

Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A, No 73

Pinta-alan, maiseman ja habitaattirakenteen merkitys vanhojen metsien lintuyhteisöille

Panu Kuokkanen



METSÄHALLITUS
Luonnonsuojelu

*Julkaisun sisällöstä vastaa tekijä,
eikä julkaisuun voida vedota
Metsähallituksen virallisena
kannanottona.*

*ISSN 1235-6549
ISBN 951-53-1473-9*

Oy Edita Ab, Helsinki, 1997

Kansikuva: Lapintiainen. Jari Kostet.

KUVAILELEHTI

Julkaisija
Metsähallitus

Julkaisun päivämäärä
9.6.1997

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Panu Kuokkanen	Julkaisun laji Tutkimus		
	Toimeksiantaja Metsähallitus, luonnonsuojelu		
	Toimielimen asettamispvm		
Julkaisun nimi Pinta-alan, maiseman ja habitaattirakenteen merkitys vanhojen metsien lintuyhteisöille			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä Pohjoisen havumetsävyöhykkeen metsärakenne on muuttunut metsätaloustoiminnan vuoksi. Metsien ikärakenne on nuorentunut, ja vanhat metsät ovat pirstoutuneet. Tämän seurauksena vanhojen metsien lintulajit ovat vähentyneet, ja ne tarvitsevat erityistä suojeluhuomiota. Tässä tutkimuksessa 1) selvitetään eri ympäristötekijöiden vaikutusta vanhojen metsien lintulajien esiintymiseen ja niiden muodostamien yhteisöjen rakenteeseen erilaisilla habitaatti- ja maisematasoilla. Lisäksi tutkimuksessa 2) tarkastellaan eroavaisuuksia vanhan metsän muutto- ja paikkalintujen elinympäristövaatimuksissa. Lopuksi 3) pohditaan suojelualueiden ympäristörakennetta suhteessa vanhan metsän lintujen elinympäristövaatimukseen. Tutkimusaineisto perustuu Koillis-Suomen 43:lla vanhan metsän alueella tehtyihin linnuston linjalaskentoihin sekä Metsähallituksen kuviotietojärjestelmästä kerättyihin ympäristörakennetta kuvaaviin muuttujiin. Vanhojen metsien lintuyhteisöjen muodostumiseen vaikuttavat monet erilaiset ympäristötekijät. Paikkalintuyhteisöjen diversiteetti oli suurimmillaan alavilla, laajoilla, tuoreilla ja yhtenäisillä vanhan metsän alueilla. Tällaiset alueet ovatkin suojelun kannalta arvokkaimpia. Muuttolintutiheydet olivat suurimpia rikkonaisilla ja pienillä vanhan metsän alueilla, joiden ympäristössä oli runsaasti vanhaa metsää 10 kilometrin säteellä mutta niukasti 20 kilometrin säteellä. Lisäksi tiheyden vaikutti positiivisesti alavien metsien suuri määrä ja itärajan läheisyys. Itärajan läheisyys vaikutti yksittäisistä lajeista etenkin lapintiaisen esiintymiseen positiivisesti. Tulokset osoittavat, että Venäjän hakkaamattomilla vanhoilla metsillä ja sieltä tulevalta yksilötäydennyksellä on positiivinen vaikutus joidenkin lajien suomalaispopulaatioihin. Metsän korkeus merenpinnasta näyttää olevan tärkein vanhojen metsien lintuyhteisöjen rakenteeseen vaikuttava tekijä: linnusto on runsainta alavilla alueilla. Paikka- ja muuttolintujen elinympäristövaatimukset erosivat toisistaan selvästi. Paikkalinnut suosivat laajoja ja yhtenäisiä, pirstoutumattomia alueita, kun taas muuttolintutiheydet olivat suurimpia pienemmillä ja pirstoutuneilla, runsaan reunavaikutuksen alueilla. Paikkalinnut siis kärsivät metsien pirstoutumisesta ja muuttolinnut hyötyvät siitä.			
Avainsanat vanhat metsät, lintuyhteisöt, yhteistöekologia, maisemaekologia			
Muut tiedot pro gradu -tutkielma Oulun yliopiston biologian laitokselle			
Sarjan nimi ja numero Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 73	ISSN 1235-6549	ISBN 951-53-1473-9	
Kokonaissivumäärä 38	Kieli suomi	Hinta 30,-	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja Metsähallitus, luonnonsuojelu	Kustantaja Metsähallitus		

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare

Forststyrelsen

Utgivningsdatum

9.6.1997

Författare (uppgifter om organet, organets namn, ordförande, sekreterare)		Typ av publikation	
Panu Kuokkanen		Studie	
		Uppdragsgivare	
		Forststyrelsen, naturskydd	
		Datum för tillsättandet av organet	
Publikation			
Arealens, landskapets och habitatstrukturens betydelse för fågelsamhällen i gamla skogar			
Publikationens delar			
Referat			
<p>På grund av ekonomiskogsbrukets aktiviteter har skogens struktur förändrats inom den nordliga barrskogsregionen. Skogarnas åldersstruktur har blivit yngre och de gamla skogarna har splittrats. Som en följd härav har de för gamla skogar typiska fågelarterna minskat och de behöver därför särskild skyddsomsorg. I denna studie 1) utreds olika miljöfaktors effekter på förekomsten av för gamla skogar typiska fågelarter och på strukturen för dessa fågelarters samhällen på olika habitat- och landskapsnivåer. 2) Ytterligare analyserar studien skillnader i kraven på livsmiljöer för flyttfåglar och stannfåglar i gamla skogar. Slutligen 3) analyseras miljöstrukturen inom skyddsområden i relation till de krav på livsmiljöer de gamla skogarnas fågelarter har. Studiematerialet grundar sig på linjeräkningar av fågelfaunan inom 43 områden med gammal skog i nordöstra Finland samt på variabler som beskriver miljöstrukturen och som sammanställts ur Forststyrelsens geografiska informationssystem.</p> <p>Fågelsamhällenas utformning i de gamla skogarna påverkas av många olika miljöfaktorer. Stannfågelsamhällenas diversitet var som störst inom låglänta, vidsträckta, färska och enhetliga områden med gammal skog. Områden av denna typ är därför de allra värdefullaste ur skyddssynpunkt. Flyttfågeltätheterna var som störst inom splittrade och små områden med gammal skog, i vars omgivning det fanns rikligt med gammal skog inom en radie på 10 kilometer, men knappt om sådan skog inom en radie på 20 kilometer. Ytterligare påverkades fågeltätheten positivt av stora arealer låglänt skog och närhet till den östra riksgränsen. För de enskilda arternas del påverkades framförallt förekomsten av lappmes positivt av närheten till östgränsen. Resultaten visar, att de oavverkade gamla skogarna i Ryssland och den komplettering på individnivå som kommer därifrån har ett positivt inflytande på vissa arters populationer i Finland.</p> <p>Skogens höjd över havet förefaller att vara den viktigaste av de faktorer som påverkar fågelsamhällenas struktur i de gamla skogarna: fågelfaunan är rikligast på de låglänta markerna. Stann- och flyttfågelnas krav på livsmiljöer skiljde sig klart från varandra. Stannfågelnas föredrar vidsträckta och enhetliga, osplittrade områden, medan flyttfågelnas täthet var störst inom mindre, splittrade områden med stora kanteffekter. Mao lider stannfågelnas av att skogarna splittras medan flyttfågelnas drar nytta av det.</p>			
Nyckelord			
gamla skogar, fågelsamhällen, samhällsekologi, landskapsekologi			
Övriga uppgifter			
Pro gradu -arbete för biologiska institutionen vid universitetet i Uleåborg			
Seriens namn och nummer		ISSN	ISBN
Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 73		1235-6549	951-53-1473-9
Sidoantal	Språk	Pris	Sekretessgrad
38	finska	30,-	offentlig
Distribution		Förlag	
Forststyrelsen, naturskydd		Forststyrelsen	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	9
	2.1 Tutkimusalue	9
	2.2 Lajien valinta	9
	2.3 Lintulaskennat	11
	2.4 Aineiston käsittely	13
3	TULOKSET.....	14
	3.1 Vanhan metsän linnusto kokonaisuutena.....	14
	3.2 Paikka- ja muuttolinnut	16
	3.2 Yksittäiset lajit.....	18
4	POHDINTA	22
	4.1 Ympäristörakenteen merkitys linnustolle	22
	4.1.1 Metsän habitaattirakenne.....	22
	4.1.1.1 Korkean alueen metsän vaikutus	22
	4.1.1.2 Vanhan metsän pinta-alan vaikutus.....	23
	4.1.1.3 Pirstoutumisen vaikutus	24
	4.1.1.4 Tuoreen metsän vaikutus.....	25
	4.1.1.5 Vanhan metsän osuuden vaikutus.....	25
	4.1.2 Maisemataso.....	26
	4.1.2.1 Teoriaa.....	26
	4.1.2.2 Maisemamuuttujien vaikutus.....	27
	4.2 Vanhojen metsien linnuston suojele.....	28
	4.3 Virhelähteet	29
	KIITOKSET	30
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	
	Liite 1 Korrelaatiomatriisi ympäristömuuttujista	37
	Liite 2 Tutkimusalueet ja ympäristömuuttujat	38

1 JOHDANTO

Pohjoisen havumetsävyöhykkeen metsärakenne on muuttunut voimakkaasti viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana. Ihminen on metsätaloustoiminnollaan nopeuttanut huomattavasti metsien uudistumista, joka on ennen tapahtunut luonnonkatastrofien, esimerkiksi metsäpalojen kautta. Metsien ikärakenne on nuorentunut, ja yhtenäiset metsäalueet ovat pirstoutuneet aikaisempaa pienemmiksi kuvioiksi (Helle & Jokimäki 1992). Luonnonbiotooppien pirstoutuminen ja pirstoutumisen vaikutukset populaatioihin ovat olleet luonnonsuojeluekologian keskeisimpiä tutkimusaiheita viimeisen kymmenen vuoden aikana, sillä pirstoutumisen on oletettu vähentävän biologista monimuotoisuutta alkuperäisellä biotoopilla (ks. Rolstad 1991, Andrén 1994).

Habitaatin pirstoutumisen ekologiset seuraukset populaatioihin voidaan jakaa kahteen perustyyppiin (Rolstad 1991, Haila 1994a). 1) "Distance-area"-vaikutus perustuu habitaatin saarekemaistumiseen, saarekkeiden isoitoitumiseen eli eristymiseen ja pinta-alan vähenemiseen (jolloin saarekkeiden saama laji- ja yksilötäydennys, immigraatio, vähenee ja paikalliset sukupuutot lisääntyvät). 2) "Landscape"-vaikutus perustuu ympäröivän maiseman, reunan ja habitaattiheterogeenisyyden aiheuttamiin tapahtumiin, kuten saalistukseen, kilpailuun, loisiin tai reunavaikutuksen abioottisiin vaikutuksiin, kuten muuttuneisiin tuulija valo-olosuhteisiin. Pirstoutumisen vaikutukset ovat havaittavissa myös luonnontilaisilla alueilla, sillä boreaalinen havumetsä on luonnostaankin mosaiikkimainen (Hansson 1992) ja soiden pirstomien metsien sekä yhtenäisten metsien välillä on linnustollisia eroja (Väisänen ym. 1986).

Tutkittaessa havumetsävyöhykkeen habitaattilaikuilla tapahtuvia sisäisiä prosesseja on laikun sisäisen ympäristörakenteen lisäksi otettava huomioon ympäröivän alueen (maiseman) vaikutus (Hansson 1992). Maiseman vaikutuksista esimerkiksi pesäpredaatiota ja loisintaa on tutkittu paljon (ks. Rolstad 1991), kun taas "distance-area"-vaikutuksesta on esitetty vain epäsuoria todisteita (Rolstad 1991).

Monet pohjoisten havumetsien paikkalinnut ovat vähentyneet viimeisten vuosikymmenien aikana (Järvinen ym. 1977, Helle & Järvinen 1986, Virkkala 1987, taulukko 1). Eniten ovat vähentyneet lajit, jotka kuuluvat ns. siperialaiseen faunatyyppiin (Voous 1960) ja ovat siis itäistä alkuperää. Nämä lajit ovat sopeutuneet elämään vanhoissa ja luonnontilaisissa taiga-vyöhykkeen havumetsissä, joiden luonnollinen dynamiikka eroaa selvästi ihmisen aiheuttamista nopeista ja laajoista habitaattimuutoksista (Mönkkönen & Welsh 1994). Onkin epäilty, että talousmetsämosaiikit eivät turvaa tällaisten lajien vähimmäisvaatimuksia, vaan että nämä lajit tarvitsevat laajoja yhtenäisiä vanhan metsän alueita tullakseen toimeen (Raivio 1994). Pohjoiset muuttolintukannat sen sijaan ovat kasvaneet tai pysyneet yleisesti ottaen vakaina (Järvinen ym. 1977, Väisänen ym. 1986), vaikkakin jotkut lajit ovat vähentyneet (Väisänen 1983, taulukko 1).

Taulukko 1. Vanhan metsän lintulajien kannanmuutokset 1940-luvulta 1970-luvulle Pohjois-Suomessa suhteutettuna kannan kokoon 1970-luvulla (Väisänen 1983). Taulukosta puuttuvat seuraavat tässä tutkimuksessa mukana olevat vanhan metsän lajit, joiden kannanmuutokset eivät ole tiedossa lajien harvoalukuisuuden vuoksi: puu-kiipijä, tervopääsky, sinipyrstö, idänuunilintu ja pikkusieppo.

Vanhan metsän laji	1941–49	1952–63	1973–77
Pyy	160	270	100
Metso	210	100	100
Palokärki	450	800	100
Pohjantikka	490	50	100
Lapintiainen	900	210	100
Kuukkeli	300	190	100
Leppälintu	190	240	100
Laulurastas	64	72	100
Kulorastas	250	270	100
Pikkukäpylintu	610	400	100
Isokäpylintu	150	200	100
Keskiarvo	340	250	100

Syinä näihin laajoihin linnustomuutoksiin ovat 1950-luvulla alkanut ihmisen aiheuttama nopea metsien rakenteen muuttuminen ja monimuotoisuuden köyhtyminen – etenkin vanhan metsän väheneminen (Helle & Järvinen 1986), vanhojen ja lahojen puiden poisto (Järvinen ym. 1977), harventaminen (Virkkala 1987) sekä pirstoutuminen (Järvinen ym. 1977, Järvinen & Väisänen 1978, Helle 1985a, Helle & Järvinen 1986, Virkkala 1987). Selvänä esimerkkinä pirstoutumisen negatiivisesta vaikutuksesta paikkalinnuille on se, että Inarin ja Utsjoen Lapissa, alueella, jossa on paljon vanhaa metsää, lintulajit eivät vähentyneet (Järvinen ym. 1977, Virkkala 1991a). Sen sijaan paljon pienemmistä ja eristyneistä laikuista lajit ovat hävinneet tai vähentyneet metsien hakkuun seurauksena (Helle 1986a, Väisänen ym. 1986, Virkkala 1987). Euroopan muuttolinnut puolestaan suosivat pesimäympäristönään metsien nuorempia sukkessiovaiheita, joiden määrä on selvästi lisääntynyt (Helle & Jokimäki 1992).

