritettiin vastaavasti mittaamalla ensin kultakin koelajalta mediaanitaimen pituus. Mediaanitaimien aritmeettinen keskiarvo oli käsittelyn keskipituus. Havupuutaimista ei määritetty valta- eikä keskipituutta.

Koeloilta määritettiin myös maalaji kenttämenetelmin (Taskupainos... 1990). Maalaji oli hiesua kaikilla koeruuduilla. Aurauksen vuoksi soistuneisuuden piirteet olivat mittausten aikana tehtyjen havaintojen mukaan lähes hävinneet. Kaikkiaan mitattiin kuusi koeruutua, joista kustakin viisi koelaa ja yhteensä siis 30 koelaa. Aitaamisen eli laidunnuksen säätelyn vaikutuksia

Taulukko 1. Luontaisesti syntyneiden hieskoivuntaimien lukumäärä vuoden 1995 mittausten mukaan (n = 15).

Käsittely	$\bar{x}$	s	Määrä, kpl/ha		F	p
			min	max		
Aidattu	9733	13264	0	53000	0,001	0,977
Aitaamaton	9600	12023	0	47000		

Taulukko 2. Luontaisesti syntyneiden kuusentaimien ja -taimiaineksen määrä vuoden 1997 mittausten mukaan (n = 15).

Käsittely	$\bar{x}$	s	Taimien lukumäärä, kpl/ha		F	p
			min	max		
Aidattu	16133	18067	1000	60000	10,565	0,003
Aitaamaton	3867	3137	0	10000		
Taimiaineksen määrä, kpl/ha						
Aidattu	3467	5693	0	16000	4,670	0,041
Aitaamaton	333	724	0	2000		

lehtipuiden taimien lukumäärä- ja pituustunnuksiin analysoitiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA), jossa tekijöinä olivat aitauskäsittely ja lohko.

## Tulokset

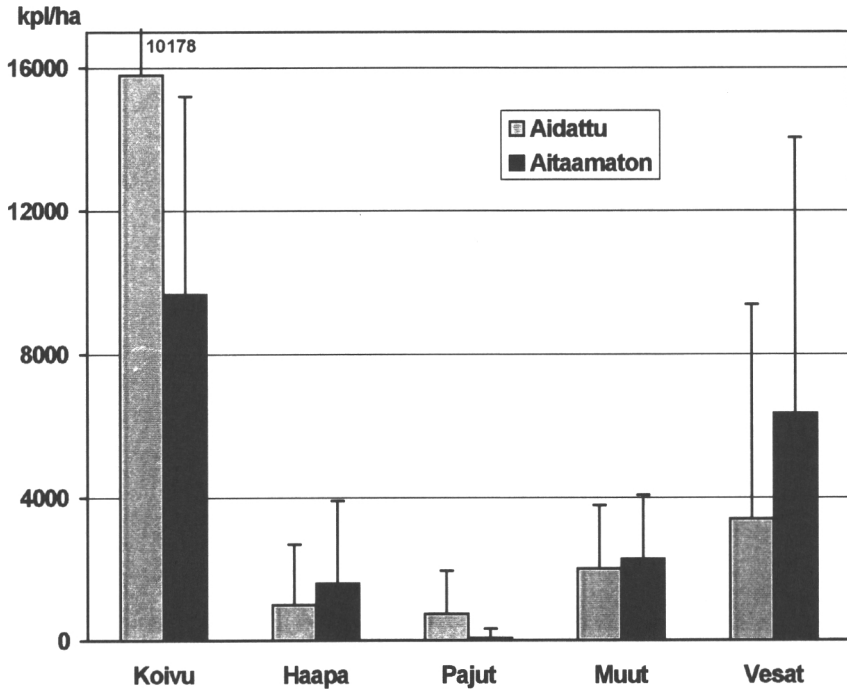
### *Taimien ja taimiaineksen määrä*

#### Vuoden 1995 mittaukset

Luontaisesti syntyneitä koivuntaimia oli lähes yhtä paljon sekä aidatuilla että aitaamattomilla koeruuduilla (taulukko 1). Myös taimimäärän vaihtelu oli samansuuruinen eri käsittelyissä.

#### Vuoden 1997 mittaukset

Luontaisesti syntyneitä hieskoivun taimia oli aidatuilla koeruuduilla puolitoistakertainen määrä (15 800 kpl/ha) verrattuna laidunnettuihin koeruutuihin, joilla tiheys oli 9700 kpl/ha ( $F = 4,375$ ,  $n = 30$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,047$ ) (kuva 1). Laiduntamattomilla aloilla taimimäärä oli puolitoistakertaistunut vuosien 1995 ja 1997 välillä. Aitaamattomilla ruuduilla määrä oli pysynyt ennallaan. Rauduskoivuja koelaloilta ei löytynyt lainkaan. Tästä syystä jäljempänä puhutaan pelkästään koivusta erottelematta hies- ja rauduskoivua toisistaan.



Kuva 1. Lehtipuiden taimien määrä puulajeittain vuoden 1997 mittausten mukaan. Virhepalkki ilmaisee keskihajonnan (n = 15).

Myös runkomaisia pajuja oli enemmän aidatuilla kuin aitaamattomilla aloilla ( $F = 6,061$ ,  $n = 30$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,021$ ). Muilla puulajeilla, joihin tässä on luettu myös pihlaja, käsittelyjen välillä ei ollut merkitsevää eroa. Pihlajaa havaittiin vain yhdellä koealalla. Vain yhdeltä aitausten ulkopuoliselta koealalta löytyi pajuja. Vesojen määrä oli aitaamattomilla aloilla suurempi kuin aidatuilla, mutta ei merkitsevästi.

Koivun taimiainesta oli aidatuilla aloilla viisi kertaa enemmän (18900 kpl/ha) kuin aitaamattomilla (3500 kpl/ha) ( $F = 4,929$ ,  $n = 30$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,036$ ). Muiden puulajien kuin koivun taimiaineksen yhteenlaskettu määrä oli vähäinen eikä poikennut merkitsevästi eri käsittelyjen välillä, vaikka taimiainesta olikin aidatuilla aloilla enemmän (1600 kpl/ha) kuin aitaamattomilla (800 kpl/ha).

Kuusella sekä taimien että taimiaineksen määrä oli selvästi suurempi aidatuilla kuin aitaamattomilla koeruuduilla (taulukko 2). Männyntaimia oli aidatuilla aloilla keskimäärin 670 kpl/ha ja taimiainesta 130 kpl/ha. Aitaamattomilla aloilla vastaavat luvut olivat 600 kpl/ha ja 70 kpl/ha. Erot eivät olleet merkitseviä käsittelyiden välillä.

## *Taimien valta- ja keskipituus*

### Vuoden 1995 tulokset

Luontaisesti syntyneiden koivuntaimien valtapituus oli aidatuilla koeruuduilla lähes kaksi ja puolikertainen (91 cm) verrattuna aitaamattomiin (39 cm). Keskipituutta ei erikseen määritetty.

### Vuoden 1997 tulokset

Eri lehtipuulajien taimien valtapituus oli systemaattisesti suurempi aidatuilla kuin aitaamattomilla koeruuduilla (kuva 2). Koivulla ja haavalla erot olivat merkitseviä (koivu:  $F = 21,311$ ,  $n = 30$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ; haapa:  $F = 5,805$ ,  $n = 14$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,043$ ).

Verrattaessa koivun valtapituutta vuosina 1995 ja 1997 voidaan todeta, että sekä aidatuilla että aitaamattomilla koeruuduilla taimien valtapituus kaksinkertaistui kahdessa kasvukaudessa. Valtapituusero aidattujen ja aitaamattomien alojen välillä kuitenkin kaksinkertaistui samassa ajassa. Ero oli vuonna 1995 52 cm ja vuonna 1997 jo 110 cm. Osa erosta johtuu kuitenkin erilaisesta mittaustavasta.

Puulajien keskipituusjakauma muistuttaa vastaavaa valtapituusjakaumaa (kuva 3). Eri lehtipuulajien taimien keskipituus oli systemaattisesti suurempi aidatuilla kuin aitaamattomilla koeruuduilla. Ero oli kuitenkin merkitsevä ainostaan koivulla ( $F = 17,780$ ,  $n = 30$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ).

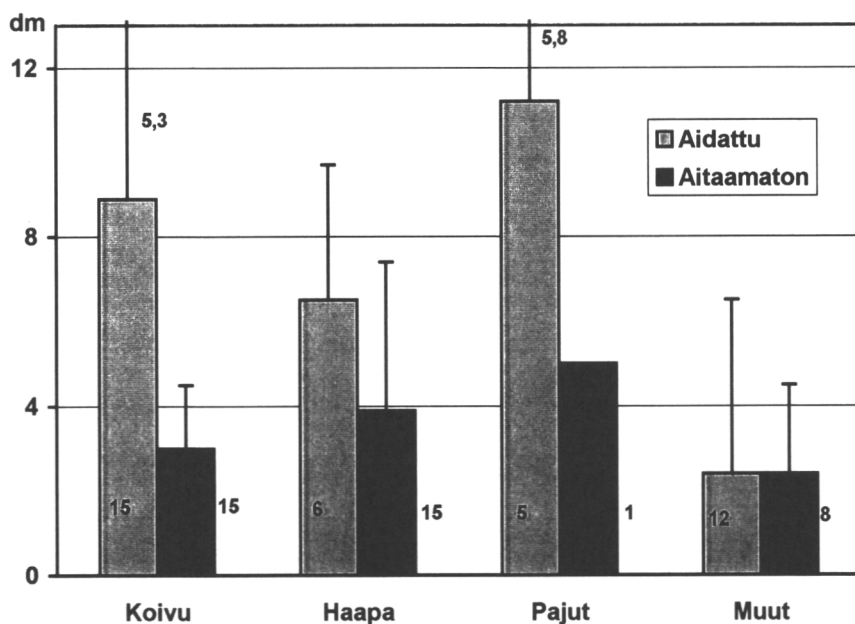
## *Valtapuiden keskiläpimitta*

Koivuvaltataimien keskiläpimitta rinnantasalta oli aidatuilla aloilla keskimäärin 9,6 mm ( $n = 11$ ). Aitaamattomilla koeruuduilla valtataimi ylitti 1,3 m:n pituuden vain yhdellä koealalla. Tämän taimen läpimitta oli 4,0 mm.

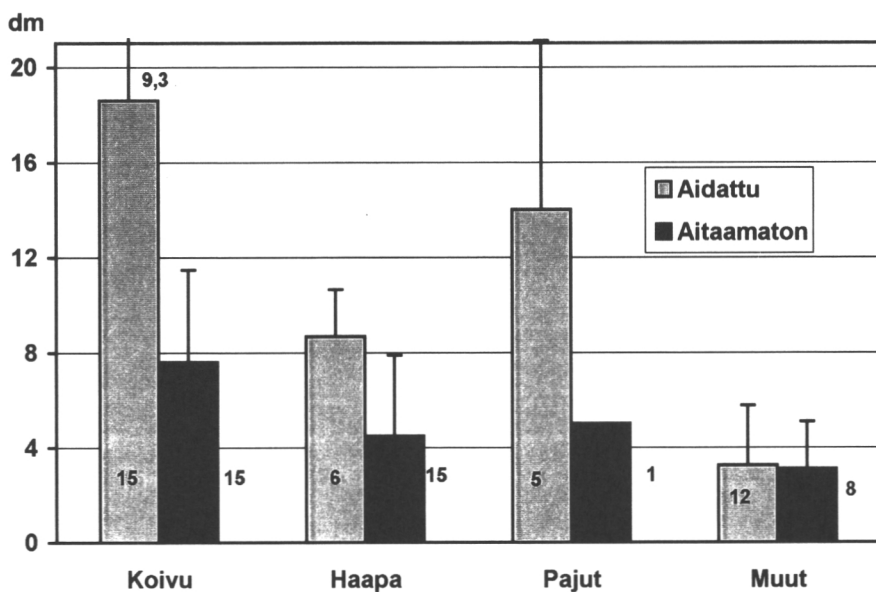
## **Tarkastelu**

Tulokset osoittavat selvästi, että jänisten, porojen ja hirvien laidunnus vähentää koivun runkolukua ja hidastaa sen kehitystä tutkitulla alueella. Myös Helteen (1974b) tutkimuksessa metsänraja- ja tunturikoivun uudistuminen näytti epävarmalta metsänraja- ja tunturikoivikoissa Sallassa. Muilla puulajeilla laidunnus ei näyttänyt tämän tutkimuksen mukaan vaikuttavan puiden runkolukuun, mutta kylläkin taimien pituuskehitykseen.

Koska koekenttää ei oltu alunperin perustettu laidunnusvaikutusten tutkimiseen, koejärjestely ei ollut paras mahdollinen ongelman ratkaisemiseen (ks.



Kuva 2. Taimien valtipitus puulajeittain vuoden 1997 mittausten mukaan. Havaintojen määrä pylväiden alaosassa. Virhepalkki ilmaisee keskihajonnan.



Kuva 3. Taimien keskipitus puulajeittain vuoden 1997 mittausten mukaan. Havaintojen määrä pylväiden alaosassa. Virhepalkki ilmaisee keskihajonnan.

Taulukko 3. Luontaisesti syntyneiden hieskoivuntaimien valtapituus vuoden 1995 mittausten mukaan (n = 14).

Käsittely	Valtapituus, cm				F	p
	$\bar{x}$	s	min	max		
Aidattu	91,0	32,1	40	150	30,642	< 0,001
Aitaamaton	38,9	11,8	20	65		

Helle 1994b). Tulokset kertovat tosiasiaa vain elävien taimien lukumääriä ja dimensioita. Mikä on tarkkaan ottaen juuri poron laidunnuksen osuus aidatun ja aitaamattoman alan eroihin, jää osaksi arvailujen varaan. On selvää, että osan eroista aiheuttaa hirvi ja jänis.

Koe edustaa vain pientä osaa Rovaniemen maalaiskunnan alueen metsänuudistusaloista, joten sen antamia tuloksia ei voida yleistää. Tarkasteltaessa silmävaraisesti vastaavia uudistusaloja muualla Rovaniemen maalaiskunnan alueella voidaan todeta, että läheskään aina jänis, poro ja hirvi eivät näytä vaarantavan sen enempää hies- kuin rauduskoivun luontaista uudistumista. Ongelma keskittyneekin porojen kesälaidunalueille (Helle 1994a).

Kuusen yleisesti tunnettu hyötyminen etukasvuisesta koivusta tuli selvästi ilmi. Laiduntamattomalla alalla taimia ja taimiainesta oli kuusinkertainen määrä laidunnettuun alaan verrattuna. Helle (1994b) päätyi Tuntsalla samantapaisiin tuloksiin.

Koejärjestelyn takia ei voitu verrata istutetun rauduskoivun menestymistä yhtäältä aidatulla ja toisaalta aitaamattomalla uudistusalueella, koska kaikki koivuudut oli aidattu. Koivuja kyllä istutettiin myös aitausten ulkopuolelle, mutta ei tutkimuksessa seurattaville koaloille. Mainittakoon kuitenkin, että ulkopuolelle istutetuista koivuista ei liene elossa yhtäkään.

Mittausmenetelmiin liittyy joitakin epävarmuustekijöitä, jotka on pidettävä mielessä tuloksia arvioitaessa. Koivulajien määrittäminen syyskuuran peittämien taimien ollessa pieniä voi aiheuttaa virheitä. Onkin todennäköistä, että jotkut hieskoivuiksi luokitelluista taimista olivat todellisuudessa rauduskoivuja. Samantapaisia ongelmia on ollut muiden puulajien taimien ja sirkkaintaimien määrittämisessä. Saattaa myös olla, että viisi 10 m<sup>2</sup>:n koalaa 0,2 ha:n koivuudun tulosten arviointiin on liian vähän.

Porojen laiduntamisen vaikutus koivun uudistamiseen ja uudistumiseen vaatii lisätutkimuksia. Erityisen tärkeää olisi selvittää kesälaidunnuksen kokonaisvaikutus koivun uudistumiseen joko valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä tai muun kattavan selvityksen perusteella.

## Kiitokset

Tutkimuksen mahdollisti Lapin metsäkeskuksen metsäpälstalle Rovaniemen maalaiskuntaan perustettu puulajikoekenttä, jota voitiin käyttää myös porojen laidunnusvaikutusten selvittämiseen. Metsätalousinsinööri Sinikka Koivuranta huolehti koealojen mittauksesta sekä vuonna 1995 että vuonna 1997. MH Timo Penttilä tarkasti käsikirjoituksen ja MML John Derome summaryn. Parhaat kiitokset.

