

Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A, No 103

Metsien monimuotoisuuden arviointi

Osa 1: Lajisto ja metsiköiden arviointi

Paula Siitonen (toim.)



METSÄHALLITUS
Luonnonsuojelu

Paula Siitonen
Suomen ympäristökeskus
Luonto- ja maankäyttöyksikkö
PL 140
00251 Helsinki
puh. (09) 4030 0713
0400 993 826
paula.siitonen@vyh.fi

*Julkaisun sisällöstä vastaavat tekijät,
eikä julkaisuun voida vedota
Metsähallituksen virallisena
kannanottona.*

ISSN 1235-6549
ISBN 952-446-149-8

Oy Edita Ab
Helsinki 1999

Karttojen tekijänoikeudet
© Metsähallitus, 1999
© Maanmittauslaitos, 1/MYY/99

Kansikuva: Tutkija työssään. Veli-Matti Väänänen.



© Metsähallitus 1999

KUVAILULEHTI

Julkaisija
Metsähallitus

Julkaisun päivämäärä
3.11.1999

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri)		Julkaisun laji	
Paula Siitonen (toim.)		Tutkimus	
		Toimeksiantaja	
		Metsähallitus	
		Toimielimen asettamispv	
Julkaisun nimi			
Metsien monimuotoisuuden arviointi. Osa 1: Lajisto ja metsiköiden rakenne			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä			
<p>Tutkimuksessa tarkasteltiin putkilokasvien, lehti- ja maksasammalien, epifyyttijäkälien, maassa ja kivien pinnoilla kasvavien jäkälien, kääpien, kovakuoriaisten, hämähäkkien ja nilviäisten yhteisvaihtelua eri-ikäisissä metsissä Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren tutkimusalueilla. Tavoitteena oli selvittää, voidaanko jonkin lajiryhmän tai rakennepiirteiden avulla ennustaa jonkin muun ryhmän tai kaikkien mukana olleiden lajiryhmien monimuotoisuutta sekä vertailla lajiston monimuotoisuuden mittareiden – lajimäärän, harvinaisuuden ja kahden optimointialgoritmin – vaikutusta kohteiden arvojärjestykseen.</p> <p>Tulosten perusteella minkään yksittäisen lajiryhmän perusteella ei voida ennustaa kaikkien tai edes useimpien tutkimuksessa mukana olleiden ryhmien monimuotoisuutta. Putkilokasvit, lehtisammalet ja maakotilot vaihtelivat samansuuntaisesti keskenään ja lajiston vaihtelua määräsi ennen kaikkea maaperän rehevyys ja kosteus. Lahopuusta ja metsän jatkuvuudesta riippuvaiset ryhmät – käävät, lahoppuukovakuoriaiset ja maksasammalet – vaihtelivat samansuuntaisesti. Epifyyttijäkälien monimuotoisuus oli riippuvainen lähinnä metsän jatkuvuudesta ja kasvualustojen määrästä. Maakiitäjäiset ja hämähäkit vaihtelivat keskenään samansuuntaisesti, mutta erisuuntaisesti miltei kaikkien muiden ryhmien kanssa. Putkilokasvit ja käävät yhdessä tai lehti- ja maksasammalet yhdessä voivat soveltua koko lajiston monimuotoisuuden ilmentäjiksi, koska ne vaihtelevat samansuuntaisesti kokonaislajiston eri osien kanssa. Monivuotisten lajien käyttö yksivuotisten lajien monimuotoisuuden indikaattorina voi kuitenkin johtaa harhaisiin tuloksiin, koska monivuotiset lajit reagoivat ympäristön muutoksiin usein viiveellä.</p> <p>Lajimäärä ja alueellista harvinaisuutta kuvaava harvinaisuusindeksisumma vaihtelivat samansuuntaisesti kaikissa lajiryhmissä ja kaikilla tutkimusalueilla. Kovakuoriaisten osalta ne vaihtelivat samansuuntaisesti myös valtakunnallista harvinaisuutta mittaavan frekvenssipistesumman kanssa. Eri menetelmien yksittäisille kohteille laskeva arvojärjestys vaihteli kuitenkin huomattavasti.</p> <p>Valittaessa vakiomäärä kohteita saatiin optimointimenetelmillä mukaan enemmän lajeja kuin muilla menetelmillä. Toisiaan täydentävän kohdejoukon valintaan tähtäävät optimointimenetelmät arvottavat kohteita suhteessa toisiinsa ja arvojärjestykseen vaikuttaa sekä lajien määrä että identiteetti. Lajimäärä ja harvinaisuus eivät tunnista lajeja vaan ainoastaan maksimoivat lajien tai harvinaisten lajien määrää. Näiden menetelmien mukaan arvokkailla kohteilla toistui samoja lajeja, mutta osa lajeista jäi puuttumaan. Optimointimenetelmät soveltuvat tulosten perusteella hyvin kohteiden luonnonsuojelullisen arvon mittaamiseen, vaihtoehtoisten suunnitelmien vertailuun, luonnonsuojelun tavoitteiden asetteluun ja tehokkuuden arviointiin. Niitä tulee kuitenkin täydentää mm. populaatioiden elinvoimaisuutta ja suojelun kustannuksia kuvaavilla malleilla.</p>			
Avainsanat			
monimuotoisuus, luonnonsuojelu, talousmetsät, optimointimenetelmät, indikaattorit			
Muut tiedot			
Tutkimus on osa Metsien monimuotoisuuden mittaamenetelmät -yhteistutkimushanketta, joka aloitettiin vuonna 1993 Metsähallituksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä.			
Sarjan nimi ja numero		ISSN	ISBN
Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 103		1235-6549	952-446-149-8
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Luottamuksellisuus
184	suomi	80,-	julkinen
Jakaja		Kustantaja	
Metsähallitus, luonnonsuojelu		Metsähallitus	