Havumetsävyöhykkeen vanhoissa metsissä esiintyvistä lintulajeista 70–80 % on habitaattigeneralisteja, jotka voivat elää myös nuoremmissa sukkessiovaiheissa (Virkkala 1991b). Tutkimuksessa keskeisellä sijalla ovatkin lajit, joille vanhat metsät ovat ainoa mahdollinen elinympäristö. Näin ollen vanhojen metsien specialistien elinympäristövaatimusten tunteminen muodostuu oleelliseksi, kun tämän lajiston elinmahdollisuudet halutaan säilyttää (Haila ym. 1994).

Aikaisemmat tutkimukset pirstoutumisen vaikutuksista metsälinnustoon on tehty pääasiassa varsin pienillä metsäkuvioilla käsitellen yksilötason ongelmia (mm. Cieslak 1994, Hinsley ym. 1995, Jokimäki & Huhta 1996, Raivio 1994). Yhteisötason tutkimukset ovat usein olleet vanhojen metsien ja talousmetsien linnustojen vertailuja (mm. Edenius & Elmberg 1997, Helle 1985a, b), tai ne on teh-

ty maaseutuympäristössä (ks. Hagan ym. 1995). Pelkästään vanhojen metsien specialisteihin keskittyviä lintututkimuksia ei ole juuri tehty. Täten suurten vanhan metsän alueiden linnustojen vertailulla voidaan löytää uusia vanhojen metsien lintuyhteisöjen rakenteisiin vaikuttavia tekijöitä.

Tässä tutkimuksessa 1) selvitetään eri ympäristötekijöiden vaikutusta vanhojen metsien lintulajien esiintymiseen ja niiden muodostamien yhteisöjen rakentamiseen erilaisilla habitaatti- ja maisematasoilla. Lisäksi tutkimuksessa 2) tarkastellaan eroavaisuuksia vanhan metsän muutto- ja paikkalintujen elinympäristövaatimuksissa, joiden oletetaan eroavan toisistaan. Paikkalinnut eivät kolonisoineet alueita joka vuosi kuten muuttolinnut, joten ympäröivän maiseman vaikutukset ja metsän koko voivat olla merkittävämpiä paikka- kuin muuttolinnuille (Haila 1986). Pohjoiset muuttolinnut levittäytyvät helposti eristyneille ja pienille metsäsaarekkeille (Haila ym. 1979). Lopuksi 3) pohditaan vielä suojelualueiden ympäristörakennetta suhteessa vanhan metsän lintujen elinympäristövaatimukseen sekä suojelualueiden riittävyyttä säilyttämään lajiston elinkykyiset populaatiot tutkimusalueella.

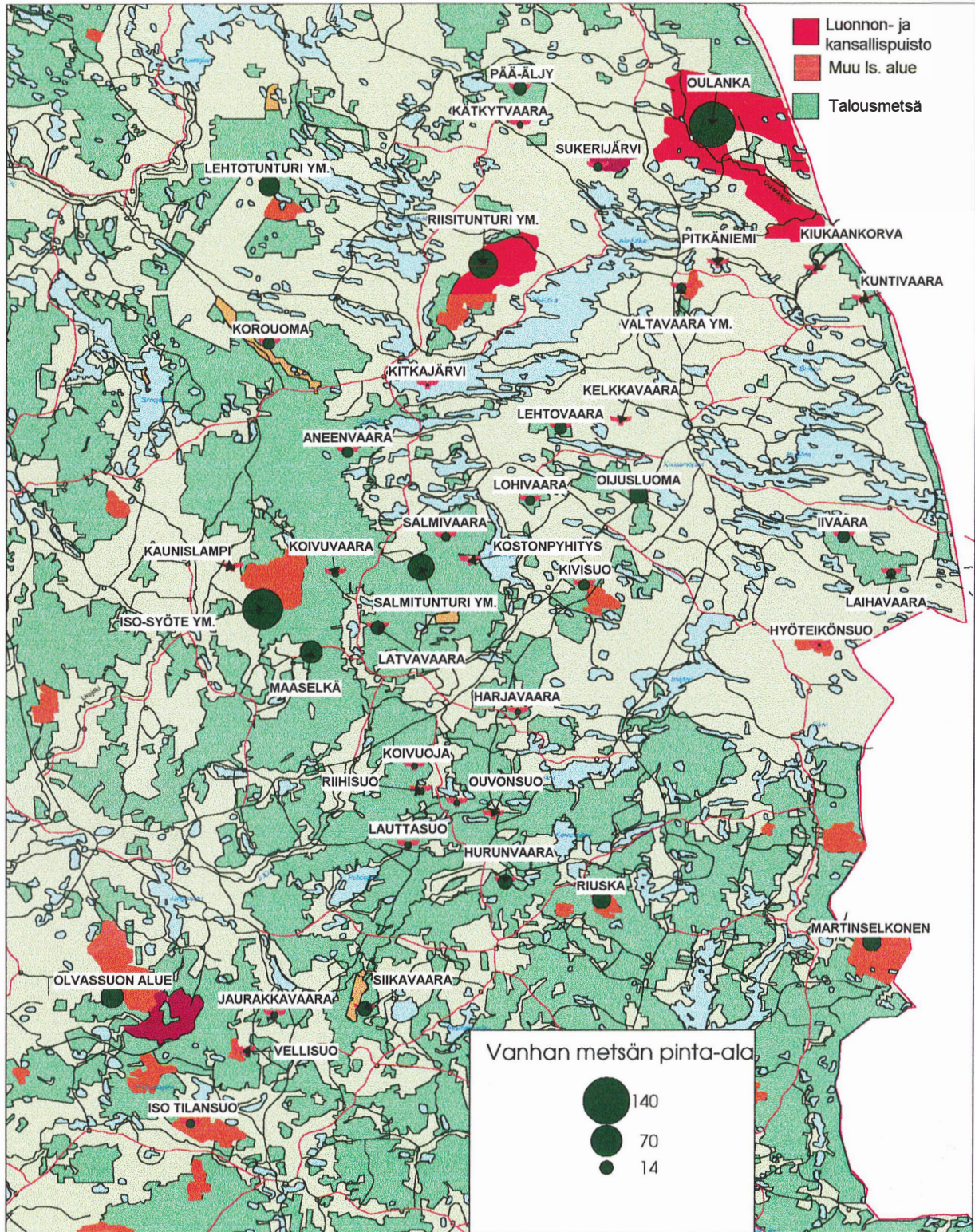
2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusalue

Tutkimusalueena on Pohjois-Kainuu ja Koillismaa (kuva 1). Alueen yhtenäiskoordinaatit ovat vasemmalla alakulmassa $I=3500\ 000$, $P=7200\ 000$ ja oikeassa yläkulmassa $I=3650\ 000$, $P=7400\ 000$. Itärajana on Suomen ja Venäjän valtioiden välinen raja, joka on ekologisessa mielessä järkevä tutkimusalueen raja, sillä Venäjän puolella alkavat hakkaamattomat laajat vanhat metsät, ns. vihreä vyöhyke (ks. Helle 1986a, Pyykkö 1994). Tämän vuoksi tutkimusalueen itäraja voidaan pitää metsämantereen reunana ja Suomen puolisia vanhan metsän laikkuja saarina talousmetsämeressä avohakkuiden, nuorien metsien ja soiden keskellä. Tällä alueella on tutkittavana 43 osa-alueita (kuva 1), joiden vanhan metsän pinta-ala on 0.2–130.4 km² suurimman osan alueista ollessa useiden neliökilometrien laajuisia (liite 2). Nämä saarekkeet ovat vanhan metsän inventointialueita tai luonnonsuojelualueita.

2.2 Lajien valinta

Tutkimuksessa ovat mukana vanhojen metsien specialistilajit petolintuja lukuun ottamatta. Lajit valittiin Helteen (1985b) Koillismaalla tekemän tutkimuksen mukaan siten, että vain vanhimman (>150 vuotta) sukkessiovaiheen metsissä havaitut lajit kelpuutettiin. Nämä ovat: pyy *Bonasa bonasia*, palokärki *Dryocopus martius*, lapintäinen *Parus cinctus*, puukiipijä *Certhia familiaris*, kuukkeli *Perisoreus infaustus*, tervapääsky *Apus apus*, leppälintu *Phoenicurus phoenicurus*, lau-



Mittakaava 1:1 000 000

© Metsähallitus 1997 /TA

Kuva 1. Tutkimusalueet Koillismaalla. Vihreillä ympyröillä on esitetty vanhan metsän määrä tutkimusalueilla.

lurastas *Turdus philomelos*, kulorastas *Turdus viscivorus*, pikkukäpylintu *Loxia curvirostra* ja isokäpylintu *Loxia pytyopsittacus*. Lisäksi mukaan on otettu Helteen tutkimuksesta puuttuneet metso *Tetrao urogallus*, pohjantikka *Picoides tridactylus*, sinipyrstö *Tarsiger cyanurus*, idänuunilintu *Phylloscopus trochiloides* ja pikkusieppo *Ficedula parva*.

Lajikohtaisen tarkastelun lisäksi analyysin kohteena tässä tutkimuksessa ovat erikseen paikka- ja muuttolinturyhmät sekä koko vanhan metsän linnusto. Ekologisesti samankaltaisten ryhmien kokonaisrunsauden avulla saadaan luotettavampia tuloksia kuin yksittäisillä lajeilla (Haila 1985). Käpylinnut on luokiteltu muuttolintujen ryhmään niiden epäsäännöllisen esiintymisen ja runsaan kiertelyn vuoksi.

2.3 Lintulaskennat

Metsäalueiden linnustot on laskettu linjalaskentamenetelmällä (Järvinen & Väisänen 1976, Koskimies & Väisänen 1988), jonka avulla eri lajien tiheydet saadaan selvitettyä. Laskentakilometrejä on 43:lta vanhan metsän alueelta yhteensä 1184.3 km, ja laskentoihin on käytetty noin 240 kesäkuun varhaisaamua. Pääosa laskennoista suoritettiin vuosina 1993–1994, mutta suurimmilta alueilta otettiin mukaan laskentoja myös aikaisemmilta vuosilta. Metsähallituksen puistoalueet organisoivat laskennat ja laskijoina olivat lintulaskennan ammattilaiset tai muuten pätevät maasto-ornitologit.

Linjalaskennassa kuljetaan reitti, jonka pitäisi kattaa eri biotoopit samassa suhteessa kuin ne esiintyvät tutkittavalla alueella. Lintureviireiksi tulkittavat havainnot (taulukko 2) kirjataan erikseen 50 metriä leveältä pääsaralta ja sen ulkopuoliselta apusaralta, jolle merkitään kaikki pääsaran ulkopuoliset havainnot. Nämä yhdessä muodostavat tutkimussaran. Laskennan tulosten perusteella linnuston tiheydet (D) saadaan seuraavalla kaavalla: $D = K \times TS / L$, jossa K on lajikohtainen kuuluvuuskerroin (ks. Järvinen & Väisänen 1983), TS lajin tutkimussarkahavaintojen määrä linjalla ja L alueella lasketun linjan kokonaispituus. Käytetyt K-kertoimet on laskettu Metsähallituksen koko maan linjalaskenta-aineistosta (Rajasärkkä, julkaisematon). Lisäksi lintujen tiheys on vielä korjattu ns. hälyvaikutuskertoimella $y = 0.3405 \times \ln X + 0.3795$ (Rajasärkkä, julkaisematon), jossa X on kaikkien lajien pääsarkahavaintojen määrä alueella laskettuja linjakilometrejä kohti.

Lintulaskennoissa havaitut eri lajien reviirimäärät ovat paikkalinturyhmässä varsin saman suuruisia, kun taas muuttolinturyhmän lajit ovat esiintymiseltään huomattavasti heterogeenisempiä (taulukko 2).

Linjalaskenta-aineistosta lasketut tiheydet kuvaavat linnuston tiheyksiä kullakin alueella. Koska alueet ovat metsän määrän suhteen erilaisia (eli metsän ja suon pinta-alojen suhde vaihtelee alueiden välillä) on tiheyksiä korjattava vertailukel-

poisuuden saamiseksi. Jokaisen alueen linnustotiheydet on kerrottu alueen metsäprosentin käänteisluvulla, jolloin saatu tiheys kuvaa tiheyttä metsäpinta-alaa kohden laskettuna. Tällöin esimerkiksi alue, jonka metsäprosentti on 50 saa korjauskertoimen 2.

Taulukko 2: Lajien havaintomäärät aineistossa (N). Frekvenssi (Frek) kertoo, kuinka monella vanhan metsän alueella laji havaittiin (n=43).

Paikkalinnut	N	Frek
pyy	82	24
metso	82	27
palokärki	51	15
pohjantikka	63	19
lapintiainen	35	8
puukiipijä	46	15
kuukkel	112	20
<hr/>		
Muuttolinnut		
tervapäsky	47	16
sinipyrstö	15	6
leppälintu	1994	43
laulurastas	1011	42
kulorastas	237	36
idänuunilintu	24	8
pikkusieppo	3	3
pikkukäpylintu	135	17
isokäpylintu	37	8
käpylintulaji	1020	37

Erikokoisten näytteiden lajimääriä vertailtaessa käytetään ns. rarefaktio-menettelmää (Simberloff 1979) vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi. Tällöin näytteet "supistetaan" pienimmän näytteen tasolle. Tämän tutkimuksen lintulaskennoissa havaitut lajimäärät laskettiin rarefaktio-ohjelman avulla vastaamaan 15 parin näytettä. Näin saatiin jokaiselle alueelle odotettu vanhan metsän lajien määrä satunnaisessa 15 parin näytteessä.

2.4 Aineiston käsittely

Tutkituilta vanhan metsän alueilta laskettiin Metsähallituksen kuviotietojärjestelmän avulla erilaisia ympäristömuuttujia. Muuttujien mahdollisimman vähäinen keskinäinen riippuvuus on tutkimuksessa käytetyn regressioanalyysin vaatimuksena. Siksi ympäristömuuttujista tehtiin korrelaatiomatriisi (liite 1), josta havaittiin muuttujien väliset riippuvuudet. Keskinäisten riippuvuuksien vuoksi osa ympäristömuuttujista hylättiin ennen tilastollisia analyysejä.

Tutkimukseen otettiin mukaan kahdeksan ympäristömuuttujaa, joista viisi määrittelee metsäalueen sisäistä rakennetta (habitaattimuuttujat, taulukko 3). Nämä tekijät ovat biologisesti metsärakenteen päätekijöitä (Helle & Jokimäki 1992). Alempitasoisia määreitä, kuten puuston määrää ja laatua tai kasvillisuuden tarkkaa koostumusta, ei ole tässä tutkimuksessa huomioitu. Lisäksi kolme muuttujaa kuvaa ympäröivää maisemaa eri mittakaavan tasoilla (taulukko 3).