## Kirjallisuus

- Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa, I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland, I. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja 1. 375 s.
- Brown, T. & Mikola, P. 1974. The influence of fruticose soil lichens upon the mycorrhizae and seedling growth of forest trees. Seloste: Jäkälien vaikutuksesta puiden mykorritsoihin ja taimien kasvuun. Acta Forestalia Fennica 141. 23 s.
- Environmental performance reviews. Finland. 1977. Organisation for Economic Co-operation and Development. 204 s.
- Helle, T. 1994a. Porotalous. Teoksessa: Häyrynen, M. (toim.). Tapion Taskukirja. Metsäkeskus Tapion julkaisuja. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä. s. 293-297.
- 1994b. Poron laidunnuksen vaikutus metsänrajametsien primaarisukkessioon. Teoksessa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 60-70.
- & Nöjd, P. 1992. Poron laidunnuksen vaikutus männyn kasvuun ja kuntoon. Teoksessa: Nikula, A., Varmola, M. & Lahti, M-L. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 5-15.
- Jalkanen, R. 1992. Defoliation of pines caused by injury to roots resulting from low temperatures. Teoksessa: Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M-L. (toim.). Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3-7 August 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 77-88.
- , Aalto, T., Derome, K., Niska, K. & Ritari, A. 1995. Lapin neulaskato. Männyn neulaskatoon 1987 johtaneet tekijät Pohjois-Suomessa. Loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 544. 75 s.
- Kajala, L. 1996. (toim.). Lapin metsästrategia. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2. 129 s.
- Laki poronhoitolain muuttamisesta. 1996. Laki 1353/1996.
- Laki suojametsistä. 1922. Laki 196/1922.
- Luonnonläheinen metsänhoito 1994. Metsänhoitosuosituksen. Metsäkeskus Tapion julkaisuja 6. 72 s.
- Lähde, E. & Rauho, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on ploughed reforestation areas in North Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(6): 1-30.

- Metsänhoitosuositukset 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Moilanen, H. & Helle, T. 1987. Poron vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen Kainuussa. *Poromies* 54: 12-14.
- Nikula, A. 1992. Animals as forest pests in Finnish Lapland. Teoksessa: Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M-L. (toim.). Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3-7 August 1992. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 451: 22-29.
- Ohtonen, R. & Väre, H. 1995. Poronjäkäälä suojaa maan mikrobeja ja männyn juuristoa. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino. Jyväskylä. s. 115-117.
- Poronhoitolaki. 1990. Laki 848/1990.
- Renvall, A. 1919. Suojametsäkysymyksestä 1-6. *Acta Forestalia Fennica* 11. 671 s.
- Ritari, A. & Mikkola, K. 1995. Jäkäläpeite vaikuttaa maan lämpöoloihin. Teoksessa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Itä-Lapin metsävaurioprojektin loppuraportti. Gummerus Kirjapaino. Jyväskylä. s. 114-115.
- Saarenmaa, H. 1989. Eläinten aiheuttamat metsätuhot Lapissa. Damage by animals in the forests of Lapland. Teoksessa: Saastamoinen, O. ja Varmola, M. (toim.). Lapin metsäkirja. *Acta Lapponica Fenniae* 15: 125-134.
- Suomen biologista monimuotoisuutta koskeva kansallinen toimintaohjelma 1997-2005. 1997. *Suomen ympäristö* 137. 189 s.
- Taskupainos metsänhoitosuosituksista maastokäyttöön. 1990. Koillis-Suomen metsälautakunta. Lapin metsälautakunta. 12 s.
- Uusiutuvat luonnonvarat ja biologisen monimuotoisuuden hoito. 1997. Maa ja metsätalousministeriön julkaisuja 8. 41 s.
- Viitala, L. & Räinen, P. (toim.). 1997. Ympäristön tila Lapissa. Lapin ympäristökeskus. Gummerus Kirjapaino. Jyväskylä. 155 s.

## **Summary: Effect of reindeer browsing on the natural regeneration of birch**

The effect of browsing on the natural regeneration and height development of birch was investigated in a summer reindeer pasturing area along the Kemijoki river, 35 km east of Rovaniemi. The material was collected from a regeneration experiment with different tree species. Part of the experiment was fenced and part unfenced.

The results showed that reindeer browsing decreases the number of birch seedlings and retards the height development. After seven growing seasons there were 15 800 birch seedlings per hectare in the fenced area and 9700 seedlings per hectare in the unfenced area. The dominant heights were 1.9 m and 0.8 m, respectively.

Although the experiment represents only a fraction of the area regenerated in the district of Rovaniemi, and the results cannot be generalized, similar results have been obtained in other parts of Lapland, too.

# Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa

---

Kari Mäkitalo, Timo Penttilä ja Pentti Räsänen

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi

## Johdanto

Hieskoivu kuuluu tuoreiden kankaiden kuusikoiden luontaiseen puulajikehitykseen (esim. Sirén 1955). Koivun ekologinen merkitys vanhoissa kuusikoissa on suuri. Sen juuristo kasvaa syvemmälle tiiviiseen moreenimaahan kuin kuusen juuristo (Laitakari 1934). Koivun lehtikarikeri hajoaa nopeammin kuin kuusen neulaskarikeri ja se sisältää enemmän kalsiumia, kaliumia ja fosforia kuin kuusen tai männyn karikeri (esim. Mikola 1960, Mälkönen 1974, 1977, Berg ja Staaf 1986). Näin ollen koivusekoitus kuusikossa nopeuttaa ravinnekiertoa, mikä heijastuu myös puiden kasvuun.

Metsäpalon jälkeen runsaasti ja säännöllisesti siementävä pioneeripuulaji koivu valtaa nopeasti kasvupaikan. Kuusi uudistuu varjoa sietävänä puulajina koivikon alle ja saavuttaa vähitellen koivua pitkäikäisempänä valtapuulajin aseman. Koivulajien uudistuminen täyskasvuisen kuusikon alle ja yleensäkin muokkaamattomaan kasvipeitteelliseen maahan on vaikeaa (Heikinheimo 1922, Kinnaird 1974, Mäkitalo 1987, Densmore ja Page 1992). Pääasiallinen uudistumistapa paksusammaltyypin kasvupaikoilla onkin kasvullinen uudistuminen. Vanhoissa kuusikoissa esiintyy tyypillisesti vesasyntyisiä koivuryhmiä, joissa on kaikenikäisiä versoja aina lahoista pötkelöistä nuoriin kanto- ja runkovesoihin asti. Muokatuilla avohakkuualoilla koivu uudistuu kantovesojen lisäksi herkästi siemenistä muokkausjälkiin (Kinnaird 1974, Manninen ja Lähde 1981, Mäkitalo 1987, Densmore ja Page 1992).

Koivulajien uudistumista ja kasvua säätelevät erilaiset tuhonaiheuttajat. Sieni- ja hyönteistuhot voivat hidastaa taimien kasvua (Kurkela 1994). Poro ja hirvi riipivät lehtiä ja pureskelevat ja katkovat versoja aiheuttaen kasvatappi-

oita. Koivun lehdet ovat olennainen osa poron kesäruokavaliota (Bergerud 1972, Haukioja ja Heino 1974, Manseau ym. 1996). Toistuva riipiminen voi johtaa pienten taimien tuhoutumiseen (Helle ja Kajala 1992). Myös jänikset aiheuttavat tuhoja (Lähde ja Raulo 1977, Raulo ja Lähde 1977). Jäniksen kuten hirvenkin talviruokavaliossa koivua suositumpia ovat pajut, haapa ja pihlaja (Hewson 1977, Bryant ja Kuropat 1980, Hjältén ja Palo 1992). Kesällä koivut kuuluvat jäniksen ruokavaliioon sitä tärkeämpänä osana mitä vähemmän esim. pajuja on saatavilla (Helminen ym. 1966, Lindlöf ym. 1974 sit. Hewson 1977).

Rauduskoivun viljelyn on jo pitkään tiedetty säännönmukaisesti epäonnistuvan Lapissa poron ja jäniksen syömätuhojen takia (Lähde ja Raulo 1977, Raulo ja Lähde 1977, Etholén 1978). Poron kesälaidunnuksen on useissa tutkimuksissa havaittu vaikeuttavan tunturikoivun luontaista uudistumista metsänrajametsissä ja vaikuttavan tunturikoivikoiden rakenteeseen (Kullman 1991, Helle ja Kajala 1992, Helle 1994, Lehtonen ja Heikkinen 1995, Oksanen ym. 1995; ks. myös Manseau ym. 1996). Laidunnuksen vaikutus voi metsänuudistamisen kannalta olla myös positiivinen. Koivut saattavat nopeakasvuaisina puulajeina haitata viljeltyjen havupuiden ja etenkin mäntyjen kehitystä (Pohtila ja Valkonen 1985), ja porojen kesälaidunnus voi vähentää taimikoiden perkaustarvetta (Helle ja Lyykorpi 1987). Toisaalta hieskoivun taimien merkitys osittain tuhoutuneiden viljeltyjen havupuutaimikkojen täydentäjänä voi olla suuri Pohjois-Suomen tuoreilla kankailla, joilla täydennysviljely tuottaa usein heikon tuloksen (Saarenmaa ja Leppälä 1995).

Poron ja jäniksen vaikutusta hieskoivun luontaiseen uudistumiseen ja kehitykseen tuoreilla kankailla ei ole kokeellisesti selvitetty. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli aitauskokeiden avulla tutkia poron ja jäniksen merkitystä tuoreiden kankaiden kasvupaikkojen sukkessiossa avohakkuun ja maanpinnan käsittelyn jälkeen.

## Aineistot ja menetelmät

Poron vaikutusta koivun luontaiseen uudistumiseen tutkittiin aitauskokeiden avulla Pomokairan Poksaselässä, joka sijaitsee noin 330 m:n korkeudella 50 km pohjoiseen Sodankylästä sekä Kivalon tutkimusalueen Koivikkoniemessä 170 m:n korkeudella 45 km Rovaniemeltä itä-kaakkoon. Poksaselässä tehtiin HMT-kuusikkoon kaistaleavohakkuu talvella 1971–72 ja maanpinnan käsittely kesällä 1972 (Ritari ja Lähde 1978). Syksyllä 1987 rakennettiin yhteensä kuusi kaksiosaista 50 x 50 m:n aitausta auras- ja jyrshintäaloille. Toinen puolikas (25 x 50 m) on rakennettu poro- ja toinen tiheäsilmäisestä kanaverkosta, jolla pyrittiin estämään jänisten pääsy aitaukseen. Lisäksi kokeeseen kuuluvat aitaamattomat 25 x 50 m:n vertailualat aitausten läheisyydessä. Jokaiseen aitaukseen ja vertailualalle sijoitettiin systemaattisesti neljä 15 m<sup>2</sup>:n (3 x 5 m) pysyvää koealaa. Koe inventoitiin vuosina 1988, 1990 ja 1997. Yli 10 cm:n

pituuksista koivun ja kuusen taimista mitattiin pituus ja määritettiin tuhot ja kunto. Taimien valtapituudeksi laskettiin koealan kolmen pisimmän taimen keskipituus.

Koivikkoniemessä tehtiin HMT-kuusikkoon avohakkuu 1989, kulutus ja äestys 1990 yhteensä noin neljän hehtaarin alueelle. Siitä osa viljeltiin rauduskoivulla ja osa siperian lehtikuusella ja kontortamännnyllä keväällä 1992. Sekä rauduskoivun että muiden puulajien viljelyt epäonnistuivat hirvi- ja porotuhojen vuoksi. Rauduskoivulla viljelty alue (2.4 ha) täydennysviljeltiin keväällä 1995 visakoivulla. Samalla alue aidattiin sähköaidalla. Tälle alueelle sekä muilla puulajeilla viljellyille alueille oli syntynyt runsaasti hies- ja rauduskoivun taimia. Tähän tutkimukseen valittiin visakoivulla täydennysviljelty alue hirveltä ja porolta eristetyksi koejäseneksi ja muu alue vertailualueeksi.

Koivikkoniemen koe inventoitiin systemaatisella linjoittaisella ympyrä-koela-arvioinnilla syksyllä 1997. Linjaväli oli 50 m, koealaväli 25 m ja koealan koko 25 m<sup>2</sup>. Aidatulta alueelta mitattiin 17 ja aitaamattomalta 18 koealaa. Yli 50 cm:n pituisista koivun taimista mitattiin pituus ja läpimitta juurenniskan- ja rinnankorkeudelta sekä määritettiin tuhot ja kunto.

Syksyllä 1997 Poksaselässä otettiin 20 cm:n pituusluokittain ositettu 189 koivuntaimen satunnaisotos. Taimista mitattiin laboratoriossa pituus sekä läpimitta juurenniskasta, sekä 10, 20 ja 50 cm:n korkeudelta. Edelleen taimista määritettiin erikseen verson ja lehtien tuore- ja kuivapaino sekä 100 lehden paino. Laboratoriomittausten pohjalta laadittiin seuraavat regressiomallit, joissa lehtien ja kokonaisen taimen tuore- ja kuivapainojen selittäjänä oli taimen pituus (h):

- (1)  $\text{tuorepaino}_{\text{taimi}} = 1.12 \text{ h} - 0.0157 \text{ h}^2 + 0.00012 \text{ h}^3; r^2 = 0.92, p < 0.001$
- (2)  $\text{tuorepaino}_{\text{lehdet}} = 0.164 \text{ h} - 0.00172 \text{ h}^2 + 0.0000155 \text{ h}^3; r^2 = 0.89, p < 0.001$
- (3)  $\text{kuivapaino}_{\text{taimi}} = 0.767 \text{ h} - 0.0118 \text{ h}^2 + 0.0000676 \text{ h}^3; r^2 = 0.89, p < 0.001$
- (4)  $\text{kuivapaino}_{\text{lehdet}} = 0.0620 \text{ h} - 0.000777 \text{ h}^2 + 0.00000597 \text{ h}^3; r^2 = 0.88, p < 0.001$

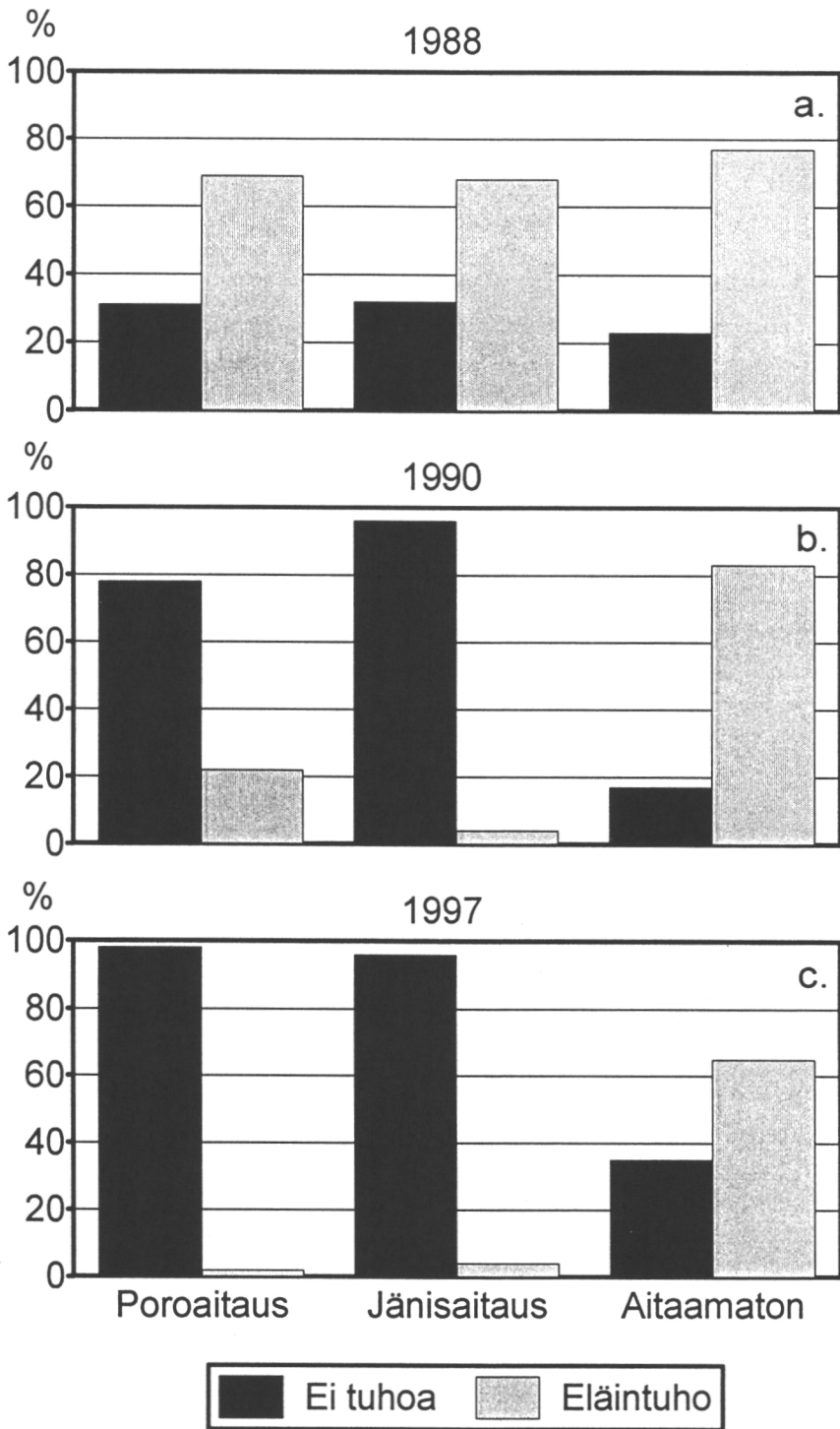
Malleilla laskettiin hehtaariohaiset tuore- ja kuivapainot eri aitausvaihtoehdoille.