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare
Forststyrelsen

Utgivningsdatum
3.11.1999

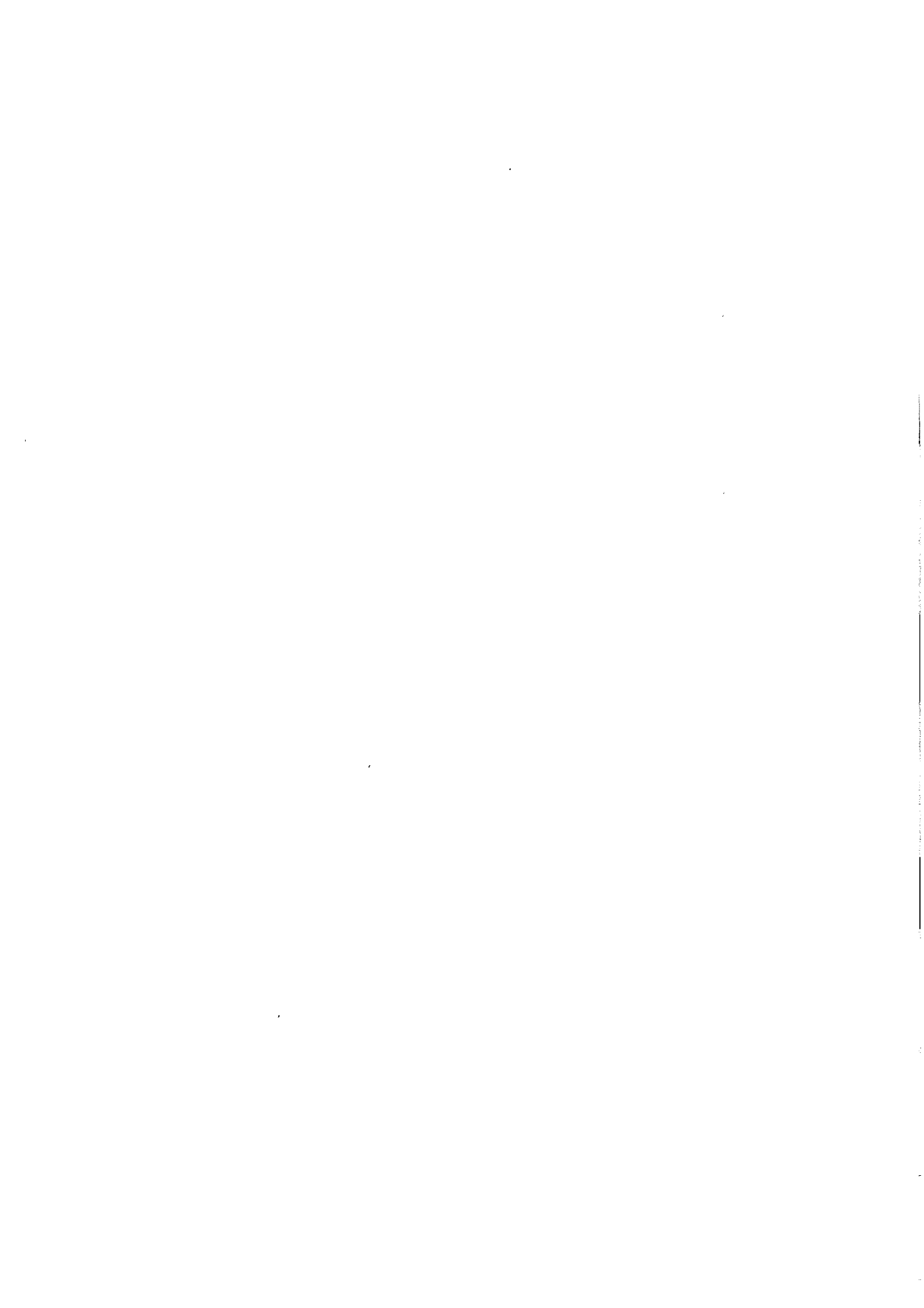
Författare (uppgifter om organet, organets namn, ordförande, sekreterare)		Typ av publikation	
Paula Siitonen (ed.)		Undersökning	
		Uppdragsgivare	
		Forststyrelsen	
		Datum för tillsättandet av organet	
Publikation Utvärdering av mångfalden i skogarna. Del 1: Beståndens struktur och arterna			
Publikationens delar			
Referat			
<p>Vid undersökningen granskades de samfällade variationerna för kärlväxter, blad- och levermossor, epifytlavar, på marken och stenars ytor växande lavar, tickor, skalbaggar, spindlar och mollusker i skogar av olika ålder inom Kuhmo, Lohikoski och Lojoöns undersökningsområden. Syftet med undersökningen var att utreda huruvida man utgående från någon enskild artgrupp eller ett karaktärsdrag i beståndens struktur kan förutsäga biodiversiteten inom någon annan artgrupp eller för samtliga berörda artgrupper. Utöver detta var syftet att jämföra effekten av mätarna för arternas biodiversitet – antalet arter, raritet och två optimeringsalgoritmer – på på lokalernas rangordning.</p> <p>Enligt resultaten är det inte möjligt att utgående från en enskild artgrupp förutsäga för biodiversiteten för samtliga eller ens för de flesta av de grupper undersökningen omfattade. Kärlväxterna, bladmossorna och de svarta skogssniglarna varierade likriktat sinsemellan. Utslagsgivande för arternas variation var framförallt ståndortens frodighet och fuktighet. De grupper som är beroende av död ved och skogens kontinuitet – tickor, skalbaggar som kräver död ved och levermossor – varierade likriktat. Epifytlavarnas biodiversitet var närmast beroende av skogens kontinuitet och arealen växtunderlag. Jordlöparna och spindlarna varierade likriktat sinsemellan, men i annan riktning än så gott som alla andra grupper. Kärlväxterna och tickorna tillsammans eller blad- och levermossor tillsammans kan lämpa sig som indikatorer för den totala artfloras biodiversitet, eftersom de varierar likriktat med de olika delarna av den totala artfloran. Användning av mångåriga arter som indikatorer för ettåriga arters mångfald kan dock leda till vilseledande resultat eftersom de mångåriga arterna ofta reagerar med en viss fördröjning för förändringar i miljön.