Taulukko 3. Tutkimuksen ympäristömuuttujat ja niitä vastaavat lyhenteet.

Habitaattimuuttujat

vanh. ala	vanhan metsän (>100 v) pinta-ala alueella
metsä %	metsän osuus alueen pinta-alasta
vanha %	vanhan metsän (>100 v) osuus alueen metsästä
korkea	korkean alueen (>300 m mpy) osuus alueen metsästä (%)
tuore	tuoreen metsän osuus alueen metsästä (%)

Maisemamuuttujat

etäisyys	etäisyys Suomen itärajaan
10 km	vanhan metsän pinta-ala 10 kilometrin säteellä alueen ulkoreunasta
20 km	vanhan metsän pinta-ala 20 kilometrin säteellä alueen ulkoreunasta

Mukaan otetuissa ympäristömuuttujissa on joitakin riippuvuuksia toisiinsa nähden. Esimerkiksi vaarojen lakimetsät ovat yleensä vanhoja, yhtenäisiä kuusikoita, kun taas alempana laaksoissa kuivemmat mäntymetsät, suot ja nuoremmat suksessiovaiheet ovat yleisempiä (Edenius & Elmberg 1997, liite 1). Nämä riippuvuudet kuitenkin huomioidaan tulosten tulkinnessa.

Jakaumien normalisoimiseksi linnustomuuttujille (lajiryhmille ja runsaimmille lajeille) tehtiin logaritimuunnokset. Koska normalisointi ei harvinaisempien lajien kohdalla ollut mahdollista nollien suuren määrän vuoksi, nämä muuttujat jaoteltiin luokitteluasteikolla (esiintyy / ei esiinny ko. alueella). Ympäristömuuttujista mittamuuttujille tehtiin logaritmi- ja prosenttimuuttujille arc sin -muunnokset Rannan ym. (1992) mukaan. Logistisessa regressiossa metsän korkeutta merenpinnasta kuvaava muuttuja jaettiin neljään yhtäsuureen korkeusluokkaan.

Tutkimuksessa käytettiin taaksepäin askeltavaa regressioanalyysiä. Kunkin linnustomuuttujan aineistoon sovitettiin aluksi kaikki selittäjät (eli ympäristömuuttajat) sisältävä malli. Tästä mallista poistettiin selittäjiä yksi kerrallaan. Selittäjä, jonka merkitsevyys oli pienin, poistettiin aina ensin. Jatkuvilla muuttujilla käytettiin lineaarista regressiota ja luokitelluilla muuttujilla (joista tehtiin 0/1 esiintymisjaottelu) logistista regressiota (Ranta ym. 1992). Muutamassa tapauksessa ajo taaksepäin ei onnistunut aineiston pienuuden vuoksi, jolloin käytettiin eteenpäin askeltavaa regressiota. Tällöin malliin valittiin mukaan yksitellen ne selittäjät, jotka kasvattivat parhaiten mallin selitystasetta. Näin saatiin kunkin linnustomuuttujan esiintymisvaihtelua eri alueilla selittävä malli.

3 TULOKSET

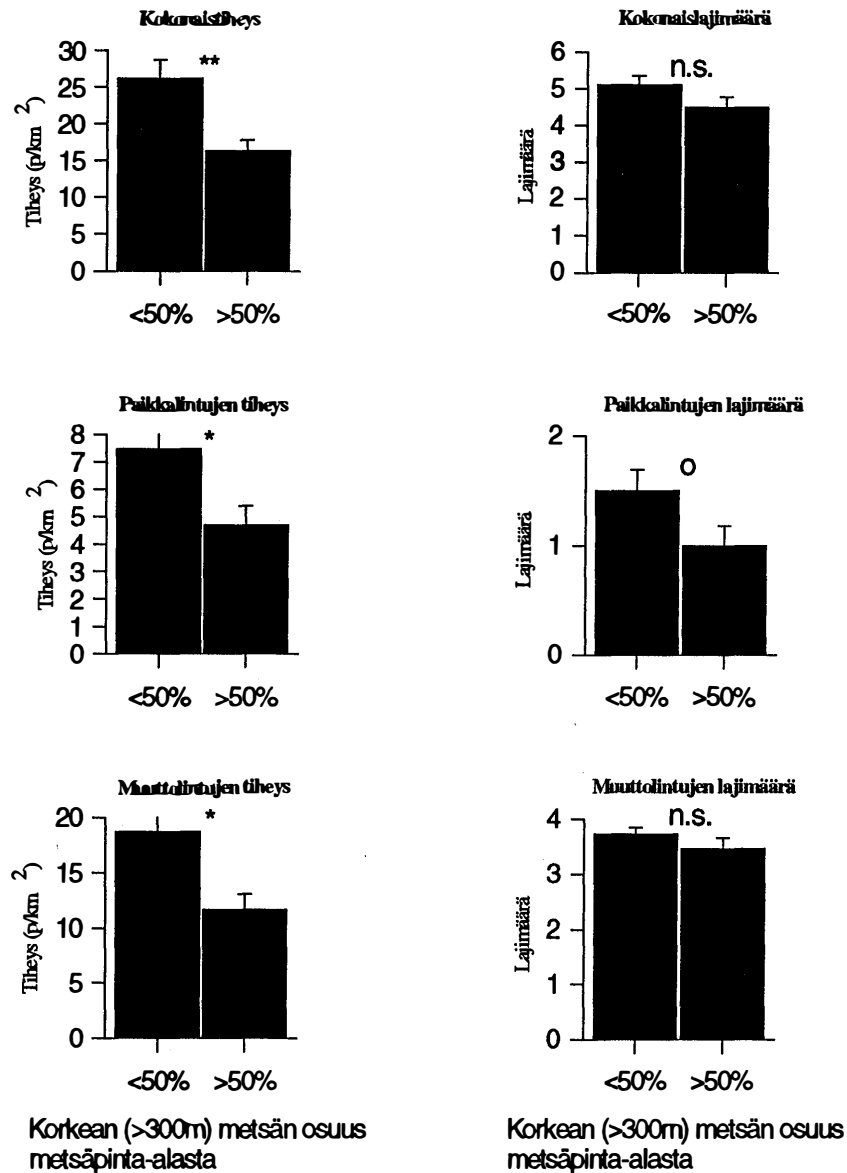
3.1 Vanhan metsän linnusto kokonaisuutena

Vanhan metsän lintulajien kokonaistiheyttä selittävässä mallissa metsän korkeus merenpinnasta oli tärkein selittävä tekijä. Sen vaikutus oli mukana myös paikka- ja muuttolintujen tiheyksiä sekä paikkalintujen lajimäärää erikseen selittävässä malleissa (taulukot 4, 6, 7 ja 8). Korkeuden vaikutus on selvästi havaittavissa myös kuvassa 2, jossa kaikki alueet on jaettu kahteen korkeusluokkaan (alle ja yli 50 % yli 300 metrin korkeudella olevaa metsää koko alueen metsämaasta). Vanhan metsän lintujen tiheydet ovat siis merkitsevästi suurempia alueilla, missä alavan metsän osuus on suuri. Korkean alueen metsän osuuden kasvaessa paikka- ja muuttolintujen tiheydet sekä paikkalintujen lajimäärä pienenevät.

Taulukko 4. Kokonaislintutiheyttä selittävä regressiomalli, joka selittää 44.5 % kokonaislintutiheyksissä olevasta vaihtelusta ($F=5.763$, $p=0.0005$). Ympäristömuuttajat ovat selittävyysjärjestyksessä. Regressiokerroin B kuvaa riippuvuuden suuntaa ja voimakkuutta, p merkitsevyystasoa.

Muuttuja	B	p
korkea	-0.1411	0.0051
10 km	0.2021	0.0438
vanh. ala	-0.1017	0.0483
metsä %	-0.1400	0.0573
20 km	-0.2115	0.0995

Muut merkitsevät kokonaislintutiheyteen vaikuttavat tekijät olivat vanhan metsän määrä maisemassa (10 kilometrin säteellä) sekä vanhan metsän pinta-ala (taulukko 4). Kokonaistiheydellä oli positiivinen riippuvuus maiseman (10 km) vanhan metsän määrän kanssa. Tiheydet siis olivat suurimpia alueilla, joiden ympärillä oli runsaasti vanhaa metsää 10 kilometrin säteellä, kun taas vanhan



Kuva 2. Korkean alueen metsän vaikutus kokonaislinnuston sekä paikka- ja muuttolintujen tiheyksiin ja lajimääriin. Korkean alueen metsän osuus on jaettu kahteen luokkaan. Symbolien selitykset: ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, ° $p < 0.1$ ja n.s. $p > 0.1$.

metsän pinta-alaan tiheydellä oli negatiivinen yhteys. Kokonaistiheys oli suurin pienillä vanhan metsän alueilla. Lisäksi metsän yhtenäisyys (metsä %) ja maisema 20 kilometrin säteellä vaikuttivat tiheyteen negatiivisesti. Siten tiheys oli suurimmillaan rikkonaisilla alueilla, joilla oli niukasti vanhaa metsää 20 kilometrin säteellä. Näiden kahden viimeisen tekijän suhteen merkitsevyys on kuitenkin vain suuntaa-antava (taulukko 4).

Taulukko 5. Kokonaislajimäärää selittävä regressiomalli, joka selittää 15.1% kokonaislajimäärässä olevasta vaihtelusta ($F=3.476$, $p=0.0408$). Ympäristömuuttujat ovat selittävyysjärjestyksessä. Regressiokerroin B kuvaa riippuvuuden suuntaa ja voimakkuutta, p merkitsevyystasoa.

Muuttuja	B	p
10 km	0.1420	0.0139
20 km	-0.1687	0.0277

Kokonaislajimäärään vaikutti vain kaksi maisemamuuttujaa eri mittakaavan tasoilla (taulukko 5). Ne vaikuttivat siten, että mittakaavan vaihtuessa tulokset maiseman vaikutuksesta olivat päinvastaisia. Kokonaislajimäärä oli suurin alueilla, joiden ympärillä oli runsaasti vanhaa metsää 10 kilometrin säteellä. Mutta vaihdettaessa mittakaavaa 20 kilometrin säteeseen lajimäärä onkin suurin alueilla, joilla on niukasti vanhaa metsää 20 kilometrin säteellä.

3.2 Paikka- ja muuttolinnut

Taulukko 6. Paikkalintutiheyttä selittävä regressiomalli, joka selittää 33.4 % paikkalintutiheyksissä olevasta vaihtelusta ($F=4.634$, $p=0.0039$). Ympäristömuuttujat ovat selittävyysjärjestyksessä. Regressiokerroin B kuvaa riippuvuuden suuntaa ja voimakkuutta, p merkitsevyystasoa.

Muuttuja	B	p
korkea	-0.2910	0.0019
metsä %	0.3175	0.0149
tuore	0.2343	0.0191
vanh. ala	0.1952	0.0237

Paikkalintujen tiheyttä ja lajimäärää selittävät mallit ovat ympäristömuuttujien osalta samanlaisia, paitsi että muuttujien selittävyysjärjestys on erilainen (taulukot 6 ja 7). Paikkalintuyhteisöjen monimuotoisuus (sekä tiheys että lajimäärä) oli suurimmillaan alavilla, laajoilla ja yhtenäisillä vanhan metsän alueilla. Paikkalintujen tiheyteen voimakkaimmin vaikutti korkean alueen (>300 m mpy) metsän osuus (taulukko 6), kun taas paikkalintujen lajimäärään oli vanhan metsän pinta-alalla suurin merkitys (taulukko 7).

Taulukko 7. Paikkalintujen lajimäärää selittävä regressiomalli, joka selittää 44.2 % paikkalintujen lajimäärissä olevasta vaihtelusta ($F=7.329$, $p=0.0002$). Ympäristömuuttujat ovat selittävyysjärjestyksessä. Regressiokerroin B kuvaa riippuvuuden suuntaa ja voimakkuutta, p merkitsevyystasoa.

Muuttuja	B	p
vanh. ala	0.1565	0.0002
metsä %	0.1924	0.0017
korkea	-0.1184	0.0051
tuore	0.9370	0.0388

Paikkalintujen tiheyttä ja lajimäärää selittävissä malleissa on mukana edellä mainittujen tekijöiden lisäksi myös metsän tuoreus (taulukot 6 ja 7); tuoreet ja rehevät metsät ovat suotuisampia paikkalintujen esiintymiselle kuin kuivahkot tai kuivat metsät. Kaikki paikkalintujen esiintymistä selittävät tekijät ovat kuitenkin habitaattimuuttujia – paikkalinnut eivät ryhmänä reagoineet yhteenkään maisemamuuttujaan.

Taulukko 8. Muuttolintutiheyttä selittävä regressiomalli, joka selittää 53.4 % muuttolintutiheyksissä olevasta vaihtelusta ($F=6.688$, $p=0.0001$). Ympäristömuuttujat ovat selittävyysjärjestyksessä. Regressiokerroin B kuvaa riippuvuuden suuntaa ja voimakkuutta, p merkitsevyystasoa.

Muuttuja	B	p
metsä %	-0.2946	0.0008
vanh. ala	-0.1554	0.0085
10 km	0.2871	0.0127
20 km	-0.3839	0.0200
korkea	-0.1082	0.0550
etäisyys	-0.1179	0.0650

Muuttolintujen tiheyttä selittävässä mallissa on kuusi ympäristömuuttujaa, joista neljä on tilastollisesti merkitseviä ja kaksi suuntaa-antavia (taulukko 8). Mallissa ovat mukana kaikki tutkimuksessa käytetyt maisematasot. Muuttolintutiheydet olivat suurimpia rikkonaisilla ja pienillä vanhan metsän alueilla, joiden ympäristössä oli runsaasti metsää 10 kilometrin säteellä, mutta niukasti 20 kilometrin säteellä. Lisäksi tiheyteen vaikutti positiivisesti alavien metsien suuri määrä sekä itärajan läheisyys. Muuttolintutiheydet kasvoivat, kun etäisyys itärajaan pieneni, vaikkakin tämä tulos on vain suuntaa-antava (taulukko 8).

Muuttolintujen lajimäärä oli riippuvainen myös maisematekijöistä. Mittakaavalla, jolla verrattiin alueelta 10 kilometrin säteellä olevan vanhan metsän määrää linnustoon, saadaan tulokseksi, että muuttolintujen lajimäärä oli suurin alueilla, joissa on runsaasti vanhaa metsää 10 km säteellä. Suuremmalla, 20 kilometrin mittakaavalla vaikutus on päinvastainen (taulukko 9).

Taulukko 9. Muuttolintujen lajimäärää selittävä regressiomalli, joka selittää 14.8% muuttolintujen lajimäärissä olevasta vaihtelusta ($F=3.393$, $p=0.0438$). Ympäristömuuttujat ovat selittävyysjärjestyksessä. Regressiokerroin B kuvaa riippuvuuden suuntaa ja voimakkuutta, p merkitsevyytensä.