Poksaselän taimien taimimäärä hehtaarilla, pituustunnukset sekä hehtaariohaiset tuore- ja kuivapainot testattiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA), jossa tekijöinä olivat lohko ja aitauskäsittely. Koivikkoniemen hehtaariohainen taimimäärä ja keskipituus aitauksessa ja aitaamattomalla aluella testattiin t-testillä.

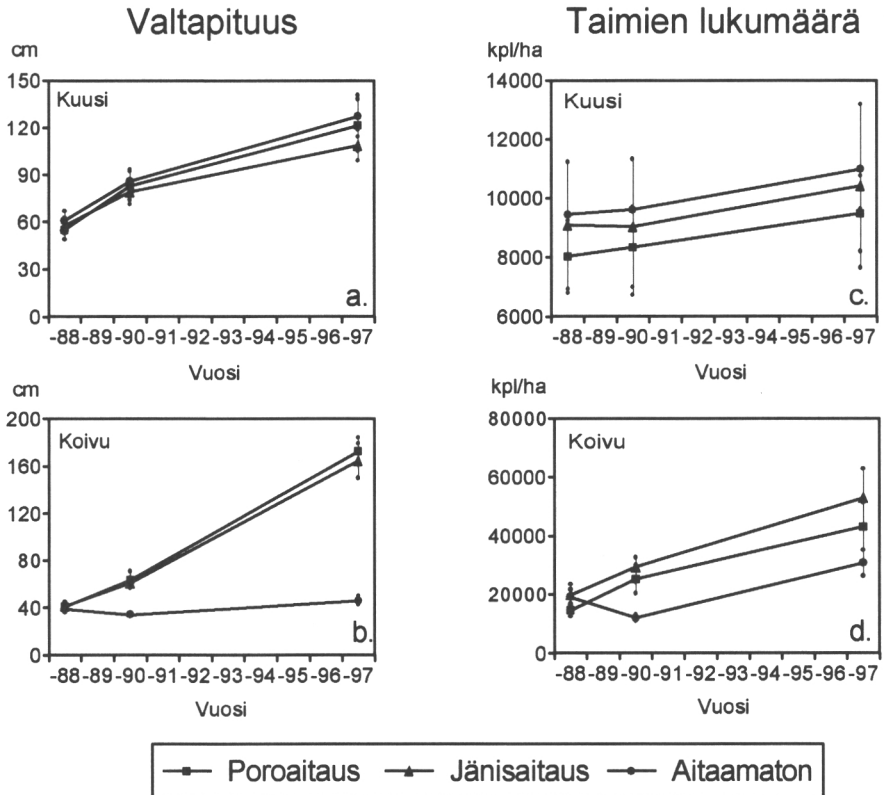
## Tutkimuksen tulokset

### *Poksaselän koekenttä*

Vuonna 1988 tehdyssä inventoinnissa löytyi eri aitauskäsittelyissä 68 – 77 %:ssa hieskoivun taimista jälkiä versojen pureskelusta ja/tai lehtien riipimi-



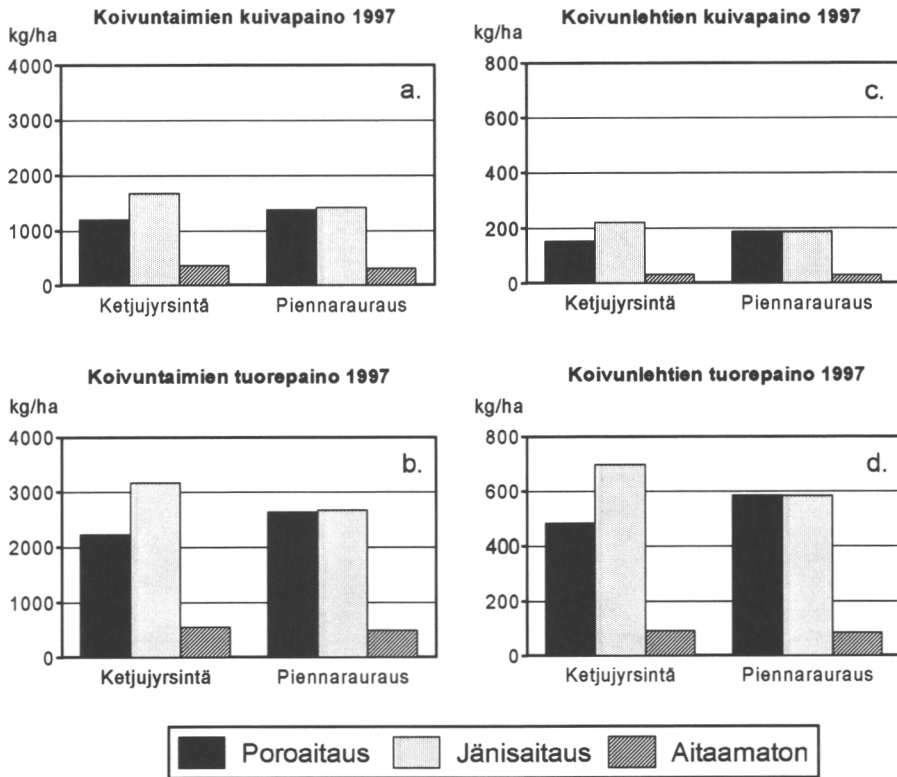
Kuva 1. Eläinten syömiä hieskoivun taimien osuus Poksaselän koekentällä eri aitauskäsittelyissä vuosina 1988 (a), 1990 (b) ja 1997 (c).



Kuva 2. Kuusen (a) ja hieskoivun (b) valtapituuden ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe S.E.) kehitys sekä kuusen (c) ja hieskoivun (d) yli 10 cm:n pituisten taimien lukumäärän ( $\pm$  S.E.) kehitys eri aitauskäsittelyissä Poksaselän koekentällä vuosina 1988–97.

sestä (kuva 1a). Aitaamattomilla aloilla luokiteltiin vaurioituneiksi vuonna 1990 83 % ja vuonna 1997 64 % taimista. Tuoreiden, inventointikesänä syntyneiden tuhojen osuus oli myös aitaamattomilla aloilla pudonnut vuoden 1990 tasosta. Kun syksyllä 1990 30 % taimista oli vaurioitunut mittauskesänä, niin syksyllä 1997 näitä taimia oli enää 14 %. Poro- ja jänisaitauksissa havaittiin syömätuhoja vuosina 1990 ja 1997 (kuvat 1 b – c), jotka olivat aiheutuneet porojen tunkeutumisesta aitausten sisään joko suoraan kanaverkon läpi tai sivullisten avaamista aitausten oviaukoista. Vuonna 1990 oli eräässä poroaitauksessa 42 % taimista vaurioitunut porojen vierailun seurauksena.

Yli 10 cm:n pituisten koivun taimien keskipituus oli tuhojen ansiosta pysynyt samana koko 10 vuoden tutkimusjakson ajan (1988 23 cm, 1997 22 cm), kun sen sijaan aidatuilla aloilla keskipituus oli kolminkertaistunut. Aitauskäsittelyjen ja aitaamattoman vertailun väliset erot (kuva 2b) olivat tilastollisesti merkitseviä jo vuonna 1990 (valtapituus ANOVA:  $F = 11.9$ ,  $df = 2$ ,



Kuva 3. Hieskoivun taimien hehtaarikohtainen kuivapaino (a) ja tuorepaino (b) sekä hieskoivun lehtien hehtaarikohtainen kuivapaino (c) ja tuorepaino (d) eri aitaus- ja maankäsittelyissä Poksaselän koekentällä vuonna 1997.

$p = 0.002$ ). Aitauksissa kasvaneiden taimien valtapituus oli syksyllä 1997 165 – 173 cm, kun se jäi aitaamattomilla vertailualoilla 46 cm:iin (ANOVA:  $F = 59.9$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ). Kuusen taimien pituuskehitykseen (kuva 2a) ei aitauksilla ollut vaikutusta (1997 ANOVA:  $F = 0.703$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.518$ ).

Yli 10 cm:n pituisten koivun taimien määrä oli suuri (15000–20000 kpl/ha) jo koetta perustettaessa, mutta 10 vuoden kuluessa se kaksinkertaistui aitausten sisällä ja aitaamattomallakin alalla lisäys oli huomattava (kuva 2d). Vuosina 1990 ja 1997 taimia oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi vähemmän aitaamattomilla ruuduilla jänisaitauksiin verrattuna (1990 ANOVA:  $F = 10.0$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.004$ ; 1997 ANOVA:  $F = 6.02$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.019$ ), vaikka lähtötilanne olikin sama. Myös kuusen taimien lukumäärä lisääntyi tutkimuskauden aikana (kuva 2c). Erot käsittelyjen välillä pysyivät samanlaisina koko tutkimuskauden ajan eikä tilastollisesti merkitseviä eroja esiintynyt (esim. 1997 ANOVA:  $F = 0.304$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.744$ ). Syksyllä 1997 arvioitiin kunnoltaan heikentyneiksi tai kituviksi aitaamattomilla aloilla kasvaneista hieskoivun taimista 99 % ja aidatuilla aloilla kasvaneista 68 %. Aitauksikäsitellyllä ei ollut vaikutusta kuusen-

taimien terveydentilaan. Kuusen taimista heikentyneitä tai kituvia oli 85 – 91 %.

Koivun taimien maanpäällinen kokonaisbiomassa hehtaaria kohti oli syksyllä 1997 aitauksissa nelinkertainen ja lehtibiomassa kuusinkertainen aitaamattomiin aloihin verrattuna (kuvat 3 a – d). Aidattujen ja aitaamattoman väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä (esim. koivuntaimien kokonaiskuivapaino hehtaarilla 1997, ANOVA:  $F = 10.2$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.004$ ).

Laboratoriomittausten mukaan yksittäisten taimien lehtien kuiva- ja tuorepaino olivat aidatuilla aloilla tilastollisesti merkitsevästi suuremmat kuin aitaamattomilla aloilla alimmasta pituusluokasta aina 51 – 70 cm:n pituusluokkaan saakka. Toisaalta lehtien kuiva-ainepitoisuus oli samoissa pituusluokissa aitaamattomilla aloilla tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin aidatuilla aloilla. Esimerkiksi pituusluokassa 11 – 30 cm lehtien kuiva-ainepitoisuus oli aidan sisällä 37 % ja aidan ulkopuolella 43 % (t-testi:  $t = -11.10$ ,  $p < 0.001$ ).

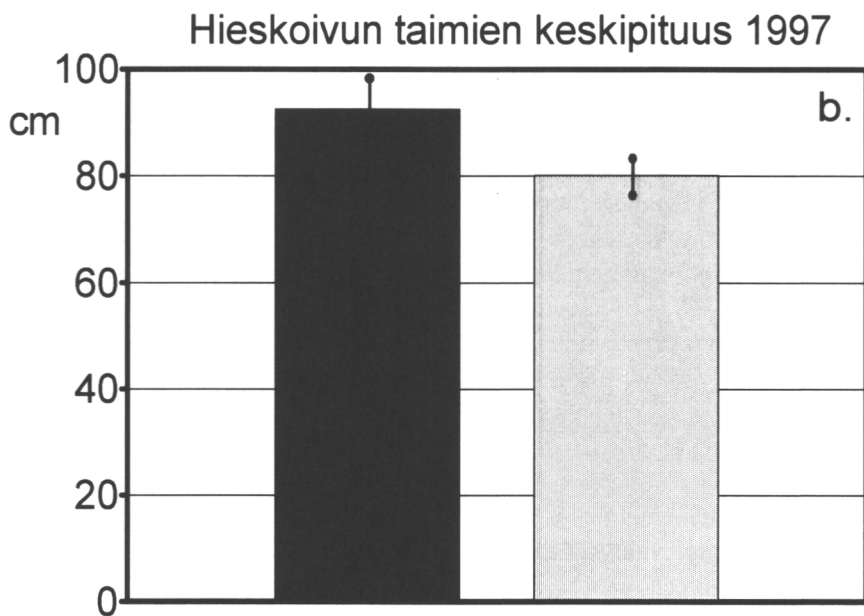
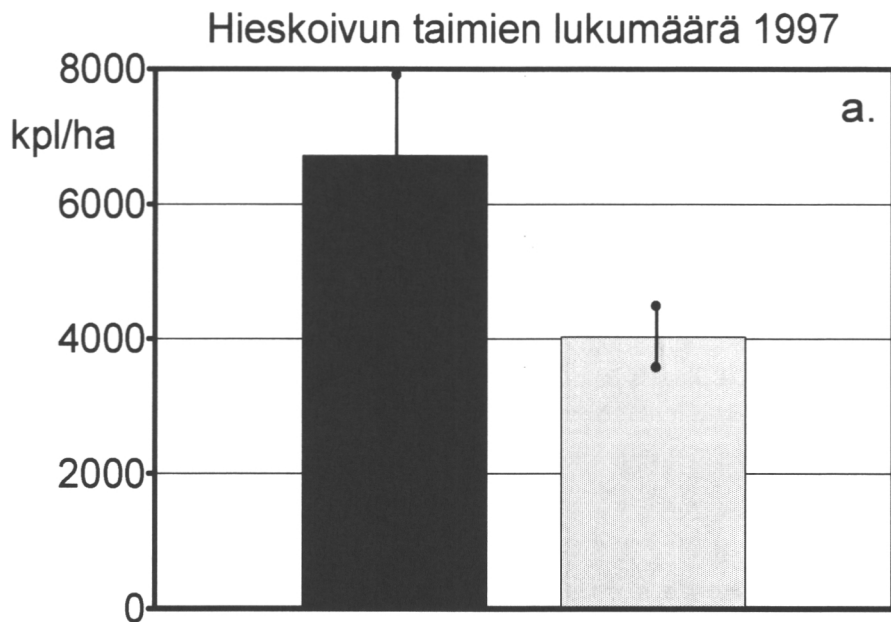
### *Koivikkoniemen koekenttä*

Koivikkoniemessä yli 10 cm:n pituisia hieskoivun taimia kasvoi sähköaitauksen sisällä 6714 kpl hehtaarilla ja 4027 kpl aitauksen ulkopuolella (kuva 4a). Taimien lukumäärä oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi aitauksen sisällä kuin sen ulkopuolella (t-testi:  $t = 2.13$ ,  $p = 0.046$ ). Taimien keskipituus oli aitauksen sisällä 92 cm ja aitaamattomalla alalla 80 cm (kuva 4b). Pituusero oli tilastollisesti suuntaa-antava (t-testi:  $t = 1.86$ ,  $p = 0.074$ ).

Aitauksen ulkopuolella kasvaneista hieskoivuista 8.1 % oli joskus vaurioitunut versojen pureskelusta tai lehtien riipimisestä. Näistä neljä tainta viidestä oli vaurioitunut myös kesällä 1997. Aitauksen sisällä vaurioituneiden taimien osuus oli vain 0.6 % ja vauriot taimissa olivat kaikki vanhoja vaurioita. Taimien kuntoluokkakajakaumissa ei ollut eroja käsittelyjen välillä.