</p> <p>Antalet arter och raritetindexsumman, som visar den regionala rariteten, varierade likriktat inom alla artgrupper och inom samtliga undersökningsområden. För skalbaggar del varierade de likriktat även med den frekvenspoängsumma som mäter rariteten på riksnivå. Den med hjälp av olika metoder framräknade rangordningen för de enskilda objekten varierade dock avsevärt.</p> <p>Vid val av ett konstant antal objekt gav dock optimeringsmodellerna flera arter än de övriga metoderna. Optimeringsmetoderna, som syftar till ett val av grupper av lokaler som kompletterar varandra, utvärderar lokalerna i relation till varandra och rangordningen påverkas av såväl antalet arter som identiteten. Antalet arter och rariteten identifierar inte arterna. De enbart maximerar antalet arter eller sällsynta arter. Vid tillämpning av dessa metoder på de värdefulla lokaler upprepades samma arter, men en del av arterna föll bort. Enligt resultaten lämpar sig optimeringsmetoderna utmärkt för att mäta lokalens naturskyddsvärde, för att jämföra alternativa planer med varandra, för att sätta upp mål för naturskyddet och för utvärdering av effektiviteten. De bör dock kompletteras med bl.a. modeller som beskriver populationernas livskraft och kostnaderna för skyddet.</p>			
Nyckelord biodiversitet, naturskydd, ekonomiskog, optimeringsmetoder, indikatorer			
Övriga uppgifter Undersökningen utgör en del av samprojektet Metoder för mätning av mångfalden i skogarna, som inleddes år 1993 som ett samarbete mellan Forststyrelsen och Finlands miljöcentral.			
Seriens namn och nummer		ISSN	ISBN
Metsähallituksen luonnonuojelujulkaisuja. Sarja A 103		1235-6549	952-446-149-8
Sidoantal	Språk	Pris	Sekretessgrad
184	finska	80,-	offentlig
Distribution		Förlag	
Forststyrelsen, naturskydd		Forststyrelsen	