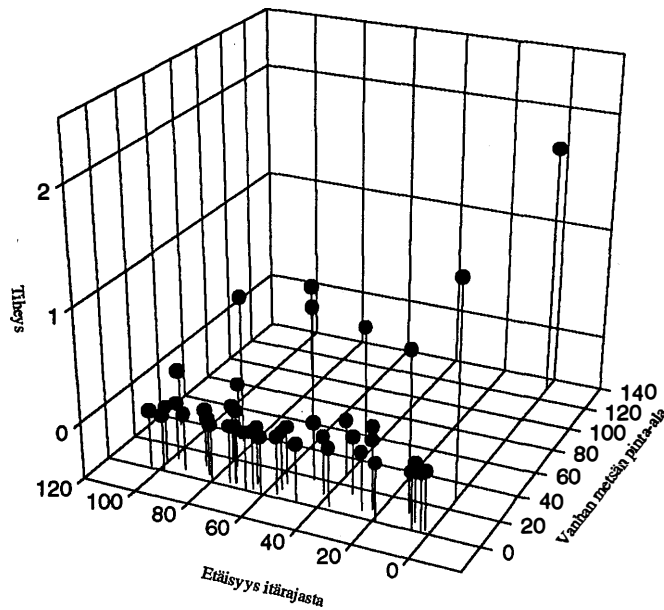
Muuttuja	B	p
10 km	0.0975	0.0193
20 km	-0.1293	0.0202

Paikka- ja muuttolinnut reagoivat täysin päinvastaisesti alueen vanhan metsän pinta-alan sekä metsäprosenttiin. Paikkalintujen tiheys ja lajimäärä olivat suurimmat laajoilla ja yhtenäisillä vanhan metsän alueilla, kun taas muuttolintujen tiheys oli negatiivisesti riippuvainen metsän pinta-alasta ja metsäprosentista (taulukot 6, 7 ja 8). Muuttolinnut siis suosivat pieniä ja rikkonaisia, runsaan reuna-vaikutuksen alaisia alueita.

3.2 Yksittäiset lajit

Lajeja verrattiin ympäristömuuttujiin myös yksittäin lajispesifisten elinympäristövaatimusten selvittämiseksi. Näin saatiin malleja, jotka selittivät eri paikkalintujen esiintymisvaihtelusta 73.8–92.9 % ja muuttolintujen esiintymisvaihtelusta 29.8–97.6 % (taulukot 10 ja 11). Myös yksittäisten lintulajien malleissa habitaattimuuttujat selittävät parhaiten lajien esiintymistä tutkimusalueella. Maisemamuuttujiin reagoi muuttolinnoista kolme ja paikkalinnuista vain yksi laji, kun taas habitaattimuuttujilla oli jonkinlainen riippuvuus 15 lajin kanssa 16:sta.

Pyyn esiintymistä selittävässä mallissa on mukana neljä tekijää (taulukko 10). Pyy suosi laajoja, yhtenäisiä, alavia ja tuoreita vanhan metsän alueita. Metso puolestaan oli ainoa laji, joka reagoi vanhan metsän suhteelliseen osuuteen. On kuitenkin huomattava, että vanhan metsän osuus tutkituilla alueilla vaihteli 55 %:sta 100 %:iin (liite 2). Vaikka metso on selväpiirteinen vanhan metsän laji, se esiintyi todennäköisimmin alueilla, joilla oli runsaasti myös nuorempia metsän sukkessiovaiheita (taulukko 10).



Kuva 3. Lapintiaisen esiintyminen ja tiheys (paria/km²) suhteessa etäisyyteen itä-rajasta (km) ja vanhan metsän pinta-alaan (km²).

Pohjantikan ja puukiipijän malleissa ovat mukana vanhan metsän pinta-ala ja korkean alueen metsän osuus, nämä lajit suosivat siis laajoja ja alavia metsiä. Kuukkeli puolestaan suosi laajoja sekä tuoreita metsiä (taulukko 10).

Paikkalinnuista ainoastaan lapintiaisen reagoi maisemamuuttujiin: etäisyys itä-rajasta vaikuttaa voimakkaasti lapintiaisen esiintymiseen Suomen puolen metsäalueilla, kuten tekee myös vanhan metsän pinta-ala. Lapintiaisen esiintymistodennäköisyys kasvaa laajoilla metsäalueilla sekä lähestyttäessä itärajaa (taulukko 10). Myös lajin tiheydet ovat suurimmillaan Venäjän rajan tuntumassa (kuva 3).

Muuttolintujen lajikohtaista esiintymistä selittävät mallit on esitetty taulukossa 11. Sinipyrstö oli tutkimuksen ainoa laji, joka esiintyi todennäköisimmin vaara-alueilla, joilla on runsaasti korkeiden alueiden lakimetsiä. Leppälinnun tiheydet

olivat suurimpia pienillä ja rikkonaisilla alueilla, jotka sijaitsevat lähellä itärajaa. Itärajan läheisyys vaikutti positiivisesti myös pikkusiepon ja pikkukäpylinnun esiintymiseen. Laulurastas puolestaan oli runsaimmillaan rikkonaisilla, alavilla ja tuoreilla alueilla (taulukko 11).

Tärkein yksittäinen lajien esiintymiseen vaikuttava tekijä oli vanhan metsän pinta-ala (taulukot 10 ja 11), joka on mukana kaikissa paikkalintujen esiintymistä selittävissä malleissa sekä muuttolinnuista tervapääskyn, idänuunilinnun ja lisäksi käpylintujen malleissa. Näiden kaikkien lajien esiintymistodennäköisyys kasvoi vanhan metsän pinta-alan kasvaessa. Vain leppälinnun mallissa tiheyden riippuvuus metsän kokoon oli negatiivinen (taulukko 11). Leppälinnun tiheydet olivat siis suurimmillaan pienillä vanhan metsän alueilla. Muut useaan lajiin vaikuttaneet tekijät olivat metsän yhtenäisyys, korkean alueen metsät, metsän tuoreus sekä etäisyys itärajasta.

Taulukko 10. Paikkalintujen lajikohtaista esiintymistä selittävät regressiomallit (logistinen regressio). Logistisessa regressiossa p kuvaa sitä merkitsevyytensä, miten malli muuttuu, jos tekijä poistetaan mallista. Kunkin lajin kohdalla ylemmät luvut ovat regressiokertoimia B ja alemmat kuvaavat merkitsevyytensä (p). R²-sarakeessa on mallin selitysaste prosentteina ja mallin merkitsevyytensä.

Laji	vanh. ala	metsä %	vanha %	korkea	tuore	etäi- syys	10 km	20 km	R ²
Pyö	4.004	3.663		-2.089	2.452				81.0
p	0.0002	0.0054		0.0331	0.0130				0.0015
Metso	3.861		-2.639						81.0
p	0.0001		0.0814						0.0000
Palokärki	2.184								73.8
p	0.0020								0.0022
Pohjantikka	2.293			-1.534					83.3
p	0.0060			0.0795					0.0232
Lapintäinen	8.672					-5.561			92.9
p	0.0000					0.0005			0.0000
Puukiipijä	3.885			-4.099					83.3
p	0.0001			0.0024					0.0003
Kuukkeli	5.762				1.818				85.7
p	0.0000				0.0795				0.0000

Taulukko 11. Muuttolintujen lajikohtaista esiintymistä/tiheyksiä selittävät regressiomallit (lineaarinen regressio: leppälintu, laulurastas) ja (logistinen regressio: muut). Logistisessa regressiossa *p* kuvaa sitä merkitsevyystasoa, miten malli muuttuu, jos tekijä poistetaan mallista. Kunkin lajin kohdalla ylemmät luvut ovat regressiokertoimia *B* ja alemmat kuvaavat merkitsevyystasoa (*p*). *R*²-sarakeessa on mallin selitysaste prosentteina ja mallin merkitsevyystaso.

Laji	vanh. ala	metsä %	vanha %	korkea	tuore	etäi- syys	10 km	20 km	<i>R</i> ²
Tervapääsky <i>p</i>	2.157 0.0028	-2.579 0.0257							78.6 0.0016
Sinipyrrstö <i>p</i>				6.802 0.0048					85.7 0.0225
Leppälintu <i>p</i>	-0.128 0.0200	-0.338 0.0000				-0.108 0.0472			42.5 0.0001
Laulurastas <i>p</i>		-0.189 0.0576		-0.136 0.0501	0.212 0.0067				29.8 0.0034
Kulorastas <i>p</i>		-1.966 0.0793							83.3 0.0865
Idänuunilintu <i>p</i>	1.939 0.0128								85.7 0.0158
Pikkusieppo <i>p</i>						-2.565 0.0013			97.6 0.0059
Pikkukäpylintu <i>p</i>	2.107 0.0051					-2.329 0.0094	-3.507 0.0157		78.6 0.0017
Isokäpylintu <i>p</i>	4.166 0.0000								88.1 0.0001
Käpylintu sp. <i>p</i>	4.963 0.0001					2.685 0.0099			95.2 0.0002

4 POHDINTA

4.1 Ympäristörakenteen merkitys linnustolle

Tämän tutkimuksen mukaan vanhojen metsien lintulajeilla on metsän iän lisäksi muitakin elinympäristövaatimuksia. Toisin sanoen vanhojen metsien lintuyhteisöjen muodostumiseen vaikuttavat monet erilaiset ympäristötekijät. Tulosten tarkastelussa on hyvä huomioida se, että kokonaislinnuston tulokset olivat paljolti samat kuin muuttolinturyhmällä, sillä muuttolintujen osuus kokonaislinturyhmässä (sekä tiheys että lajimäärä) oli ylivoimaisen suuri verrattuna paikkalintuihin (ks. taulukko 2). Kun lisäksi havaittiin, että paikka- ja muuttolinnut reagoivat usein ympäristömuuttujiin päinvastaisesti, onkin mielekkäämpää tarkastella näitä kahta ekologisesti varsin erilaista ryhmää erikseen.

4.1.1 Metsän habitaattirakenne

4.1.1.1 Korkean alueen metsän vaikutus

Metsän korkeus merenpinnasta näyttää olevan tärkein vanhojen metsien lintuyhteisöjen rakenteeseen vaikuttava tekijä. Tämä tulos sopii hyvin yhteen lintuekologian yleisen teorian kanssa, jonka mukaan lintulajimäärät ja -tiheydet ovat yleensä suurempia alavilla alueilla kuin korkeilla ylänkö- tai vuoristoalueilla (Wiens 1989c). Korkeuden negatiivinen vaikutus oli havaittavissa kokonais- ja muuttolinnustossa sekä voimakkaimmin paikkalinnustossa. Korkeilla alueilla talvisin puihin muodostuva tykky saattaa olla tekijä, joka pakottaa paikkalinnut oleskelemaan alavilla ja ravinteikkaammilla alueilla. Yksittäisistä lajeista alavia alueita suosivat juuri tyypilliset rehevien kuusikoiden ja korprien lajit: pyy, pohjantikka, puukiipijä ja laulurastas. Vaikka korkeiden alueiden metsien ja tuoreiden metsien osuudet korreloivat toistensa kanssa, niiden välinen yhteys ei ole vaikuttanut tuloksiin. On myös huomattava, että korkeiden alueiden ja alavien alueiden tuoreet metsät eroavat rakenteellisesti selvästi toisistaan, korpia ja lehtoja ei korkeilla alueilla juuri ole.

Tutkimuksen lajeista vain sinipyrstö (vaikkakin sen aineiston pienuus on otettava huomioon päätelmiä tehtäessä) näyttää suosivan habitaatin valinnassaan alueita, joissa korkeiden alueiden metsien osuus on suuri. Tämä johtuukin lajin taipumuksesta suosia jyrkäniteitä ja etsiä ympäristöönsä korkeampi laulupaikka. Sen pesä voi olla jopa 70 metriä vakituisen laulupaikan alapuolella rinteen juurella (Skoog 1973). 1990-luvun sinipyrstöhavainnot ovatkin keskittyneet pääasiassa vaaramaisemiin itärajan läheisyyteen (Koillismaalle, Kainuuseen ja Värriölle), vaikkakin reviierejä on löytynyt myös alavilta kankailta (Rajasärkkä 1996). Reviiirit ovat aina kuitenkin olleet vanhoissa aarniometsissä. Sinipyrstö onkin ilmeisesti linnuista paras vanhojen, luonnontilaisten metsien indikaattorilaji.

4.1.1.2 Vanhan metsän pinta-alan vaikutus

Vanhan metsän pinta-ala on monien tutkimusten mukaan tärkeä lintujen yhteisörakenteeseen vaikuttava tekijä (mm. Virkkala 1987, Rolstad 1991, Raivio 1994, Virkkala ym. 1994a). Virkkalan ym. (1994a) Etelä-Suomessa tekemän tutkimuksen mukaan kololinturyhmän tiheys kasvoi vanhan metsän pinta-alan kasvaessa; kololinnut suosivat suuria (>5 km²) vanhan metsän alueita. Pohjois-Suomessa vanhan metsän alueen on ilmeisesti oltava joitakin satoja neliökilometrejä säilyttääkseen paikallisten varpuslintujen elinkykyiset populaatiot (Virkkala 1987). Suuremmille linnuille isoituneen vanhan metsän alueen on ilmeisesti oltava tuhansia tai kymmeniä tuhansia neliökilometrejä (Rolstad 1991).

Myös nyt saadut tulokset vahvistavat pinta-alan merkityksen lintuyhteisöille. Juuri paikkalintujen havaittiin tarvitsevan laajoja vanhan metsän alueita, kun taas muuttolinnut (sekä kokonaislinnusto) suosivat enemmän pieniä metsälaikkuja.

Monilla yksittäisilläkin lajeilla pinta-ala oli tärkeä esiintymistä selittävä tekijä. On kuitenkin huomattava, että tutkimuksessa monien lajien kohdalla käytetty esiintymisjaottelu (esiintyy / ei esiinny) aiheuttaa sen, että suurilla alueilla lajit ovat löytyneet todennäköisemmin suuremman laskentamäärän vuoksi kuin pienillä alueilla. Siksi pinta-ala on saanut yksittäisten lajien kohdalla liian suuren merkityksen. Lajiryhmien osalta vertailut kuitenkin tehtiin tiheyksien ja odotettujen lajimäärien mukaan, joten niissä näytemäärät eivät pääse vääristämään tuloksia.