### **Tulosten tarkastelu**

Koivun taimien riipimis- ja pureskelutuhot todettiin Poksaselässä poron aiheuttamiksi. Porot viihtyvät kesäisin tutkimusalueen kaltaisilla korkeilla, tuulisilla avoimilla paikoilla, joille ne hakeutuvat pakoon sääskiltä pahimpina räkääaikoina (Oksanen ym. 1995). Alue onkin ollut tärkeä porojen kesälaidunalue. Vaikka hakkuista oli kulunut jo 25 vuotta, ei kaistaleille syntynyt kuusen taimikko ollut vielä sulkeutunut ja kaistaleilla kasvoi edelleen runsaasti metsälauhaa ja hieskoivun taimia. Alueen hirvikanta on ollut melko alhainen. Pääasiallinen tuhotyyppi, lehtien riipiminen, viittaa myös enemmän poro- kuin hirvituhoihin. Riipiessään lehtiä poro saattaa myös vetää taimia juurineen maasta (Raulo ja Lähde 1977). Jäniksellä ei tämän tutkimuksen perusteella



Kuva 4. Hieskoivun taimien lukumäärä ( $\pm$  S.E.) (a) ja keskipituus ( $\pm$  S.E.) (b) aidatulla ja aitaamattomalla alalla Koivikkoniemen koekentällä vuonna 1997.

ollut osuutta tuhoissa, sillä poro- ja jänisaitausten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, kun tarkasteltiin taimien määrää tai pituutta. Koivikkoniemen kokeessa oli sen sijaan mahdollista, että hirvi ja jänis olivat aiheuttaneet osan tuhoista aitaamattomalla alueella.

Hieskoivun taimia oli Poksaselän koekentällä 15 vuoden kuluessa kaista-leavohakkuun jälkeen syntynyt muokatuille hakkuukaistoille runsaasti, mutta niiden pituuskasvu oli ollut porotuhojen takia erittäin hidasta (Mäkitalo 1987). Kuusen pituuskehitys oli poikkeuksellisesti ollut koivua nopeampaa. Aitaukseen perustamisen jälkeen koivun taimien valtapituus ei kasvanut juuri lainkaan aitaamattomilla aloilla 10 vuoden aikana ja ero kuuseen verrattuna kasvoi entisestäänkin. Aidatuilla aloilla tilanne normalisoitui tutkimuskauden aikana. Hieskoivun valtapituus nelinkertaistui ja se oli viimeisimmässä inventoinnissa jo kuusen valtapituutta suurempi. On erittäin todennäköistä, että koivun ja kuusen välinen pituusero olisi huomattavasti suurempi, mikäli aitaaminen olisi tehty välittömästi hakkuun ja maanpinnan käsittelyn jälkeen eikä 15 vuotta sen jälkeen. Näin ollen Poksaselän koe antaa aliarvion hieskoivun kasvupotentiaalista ja sen tulokset kuvaavat pikemminkin hieskoivun toipumiskyvyä porotuhojen jälkeen. Osa aitauksen sisällä kasvaneista taimista ei ollut toipunut aitaamista edeltäneistä syömätuhoista, sillä kaksi tainta kolmesta luokiteltiin heikentyneiksi ja kituviksi syksyllä 1997.

Hieskoivun taimien lukumäärä kasvoi tutkimuskauden aikana kaikissa käsittelyissä. Osittain tämä ilmiö selittyi sillä, että taimien mittaamisessa käytettiin 10 cm:n alarajaa. Ajan myötä ensimmäisessä inventoinnissa alarajan alle jääneet kasvoivat rajan yli ja taimien lukumäärä kasvoi. Toisaalta keväisin ja syksyisin toistuvan rousteen ansiosta kivennäismaata on edelleen paljaana 5 vuoden kuluttua muokkauksesta, ja uusien koivun taimien syntyminen on yhä mahdollista. Vuoden 1990 inventoinnissa koivun taimien määrä oli laidunnetuilla aloilla pudonnut vuoden 1988 määrästä selvästi. Ilmeisesti osa taimista kuoli ja osa syötiin 10 cm:n inventointirajaa lyhyemmiksi. Poron vaurioittamien taimien määrä oli vuonna 1990 suurimmillaan. Kun poroluvut 1990-luvulla pienivät alueella keskimäärin noin kolmanneksen vuosikymmenen vaihteen tasosta, väheni myös vaurioituneiden taimien määrä selvästi ja taimien lukumäärä lisääntyi jälleen myös aitaamattomilla aloilla. Kuusen taimien määrään ja kasvuun ei aitauksenkäsittelyillä ollut vaikutusta (vrt. Helle 1994).

Taimien vaurioiden ja ikäjakauman perusteella voidaan päätellä, että Koivikkoniemessä sähköaita oli estänyt tehokkaasti poron ja hirven tuhot. Hieskoivun taimien keskipituudessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa aitauksen ja aitaamattoman välillä, vaikkakin taimet olivat aitauksen sisällä pidempiä kuin sen ulkopuolella. Taimien (yli 50 cm) lukumäärä oli sen sijaan selvästi suurempi aitauksen sisällä kuin sen ulkopuolella. Alue ei ilmeisesti ole yhtä tärkeä poron kesälaidunalue kuin Poksaselkä. Lisäksi hieskoivun taimien kasvu ja toipumiskyky riipimistuhoista on Koivikkoniemessä suotuisempien ilmas-

to-olosuhteiden vuoksi Poksaselkää parempi. Alueellinen vaihtelu on teytyjen havaintojen perusteella tyypillistä poron aiheuttamille tuhoille. Poksaselän eteläpuolella sijaitsevalla, samaan aikaan perustetulla Kuopsusselän koekentällä hieskoivun luontainen uudistuminen on onnistunut erinomaisesti (Manninen ja Lähde 1981). Samoin on asian laita läheisillä Kittilän kunnan puolella sijaitsevilla uudistusaloilla.

Hehtaaria kohti laskettu koivuntaimien biomassassa oli aitauskäsittelyissä keskimäärin neljä kertaa suurempi ja lehtibiomassassa kuusi kertaa suurempi kuin aitaamattomalla alalla. Koivun lehdet ovat etenkin alkukesällä porolle tärkeä ravinnonlähde (Bergerud 1972, Haukioja ja Heino 1974). Laidunnus jatkuu koko kesän ja poron on laskettu syövän kuiva-aineena ilmaistuna 25 kg koivun lehtiä vuodessa (Haukioja ja Heino 1974). Lehtien riipimisen on todettu selvästi heikentävän rauduskoivun kasvua (Bergström ja Danell 1995). Riipimisen yhteydessä koivun verso voi katketa tai kasvupiste vaurioitua, ja kasvua vähentää myös yhteyttävän lehtibiomassan menetys. Bergström ja Danell (1995) totesivat riivittyjen koivujen tuottavan kuitenkin myöhäislehtien muodostumisen ansiosta kasvukauden aikana yhtä paljon lehtibiomassaa kuin kontrollitaimet.

Lehtien kuiva-ainepitoisuus oli noin 15 % suurempi aitaamattomalla alalla kuin aidan sisällä. Tähän voi osittain olla syynä se, että vaurioituneessa lehtimassassa on suhteessa enemmän lehden ruotiosia kuin vaurioitumattomassa. Toinen selitys voi olla, että koivu varhaislehtien riipimisen jälkeen tuottaa myöhäislehtiä, joiden kuiva-ainepitoisuus ja kemiallisten haitta-aineiden kuten fenolien pitoisuus on varhaislehtiä suurempi. Myöhäislehdet ovat ilmeisesti varhaislehtiä vähemmän houkuttelevaa ravintoa lehtiä syöville nisäkkäille ja hyönteisille (Niemelä ym. 1979, Hjältén ja Palo 1992, Bergström ja Danell 1995).

Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että porojen kesälaidunalueilla tuoreiden kankaiden kuusikoille ominainen puulajikehitys häiriintyy porotuhojen takia ja on mahdollista, että koivun osuus metsikön myöhemmissä kehitysvaiheissa jää normaalia selvästi pienemmäksi. Samansuuntaisia tuloksia on raportoitu hirvituhojen vaikutuksesta puulajisukcessioon (Hytteborn ym. 1987, Thompson ym. 1992). On tosin mahdollista, että tiheähkön kuusentaimikon sulkeutuessa porot eivät enää viihdy alueella ja laidunnuspaineen pienentyessä koivun pituuskehitys elpyy (Andrén ja Angelstam 1993). Tällaisesta kehityksestä ei tosin viimeisimmässä inventoinnissa vielä ollut viitteitä havaittavissa.

Porotuhojen vaikutus voi Poksaselän alueella teytyjen havaintojen perusteella olla suuri hakkuualojen lisäksi myös vanhoissa kuusimetsissä. Porot riipivät koivuryhmistä nousevia vesoja ja voivat vaikeuttaa lahovikojen ohella koivuryhmien uudistumista. Näin ollen koivun osuus puustosta voi laskea jatkuvasti, mikäli metsäpaloja ei esiinny alueella. Ilmiön tutkimiseksi on Pomokaira perustettu uusia aitauskokeita, joilla pyritään lisäksi selvittämään maankäsittelyn ja koivusiemenpuuston vaikutusta hieskoivun ja kuusen uudis-

tumiseen. Koivun osuuden pieneneminen tuoreiden kankaiden puustossa johtaa ajan myötä sekä lahoppuun että lehtikarikkeen vähenemiseen aitaamattomilla alueilla. Tulevaisuudessa olisikin selvitettävä, miten tämä kehitys vaikuttaa näiden metsiköiden monimuotoisuuteen ja kasvuun.

## Kirjallisuus

- Andrén, H. & Angelstam, P. 1993. Moose browsing on Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *Journal of Applied Ecology* 30: 133–142.
- Berg, B. & Staaf, H. 1986. Release of nutrients from decomposing white birch leaves Scots pine needle litter. *Pedobiologia* 30: 55–63.
- Bergerud, A.T. 1972. Food habits of Newfoundland caribou. *Journal of Wildlife Management* 36(3): 913–923.
- Bergström, R. & Danell, K. 1995. Effects of simulated summer browsing by moose on leaf and shoot biomass of birch, *Betula pendula*. *Oikos* 72: 132–138.
- Bryant, J.P. & Kuropat, P.J. 1980. Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates: The role of plant chemistry. *Annual Review of Ecological Systems* 11: 262–285.
- Danell, K. & Huss-Danell, K. 1985. Feeding by insects and hares on birches earlier affected by moose browsing. *Oikos* 44: 75–81.
- Densmore, R.V. & Page, J.C. Paper birch regeneration on scarified logged areas in South-central Alaska. *Northern Journal of Applied Forestry* 9(2): 63–66.
- Etholén, K. 1978. Kokemuksia visakoivun kasvatuksesta Lapissa. Summary: Experimental growing of curly birch in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 12(4): 264–274.
- Haukioja, E. & Heino, J. 1974. Birch consumption by reindeer (*Rangifer tarandus*) in Finnish Lapland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 11: 22–25.
- Heikinheimo, O. 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 5: 1–132.
- Helle, T. 1994. Poron laidunnuksen vaikutus metsänrajametsien primaarisuksessioon. Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 539: 60–70.
- & Kajala, L. 1992. Browsing of sub-arctic birch forests by reindeer. Disturbance related dynamics of birch and birch dominated ecosystems. A Nordic Symposium on Iceland in 1992. Iceland Forest Research Institute. Extended abstracts, s. 25–27.
- & Lyykorpi, A. 1987. Oraniemen palkisen porot vesakon kimpussa. *Poromies* 1987 (1): 32–34.
- Helminen, M., Valanne, K., Pirkola, A. & Sten, I. 1966. Metsäjäniksen ja rusakon kesä-ravinnosta. *Suomen Riista* 18: 133–144.
- Hewson, R. 1977. Browsing by mountain hare *Lepus timidus* on trees and shrubs in north-east Scotland. *Journal of Zoology* 182(2): 168–171.
- Hjältén, J. & Palo, T. 1992. Selection of deciduous trees by free ranging voles and hares in relation to plant chemistry. *Oikos* 63: 477–484.
- Hytteborn, H., Packham, J.R. & Verwijst, T. 1987. Tree population dynamics, stand structure and species composition in the mountain virgin forest of Vallibäcken, northern Sweden. *Vegetatio* 72: 3–19.
- Kinnaird, J.W. 1974. Effect of site conditions on the regeneration of birch (*Betula pendula*

- Roth and *B. pubescens* Ehrh.). *Journal of Ecology* 62(2): 467–472.
- Kullman, L. 1991. Structural change in a subalpine birch woodland in North Sweden during the past century. *Journal of Biogeography* 18(1): 53–62.
- Kurkela, T. 1994. Metsän taudit. Metsäpatologian perusteet. Otatiето Oy, Espoo. 320 s.
- Laitakari, E. 1934. Koivun juuristo. Summary: The root system on birch (*Betula verrucosa* and *odorata*). *Acta Forestalia Fennica* 41(2): 1–216.
- Lehtonen, J. 1987. Recovery and development of birch forests damaged by *Epirrita autumnata* in Utsjoki area, North Finland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 20: 35–39.
- Lehtonen, J. & Heikkinen, R.K. 1995. On the recovery of mountain birch after *Epirrita* damage in Finnish Lapland, with a particular emphasis on reindeer grazing. *Ecoscience* 2(4): 349–356.
- Lähde, E. & Raulo, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of silver birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(6): 1–30.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 23: 1–32.
- Manseau, M., Huot, J. & Crête, M. 1996. Effects of summer grazing by caribou on composition and productivity of vegetation: community and landscape level. *Journal of Ecology* 84: 503–513.
- Mikola, P. 1960. Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in southern and northern Finland. *Oikos* 11: 161–166.
- Mäkitalo, K. 1987. Kuusen luontaisesta uudistamisesta korkealla paksusammaltyypin maalla. *Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 32–46.
- Mälkönen, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(4): 1–87.
- Mälkönen, E. 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. *Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku koivikossa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(5): 1–35.
- Oksanen, L., Moen, J. & Helle, T. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. Relative importance of climate and grazing. *Acta Botanica Fennica* 153: 93–105.
- Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Vartuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631: 1–19.
- Raulo, J. & Lähde, E. 1977. Rauduskoivun viljelytuloksia Lapissa. Summary: Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 325: 1–10.
- & Lähde, E. 1981. Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa. Summary: Sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 461: 1–12.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. *Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 92 (7): 1–37.
- Saarenmaa, L. & Leppälä, T. 1995. Fill-in seedlings in constituting the stocking of Scots

- pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 29(2): 141–150.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta Forestalia Fennica* 62(4): 1–408.
- Thompson, I.D., Curran, W.J., Hancock, J.A. & Butler, C.E. 1992. Influence of moose browsing on successional forest growth on black spruce sites in Newfoundland. *Forest Ecology and Management* 47: 29–37.

# Talvilaitumet ja niiden kunto Suomen poronhoitoalueella

---

Jouko Kumpula<sup>1)</sup>, Alfred Colpaert<sup>2)</sup> ja Mauri Nieminen<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Porotutkimusasema,  
99910 Kaamanen

<sup>2)</sup>Oulun yliopisto, Maantieteen laitos, 90570 Oulu

## Johdanto

Muutos perinteisestä poronhoidosta markkinatalouteen sidottuun poroelinkeinoon on ollut verrattain nopea. Viime aikoihin asti yhtenä porotalouden selvimpänä tavoitteena onkin ollut elinkeinon bruttotuoton nostaminen. Tähän päämäärään on ensisijassa pyritty kasvattamalla porolukuja muuttuneiden poronhoitomenetelmien avulla. Porojen ruokinta, loislääkintä ja vasatureastus ovat tulleet poronhoitoon jäädäkseen.

Muuttuneet poronhoitomenetelmät mahdollistivat porokannan tasaisen nousun 1980-luvun alusta lähtien aina 1990-luvun alkuun. Huomattavin nousu poromäärissä tapahtui poronhoitoalueen pohjoisosassa, jossa porotiheydet ovat kaksin- jopa kolminkertaiset eteläosiin verrattuna. Useiden paliskuntien suurimpia sallittuja porolukuja nostettiin tasolle, jossa ne eivät ole olleet koskaan aikaisemmin. Tästä huolimatta suurimmat sallitut poroluvut ylittyivät, mikä johti 1990-luvun alussa voimakkaisiin porojen pakkovähennyksiin paliskunnissa.