DOCUMENTATION PAGE

Published by
Metsähallitus – Forest and Park Service

Date of publication
3.11.1999

Author(s) Paula Siitonen (ed.)	Type of publication Study		
	Commissioned by Metsähallitus – Forest and Park Service		
	Date of assignment / Date of the research contract		
Title of publication Assessment of Forest Biodiversity. Part 1: Stand structure and species			
Parts of publication			
Abstract <p>Despite the use of the indicators of biodiversity in the forestry and conservation planning, empirical data on what the indicators indicate remain scarce. We examined the covariance of vascular plants, mosses, liverworts, epiphytic lichens, polypores, carabides, other ground beetles, saproxylic beetles, spiders, land snails and environmental variables in a gradient from near primary through old growth secondary to clear cuts, in Kuhmo and Lohikoski study areas in eastern Finland and Lohjansaari in southern Finland. The aim was to find which species groups and environmental variables could be used as indicators of the biodiversity and to compare the effect of different methods – species richness, rarity and two optimizing algorithms – on the rank order of the sites.</p> <p>The results indicate, that no single species group is a good indicator of changes in biodiversity, of all or even most of the groups. Vascular plants, mosses, ground beetles and land snails correlated with each others and with environmental variables indicating soil fertility and moisture. Species groups dwelling on the continuity and diversity of decaying and living trees – polypores, saproxylic beetles and liverworts – correlated with each others. Epiphytic lichens were mostly dependent on diversity of living tree species and continuity of forest. Spiders and carabides had high covariance, but they correlated negatively with the most of the other groups. It seems however that vascular plants and polypores together or all the mosses together could be used as indicators of the total diversity of studied species groups as they indicate different parts of it. Changes in biodiversity of perennial species may however give highly misleading picture of overall diversity, because of the time lag and other factors affecting the population dynamics of the species.</p> <p>Species richness and rarity correlated in all the species groups and all the areas. The comparison of site selection methods shows, however, that with the greedy optimizing algorithm we achieved the most species with the least number of sites. The greedy optimizing method aims for the minimum set of sites with maximum representations, whereas the others maximize number of species or rare species. In the optimizing method conservation value of sites is measured in relation to all the other sites and it considers both number and the identity of the species. It distinguish between irreplaceable and flexible sites, which helps conservation planners by providing alternatives for negotiation. This kind of multidimensional optimizing algorithm integrated with factors like population viability and cost functions could be used in ecological goal setting, assessment of efficiency of conservation area networks and definition of alternative preservation goals in landscape ecological planning.</p>			
Keywords biodiversity, nature conservation, managed forests, optimizing algorithm, indicators			
Other information The study is a part of "The method for the assessment of the forest biodiversity" project, which is a joint effort of the Metsähallitus – Forest and Park Service and the Finnish Environment Institute.			
Series (key title and no.) Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisu. Sarja A 103	ISSN 1235-6549		
	ISBN 952-446-149-8		
Pages 184	Language Finnish	Price 80,- FIM	Confidentiality Public
Distributed by Forest and Park Service, Natural Heritage Services		Publisher Forest and Park Service	