Esimerkiksi lapintiaisen esiintyminen oli todennäköisintä suurilla vanhan metsän alueilla, jotka sijaitsevat lähellä itärajaa. Pienestä koostaan huolimatta lapintiaisella on laaja reviiri, vähintään 15–20 ha (Haftorn 1973). Virkkalan & Liehun (1990) mukaan lapintiaisen suosimien metsäsaarekkeiden koko oli selvästi suurempi kuin satunnaisesti valittujen saarekkeiden. Myös puukiipijä on riippuvainen pinta-alasta, sillä selviytyäkseen ankarasta talvesta ja lisääntyäkseen se tarvitsee pohjoisessa vielä laajempia ja yhtenäisempiä metsäalueita kuin etelässä (Cieslak 1994). Edellä mainituille lajeille metsätalouden vaikutukset ovatkin pohjoisessa dramaattisia (Kuitunen & Helle 1988).

Lajien elinpiirin minimikokovaatimus näyttää rajoittavan paikkalintujen, tässä tapauksessa lapintiaisen ja puukiipijän esiintymistä, pienten metsälaikkujen maisemassa (Virkkala 1991a). Lapintiainen suosii habitaatteja, missä on kuolleita puita, suuria havupuita ja koivuja (Virkkala & Liehu 1990), mutta se voi pesiä myös talousmetsissä. Kuitenkin sen pesimämenestys on kestäväällä pohjalla vain laajoissa, vanhoissa metsissä (Virkkala 1990).

Myös palokärki ilmeisesti kärsii metsän pinta-alan vähenemisestä pohjoisessa, jossa se tarvitsee suuremmat reviirit kuin etelämpänä. Reviirin koko kasvaa myös pirstoutuneilla alueilla. Palokärjen ravinnon saanti heikkenee metsätalouden seurauksena (Tjernberg ym. 1993). Palokärki pesii kuitenkin menestyksekkä-

käästi voimakkaasti pirstoutuneilla alueilla, kunhan puuston koostumus ja ruuan saatavuus ovat sopivat (Tjernberg ym. 1993). Palokärki ei siis varsinaisesti kärsi pirstoutumisesta. Saman tyylinen laji on pohjantikka, joka voi käyttää ravinnonhankintaan hakkuu- ja reuna-alueita, mikäli niissä on kuolleita puita (Ahlen 1975). Vanhan metsän pinta-alan väheneminen selittää ilmeisesti myös kuukkelin (Järvinen & Väisänen 1978) ja leppälinnun (Järvinen ym. 1977, Helle & Järvinen 1986, Virkkala 1987) vähenemisen viime vuosikymmeninä. Leppälinnun vähenemisen syitä lienevät lisäksi epäedulliset muutokset talvehtimisalueilla tai muuttomatkan varrella (Järvinen 1981).

4.1.1.3 Pirstoutumisen vaikutus

Pirstoutuneessa ympäristössä, missä on runsaasti reunavaikutusta, petojen ja predaation merkitys lisääntyy lintuyhteisöihin vaikuttavana tekijänä (Andrén ym. 1985). Myös aukeiden ylittäminen pirstoutuneessa ympäristössä voi johtaa lisääntyneeseen predaatoriskiin, ja tämä voi johtaa populaation pienenemiseen. Yhtenäisissä, laajoissa metsissä lintujen ei tarvitse poistua metsästä, jolloin predaatiopaine on pienempi ja energiaa säästyy (Cieslak 1994).

Esimerkiksi puukiipijä välttää reunoja pesäpaikan valinnassa ja onnistuu pesinnässään paremmin kauempana reunasta kuin lähellä sitä (Kuitunen & Helle 1988, Kuitunen & Mäkinen 1993). Reunan karttamiseen on kaksi mahdollista syytä. 1) Optimisaalistusteorian (Stephens & Krebs 1986) mukaan emojen liikuma-alan pesäpaikan ympärillä tulisi olla likimain pyöreä, jotta ravinnonhakumatkat olisivat lyhyitä. 2) Pesäpredaatio ja lisääntynyt saalistuspaine vähentävät varpuslintujen pesintämenestystä reunan lähellä (Andrén ym. 1985). Kuitunen & Helle (1988) osoittivat näiden tekijöiden vaikuttavan puukiipijän pesäpaikan valintaan. Lisäksi Hinsley ym. (1995) huomasivat, että puukiipijä välttää aukeita ympäristöjä ja suosii alueita, joissa on maisemassa runsaasti metsää.

Tässä tutkimuksessa käytettiin metsän peittävyysprosenttia kuvaamaan alueen luonnollista pirstoutumista ja reunan määrää. Peittävyysprosentti vaikuttikin voimakkaasti lajiryhmien ja yksittäisten lajien esiintymiseen eri osa-alueilla.

Vanhan metsän paikka- ja muuttolintuyhteisöjen muodostumisessa havaittiin mielenkiintoinen ero. Paikkalinnut suosivat laajoja ja yhtenäisiä, pirstoutumattomia alueita, kun taas muuttolintutiheydet (sekä kokonaislinnuston tiheys) olivat suurimpia pienemmällä ja pirstoutuneilla, runsaan reunavaikutuksen alueilla. Nämä tulokset tukevat aiempien tutkimusten tuloksia pirstoutumisen vaikutuksista pohjoisissa havumetsissä tapahtuneisiin suuriin linnustomuutoksiin (Järvinen ym. 1977, Järvinen & Väisänen 1978, Helle 1985a, Helle & Järvinen 1986, Virkkala 1987). Viimeisten viidenkymmenen vuoden aikana pohjoisten vanhojen metsien paikkalinnut ovat vähentyneet (Järvinen ym. 1977, Helle & Järvinen 1986, Virkkala 1987), mutta pohjoiset muuttolintukannat ovat puolestaan runsastuneet tai pysyneet vakaina (Järvinen ym. 1977, Väisänen ym. 1986). Vanhojen metsien paikkalinnut siis selvästi kärsivät metsien pirstoutumisesta,

kun taas muuttolinnut hyötyvät siitä (Cieslak 1994, tämä tutkimus). Paikkalinnut viettävät talven pesimämetsässään metsän sisäosia suosien (Helle 1986b). Koska ravintoresurssit ovat talvella vähäiset, paikkalinnut ovat muuttolintuja riippuvaisempia metsän pinta-alasta ja kärsivät enemmän metsien pirstoutumisesta (Cieslak 1994). Myös Jokimäen & Huhdan (1996) mukaan vanhojen metsien linnut (ja tässä tutkimuksessa etenkin paikkalinnut) kärsivät metsien pirstoutumisesta ja reunavaikutuksen lisääntymisestä.

Yksittäisistä lajeista pyy kärsii voimakkaasti metsien pirstoutumisesta (Cieslak 1994, Åberg ym. 1995). Tässäkin tutkimuksessa pyyn havaittiin suosivan suuria ja yhtenäisiä vanhan metsän alueita. Åbergin ym. (1995) mukaan metsän koko on tärkein pyyn esiintymiseen vaikuttava tekijä, mutta myös habitaattisaarekkeen ympäristöllä on tärkeä merkitys: pyylle on edullista, jos ympäristössä ei ole avointa habitaattia.

4.1.1.4 Tuoreen metsän vaikutus

Metsän tuoreuden havaittiin vaikuttavan etenkin paikkalintujen esiintymiseen. Sekä paikkalintujen tiheys että lajimäärä olivat suurempia alueilla, joilla tuoreiden metsien osuus oli suuri. Aikaisemmin metsän tuoreuden merkityksen on huomannut Virkkala ym. (1994a), joiden mukaan tuoreiden ja rehevien metsien suojeleminen on tärkeää kololintujen kannalta.

Yksittäisistä lajeista tuoreita metsiä suosivat pyy, kuukkeli ja laulurastas. Pyyn esiintymiseen talvisissa kuusimetsissä vaikuttaa lepän (*Alnus* spp.) määrä usealla eri mittakaavan tasolla (Swenson 1993), ja tällä on selvä yhteys tuoreiden metsien suosimiseen. Laulurastas puolestaan on lisääntynyt Pohjois-Suomessa (Väisänen 1983). Tämä johtunee siitä, että tuoreet kuusimetsät ovat lisääntyneet Etelä-Suomessa (Järvinen ym. 1977) ja saaneet näin aikaan "overflow"-ilmiön pohjoiseen (Helle & Järvinen 1986). Laulurastas onkin tutkimuksen lajeista vähiten riippuvainen vanhoista metsistä, ja paremminkin se on vain kuusikkolaji.

4.1.1.5 Vanhan metsän osuuden vaikutus

Vanhojen metsien spesialisti-lintulajeille suosikkihabitaatin esiintyminen on luonnollisesti avaintekijänä elinympäristön valinnassa. Tässä tutkimuksessa metson kuitenkin havaittiin suosivan alueita, joissa on myös nuorempia metsän sukkessiovaiheita. Metso suosii habitaattimosaiikkia, jossa on vanhan metsän lisäksi nuortakin metsää sekä soita (Rolstad & Wegge 1987, Lindén & Pasanen 1987). Pienimuotoinen yhtenäisen metsän pirstoutuminen saattaa pelkästään kohentaa metson elinympäristöjä (Rolstad & Wegge 1987). Vanhaa metsää on silti oltava ainakin 50 % maisemassa, muuten metson viihtyvyys ei ole turvattu (Rolstad ym. 1991). (Tämän tutkimuksen kaikilla alueilla vanhan metsän osuus metsästä oli yli 50 %.) Metso soi vanhoissa metsissä, ja metsokukot myös tal-

vehtivat niissä, mutta molemmat sukupuolet ja varsinkin poikueet käyttävät nuorempia metsiä vuoden aikana (Rolstad ym. 1991).

4.1.2 Maisemataso

4.1.2.1 Teoriaa

Lajien ja yhteisöjen dynamiikkaa saarekemaisessa ympäristössä on perinteisesti selitetty ns. saarimaantieteen teorian (MacArthur & Wilson 1967) avulla. Bio-tooppien pirstoutuminen on luonnonsuojeluekologisena ilmiönä kuitenkin osoittautunut paljon monisyisemmäksi ongelmaksi kuin mitä tämän teorian mukaan voidaan selittää. Pyrkiminen yleispätevien, kaikkiin saarekemaisiin ympäristöihin soveltuvien mallien kehittämiseen voikin olla epärealistista (Haila 1994a).

Lajien dynamiikkaa ei voi selittää vain habitaattilaikkujen prosesseilla tai vain paikallisella mittakaavalla (Virkkala 1991a, Hansson 1992). Siksi on tärkeää tutkia laajemman alueellisen mittakaavan vaikutusta paikallisiin prosesseihin (Virkkala ym. 1994a). Esimerkiksi isoitunut 100 ha:n kuusimetsäsaareke Pohjois-Suomessa ei ollut säilyttänyt alkuperäistä linnustoaan 60 vuotta ympäröivän alueen hakkuun jälkeen (Väisänen ym. 1986). Helteen (1986a) mukaan jopa 7 000 ha:n vanhan metsän alueen linnustoon vaikuttaa ympäröivän alueen pirstoutuminen. Suurelta vanhan metsän alueet eivät siis ole lintuyhteisöiltään suljettuja tai vakaita, vaan niihin vaikuttavat laajan mittakaavan muutokset ydinpopulaatiossa (Helle 1986a) sekä ympäristömuutokset ympäröivässä maisemassa (Hansson 1992).

Mittakaavan merkitys on siis tärkeä ekologien ilmiöiden ennustettavuudessa (Wiens 1989a, b). Elinympäristön valinnassa linnut ottavat ympäristön huomioon eri mittakaavan tasoilla siten, että mittakaavan pienentyessä valinnan kriteerit tarkentuvat (Jokimäki & Huhta 1996). Tämän vuoksi eri mittakaavojen yhteiskäytöllä voidaan paremmin selittää lintuyhteisöjen rakenteen vaihtelua ympäristössä (Wiens 1989b, Mönkkönen 1991, Raivio 1992). Eri mittakaavan tasoilla tulokset voivat olla jopa päinvastaisia (Wiens 1989b).

Monet lintupopulaatiot ovat todennäköisesti muodostuneet osapopulaatioista, joista ns. lähde-nielu-mallin mukaan nielupopulaation sisäinen lisääntyminen ei riitä korvaamaan populaation paikallista kuolevuutta, vaan nielupopulaatiot ovat riippuvaisia lähdepopulaatiosta tulevasta yksilötäydennyksestä (Pulliam 1988, Simberloff 1995). Onkin arvioitu, että Venäjän yhtenäiset vanhat metsät ovat mahdollinen lähde Fennoskandian taigalajeille (Edenius & Elmberg 1997).

Osapopulaatioiden muodostamaa kokonaisuutta voidaan selittää myös metapopulaatioteorian (Opdam 1991) avulla. Osapopulaatiot ovat dynamisessa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa, jolloin osapopulaatioiden ajoittaiset sukupuutot ja uusien osapopulaatioiden perustaminen muodostavat tasapainoisen populaa-

tiojoukon (Opdam 1991). Tämä teoria olettaa kuitenkin, ettei mikään osapopulaatio ole selvästi toisia suurempi tai tuottoisampi (toisin sanoen ei lähde-nielu-asetelmaa) kuten itärajan takaiset laajat metsät ovat tässä tutkimuksessa.

4.1.2.2 *Maisemamuuttujien vaikutus*

Tulokseni viittaavat siihen, että ainakin lapintiaisen populaatiot ovat riippuvaisia Venäjän lähde-populaatiosta tulevasta yksilötäydennyksestä, sillä lapintiaisen esiintyminen oli paljon todennäköisempää itärajan lähellä kuin kauempana siitä. Myös lapintiaisen tiheydet olivat suurimmillaan itärajan läheisyydessä. Samoin muuttolintutiheys oli suurempi lähellä itärajaa kuin kauempana siitä (tosin tämä tulos oli tilastollisesti vain suuntaa-antava). Muista yksittäisistä lajeista leppälintu, pikkusieppo ja pikkukäpylintu esiintyivät runsaimpina itärajan läheisyydessä. Nämä tulokset osoittavat, että Venäjän hakkaamattomilla vanhoilla metsillä ja sieltä tulevalla yksilötäydennyksellä on positiivinen vaikutus joidenkin lajien suomalaispopulaatioihin.

Saattaa olla, että ns. biotoopin jatkuvuuden katkeaminen eli lähdepopulaatioon ulottuvan biotooppiyhteyden katkeaminen on erikoistuneille lajeille, kuten lapintiaiselle, jopa keskeisempi ongelma kuin vanhojen metsien pirstoutumisen muut vaikutukset, kuten reunavaikutuksen lisääntyminen tai pinta-alan väheneminen (Haila 1994a, b). Ainakin biotoopin jatkuvuuden katkeamisesta johtuva lähde-populaatiosta tulevan yksilötäydennyksen loppuminen voi olla kohtalokasta nielu-populaatioille.