Tällä hetkellä poromäärät ovat selvästi alle suurimpien sallittujen porolukujen. Erityisesti poronhoitoalueen pohjoisosassa porolukujen laskusuunta on ollut selvä, mikä johtuu jo edellä mainitusta poromäärien leikkaamisesta, mutta kytketty myös talvilaidunten heikkoon tilaan ja viime vuosina vallinneisiin epäedullisiin sääolosuhteisiin talvikautena.

Poronhoidossa tapahtuneisiin muutoksiin on useita syitä. Syyt löytyvät koko yhteiskunnassa tapahtuneista muutoksista ja ovat samalla kertaa sekä taloudellisia että sosiaalisia. Myös muut elinkeinot erityisesti metsätalous, ovat vaikuttaneet poronhoitoon, ohjaillemalla porojen laiduntamista ja siirtämällä porojen käytettävissä olevien talviravintovarojen painopistettä keski- ja loppupalvesta syksyyn ja alkutalveen.

Monista muutoksistaan huolimatta poronhoito on yhä edelleen sidottu hyvin pitkälle ympärillään oleviin resurssihin. Porolaitumet muodostavat näistä tärkeimmän resurssin. Siksi laidunvarojen tutkiminen ja inventoiminen on oleellinen osa poronhoidon ja porotalouden kehitystä, jatkuvuutta ja kannattavuutta.

## Aineisto ja menetelmät

### *Talvilaidunten inventointi vuosina 1995–96*

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen porotutkimus on kehittänyt Oulun yliopiston maantieteen laitoksen kanssa yhteistyössä menetelmää, jolla porolaidunten määriä ja kuntoa sekä laiduntilanteessa tapahtuvia muutoksia voidaan seurata paliskuntatasolla koko poronhoitoalueella. Kehitetty laiduninventointimenetelmä perustuu maastokoeala-aineistoon ja Landsat 5 TM kuvien tulkinnaan (Colpaert ym. 1995, Kumpula ym. 1995). Maa- ja metsätalousministeriö rahoitti tutkimuksen, jossa talvilaitumet inventoitiin kyseisellä menetelmällä koko poronhoitoalueella vuosina 1995–96. Inventoinnista on julkaistu kaksi väliraporttia (Kumpula ym. 1996a ja b) ja inventoinnin lopulliset tulokset kokoaava yhteenveto (Kumpula ym. 1997a).

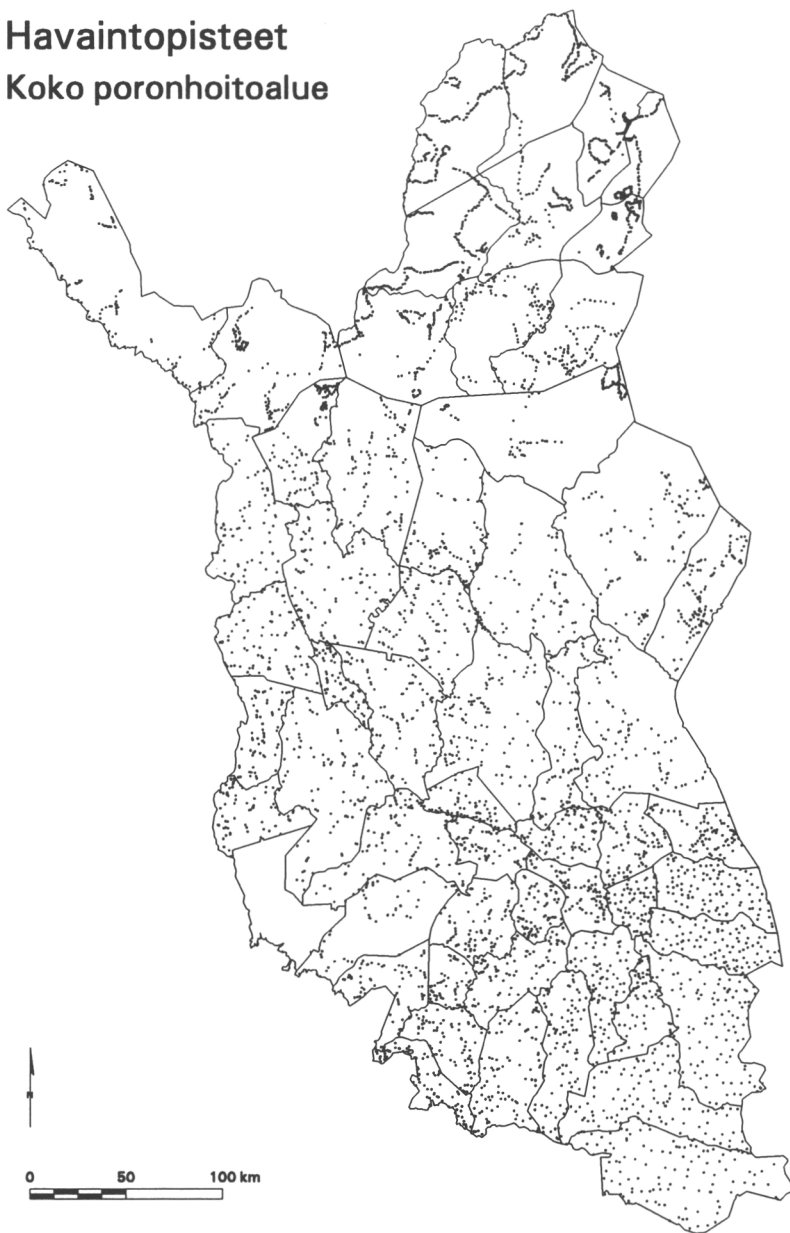
Inventointi perustuu yhteensä 5 392 koealaan poronhoitoalueella (kuva 1). Koealat valittiin satunnaisesti eri tyyppisiltä talvilaitumilta eri puolilta paliskuntia. Koealojen valinnassa käytettiin apuna mm. satelliittikuvilta vedostettuja värikompositiokuvia ja topografikarttoja. Koealojen sijainti määritettiin GPS-laitteilla ja lisäksi koealat merkittiin topografikartoille (1 : 50 000). Koealojen kasvupaikkatyyppi, kasvillisuus ja puusto arvioitiin. Maastossa koealat luokitettiin ennalta määrittäytyihin laidun- ja maastoluokkiin, joita oli koko poronhoitoalueella yhteensä 21 kpl.

Poronhoitoalueelta valittiin 21 Landsat-5 TM kuvaa, joiden luokitus tehtiin ohjattuna luokituksena maximum likelihood -menetelmällä ERMapper 5.2 ohjelmalla. Satelliittikuvien luokituksen pohjana olivat kyseiset 21 erillistä laidun- ja maastoluokkaa ja kuvien tulkinnaassa käytettiin tukialueina maastossa tutkittuja koealoja. Vesistö- ja suoluokkia muodostettaessa käytettiin apuna topografikarttoja.

Luokituksen jälkeen kuvat siirrettiin ARC/INFO-ohjelmistoon ja oikaistiin yhtenäiskoordinaatistoon. Soiden lopullinen luokitus korjattiin luokituksiin maanmittauslaitoksen suomaskin (1 : 100 000) avulla ARC/INFO-gridohjelmistolla.

Luokitettujen satelliittikuvien luotettavuus testattiin aluksi vertaamalla 100:n maastokoealan luokittumisen luotettavuus kuvalla. Luokituksessa pyritiin vähintään 80 %:n luotettavuuteen. Mikäli tätä ei saavutettu, kuvien luokitus tehtiin uudestaan valitsemalla uusiksi tukialueiksi edustavampia maastokoealoja.

## Havaintopisteet Koko poronhoitoalue



Kuva 1. Maastossa tutkittujen koalojen sijainti poronhoitoalueella (n = 5 392).

Taulukko 1. Kaikkien poronhoitoalueella tutkittujen maastokoealojen (n = 5 392) luokittumisen luotettavuus (%) porolaidunmosaiikilla.

Laidunluokka	Luokittunut oikein (%)
Jäkälälaidun	85,7
Luppolaidun	83,0
Lehti-, varpu- ja ruoholaidun	78,2
Suo	83,6
Pelto	40,6
Paljakka, rakka, sora	85,7
Kaikki koealat	80,3

Lopullisten luokitusten jälkeen kuvat yhdistettiin mosaiikiksi. Tämän jälkeen laidunmosaiikkia yksinkertaistettiin muodostamalla seuraavat luokat: *jäkälälaidun; luppolaidun; lehti-, varpu- ja ruoholaidun; suot; paljakka, rakka ja sora; vesi; pilvi*. Tämän jälkeen näiden laidun- ja maastoluokkien luokittumisen luotettavuus laidunmosaiikilla testattiin ARC/INFO-ohjelmaan tehdyllä makro-ohjelmalla (taulukko 1).

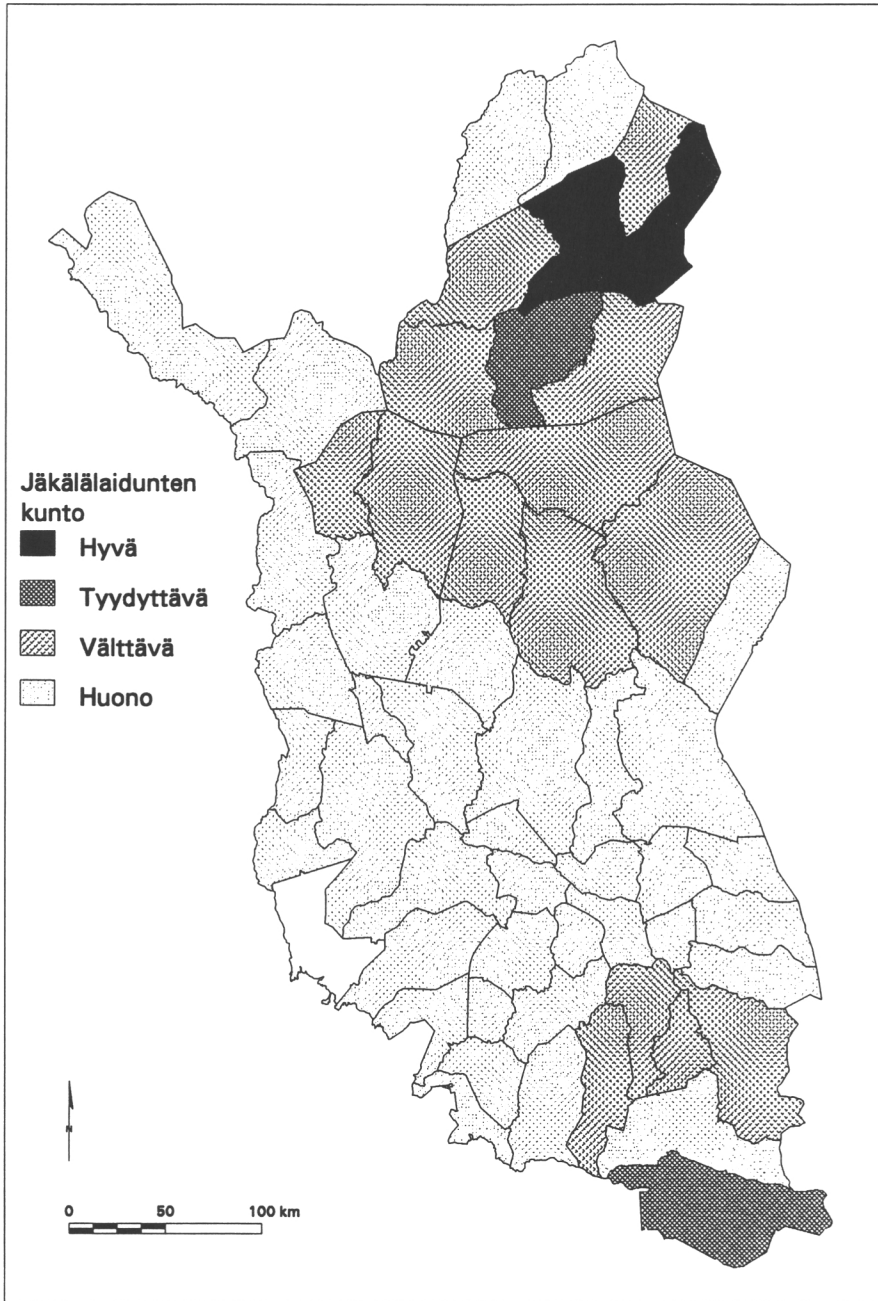
Eri laidunluokkien pinta-alat laskettiin paliskunnittain ja paliskunttien alueista tehtiin laidunkartat. Laidunten kuntoa ja laidun- ja ravintovarojen määrää vertailtiin paliskunnittain. Eri tyyppisten talvilaidunten määrän lisäksi vertailtiin poronjäkälien, lupon ja metsälauhan määriä. Myös eloporoa kohti käytettävissä olevia laidun- ja ravintovaroja vertailtiin paliskunnittain.

## Tulokset ja tarkastelu

### *Talvilaitumet ja niiden tila*

Inventointitulokset osoittivat poronjäkäliköiden olevan suuressa osassa poronhoitoalueen etelä- ja keskiosaa sekä tunturialuetta huonokuntoisia (kuva 2). Parhaassa kunnossa jäkäliköt olivat Metsä-Lapin alueella. Runsaimmin loppoa kasvavat varttuneet kuusimetsät olivat Keminkylän, Sallan, Sodankylän ja Kittilän merkkipiireissä. Niukimmin loppoa oli Läntisen merkkipiirin alueella. Vastaavasti runsaimmin metsälauhaa kasvoi tuoreilla ja kuivahkoilla hakkuu-alueilla Kittilän ja Sodankylän merkkipiirien alueilla ja niukimmin Itäkemijoen merkkipiirin alueella.

Jo visuaalisesti poronhoitoalueen laidunkarttaa tarkasteltaessa havaitaan pääosan jäkäliköistä keskittyvän poronhoitoalueen pohjoisosaan (kuva 3). Suhteellisesti eniten poronjäkäliköitä on Vätsärin paliskunnassa, jossa niiden osuus maa-alasta on hieman yli 50 % ja vähiten muutamissa poronhoitoalueen lounaisimman osan paliskunnissa, joissa niitä on maa-alasta vain noin 3 %. Jos vertaillaan ns. erityisesti poronhoitoa varten tarkoitettua alueen paliskuntia eli 20 pohjoisinta paliskuntaa, on jäkäliköiden kunto tällä alueella keskimäärin



Kuva 2. Jäkälälaidunten kunto ponaohitoalueen paliskunnissa.

Taulukko 2. Jäkälän määrä jäkälälaitumilla ja eri tyyppisten talvilaidunten osuus maa-alasta poronhoitoalueella.