Muuttolintutiheydet ja -lajimäärä (sekä kokonaislinnusto) olivat suurimpia alueilla, joiden ympärillä on runsaasti vanhaa metsää kymmenen kilometrin säteellä, mutta niukasti kahdenkymmenen kilometrin säteellä. Eri mittakaavan tasoilla tulokset ovat siis täysin päinvastaisia (ks. Wiens 1989b). Mahdollisesti nämä erot ovat selitettävissä tutkimusalueen maisemarakenteen heterogeenisyydellä (ks. kuva 1). Esimerkiksi sillä, että yksityismaat, jotka ovat yleensä tarkasti metsätalousskäytössä, ovat sijoittuneet tutkimusalueella pääasiassa Kuusamon kunnan alueelle, kun taas muu osa tutkimusaluetta on pääasiassa valtion maata, jossa on jäljellä selvästi enemmän vanhoja metsiä kuin yksityismailla.

Maisemamuuttujiin reagoivat lapintiaisen lisäksi vain muuttolinnut (sekä kokonaislinnusto). Tulosten perusteella voi olettaa, että muuttolinnut valitsevat pesimäpaikkansa paikallisen habitaattirakenteen lisäksi myös laajemman mittakaavan maisemarakenteen perusteella. Tähän niillä onkin keväällä muuttomatkalta palatessaan paikkalintuja parempi mahdollisuus.

4.2 Vanhojen metsien linnuston suojelu

Pohjoisen havumetsävyöhykkeen paikkalinnut, jotka kuuluvat siperialaiseen faunatyyppiin (Voous 1960), eivät ole sopeutuneet ihmisen aiheuttamiin nopeisiin ja laajoihin ympäristömuutoksiin, joten ne tarvitsevat erityistä suojeluhuomiota (Mönkkönen & Welsh 1994). Näiden lajien elinympäristövaatimukset ovatkin keskeisellä sijalla suojelualueiden suunnittelussa, mikäli vanhojen metsien alkuperäisen lajiston populaatiot halutaan säilyttää elinkykyisinä. Vanhojen metsien paikkalintujen suojelemiseksi, ja Euroopan Unionin edellyttämän suotuisan suojelun tason saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi, suojelualueiden olisi oltava laajoja, yhtenäisiä ja tuoreita alavien alueiden vanhoja metsiä.

Virkkala (1996) esitti tutkimuksessaan metsien suojelualueverkon kehittämistarpeista, että suojelualueiden pitäisi olla kooltaan suuria, mieluiten yli 10 km²:n laajuisia. Vähentyneet vanhan metsän lajit selviävät ainakin Lapin erittäin laajoilla vanhan metsän alueilla. Siksi näiden alueiden suojelu on välttämätöntä (Virkkala 1991a). Laajojen ja pirstoutumattomien vanhan metsän alueiden suojelumerkitystä korostavat myös Hagan ym. (1996).

Lisäksi Virkkalan (1996) mukaan suojellun metsämaan määrän olisi oltava noin 10 % alueen metsämaan alasta Koillismaan, Perä-Pohjolan ja Kainuun alueilla, eli juuri tämänkin tutkimuksen alueella. Tällöin useimpien vanhojen metsien lajien populaatiot olisivat riittävän suuria säilyäkseen alueella. Tämä 10 %:n kynnysarvo perustuu tutkimukseen (Andrén 1994), jossa havaittiin, että pirstoutumisen negatiiviset vaikutukset tulevat esille, kun alkuperäisen habitaatin määrä alueella on 10–30 %. Kun elinympäristöä on jäljellä alle 10 %, pirstoutumisen vaikutukset ovat selvät: lajien kannat taantuvat nopeammin kuin niiden elinympäristöt vähenevät (Andrén 1994).

Vaikka suojelualueiden alueellinen kattavuus onkin tärkeää, Virkkala (1996) olettaa, että suojelualueiden sijoittaminen lähelle itärajaa on erityisen tärkeää. Ainakin monien kovakuoriaislajien levinneisyys on rajoittunut maan itäosiin eli niiden kannat saavat ilmeisesti vaikutteita Venäjän metsistä.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat selkeästi edellä mainittuja tuloksia pinta-alan merkityksestä sekä oletusta itärajan suojelubiologisesta tärkeydestä. Tutkimusalueella on parikymmentä yli 10 km²:n laajuista suojeltua vanhan metsän aluetta, joista itärajaan ovat yhteydessä Oulanka, Närängänvaara ja Martinselkonen. Kuitenkaan tavoitteena oleva 10 % suojeluaste ei tutkimusalueella aivan toteudu, vaikkakin alue on suojeluosuudeltaan Metsä-Lapin eteläpuolisen Suomen parhaimmistoa.

Vanhojen metsien suojelualueverkon kehittämisessä on otettava huomioon myös itärajan takaisissa metsissä tapahtuvat muutokset sekä Suomen kansainvälinen vastuu taigalajiston säilyttämisessä. Suomen ja Venäjän rajalla oleva ns. vihreä vyöhyke on vaarassa pirstoutua (Pyykkö 1994). Vanhojen metsien lajistomme säilyttämiseksi onkin huolehdittava, etteivät suomalaiset kannat koostu

pelkästään nielupopulaatioista ja ole siten riippuvaisia vihreältä vyöhykkeeltä tulevasta yksilötäydennyksestä. On myös huomioitava Pohjois-Suomen metsien merkitys itäisen metsälajiston kulkuyhteytenä Skandinavian, etenkin Ruotsin, metsiin.

Yksi vanhojen metsien suojelualueiden päätehtävistä on luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen. Niiden pääsääntöinen sijoittaminen huonotuottoisille korkeille alueille (Nilsson & Götmark 1992, Virkkala ym. 1994b) on ristiriidassa tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Vanhojen metsien lintuyhteisöjen elinmahdollisuuksien turvaamiseksi suojelun painopisteen pitäisi olla alavilla vanhan metsän alueilla. Tämä tilanne paraneekin jonkin verran vanhojen metsien suojeluohjelman myötä, vaikkakin edelleen iso osa suojeluohjelman kohteista on korkeita alueita. Linnuston uhanalaisluokitukseen vanhojen metsien suojeluohjelma ei Rajasärkän (1997) mukaan tuo muutoksia, joten taigalajiston suojelu pysynee ajankohtaisena myös tulevaisuudessa.

4.3 Virhelähteet

Tämän tutkimuksen tulokset perustuvat laajaan lintulaskenta-aineistoon, jonka keruu on pyritty vakioimaan mahdollisimman tarkasti. Kuitenkin aineistossa on useita erilaisia mahdollisia virhelähteitä. Laskennoissa on voinut syntyä virhevaihtelua eri laskijoista ja etenkin eri laskenta-ajoista johtuen. Vuosien välisiä eroja lintupopulaatioissa ei ole pystytty kontrolloimaan. Laskenta-aineiston suuren määrän vuoksi virheiden oletetaan kuitenkin peittyvän siedettävälle tasolle (ks. Ranta ym. 1992). Lisäksi tiheysarviot pieniltä alueilta perustuvat pieniin näytemääriin ja ovat alttiimpia virhevaihtelulle kuin suuret näytteet suurilta alueilta (Virkkala ym. 1994a). Tiheyksien käyttö on kuitenkin perusteltua, sillä vain kvantitatiivisten aineistojen avulla voidaan selvittää tarkkoja elinympäristövaatimuksia (Raivio 1992).

Laskenta-aineiston muokkaus on myös mahdollinen virhelähde. Etenkin tiheyksien korjaaminen metsäprosentin käänteisluvulla on voinut vääristää tuloksia. Kuitenkin monet mielekkäät tulokset, sekä paikka- ja muuttolintujen erilainen reagoiminen metsäprosenttiin viittaavat siihen, ettei tämän virhelähteen vaikutus ole oleellinen.

Käpylintujen osuutta reunavaikutuksen tuloksiin on vaikea arvioida. Käpylinnut ovat linjalaskennassa vaikeasti laskettavia. Kesäkuussa ne välttävät reuna-alueita (Helle & Järvinen 1986), mutta kuitenkin ne pesivät reunojen lähetyvillä keväällä (von Haartman ym. 1963–72). Lisäksi käpylintujen sijoittaminen muuttolinturyhmään on voinut vääristää muitakin tuloksia. Kuitenkin käpylintujen runsas liikkuminen, ja siten mahdollisuus maiseman tarkasteluun, muistuttaa enemmän muutto- kuin paikkalintuja.

Mahdollisena virhelähteenä ovat myös tutkimusalueen laajuus (200 km pohjois-eteläsuunnassa) ja alueen eliömaantieteelliset erot. Keski- ja pohjoisboreaalisen metsävyöhykkeen raja kulkee aivan alueen eteläpuolelta, ja tutkimusalueen lounaisimmat osa-alueet ovat rajan eteläpuolella. Joidenkin lajien luonnollinen levinneisyysraja kulkee tutkimusalueen tienoilla, mikä voi osaltaan vaikuttaa tuloksiin.

KIITOKSET

Tämä tutkimus on Metsähallituksen ja Oulun yliopiston yhteistyön tulos. Aineiston keruu ja raportin kirjoitus tapahtui Metsähallituksen rahoituksen turvin. Suurimmat kiitokset ansaitsevat FT Mikko Mönkkönen ja FM Ari Rajasärkkä. Ari houkutteli ja opasti minut linjalaskentoihin vanhoihin metsiin. Ari myös luovutti Metsähallituksen laskenta-aineistoa käyttööni ja avusti monin eri tavoin laskenta-aineiston ja ympäristömuuttujien selvittämisessä sekä teki hyviä huomautuksia raporttiin. Työn ohjasi Mikko Mönkkönen, jonka osuus on ollut ratkaisevan tärkeä työn suunnittelusta alkaen. Mikko perehdytti minut huolellisesti tutkimuksen teon jokaiseen vaiheeseen, etenkin aineiston käsittelyyn ja kirjoitusvaiheessa raportin rakenteeseen. FL Petteri Wellingin punakynä muokkasi tekstin lauserakenteet luettavaan muotoon. FM Jouko Inkeröinen jakoi työhuoneensa kirjoitusvaiheessa ja antoi useita hyviä kirjallisuusvinkkejä. Metsänhoitaja Tapio Alakiuttu piirsi tutkimusalueen kartan. Heille kaikille kiitokset, kuten myös kaikille tutkimuksen linjalaskentoja tehneille aamuvirkuille. Lopuksi haluan kiittää FM Satu Salmista koko pitkän projektin ajan kestäneestä tuesta ja kannustuksesta.

LÄHTEET

- Ahlen, I. 1975: Forestry and the bird fauna in Sweden. – *Ornis Fennica* 52:39–44.
- Andrén, H. 1994: Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. – *Oikos* 71:355–366.
- , Angelstam, P., Lindström, E. & Widen, P. 1985: Differences in predation pressure in relation to habitat fragmentation: an experiment. – *Oikos* 45:273–277.
- Cieslak, M. 1994: The vulnerability of breeding birds to forest fragmentation. – *Acta Ornithologica* 29:29–38.
- Edenius, L. & Elmberg, J. 1997: Landscape level effects of modern forestry on bird communities in North Swedish boreal forests. – *Landscape Ecology* (painossa).
- von Haartman, L., Hilden, O. & Linkola, P. 1963–72: Pohjolan linnut värakuvin. – Otava. Helsinki. 1092 s.
- Haftorn, S. 1973: A study of the Siberian tit *Parus cinctus* during breeding season. – *Sterna* 12:91–155.
- Hagan, J. M., Haegen, W. M. V. & McKinley, P. S. 1996: The early development of forest fragmentation effects on birds. – *Conservation Biology* 10:188–202.
- Haila, Y. 1985: Birds as a tool in reserve planning. – *Ornis Fennica* 62:96–100.
- 1986: North European land birds in forest fragments: evidence for area effects? – Teoksessa: Verner, J., Morrison, M. L. & Ralph, C. J.(toim.), *Habitat 2000, Modelling habitat relationship of terrestrial vertebrates*:315–319. University of Wisconsin Press, Madison.
- 1994a: Metsän pirstoutuminen luonnonsuojeluekologisena ongelmana boreaalisessa metsävyöhykkeessä. – Teoksessa: Haila, Y., Niemelä, P. & Kouki, J.(toim.), *Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä*:59–67. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482. 123s.
- 1994b: Preserving ecological diversity in boreal forests: ecological background, research, and management. – *Annales Zoologici Fennici* 31:203–217.
- , Järvinen, O. & Väisänen, R. A. 1979: Effect of mainland population changes on the terrestrial bird fauna of a northern island. – *Ornis Scandinavica* 10:48–55.

- Haila, Y., Kumpulainen, J. & Sorvari, V.-M. 1994: Talaskangas–Sopenmäki taigalinnuston elinympäristönä. – Teoksessa: Lindholm, T. & Airaksinen, O.(toim.), Talaskankaan metsä- ja suoalueen luonnonsuojeluinventoinnit:153–156. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 177. 184 s.
- Hansson, L. 1992: Landscape ecology of boreal forest. – *Trends in Ecology and Evolution* 7:299–302.
- Helle P. 1985a: Effects of forest fragmentation on bird densities in northern boreal forest. – *Ornis Fennica* 62:35–41.
- 1985b: Effects of forest regeneration on the structure of bird communities in northern Finland. – *Holarctic Ecology* 8:120–132.
- 1986a: Bird community dynamics in a boreal forest reserve: the importance of large-scale regional trends. – *Annales Zoologici Fennici* 23:157–166.
- 1986b: Effects of forest succession and fragmentation on bird communities and invertebrates in boreal forests. – *Acta Universitatis Ouluensis. Series A* 178. 41 s.
- & Järvinen, O. 1986: Population trends of North Finnish land birds in relation to their habitat selection and changes in forest structure. – *Oikos* 46:107–115.
- & Jokimäki, J. 1992: Metsien pirstoutumisen vaikutus vanhan metsän lintulajeihin. – Teoksessa: Jokimäki, J., Sippola, A.-L. & Junttila, P. (toim.), Erämaa – yhteisomaisuusresurssin biologinen ja yhteiskunnallinen merkitys:75–85. Arktisen keskuksen tiedotteita 6. 152 s.
- Hinsley, S. A., Bellamy, P. E., Newton, I. & Sparks, T. H. 1995: Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding bird species in woodland fragments. – *Journal of Avian Biology* 26:94–104.
- Jokimäki, J. & Huhta, E. 1996: Effects of landscape matrix and habitat structure on a bird community in northern Finland: a multi-scale approach. – *Ornis Fennica* 73:97–113.
- Järvinen, A. 1981: Population trends in the Redstart *Phoenicurus phoenicurus* in northern Fennoscandia. – *Ornis Fennica* 58:129–131.
- Järvinen, O., Kuusela, K. & Väisänen, R. A. 1977: Metsien rakenteen muutoksen vaikutus pesimälinnustoomme viimeisten 30 vuoden aikana. – *Silva Fennica* 11(4):284–294.
- & Väisänen, R. A. 1976: Finnish line transect censuses. – *Ornis Fennica* 53:115–118.

- Järvinen, O. & Väisänen, R. A. 1978: Recent changes in forest bird populations in northern Finland. – *Annales Zoologici Fennici* 15:279–289.
- & Väisänen, R. A. 1983: Correction coefficients for line transect censuses of breeding birds. – *Ornis Fennica* 60:97–104.
- Koskimies, P. & Väisänen, R. A. 1988: Linnustonseurannan havainnointiohjeet. 2. painos. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, Helsinki. 143 s.
- Kuitunen, M. & Helle, P. 1988: Relationship of the Common treecreeper *Certhia familiaris* to edge effect and forest fragmentation. – *Ornis Fennica* 65:150–155.
- & Mäkinen, M. 1993: An experiment on nest site choice of the Common Treecreeper in fragmented boreal forest. – *Ornis Fennica* 70:163–167.
- Lindén, H. & Pasanen, J. 1987: Metsien pirstoutuminen metsokantojen uhkana. – *Suomen Riista* 34:66–76.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1967: *The Theory of Island Biogeography*. – Princeton University Press, New Jersey. 203 s.
- Mönkkönen, M. 1991: Geographical patterns and local processes in Holarctic breeding bird communities. – *Acta Universitatis Ouluensis. Series A* 223.
- & Welsh, D. A. 1994: A biogeographical hypothesis on the effects of human caused landscape changes on the forest bird communities of Europe and North America. – *Annales Zoologici Fennici* 31:61–70.
- Nilsson, C. & Götmark, F. 1992: Protected areas in Sweden: Is natural variety adequately represented? – *Conservation Biology* 6:232–242.
- Opdam, P. 1991: Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies. – *Landscape Ecology* 5:93–106.
- Pulliam, H. R. 1988: Sources, sinks, and population regulation. – *American Naturalist* 132:652–661.
- Pyykkö, J. 1994: The green belt of Karelia at risk. – *Taiga-News* 10:6–7.
- Raivio, S. 1992: Bird communities in fragmented coniferous forests: the importance of quantitative data and adequate scaling. – Väitöskirja, Eläintieteen laitos, Helsingin yliopisto. 11 s. + 5 liitejulkaisua.

- Raivio, S. 1994: Havumetsälinnuston vähimmäisvaatimukset. – Teoksessa: Haila, Y., Niemelä, P. & Kouki, J.(toim.), Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä:111–115. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482. 123 s.
- Rajasärkkä, A. 1996: Taigan tuulahdus sinipyrstö. – Linnut 31 (3):20–28.
- 1997: Linnut metsäsodan melskeessä. – Linnut 32 (painossa).
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1992: Biometria: tilastotiedettä ekologeille. 3. korj. p. – Yliopistopaino, Helsinki. 596 s.
- Rolstad, J. 1991: Consequences of forest fragmentation for the dynamics of bird populations: conceptual issues and the evidence. – Biological Journal of the Linnean Society 42:149–163.
- & Wegge, P. 1987: Distribution and size of Capercaillie leks in relation to old forest fragmentation. – Oecologia 72:389–394.
- , Wegge, P. & Gjerde, I. 1991: Cumulative impact of habitat fragmentation: Lessons from 12 years of Capercaillie research at Varaldskogen, Norway. – Fauna 44:90–104.
- Simberloff, D. S. 1979: Rarefaction as a distribution-free method of expressing and estimating diversity. – Teoksessa: Grassle, J. F., Patil, G. P., Smith, W. & Taillie, C. (toim.), Ecological diversity in theory and practice:159–176. Int. Co-op. Publ. house, Fairland, Maryland.
- 1995: Habitat fragmentation and population extinction of birds. – Ibis 137:105–111.
- Skoog, I. 1973: Några iakttagelser rörande en häckning av blåstjärt Tarsiger cyanurus vid Kuusamo, Finland, 1971. – Vår Fågelvärld 32:131–132.
- Stephens, D. W. & Krebs, J. R. 1986: Foraging theory. – Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 247 s.
- Swenson, J. E. 1993: The importance of alder to Hazel grouse in Fennoscandian boreal forest: evidence from four levels of scale. – Ecography 16:37–46.
- Tjernberg, M., Johansson, K. & Nilsson, S. G. 1993: Density variation and breeding success of the Black woodpecker *Dryocopus martius* in relation to forest fragmentation. – Ornis Fennica 70:155–162.
- Virkkala, R. 1987: Effects of forest management on birds breeding in northern Finland. – Annales Zoologici Fennici 24:281–294.

- Virkkala, R. 1990: Ecology of the Siberian tit *Parus cinctus* in relation to habitat quality: effects of forest management. – *Ornis Scandinavica* 21:139–146.
- 1991a: Population trends of forest birds in a Finnish Lapland landscape of large habitat blocks: Consequences of stochastic environmental variation or regional habitat alteration? – *Biological Conservation* 56:223–240.
 - 1991b: Spatial and temporal variation in bird communities and populations in north-boreal coniferous forest: a multiscale approach. – *Oikos* 62:59–66.
 - 1996: Metsien suojelualueverkon rakenne ja kehittämistarpeet – ekologinen lähestymistapa. – *Suomen Ympäristö* 16. 53 s.
 - & Liehu, H. 1990: Habitat selection by the Siberian tit *Parus cinctus* in virgin and managed forest in northern Finland. – *Ornis Fennica* 67:1–12.
 - , Rajasärkkä, A., Väisänen, R. A., Vickholm, M. & Virolainen, E. 1994a: Conservation value of nature reserves: do hole-nesting birds prefer protected forests in southern Finland? – *Annales Zoologici Fennici* 31:173–186.
 - , Rajasärkkä, A., Väisänen, R. A., Vickholm, M. & Virolainen, E. 1994b: The significance of protected areas for the land birds of southern Finland. – *Conservation Biology* 8:532–544.
- Väisänen, R. A. 1983: Pohjois-Suomen maallinnuston kannanmuutokset viime vuosikymmeninä. – *Aureola* 8:58–65.
- , Järvinen, O. & Rauhala, P. 1986: How are extensive, human-caused habitat alterations expressed on the scale of local bird populations in boreal forests? – *Ornis Scandinavica* 17:282–292.
- Voous, K. H. 1960: *Atlas of European Birds*. – Nelson, London. 284 s.
- Wiens, J. A. 1989a: *The ecology of bird communities. Vol. 2 Processes and variations*. – Cambridge University Press, Cambridge. 316 s.
- 1989b: Spatial scaling in ecology. – *Functional Ecology* 3:385–397.
 - 1989c: *The ecology of bird communities. Vol. 1 Foundations and patterns*. – Cambridge University Press, Cambridge. 539 s.
- Åberg, J., Jansson, G., Swensson, J. E. & Angelstam, P. 1995: The effects of matrix on the occurrence of Hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in isolated habitat fragments. – *Oecologia* 103:265–269.

Korrelaatiomatriisi ympäristömuuttujista

	etäi- syyss	metsä- ala	metsä %	vanha %	vanh. ala	kor- kea	tuore	1 km	5 km	10 km	20 km	linjaa
ala	0.24 (0.88)	0.94 (0.00)	-0.20 (0.20)	-0.33 (0.03)	0.90 (0.00)	-0.10 (0.52)	-0.11 (0.49)	0.61 (0.00)	0.51 (0.00)	0.32 (0.04)	0.17 (0.30)	0.79 (0.00)
etäi- syyss		-0.05 (0.74)	-0.06 (0.73)	-0.25 (0.10)	-0.06 (0.69)	-0.25 (0.11)	-0.01 (0.95)	-0.02 (0.90)	-0.13 (0.42)	-0.10 (0.53)	-0.36 (0.02)	-0.18 (0.25)
metsä- ala			-0.05 (0.73)	-0.21 (0.19)	0.99 (0.00)	-0.02 (0.89)	-0.04 (0.80)	0.70 (0.00)	0.62 (0.00)	0.44 (0.00)	0.26 (0.09)	0.74 (0.00)
metsä %				0.18 (0.25)	-0.03 (0.85)	0.45 (0.00)	0.11 (0.48)	-0.01 (0.95)	-0.04 (0.79)	0.12 (0.46)	0.08 (0.59)	-0.15 (0.35)
vanha %					-0.13 (0.39)	0.50 (0.00)	0.38 (0.01)	-0.09 (0.57)	-0.07 (0.68)	-0.03 (0.85)	0.03 (0.87)	-0.24 (0.12)
vanh. ala						0.02 (0.89)	-0.00 (0.98)	0.73 (0.00)	0.64 (0.00)	0.45 (0.00)	0.27 (0.09)	0.70 (0.00)
kor- kea							0.34 (0.03)	-0.07 (0.66)	-0.16 (0.33)	-0.07 (0.65)	-0.07 (0.64)	-0.04 (0.78)
tuore								0.02 (0.91)	-0.06 (0.70)	-0.05 (0.73)	-0.17 (0.28)	-0.14 (0.39)
1 km									0.85 (0.00)	0.51 (0.00)	0.37 (0.02)	0.35 (0.02)
5 km										0.74 (0.00)	0.58 (0.00)	0.33 (0.03)
10 km											0.82 (0.00)	0.20 (0.21)
20 km												0.11 (0.49)

Merkitsevät korrelaatiot on lihavoitu.

Lyhenteiden selitykset:

- ala = alueen pinta-ala
- etäisyys = etäisyys Suomen itärajasta
- metsäala = metsän pinta-ala alueella
- metsä % = metsän osuus alueen pinta-alasta
- vanha % = vanhan metsän (yli 100 vuotta) osuus alueen pinta-alasta
- vanh. ala = vanhan metsän (yli 100 vuotta) pinta-ala alueella
- korkea = korkean alueen (yli 300 m mpy) osuus alueen metsästä (%)
- tuore = tuoreen metsän osuus alueen metsästä (%)
- 1 km = vanhan metsän pinta-ala kilometrin säteellä alueen ulkoreunasta
- 5 km = vanhan metsän pinta-ala viiden kilometrin säteellä alueen ulkoreunasta
- 10 km = vanhan metsän pinta-ala 10 kilometrin säteellä alueen ulkoreunasta
- 20 km = vanhan metsän pinta-ala 20 kilometrin säteellä alueen ulkoreunasta
- linjaa = laskettujen linjakilometriä

Tutkimusalueet ja ympäristömuuttujat

Alue	vanh. ala	metsä %	vanha %	kor- kea	tuore	etäi- syys	10 km	20 km
Martinselkonen	27.0	50	92	0	36	0	100	250
Siikavaara	18.3	95	99	60	3	80	16	55
Jaurakkavaara	4.6	97	96	65	51	92	2.5	48
Vellisuo	0.2	10	100	0	62	98	20	80
Iso Tilansuo	6.5	25	87	0	2	100	4	70
Olvassuon alue	36.6	30	61	0	16	110	10	25
Kaunislampi	1.8	100	95	0	13	104	45	146
Iso-Syöte ym.	105.2	75	93	60	95	87	65	160
Maaselkä	36.1	80	92	39	65	86	95	166
Hurunvaara	18.8	80	92	0	71	49	40	114
Riuska	26.2	55	88	0		30		
Lauttasuo	4.0	70	68	0	94	72	28	60
Riihisuo	3.7	70	82	0	68	72	22	55
Mäntylamminaho	2.6	50	100	0	88	65	18	55
Koivuaja	3.2	100	94	0	98	74	11	40
Harjavaara	2.9	55	100	0	89	56	22	67
Ouvonsuo	0.5	30	100	0	73	61	16	65
Latvavaara	15.3	80	94	50	58	77	85	215
Koivuvaara	5.1	79	100	57	96	83	90	215
Salmitunturi ym.	48.3	71	98	59	91	62	42	140
Kivisuo	10.6	40	88	12	80	42	8	77
Hyöteikönsuo	0.8	15	80	0	0	3	40	200
Kostonpyhitys	1.0	67	100	75	100	67	45	95
Iivaara	11.2	78	95	90	32	11	30	150
Laihavaara	6.2	97	95	100	8	7	70	200
Oijusluoma	26.3	64	99	76	52	40	20	30
Kelkkavaara	0.8	78	100	100	81	48	13	33
Lehtovaara	11.5	79	99	100	46	56	8	30
Lohivaara	7.0	50	97	72	89	56	9	70
Salmivaara	6.7	65	99	33	22	65	35	130
Aneenvaara	11.0	67	93	87	92	87	33	158
Kitkajärvi	1.2	75	55	0	16	80	10	75
Korouoma	11.2	90	62	0	18	98	43	95
Riisitunturi ym.	59.2	55	96	70	69	46	8	30
Valtavaara ym.	8.1	80	99	75	67	23	2	50
Pitkäniemi	0.7	100	100	100	100	19	5	60
Kuntivaara	2.6	97	100	100	100	2	30	200
Pää-Älly	15.2	78	100	97	94	33	4	25
Kätkytvaara	3.3	81	100	100	93	37	16	48
Sukerijärvi	5.7	35	89	0	26	26	15	112
Kiukaankorva	0.2	98	100	0	9	6	20	200
Oulanka	130.4	65	81	20	39	0	100	250
Lehtotunturi ym.	35.1	75	92	36	13	84	25	30

Aiemmin ilmestyneet Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

- No 1 Ruhkanen, Marja, Sahlberg, Sari & Kallonen, Seppo 1992: Suojellut metsät valtionmailla vuonna 1991. 90 s.
- No 2 Ravela, Heikki (toim.) 1992: Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1.1.1991–30.4.1992. 30 s.
- No 3 Lindholm, Tapio & Tuominen, Seppo 1993: Metsien puuston luonnontilaisuuden arviointi. 40 s. 2. painos 37 s.
- No 4 Hokkanen, Tatu & Ruhkanen, Marja 1992: Lintukuolemien vaikutus ruokki- ja tiirakantoihin Itäisen Suomenlahden kansallispuistossa vuonna 1992. 47 s. 2. painos 1994.
- No 5 Vauramo, Anu 1993: Korteniemen metsänvartijatila. 75 s.
- No 6 Hario, Martti & Jokinen, Markku 1993: Selkälökkitutkimus Itäisen Suomenlahden kansallispuistossa vuonna 1992. 16 s.
- No 7 Seppä, Heikki, Lindholm, Tapio & Vasander, Harri 1993: Metsäojitettujen soiden luonnontilan palauttaminen. 80 s. 2. painos 1994.
- No 8 Kurikka, Tuula & Lehtonen, Tanja 1993: Koloveden kansallispuiston kasvillisuus. 39 s.
- No 9 Leinonen, Reima 1993: Hiidenportin kansallispuiston, Porkkasalon ja Mustavaaran-Toivonsuon perhosinventointi vuonna 1992. 75 s.
- No 10 Oulasvirta, Panu & Leinikki, Jouni 1993: Tammisaaren kansallispuiston vedenalaisen luonnon kartoitus. Osa I. 92 s.
- No 11 Kouki, Jari 1993: Luonnon monimuotoisuus valtion metsissä – katsaus ekologisiin tutkimustarpeisiin ja suojelun mahdollisuuksiin. 88 s. 2. painos 1996.
- No 12 Potinkara, Oiva 1993: Suomen suurilta saloilta. 2. painos 141 s. 1996.
- No 13 Inkinen, Matti & Peura, Pekka 1993: Kansallispuistojen jätehuolto. Loppuraportti 15 kansallispuiston jätehuollon järjestämisestä ja strategioiden suunnittelusta. 38 s. 2. painos 1994.
- No 14 Toivonen, Heikki & Leivo, Anneli 1993: Kasvillisuuskartoituksessa käytettävä kasvillisuus- ja kasvupaikkaluokitus. Kokeiluversio. 96 s. 2. painos 1994. 3. painos 1997.
- No 15 Järvi-Espoon Eräpartiolaiset ry. 1993: Nuuskinta '93. Retkeily Nuuksiossa. 80 s.
- No 16 Arponen, Aki 1993: Inarin hautuumaasaaret. 38 s.
- No 17 Hokkanen, Tatu & Hokkanen, Marja 1993: Ruokin ja selkälökin vuoden 1993 pesintä ja pitkäaikainen kannankehitys Itäisen Suomenlahden kansallispuistossa. 36 s.
- No 18 Sulkava, Risto, Eronen, Päivi & Storränk, Bo 1994: Liito-oravan esiintyminen Helvetinjärven ja Liesjärven kansallispuistoissa sekä ympäröivillä valtionmailla 1993. 29 s.
- No 19 Haapasaari, Päivi 1994: Silakanpyytäjiä ja lohitalonpoikia – kalastusperinnettä Perämeren kansallispuistossa. 38 s.
- No 20 Mäkelä, Jyrki 1994: Kuusamon Valtavaaran seudun maalinusto – linnuston rakenne ja vuosivaihtelu vuosina 1988–1992. 52 s.
- No 21 Karjalainen, Eeva 1994: Maaston kulumisen Seitsemisen kansallispuistossa. 68 s.
- No 22 Laine, Sirkku 1994: Kaskeaminen Telkkämäen luonnonsuojelualueella. 32 s. 2. painos 1997