JÄKÄLÄN MÄÄRÄ JÄKÄLÄLAITUMILLA				
PORONHOITOALUEEN				
Muuttuja	POHJOISOSA		KESKI- JA ETELÄOSA	
	keskimäärin	vaihteluväli	keskimäärin	vaihteluväli
kokonaispeittävyys (%)	36,8	15,1–57,2	22,5	3,4–40,5
elävän osan pituus (mm)	21,9	13,0–32,5	16,1	10,0–35,6
laskennallinen biomassa (kg/ha)	1 017	248–2 230	446	73–1 454
% maa-alasta				
	keskimäärin	vaihteluväli	keskimäärin	vaihteluväli
jäkälälaidunta	22,8	7,5–51,6	10,5	3,0–18,8
luppolaidunta	31,4	1,2–67,8	24,7	11,1–37,4
varpu- ja heinälaidunta	24,0	8,4–39,0	25,6	17,7–44,3

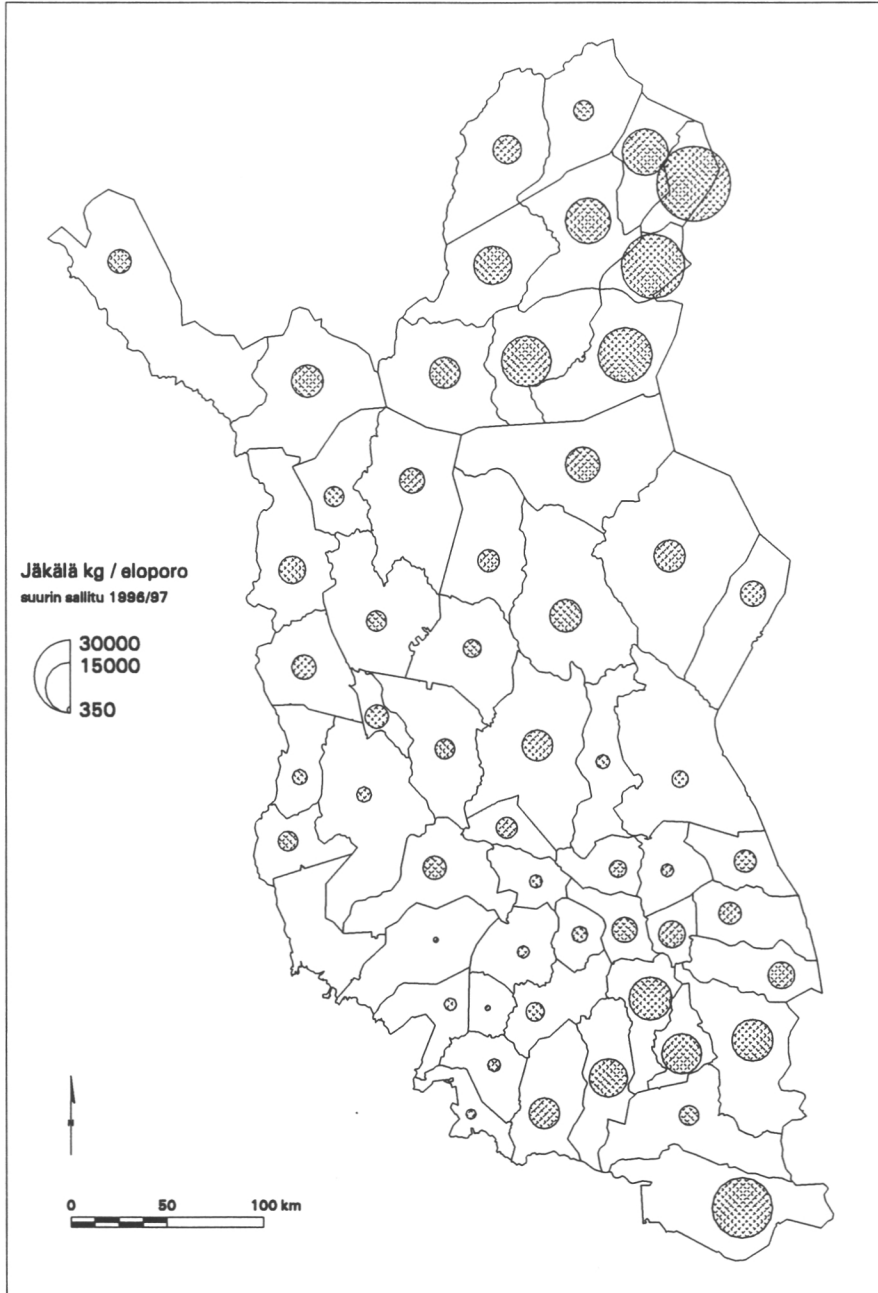
Taulukko 3. Suurimpien sallittujen eloporomäärien avulla laskettu eloporotiheys maa-alueella sekä talvilaidun- ja ravintovarojen määrä eloporoa kohti poronhoitoalueella.

PORONHOITOALUEEN				
Muuttuja	POHJOISOSA		KESKI- JA ETELÄOSA	
	keskimäärin	vaihteluväli	keskimäärin	vaihteluväli
porotiheys (eloporoa/km <sup>2</sup> )	2,7	1,5–3,3	1,5	0,8–2,9
jäkälälaidunta (ha/eloporo)	8,4	2,4–15,7	7,2	3,1–14,7
luppolaidunta (ha/eloporo)	12,3	0,4–28,5	17,6	9,2–33,0
varpu- ja heinälaidunta (ha/ep)	9,1	3,5–13,9	19,5	6,8–42,0
jäkälää (kg/eloporo)	9 140	2 440–31 266	3 751	303–21 328
luppoa saatavilla (kg/eloporo)	35,8	0,3–108,2	50,9	12,8–122,1
metsälauhaa (kg/eloporo)	2 003	824–5 454	2 637	1 013–5 577

parempi, ja jäkäläkoita on suhteellisesti enemmän maa-alasta kuin muulla poronhoitoalueella (taulukko 2). Kuitenkin näiden kahden suuralueiden sisällä on paliskuntien välillä suuriakin eroja jäkäläkoiden kunnossa ja runsaudessa.

Poroa kohti käytettävissä olevien talvilaidun- ja ravintovarojen määrissä oli paliskuntien välillä verrattain suuria eroja (taulukko 3). Muutamissa Metsä-Lapin alueen paliskunnissa jäkälää oli poroa kohti käytettävissä monikymmenkertaisesti verrattuna erityisesti poronhoitoalueen lounaisimman osan paliskuntaan. Toisaalta myös poronhoitoalueen pohjoisosissa oli paliskuntia, joissa jäkälää oli melko vähän poroa kohti käytettävissä (kuva 4).

Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosassa oli keskimäärin hieman enemmän metsälauhaa ja luppoa poroa kohti käytettävissä kuin pohjoisosassa, mutta alueiden sisällä oli paliskuntien välillä myös selviä eroja näiden ravintovarojen runsaudessa poroa kohti.



Kuva 4. Suurimpien sallittujen porolukujen avulla laskettu poronjäkäjän määrä eloporoa kohti (kg / eloporo) poronhoitoalueen paliskunnissa.

## *Talvilaitumet ja porokannan tuottavuus*

Laiduninventoinnin antamia tietoja poronhoitoalueen 20 pohjoisimman paliskunnan talvilaidun- ja ravintovaroista vertailtiin kyseisten paliskuntien porokannan lisääntymiseen ja tuottavuuteen poronhoitovuosien 1987–95 aikana (Kumpula ym. 1997b). Tiedot porokannan lisääntymisestä ja tuotosta kyseiseltä ajalta saatiin Paliskuntain yhdistyksen pitämistä porotalouden tilastoista.

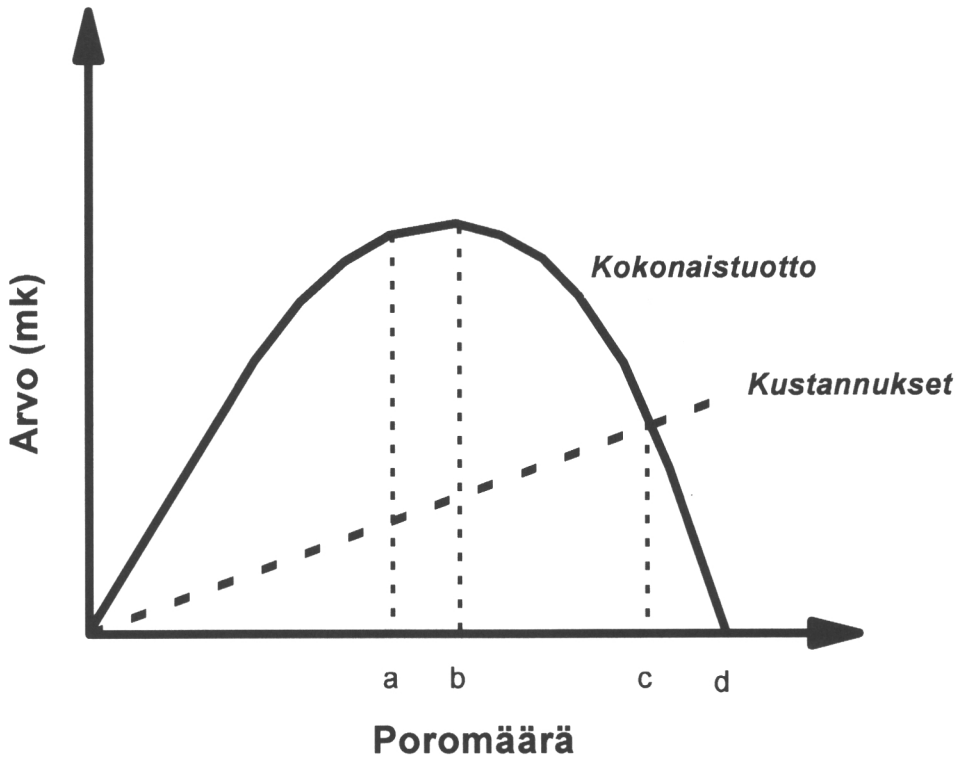
Kaikkien kangasmaiden voidaan katsoa edustavan hyvin eri tyyppisiä talvilaitumia ja kuvaavan talvilaidunten kokonaismäärää paliskunnissa. Vertailu osoitti vuosien 1987–95 aikana vasatuoton olevan keskimääräisesti pienin niissä paliskunnissa, joissa oli korkeimmat porotiheydet kangasmailla. Myös erityisen huonot vasavuodet olivat tyypillisiä niissä paliskunnissa, joissa kangasmaa-alaa kohti oli paljon poroja.

Sama asia näkyi vertailtaessa paliskuntia kyseisenä ajanjaksona jäkäliköiden kunnan perusteella. Niissä paliskunnissa, joissa jäkäliköt olivat heikoimmassa kunnossa vasatuotto oli keskimääräisesti mitattuna pienin ja siinä oli myös eniten vaihtelua vuosien välillä. Vertailu osoittaa talvilaidunten määrällä ja kunnolla olevan selvä vaikutus luonnonlaitumilla laiduntavien porojen kuntoon ja tuottavuuteen.

Teuraspainoja vertailtaessa havaittiin paliskuntien kokonaismaa-alaa kohti laskettujen porotiheyksien selittävän parhaiten paliskuntien teuraiden keskipainojen eroja. Keveimmät teuraat olivat niissä paliskunnissa, joissa oli maa-alaa kohti laskettuna suurimmat porotiheydet. Tämä kertoo poroa kohti käytettävissä olevien kesä- ja syyslaidunten määrän vaikuttavan selvimmin porojen kokoon ja kuntoon syksyllä.

Vasatuotto ja teuraspainot säätelevät suoraan porokannan tuottavuutta. Edelliset vertailut osoittivat laidunten määrän ja kunnan vaikuttaneen vasatuottoon ja teuraspainoihin ja siten rajoittaneen porokannan tuottavuutta poronhoitoalueen pohjoisosassa vuosina 1987–95. Poromäärien kasvaessa laitumilla liiaksi porokannan tuottavuus putoaa alas.

Porokannan tuottavuuden putoaminen näkyy parhaiten vertailtaessa eloporoa kohti tuotettua poronlihamäärää. Mitä vähemmän poronhoitoalueen pohjoisosan paliskunnissa oli talvilaitumia eloporoa kohti vuosina 1987–95, sitä pienempi oli poronlihan tuotto eloporoa kohti. Myös jäkäliköiden kunto paliskunnissa vaikutti porokannan tuottavuuteen. Niissä 10 poronhoitoalueen pohjoisosan paliskunnassa, joissa jäkäliköiden kunto oli huonoin, vasatuotto jäi keskimäärin vuosina 1987–95 yli 10 % huonommaksi kuin vastaavasti niissä 10 paliskunnassa, joissa jäkäliköiden kunto oli paras. Eloporoa kohti lasketun lihantuoton ero oli näiden paliskuntaryhmien välillä keskimäärin lähes 4 kg.



Kuva 5. Malli porotalouden tuoton muodostumisesta eri poromäärillä tietyllä, rajallisella alueella, kun ensisijassa ympäristötekijät rajoittavat tuottavuutta. Porotaloudessa saavutetaan pisteessä a) maksimaalinen nettotuotto ja pisteessä b) maksimaalinen bruttotuotto. Pisteessä c) nettotuotto on nolla ja pisteessä d) bruttotuotto on nolla.

### *Laidunten kunto, hoitokustannukset ja puhdas tuotto porotaloudessa*

Luonnonlaitumiin perustuvan porotalouden tuoton muodostuminen voidaan esittää tietyllä, rajallisella alueella yksinkertaisella mallilla, jossa sekä pototalouden tuotto että kustannukset lasketaan aluksi poroa kohti. Porojen kokonaismäärä laitumilla ratkaisee, missä kunnossa alueen laitumet ovat ja millainen bruttotuotto porokarjasta saadaan poroa kohti. Kun bruttotuotto lasketaan mallissa porojen kokonaismäärälle ja malliin lisätään vielä kiinteiden, poroa kohti määräytyvien yksikkökustannusten kokonaisarvo, saadaan kuva porotalouden brutto- ja nettotuoton muodostumisesta poromäärän kasvaessa (kuva 5).

Havaitaan, että poromäärän nousu tiettyyn rajaan asti kasvattaa porotalouden bruttotuottoa, mutta tämän rajan jälkeen porotalouden bruttotuotto alkaa pienentyä. Tämä johtuu ennen kaikkea pienenevästä porotalouden yksikkötuotosta. Tietyissä pisteessä porokarjan lisääntymistulos on jo niin heikko, ettei

karjasta voida teurastaa yhtään eläintä ilman, että karjan koko pienenee. Tässä pisteessä porotalouden bruttotuotto on nolla.

Porotalouden kiinteiden yksikkökustannusten kokonaisarvo vaikuttaa tuottoon siten, että porotalouden nettotuotto eli poromiesten käteen jäävä tuotto saavutetaan pienemmällä poromäärällä kuin maksimaalinen bruttotuotto saavutetaan. Porolaidunten rajallisuus ja toisaalta tuotantokustannukset asettavat tietyt enimmäisrajat paliskuntien porotalouden nettotuotolle.

Yhteenvedona voidaan todeta, että luonnonlaitumilla harjoitettavan porotalouden nettotuottoa maksimoitaessa avainasemassa ei ole laidunten kestävyyskannalta enimmäisporolukujen ylläpitäminen vaan porokannan tuottavuuden säilyttäminen ja kustannusten minimoiminen. Laidunten määrä ja kunto kytkeytyy suoraan porotalouden tuottavuuteen ja kustannuksiin ja sitä kautta koko porotalouden kannattavuuteen. Luonnonlaitumiin perustuvan porotalouden kannattavuuden yksi perusedellytyksistä onkin pitää laitumet vähintäänkin kohtalaisessa kunnossa.

## Kirjallisuus

- Colpaert, A., Kumpula, J. & Nieminen, M. 1995. Remote sensing – A tool for reindeer rangeland management. *Polar Record* 31(177): 235–244.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Nieminen, M. 1995. Luontaisten syys- ja talvilaidunvarojen inventointi poronhoitoalueella satelliittikuvien avulla: laidunvarojen vaikutus poronhoitoon RKTL/Porotutkimus Tutkimusraportti, 73 sivua ja 43 liitettä.
- , Colpaert, A. Kumpula, T. & Nieminen, M. 1996a. Poronhoitoalueen pohjoisosan porolaidunten inventointi. RKTL/Porotutkimus Tutkimusraportti, 26 sivua, 76 liitettä ja 21 karttaliitettä.
- , Colpaert, A. Kumpula, T. & Nieminen, M. 1996b. Poronhoitoalueen keski- ja eteläosan porolaidunten inventointi. RKTL/Porotutkimus Tutkimusraportti, 34 sivua, 147 liitettä ja 12 karttaliitettä.
- , Colpaert, A. ja Nieminen, M. 1997a. Suomen poronhoitoalueen talvilaidunvarat. – Kala- ja riistaraportteja, nro 93. 42 sivua, 11 liitettä ja 34 karttaliitettä.
- , Colpaert, A. ja Nieminen, M. 1997b. Reproduction and productivity of semi-domesticated reindeer in Northern Finland. *Canadian Journal of Zoology* (hyväksyty).