- No 23 Mäkivuoti, Markku 1994: Perämeren kansallispuiston kiinteät muinaisjään-
nökset. 38 s.
- No 24 Hanhela, Pentti 1994: Oulangan kansallispuiston tulvaniityt. 43 s.
- No 25 Luontotutkimus Enviro Oy 1994: Päijänteen kansallispuiston kasvillisuus. 75 s.
- No 26 Heinonen, Markku, Mikkola, Markku & Södersved, Jan 1994: Puurijärven –
Isonsuon kansallispuiston luontoselvitys 1993. 89 s.
- No 27 Hirvonen, Heikki 1994: Laajalahden pesivän vesi- ja rantalinnuston
muutokset vuosina 1984 –1993. 36 s.
- No 28 Lampolahti, Janne 1994: Euran Koskeljärven pesimälinnusto 1993. 42 s.
- No 29 Vauramo, Anu 1994: Linnansaaren torppa. 106 s.
- No 30 Peura, Pekka & Inkinen, Matti 1994: Lauhanvuoren ja Seitsemisen kansallis-
puistojen kävijät ja käyttö kesällä 1993. 51 s.
- No 31 Rytteri, Terhi & Tukia, Harri 1994: Fiskarsinmäen lehto- ja niittyalueen
kasvillisuus ja hoito. 58 s.
- No 32 Salo, Pertti & Nummela-Salo, Ulla 1994: Perämeren kansallispuiston kasvilli-
suus ja kasvisto. 98 s.
- No 33 Eidsvik, Harold K. & Bibelriether, Hans B. 1994: Finland's Protected Areas –
A Technical Assessment. 37 s. 3rd edition 1995. 40 s. 2. painos 1996.
- No 34 Kauhanen, Olli 1994: Ulko-Tammio – jatkosodan linnake. 81 s.
- No 35 Penttilä, Reijo 1994: Kainuun vanhojen metsien kääpälajisto. 60 s. 2. painos
1996.
- No 36 Grahn, Tiina 1994: Puurijärvi–Isosuo – kansallispuisto kulttuurimaiseman
keskellä. 32 s.
- No 37 Saarinen, Jarkko 1995: Urho Kekkosen kansallispuiston retkeily-ympäristön
viihtyvyyys. 77 s.
- No 38 Pihkala, Antti 1995: Perämeren kansallispuiston Ailinpietin kämpän
restaurointi. 38 s.
- No 39 Kuusinen, Mikko, Jääskeläinen, Kimmo, Kivistö, Laura, Kokko, Anna &
Lommi, Sampsa 1995: Indikaattorijäkälkien kartoitus Kainuussa. 24 s.
- No 40 Sirén, Ari 1995: Jussarö – luotsi- ja kaivosyhteisö Tammisaaren ulkosaaristos-
sa. 62 s.
- No 41 Oulasvirta, Panu & Leinikki, Jouni 1995: Tammisaaren saariston
kansallispuiston vedenalaisen luonnon kartoitus. Osa II. 84 s.
- No 42 Heinonen, Jouni 1995: Miten yleisö kokee Saaristomeren kansallispuiston ja
Ystävyiden puiston opastuskeskusten näyttelyt. 71 s.
- No 43 Raivio, Suvi (toim.) 1995: Talousmetsien luonnonsuojelu –
yhteistutkimushankkeen väliraportti. 147 s. 2. painos 1996.
- No 44 Vauramo, Anu 1995: Kämpiltä kelokyliin – Metsähallituksen suojellut raken-
nukset. 97 s.
- No 45 Mikkola-Roos, Markku 1995: Lintuvesien kunnostus ja hoito. 100 s.
- No 46 Nieminen, Sirpa 1995: Seitsemisen kansallispuiston Koveron perinnetilan
kasvillisuus. 62 s.
- No 47 Nironen, Markku & Soramäki, Jussi 1995: Marjovuoren luonnonsuojelualueen
kasvillisuus. 66 s.
- No 48 Aapala, Kaisu & Lindholm, Tapio 1995: Valtionmaiden suojellut suot. 155 s.
- No 49 Leinikki, Jouni & Oulasvirta, Panu 1995: Perämeren kansallispuiston veden-
alainen luonto. 86 s.
- No 50 Miettinen, Mika 1995: Pilkkasiiven sekä muiden vesilintujen kanta ja
poikueiden menestyminen Saaristomeren ulkosaaristossa 1992. 29 s.
- No 51 Syrjänen, Kimmo 1995: Meriotakilokki Korppoon Jurmossa. 49 s.

- No 52 Tynys, Tapio (toim.) 1995: Hammastunturin erämaa – luonto ja käyttö. 171 s. 2. painos v. 1997
- No 53 Keränen, Saara, Heikkilä, Raimo & Lindholm, Tapio 1995: Kuhmon Teeri-Lososuon ja Suoniemensuon soidensuojelualueiden rajausten ekologinen arviointi. 50 s.
- No 54 Lehikoinen, Esa & Aalto, Tapio 1996: Mynämäenlahden ja sen linnuston kehitys, nykytila ja merkitys. 74 s.
- No 55 Kotiluoto, Riitta, Talvia, Outi & Toivonen, Heikki 1996: Helvetinjärven kansallispuiston kasvillisuus I. 99 s.
- No 56 Suikki, Anneli 1996: Eräiden Mikkelin läänin soiden biotooppikartoitus. 96 s.
- No 57 Järventausta, Kari 1996: Perhostutkimuksia eräillä Etelä-Suomen luonnonsuojelualueilla. Osa 1: Puurijärvi - Isosuo, Kurjenrahka, Torrjonsuo, Kurasmäki, Tammimäki ja Lenholm. 86 s.
- No 58 Järventausta, Kari 1996: Perhostutkimuksia eräillä Etelä-Suomen luonnonsuojelualueilla. Osa 2: Nuuksio, Liesjärvi, Tervalamminsuu, Purinsuo, Tartlamminsuu, Luutasuo ja Luutaharju. 92 s.
- No 59 Miettinen, Mika 1996: Saaristomeren kansallispuiston eteläosan ja eteläisen Selkämeren pesimälinnusto 1993. 42 s.
- No 60 Kotiluoto, Riitta, Talvia, Outi & Toivonen, Heikki 1996: Torrjonsuon kansallispuiston kasvillisuus. 104 s.
- No 61 Ylhäisi, Jussi & Nironen, Markku 1996: Päijänteen kansallispuiston virkistyskäyttö. 69 s.
- No 62 Kutvonen, Harri 1996: Liesjärven kansallispuiston maaperägeologinen edustavuus. 71 s.
- No 63 Pautamo, Jarmo 1996: Tuulomajoen vesistön lohi Kuolan koskista Luton latvoille. 45 s.
- No 64 Pautamo Jarmo 1996: Lohenkalastus Lutto- ja Nuorttijoella – kalamiesten muisteluksia Koilliskairasta. 98 s.
- No 65 Toivonen, Heikki, Jokinen, Ari ja Järvinen, Juha 1997: Tammimäen, Kurasmäen ja Nyynäisten lehtojensuojelualueiden kasvillisuus ja hoito. 64 s.
- No 66 Jokinen, Jami 1997: Kurjenrahkan suunnitellun kansallispuiston kasvillisuus. 75 s.
- No 67 Bonn, Thomas 1997: Tammisaaren saariston kansallispuiston kasvillisuus ja kasvisto. 90 s.
- No 68 Miettinen, Mika, Stjernberg, Torsten ja Högmänder, Jouko 1997: Saaristomeren kansallispuiston ja sen yhteistoiminta-alueen pesimälinnusto 1970- ja 1990-lukujen alussa. 106 s.
- No 69 Potinkara, Oiva 1997: Erämaata ja koskien kohinaa. Ruunaan luonnonsuojelu- ja virkistysalueen historiaa. 139 s.
- No 70 Sihvonen, Pasi 1997: Linnansaaren kansallispuiston suurperhoset. 70 s.
- No 71 Postila, Tapani 1997: Schuzwall – sodanaikainen puolustusasema Urho kekkojen kansallispuistossa. 36 s.
- No 72 Kimmo Kumpulainen, Pertti Itkonen, Anne Jäkäläniemi, Anneli Leivo, Ari Meriruoko ja Eero Tikkanen 1997: Pohjois-Suomen vanhojen metsien inventointimenetelmä. 109 s.
- No 73 Kuokkanen, Panu 1997: Pinta-alan, maiseman ja habitaattirakenteen merkitys vanhojen metsien lintuyhteisöille. noin 48 s.

Sarja B

- No 1 Metsähallitus 1993: Luonnonsuojelualueiden hoidon periaatteet. Valtion omistamien luonnonsuojelualueiden tavoitteet, tehtävät ja hoidon yleislinjat. 55 s.
- No 2 Metsähallitus 1993: Kiinteiden muinaisjäännösten hoito-opas. 46 s.
- No 3 Ruhkanen, Marja (toim.) 1993: Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1992. 29 s.
- No 4 Metsähallitus 1993: Laajalahden luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma. 34 s. 2. painos 1995.
- No 5 Metsähallitus 1993: Koloveden kansallispuiston runkosuunnitelma. 52 s. 2. painos 1994.
- No 6 Metsähallitus 1993: Telkkämäen luonnonsuojelualueen runkosuunnitelma. 46 s.
- No 7 Peura, Pekka & Inkinen, Matti 1993: Kansallispuistojen jätehuolto. Jätehuolto-opas. 48 s.
- No 8 Metsähallitus 1994: Punassuon soidensuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma. 14 s.
- No 9 Arkkitehtitoimisto Antti Pihkala 1994: Perämeren kansallispuisto. Rakentamisohteet. 36 s.
- No 10 Finnish Forest and Park Service 1994: Principles of protected area management. 48 s. 2. edition 1996.
- No 11 Hokkanen, Marja (toim.) 1994: Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1993. 41 s.
- No 12 Metsähallitus 1994: Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut 1972–30.6.1994. Forststyrelsens naturskyddspublicationer 1972–30.6.1994. 86 s.
- No 13 Heikkilä, Hanna & Lindholm, Tapio 1994: Seitsemisen kansallispuiston ojitettujen soiden ennallistamissuunnitelma. 127 s.
- No 14 Metsähallitus 1994: Vehoniemenharjun luonnonsuojelualueen luonnon- ja maisemanhoitosuunnitelma. 19 s.
- No 15 Metsähallitus 1994: Perämeren kansallispuiston runkosuunnitelma. 42 s.
- No 16 Kyöstilä, Maarit, Lindgren, Leif, Vasama, Arja & Wolff, Lili-Ann 1994: Luonto-oppaan opas. 96 s.
- No 17 Metsähallitus 1994: Linnansaaren kansallispuiston runkosuunnitelma. 71 s.
- No 18 Kaksonen, Sirpa (toim.) 1994: Metsähallituksen luonnonsuojelun julkaisusarjat ja niihin kirjoittaminen. 54 s. 2. painos 1995.
- No 19 Below, Antti 1994: Metsähallituksen luonnonsuojelualueiden tutkimus. 56 s.
- No 20 Metsähallitus 1994: Ruunaan luonnonsuojelualueen runkosuunnitelma. 53 s.
- No 21 Metsähallitus 1994: Saaristomeren kansallispuiston runkosuunnitelma. 64 s.
- No 22 Metsähallitus 1994: Pisan luonnonsuojelualueen runkosuunnitelma. 36 s.
- No 23 Hokkanen, Marja (toim.) 1995: Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1994. 42 s.
- No 24 Metsähallitus 1995: Langinkosken luonnonsuojelualueen runkosuunnitelma. 40 s.
- No 25 Heikkilä, Hanna & Lindholm, Tapio 1995: Metsäojitettujen soiden ennallistamisopas. 101 s. 2. painos 1996
- No 26 Alanen, Aulikki, Leivo, Anneli, Lindgren, Leif & Piri, Eino 1995: Lehtojen hoito-opas. 128 s. 2. painos 1996
- No 27 Marjokorpi, Antti 1995: Linnansaaren kansallispuiston valkoselkätikka-alueiden hoitosuunnitelma. 71 s.
- No 28 Metsähallitus 1996: Seitsemisen kansallispuiston runkosuunnitelma. 54 s.

- No 29 Metsähallitus 1996: Seitsemisen kansallispuiston Koveron perinnetilan erityissuunnitelma. 37 s.
- No 30 Nykänen, Riitta 1996: Oppimaan luonnonsuojelualueille. 76 s. 2. painos. 1997
- No 31 Vauramo, Anu (toim.) 1996: Metsähallituksen luonnonsuojelualueet. Toimintakertomus 1995. 44 s.
- No 32 Metsähallitus 1996: Hammastunturin erämaan hoito- ja käyttösuunnitelma. 72 s.
- No 33 Metsähallitus 1996: Linnansaaren kansallispuiston Louhimaan kulttuurimaisema-alueen erityissuunnitelma. 40 s.
- No 34 Hokkanen, Marja & Vauramo, Anu (Toim.) 1997: Metsähallituksen luonnonsuojelu. Vuosikertomus 1996
- No 35 Isokääntö, Outi (toim.) 1997: Luonto-oppaan opas. 2. uudistettu painos. 96 s.