# Poron laidunnuksen vaikutus tunturikoivikoiden rakenteeseen

---

Timo Helle<sup>1)</sup>, Liisa Kajala<sup>2)</sup>, Aarno Niva<sup>1)</sup> ja Matti Särkelä<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema,  
PL 16, 96301 Rovaniemi

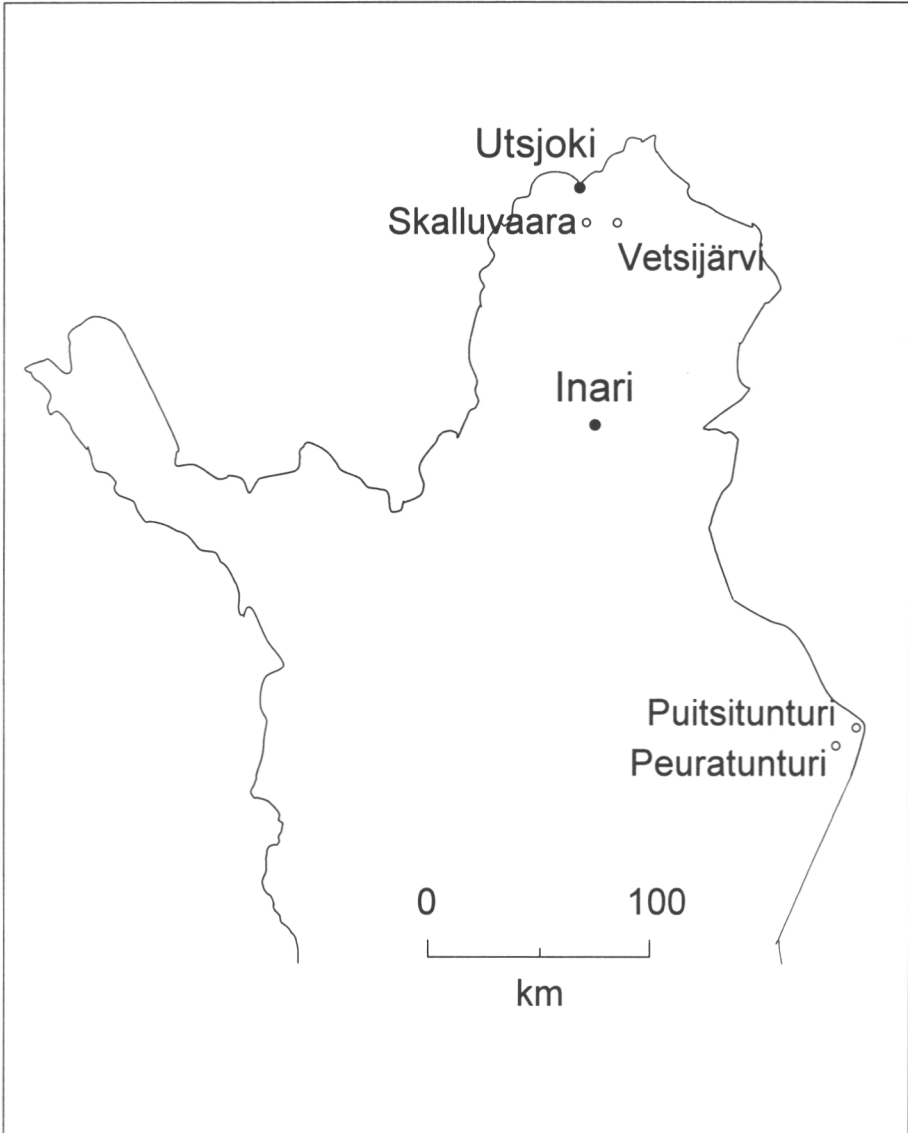
<sup>2)</sup>Metsähallitus, Ylä-Lapin luonnonhoitoalue, 99400 Enontekiö

## Johdanto

Porotalous on merkittävä tulolähde Pohjois-Suomessa ja toisaalta porojen vaikutus pohjoisiin ekosysteemeihin on huomattava. Tutkimuksia poron laidunnuksen vaikutuksista jäkälikköihin on runsaasti (mm. Helle 1966, Bunnell ym. 1973, Kärenlampi 1973, Andrejev 1977, Oksanen 1978, Mattila ja Helle 1978, Mattila 1981, Kautto ym. 1986a, 1986b, Mattila 1988). Samoin laidunnuksen vaikutuksia mäntymetsiin on tutkittu Suomessa etenkin suojametsävyöhykkeellä jo vuosisadan vaihteesta lähtien (Aaltonen 1915a, 1915b, Renvall 1919). Sen sijaan poron laidunnuksen vaikutuksiin tunturikoivikoihin on alettu kiinnittää huomiota vasta viime aikoina (Kullman 1991, Helle 1994, Oksanen ym. 1995). Tunturikoivu (*Betula tortuosa*) on subarktisessa koivumetsävyöhykkeessä (Hämet-Ahti 1963) tärkein primaarituottaja (Kjelvik ja Kärenlampi 1975) sekä porolle merkittävä kesäravinnon lähde (Ahti 1961, Haukioja ja Heino 1974, Nieminen ym. 1976, Nieminen ja Heiskari 1985).

Poro ei pysty tunturimittarin tavoin syömään suuria puita lehdettömiksi, mutta toisaalta poro syö saman alueen koivuja joka vuosi. Kullman (1991) arvioi, että eräiden ajanjaksojen keskimääräistä heikompi tunturikoivun uudistuminen Ruotsin tuntureilla saattaa johtua voimakkaasta hirven tai poron laidunnuksesta. Oksanen ym. (1995) havaitsivat, että poron ja lampaan laidunnuksella on ilmastotekijöiden ohella vaikutusta Pohjois-Fennoskandian tunturikoivikoiden tiheyteen, pituus- ja ikäjakaumaan sekä yksittäisten puiden pituuteen ja kasvatapaan.

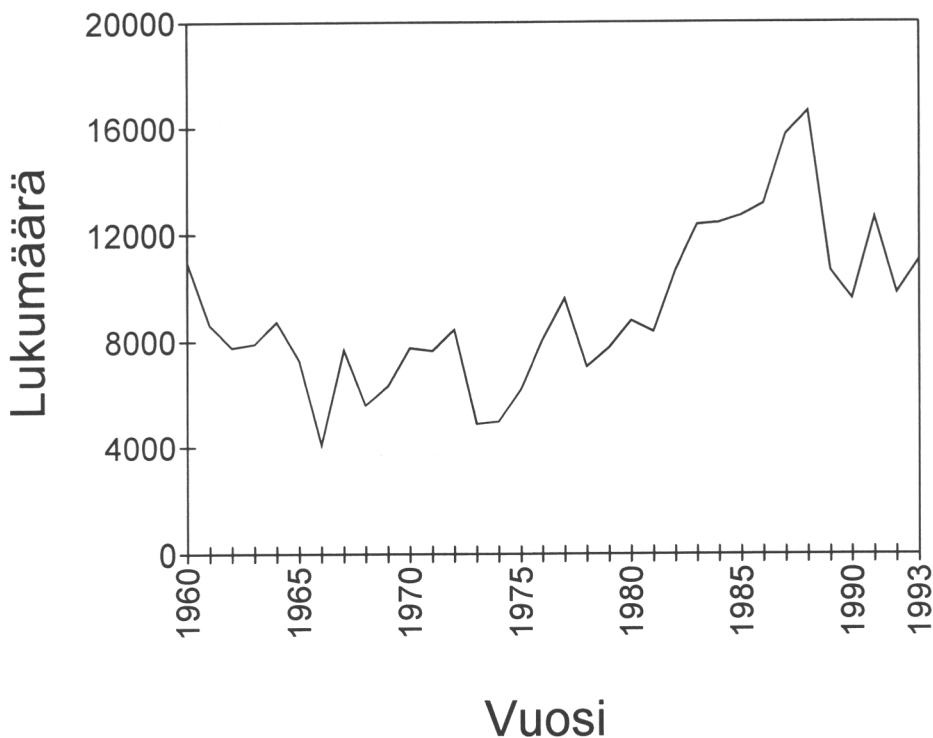
Tutkimuksessa selvitettiin poron laidunnuksen vaikutusta tunturikoivikoiden rakenteeseen 1990-luvun alussa Utsjoella ja Sallassa. Molemmilla alueilla verrattiin porojen voimakkaasti laiduntamaa ja 20–30 vuotta laiduntamatta olutta tunturikoivikkoa.



Kuva 1. Tutkimusalueiden sijainti.

## Aineisto ja menetelmät

Utsjoen laidunnettu tutkimuskohde sijaitsi Kaldoaivin erämaa-alueella, Vetsijärven lounaisosassa ja laiduntamaton Skalluvaaran poroerotusaidan lähistöllä (kuva 1). Alueet kuuluvat subarktiseen koivumetsävyöhykkeeseen, jonka leveys Pohjois-Fennoskandiassa vaihtelee 60–180 kilometriin rajoittuen etelässä

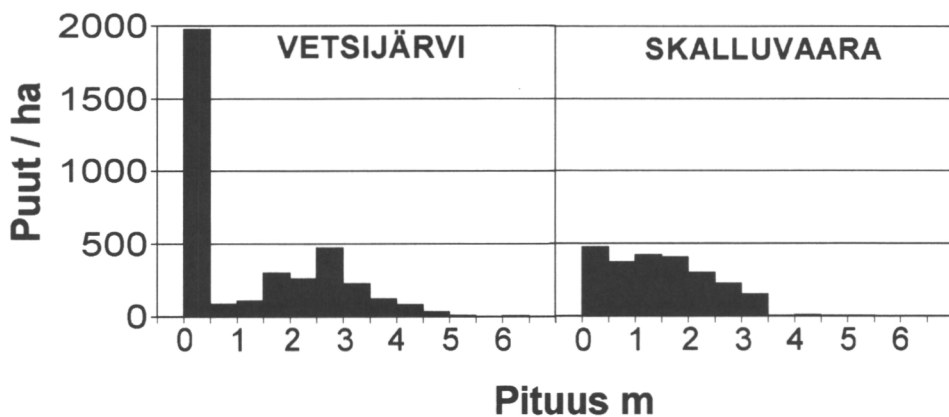


Kuva 2. Utsjoen (Kaldoaivin paliskunnan) kesäporokannan kehitys 1960–1993.

havumetsävyöhykkeeseen ja pohjoisessa Jäämeren tundravöyhykkeeseen (Kalela 1958, 1961, Hustich 1952). Vetsijärvi on 174 metriä merenpinnan yläpuolella ja koealat 280–320 m mpy. Skalluvaaran koealat sijaitsivat 320 m mpy. Metsätyyppinä molemmat edustavat subarktista Empetrum-Lichenes-Pleurozium -tyyppiä (Hämet-Ahti 1963).

Vetsijärven alueella laidunnus on ollut alueella voimakasta yli 200 vuoden ajan, sillä seutu on vanhaa porosaamelaisten kesäasuinaluetta (Itkonen 1948). Laidunnuspaine on lisääntynyt huomattavasti 1960-luvulta lähtien (kuva 2), jolloin tunturimittari (*Oporinia autumnata*) aiheutti laajaa tuhoa Utsjoen alueen tunturikoivikoissa (Kallio ja Lehtonen 1973). Vetsijärven alue säästyi tunturimittarituholta. Porot viihtyvät alueella kesäisin myös siksi, että siellä on avoimia hietikoita, joilla hyönteiset vaivaavat poroja vähemmän kuin rehevämmillä alueilla (Helle ja Aspi 1984). Kun viime vuosina porojen talviruokinta on lisäksi yleistynyt myös Kaldoaivin paliskunnassa ja loistorjunta on tehostunut, kesälaitumien kantokyky on tulossa poromääriä rajoittavaksi tekijäksi. Tutkimusajankohtana paliskunnan porotiheys oli n. 4 poroa/km<sup>2</sup>. Skalluvaaran aluetta porot ovat vältäneet noin 20 vuoden ajan, niin kauan kuin alueella on ollut erotusaita.

Vetsijärveltä mitattiin yhteensä 42 koivukoealaryvästä linjalta, joka ulottui Vetsijärven niemenkärjestä Vudnevarrin laelle. Rypäiden keskinäinen etäisyys



Kuva 3. Siemensyntyisten tunturikoivujen (päärunkojen) pituusjakaumat laidunnetulla (Vetsijärvi) ja laiduntamattomalla (Skalluvaara) alueella.

vaihteli 200–400 metriin. Näin tehdyssä systemaattisessa otannassa yksi ryvä osui aukealle, jolla koivun kasvu oli ilmeisesti estynyt sen vuoksi, että paikalla lumi viipyi myöhään kevääseen. Tämän vuoksi puustotunnusten tarkastelussa rypäiden lukumäärä on 41. Skalluvaarasta mitattiin 20 koivukoealaryvästä.

Kukin ryvä koostui viidestä 25 m<sup>2</sup>:n ympyräkoestalasta. Ympyräkoelat sijoitettiin siten, että ensimmäinen oli keskellä ryvästä ja muiden keskipisteet sijaitsivat siitä 10 metriä kuhunkin pääilmansuuntaan päin. Kultakin ympyräkoestalalta mitattiin koestalalle osuneiden koivujen pituudet, läpimitat, vesojen lukumäärät ja vaivaiskoivun peittävyys. Kustakin koivusta arvioitiin lisäksi, kuinka sen lehtimassa on jakautunut alle ja yli 130 cm:n ositteisiin ja kuinka suuren osan porot olivat syöneet alemmasta ositteesta. Kultakin koestalarypäältä tehtiin myös kasvillisuuskuvaus sekä mitattiin kivisyys, humuksen paksuus ja maannosten profiilit.

Sallassa (kuva 1) selvitettiin poron laidunnuksen vaikutuksia uudistumiseen, kasvuun ja rakenteeseen eri korkeuksilla merenpinnasta. Laidunnettua aluetta kuvaa Peuratunturi ja laiduntamatonta Puitsi, joka sijaitsee poroaidan ja valtakunnanrajan välissä. Tuntsan aineisto on kuvattu tarkemmin toisaalla (Helle 1994).

## Tulokset

Utsjoella poron laidunnus lisäsi siemensyntyisten tunturikoivujen määrää (kuva 3). Alle puolimetrisiä taimia oli laidunnetulla alueella (Vetsijärvi) noin 2000 kpl/ha. Näistä suurin osa oli alle 10 cm. Laiduntamattomalla alueella (Skalluvaara) alle puolimetrisiä taimia oli alle 500 kpl/ha. Valtaosa laidunnetulle alueelle syntyneistä pienistä taimista ei saavuttanut 0,5 metrin pituutta.

Laiduntamattomalla alueella sen sijaan taimien eloonjääminen oli selvästi parempaa. Esimerkiksi pituusluokassa 0,5–1,0 metriä taimia oli laidunnetulla alueella alle 100 kappaletta/ha, kun laiduntamattomalla niitä oli lähes 500 kappaletta/ha. Kuvassa 3 näkyy myös laidunnetun alueen koivujen pituusjakauman kaksihuippuisuus; taimia ja täysikasvuisia puita on runsaasti, mutta näiden väliltä puuttuu kokoluokkia. Toisaalta laiduntamaton aluekaan ei noudata häiriöttämiä kehittyneen normaalimetsän pituusjakaumaa, so. käännteistä J-käyrää, vaan siinä on normaalimetsää vähemmän vaihtuvaa taimiainesta.

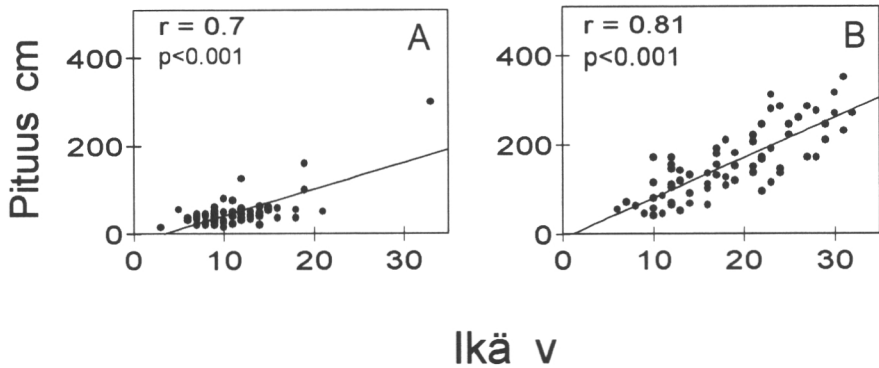
Sallassa koelajojen taimista oli 93 % koivun ja loput kuusen taimia. Sekä koivun että kuusen taimien määrä väheni jyrkästi 300 m mpy yläpuolelle mentäessä. Tämän rajan yläpuolelle sijoittuvilla koelajoilla sekä koivun että kuusen taimia oli enemmän laiduntamattomalla alueella. Koivun taimien valtapituudet olivat laiduntamattomalla alueella 2–3 kertaiset laidunnettuun verrattuna (kuva 4). Myös kuusen taimet olivat laiduntamattomalla alueella pidempiä (Helle 1994).

Sallassa laidunnetulla alueella taimet olivat selvästi nuorempia kuin laiduntamattomalla alueella (kuvat 4 ja 5). Ero oli selvin ylärinteillä, yli 350 m mpy. Sallan aineistosta havaitaan selvästi, että poron laidunnus hidastaa taimikon vakiintumista korkeilla alueilla ja että korkeuden kasvaessa laidunnuksen vaikutus koivikoiden kasvuun voimistuu (Helle 1994).

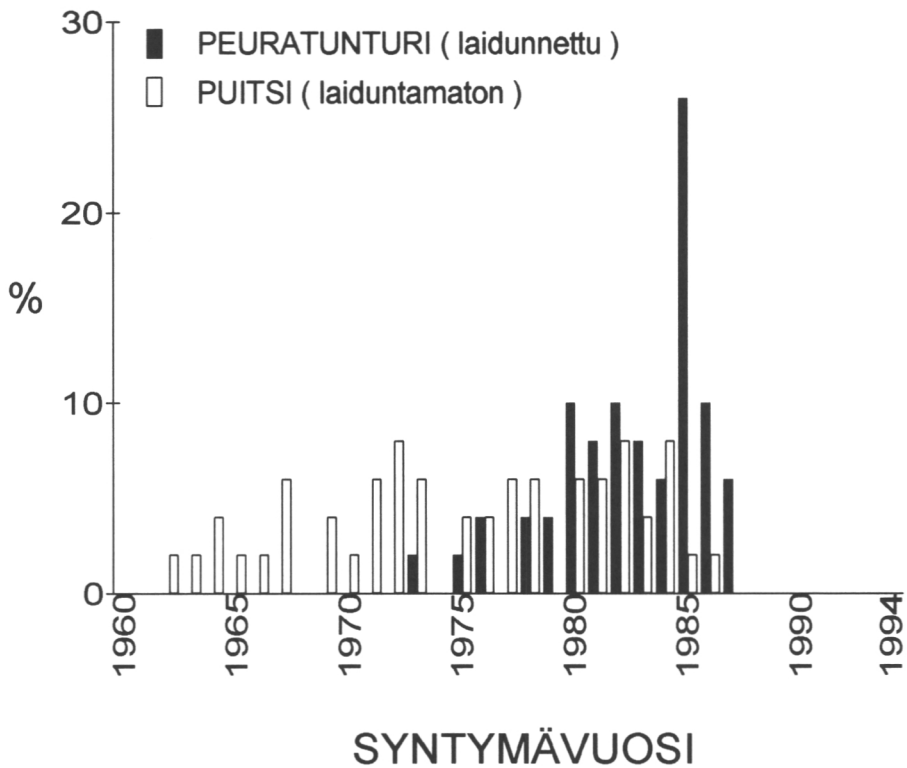
## Tulosten tarkastelu

Tutkimus osoitti, että poron kesäaikaisella laidunnuksella on selviä vaikutuksia tunturikoivikoiden tiheyteen, pituusjakaumaan ja ikärakenteeseen. Tulos on samansuuntainen kuin aiemmissa tunturikoivikoiden rakennetta tarkastelleissa tutkimuksissa (Kullman 1991, Helle 1994, Oksanen ym. 1995). Tulokset sekä Utsjoelta että Sallasta osoittavat, että vaikka siemensyntyistä vaihtuvaa taimiainesta olisikin runsaasti, se ei pääse vakiintumaan, jos alueella on voimakasta ja jatkuvaa poron laidunnusta. Vaihtuvan taimiaineksen suurta määrää laidunnetuilla alueilla selittää jäkäläpeitteen vähäisyys ja paikoitellen paljastunut kivennäismaa. Jäkälän on todettu vaikeuttavan männyn siementen itämistä ja hidastavan taimien kasvua toisaalta kemiallisten inhibiittorien vaikutuksesta ja toisaalta fyysisten vaikutusten kautta (Brown ja Mikola 1974). Poron vaikutus tunturikoivikoiden uudistumiselle on siis kaksitahoinen. Paras tilanne pelkästään tunturikoivun uudistumisen kannalta ajateltuna olisi, että ensin porot valmistaisivat maapohjan siemenen itämiselle otolliseksi ja sen jälkeen ne pidettäisiin poissa alueelta niin kauan kunnes koivun uudistuminen on turvattu (Kullman 1979).

Laidunnuksen vaikutuksesta on laajoja alueita muuttunut puuttomiksi esimerkiksi Islannissa (Aradottir 1991), Isossa-Britanniassa (ks. Wielgolaski 1975), Välimeren alueella (Pignatti 1983) ja Afrikassa (Werger 1983). Esimer-



Kuva 4. Koivujen iän ja pituuden välinen riippuvuus tunturin ylärinteellä laidunnetussa Peuratunturissa (A) ja laiduntamattomalla Puitsilla (B).



Kuva 5. Koivun taimien ikäjaukama Peuratunturin ja Puitsin ylärinteillä.

kiksi Islannissa on metsä- ja pensasalueiden pinta-ala vähentynyt ensimmäisten ihmisten saarelle saapumisen jälkeen kuluneiden 1100 vuoden aikana arvioidusta 25–30 %:sta (25 000–40 000 km<sup>2</sup>) 1 %:iin (1 250 km<sup>2</sup>) (Aradottir 1991). Monessa tapauksessa kyseessä on alueelle tuotu vierasperäinen laji. Poron villi kantamuoto sen sijaan kuuluu pohjoisten metsänrajametsien luontaiseen lajistoon ja se, että poron vaikutukset kasvillisuuteen ovat yleensä selvemmät, johtuu korkeammasta kannan tiheydestä (Bergerud 1980, Helle ja Kojola 1993).

On oletettavaa, että tunturikoivun metsänraja alenee Kaldoaivin alueella, jos laidunnuspaine jatkuu vielä pitkään nykyisellään. Toisaalta tunturikoivulla – toisin kuin muilla suomalaisilla koivuilla – säilyy vesomiskyky hyvin vanhalle iälle saakka ja tyvivesoja muodostuu lähes joka vuosi vaikkei emäpuuta kaadettaisikaan (Mikola 1942). Emäpuun elinvoima alkaa iän myötä vähitellen heikentyä, joten tunturikoivulla ei esiinny itseharvenemista sanan perinteisessä merkityksessä, jolla käsitetään pienimpien runkojen kuolemista isompien runkojen tukahduttamina (Verwijst 1988). Näiden ominaisuuksiensa ansiosta tunturikoivikot ovat uudistuneet sukupolvesta toiseen vesomalla (Mikola 1942) ja koivun puuraja on vakaampi kuin männyn (Kullman 1990). Kallion (1978) mukaan koivun tyvivesat pitävät tavallisissa oloissa huolen siitä, että koivu säilyy kloonina potentiaalisesti kuolemattomana. Tunturimittarituhon onnistui kuitenkin tuhoamaan koivikoita Utsjoella 1350 km<sup>2</sup> alueelta, ja näistä ilmeisesti 50 % muuttuu tuhon seurauksena puuttomaksi tundraksi (Kallio ja Lehtonen 1973, Lehtonen 1987). Vetsijärvellä esiintyy sekä mono- että polykormisia tunturikoivun muotoja. Polykormisten tunturikoivujen vesomiskyky on ymmärrettävästi monokormisia huomattavasti parempi, sillä voidaanhan polykormisuuden katsoa johtuvan juuri voimakkaasta kantovesojen muodostumiskyvystä (Vaarama ja Valanne 1973, Kallio 1978, Kallio ja Mäkinen 1978)

Jos porot muuttaisivat subarktista tunturikoivikkoon puuttomaksi tundraksi, tästä olisi vaikutuksia myös porotaloudelle, sillä koivu on tärkeä poron kesäravintokasvi. Havainnot tunturimittarin tuhoamien koivikoiden kasvillisuudesta viittaavat siihen, että loppojen (*Alectoria* sp.) ja sienien määrä vähenisi (Lehtonen ja Yli-Rekola 1979) ja vaivaiskoivun ja eräiden varpujen määrä lisääntyisi (Lehtonen 1981). Toisaalta tunturimittarituhon aiheuttamat muutokset olivat selvimpiä Myrtillus-Hylocomnium -tyypillä ja muilla kosteilla metsätyypeillä, ei niinkään jäkälän ja variksenmarjan vallitsemilla metsätyypeillä (Kallio ja Lehtonen 1973). Tuulieroosiosta tuskin olisi pelkoa, sillä koivu ei menesty erityisen eroosioherkillä maaperillä (Punkari ja Varjo 1977). Myöskään tunturimittaritutkijat eivät havainnoineet eroosiota, vaan toteavat koivikon muuttuvan puuttomaksi tundraksi (Kallio ja Lehtonen 1973, Lehtonen ja Yli-Rekola 1979).

## Kirjallisuus

- Aaltonen, T. 1915a. Metsien nuorentumissuhteista Pohjois-Suomen jäkäläkankailla. *Metsätaloudellinen aikauskirja* 3: 82–93.
- 1915b. Hieman poron metsänhoidollisesta merkityksestä. *Metsätaloudellinen aikauskirja* 6–7: 211–219.
- 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. *Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 1: 1–319.
- Ahti, T. 1961. Poron ravinnosta ja laitumista. *Lapin tutkimusseuran vuosikirja* 2: 18–28.
- Andrejev, V.N. 1977. Laiduntutkimukset Neuvostoliiton poronhoidon perustana. *Suomen Luonto* 36(2): 142–144.
- Aradottir, A.L. 1991. Population biology and stand development of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) on disturbed sites in Iceland. Ph.D dissertation, Texas A & M University, Austin.
- Bergerud, A.T. 1980. A review of the population dynamics of caribou and wild reindeer in North America. Julkaisussa: Reimers, E., Gaare, E. & Skjenneberg, S. (toim.). *Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium, Roros, Norway, 1979.* Direktoratet for vilt og ferskvannvisk, Trondheim. s. 556–581
- Brown, R.T. & Mikola, P. 1974. The influence of fruticose soil lichens upon the mycorrhizae and seedling growth of forest trees. *Acta Forestalia Fennica* 141. 23 s.
- Bunnell, F.L., Kärenlampi, L. & Russell, D.E. 1973. A simulation model of lichen-Rangifer interactions in Northern Finland. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 10: 1–8.
- Haukioja, E. & Heino, J. 1974. Birch consumption by reindeer (*Rangifer tarandus*) in Finnish Lapland. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 11: 22–25.
- Helle, R. 1966. An investigation of reindeer husbandary in Finland. *Acta Lapponica Fenniae* 5: 1–65.
- 1994. Poron laidunnuksen vaikutus metsänrajametsien primaarisukkessioon. Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). *Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 539: 60–70.
- & Aspi, J. 1984. Do sandy patches help reindeer against insects? *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 19: 57–62.
- & Kojola, I. 1993. Reproduction and mortality of Finnish semi-domesticated reindeer in relation to density and management strategies. *Arctic* 46(1): 72–77.
- Hustich, I. 1952. Barträdarternas polara gräns på norra havklottet. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(29): 1–20.
- Hämet-Ahti, L. 1963. Zonation of the mountain birch forests in northernmost Fennoscandia. *Annales Botanici Societatis 'Vanamo'* 34(4): 127 s.
- Itkonen, T. 1948. Suomen lappalaiset vuoteen 1945. Osa II. Porvoo-Helsinki. s. 69–171.
- Kalela, A. 1958. Die Wald Waldvegetationszonen Finnlands. *Bot. Not.* 111: 353–368.
- 1961. Waldvegetationszonen Finnlands und ihre klimatischen Parallelypen. *Arch. Soc. Vanamo* 16. suppl.: 65–83.
- Kallio, P. 1978. Lapin koivut. Julkaisussa: *Lapin kasvivarat.* *Acta Lapponica Fenniae* 10: 78–83.
- Kallio, P. & Lehtonen, J. 1973. Birch forest damage by *Oporinia autumnata* (Bkh.) in 1965–66 in Utsjoki, N Finland. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 10: 55–69.
- Kallio, P. & Mäkinen, Y. 1978. Vascular flora of Inari Lapland. 4. Betulaceae. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 14: 38–63.
- Kautto, A., Kärenlampi, L. & Nieminen, M. 1986a. Jäkäläisten talvilaidunten kunnan muutos Suomen poronhoitoalueella vuosina 1972–1983. *Poromies* 3: 28–34.

- Lehtonen, E.-M. & Nieminen, M. 1986b. Jäkälät ja poro II. Talvilaitumet ja niiden rakenne – porotalouden perusta. *Poromies* 1: 28–36.
- Kjelvik, S. & Kärenlampi, L. 1975. Plant biomass and primary production of Fennoscandian subarctic and subalpine forest and of alpine willow and heath ecosystems. Julkaisussa: Wielgolaski, F.E. (toim.). *Fennoscandian tundra ecosystems. Part 1: Plants and Microorganisms*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. *Ecological Studies* 16: 111–120.
- Kullman, L. 1979. Change and stability in the altitude of the birch tree-limit in the southern Swedish Scandes 1915–1975. *Acta Phytogeographica Suecica* 65. 121 s.
- 1990. Dynamics of altitudinal tree-limits in Sweden: a review. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 44(2): 103–116.
- 1991. Structural change in a subalpine birch woodland in North Sweden during the past century. *Journal of Biogeography* 18(1): 53–62.
- Kärenlampi, L. 1973. Suomen poronhoitoalueen jäkälämaiden kunto, jäkälämäärät ja tuototarvot vuonna 1972. *Poromies* 40(3): 15–19.
- Lehtonen, J. 1981. Kasvillisuuden muutokset tunturimittarin aiheuttaman tuhon jälkeen. *Luonnon Tutkija* 85(3): 123–126.
- 1987. Recovery and development of birch forests damaged by *Epirrita autumnata* in Utsjoki area, North Finland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 20: 35–39.
- & Yli-Rekola, M. 1979. Field and ground layer vegetation in birch forests after *Oporinia* damage. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 15: 27–32.
- Mattila, E. 1981. Survey of reindeer winter ranges as a part of the Finnish national forest inventory in 1976–1978. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(6): 1–74.
- 1988. Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet. *Folia Forestalia* 713: 1–53.
- & Helle, T. 1978. Keski- ja eteläisen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi. Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland. *Folia Forestalia* 358. 31 s.
- Mikkola, K. & Sepponen, P. 1986. Kasvupaikkatekijöiden ja kasvillisuuden suhteet Luoteis-Enontekiön tunturikoivikoissa. *Folia Forestalia* 674. 30s.
- Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. *Acta Forestalia Fennica* 50: 1–102.
- Nieminen, M., Hyvärinen, H., Helle, T., Väyrynen, P. & Väyrynen, R. 1976. Porojen ravinnosta, kasvusta ja seerumin mineraalipitoisuuksien muutoksista metsä- ja tunturi-alueilla. I. Porojen ravinto ja kasvu. *Poromies* 1: 8–11.
- Nieminen, M. & Heiskari, U. 1985. Porojen kesä- ja syysravinto. *Poromies* 5: 30–35.
- Oksanen, L. 1978. Lichen grounds of Finnmarksvidda, Northern Norway, in relation to summer and winter grazing by reindeer. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 14: 64–71.
- Moen, J. & Helle, T. 1995. Timberline patterns in northernmost Fennoscandia. Relative importance of climate and grazing. *Acta Bot. Fennica* 153: 93–105.
- Pignatti, S. 1983. Human impact in the vegetation of the Mediterranean basin. Julkaisussa: Holzner, W., Werger, M.J.A. & Ikusima, I. (toim.). *Man's impact on vegetation*. Dr W. Junk Publishers, The Hague-Boston-London. Printed in The Netherlands. s. 151–161.
- Punkari, M. & Varjo, M. 1977. Enontekiön eroosioherkät alueet. *Suomen Luonto* 36(2): 119–121.
- Vaarama, A. & Valanne, T. 1973. On the taxonomy, biology and origin of *Betula tortuosa* Ledeb. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 10: 70–84.
- Verwijst, T. 1988. Environmental correlates of multiple-stem formation in *Betula pubescens*

- ssp. *tortuosa*. *Vegetatio* 76(1-2): 29–36.
- Werger, M.J.A. 1983. Tropical grasslands, savannas, woodlands: natural and manmade. Julkaisussa: Holzner, W., Werger, M.J.A. & Ikusima, I. (toim.). Man's impact on vegetation. Dr W. Junk Publishers, The Hague-Boston-London. Printed in The Netherlands. s. 107–137.
- Wielgolaski, F.E. 1975. Comparison of plant structure on grazed and ungrazed tundra meadows. Julkaisussa: Wielgolaski, F.E. (toim.). Fennoscandian tundra ecosystems. Part 1: Plants and Microorganisms. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. *Ecological Studies* 16: 86–93.









Kansikuva: Poronhoitoalueen laidunkartta  
(Kumpula, J., Colpaert, A. & Nieminen, M.)

ISBN 951-40-1616-5  
ISSN 0358-4283