SISÄLLYS

1	METSIEN MONIMUOTOISUUDEN MITTAUSMENETELMÄT - TUTKIMUSHANKE <i>Paula Siitonen</i>	11
1.1	Lähtökohdat	11
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus	12
1.3	Osallistujat	14
	Lähteet.....	15
2	TUTKIMUSJÄRJESTELYT <i>Paula Siitonen</i>	17
2.1	Kuhmon tutkimusalue	17
2.2	Lohikosken tutkimusalue	19
2.3	Lohjansaaren tutkimusalue.....	20
2.4	Näytealaverkosto	22
2.5	Lajiston ja rakennetekijöiden maastomittaukset.....	23
	Lähteet.....	25
3	RAKENNEPIIRTEET <i>Paula Siitonen</i>	25
3.1	Menetelmät.....	25
3.2	Tulokset.....	28
3.2.1	Kehitysluokka- ja kasvupaikkatyyppien jakauma	28
3.2.2	Näytealojen puusto	30
3.2.3	Epifyyttien runsaus ja kääpäisyys	37
3.2.4	Näytealojen rakenteellinen vaihtelu.....	38
3.3	Tulosten tarkastelu	42
	Lähteet.....	43
4	PUTKILOKASVILAJISTO <i>Mikko Siitonen, Paula Siitonen & Juha Pykälä</i>	44
4.1	Johdanto	44
4.2	Menetelmät.....	44
4.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	45
4.3.1	Lajiston yleispiirteet.....	45
4.3.2	Putkilokasvilajiston vaihtelu	47
4.3.3	Lajimäärän vaihtelu näytealaverkostossa.....	51
4.3.4	Lajiston yleisyys- ja runsaussuhteiden vaihtelu	51
	Lähteet.....	54
5	LEHTI- JA MAKSASAMMALET <i>Mikko Siitonen</i>	54
5.1	Johdanto	54
5.2	Aineisto ja menetelmät	55
5.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	55
5.3.1	Lajiston yleispiirteet.....	55
5.3.2	Rakennetekijöiden vaikutus sammallajiston monimuotoi- suuteen.....	59
5.3.3	Sammalten käyttö monimuotoisuuden indikaattoreina.....	61
	Lähteet.....	62
6	EPIFYTTIJÄKÄLÄT <i>Mikko Siitonen</i>	63
6.1	Johdanto.....	63

6.2	Aineisto ja menetelmät	63
6.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	64
6.3.1	Jäkälälajiston yleispiirteet	64
6.3.2	Metsän kehitysluokan vaikutus epifyyttijäkälälajistoon	65
6.3.3	Epifyyttijäkälien lajimäärää selittävät rakennetekijät	66
6.3.4	Epifyyttijäkälien käyttö monimuotoisuuden arvioinnissa	67
	Lähteet	68
7	KÄÄVÄT <i>Tapani Järveläinen, Paula Siitonen & Mikko Siitonen</i>	68
7.1	Johdanto	68
7.2	Aineisto ja menetelmät	69
7.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	70
7.3.1	Lajiston yleispiirteet	70
7.3.2	Lajistorakenteeseen vaikuttavat tekijät	74
7.3.3	Lajimäärän, lajiston harvinaisuuden ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelu	75
7.3.4	Näytealaverkoston edustavuus	76
7.4	Johtopäätökset	76
	Lähteet	78
8	MAAKIITÄJÄISET <i>Harri Tukia</i>	79
8.1	Johdanto	79
8.2	Pyyntimenetelmät	81
8.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	81
8.3.1	Tutkimusalueet maakiitäjäsenten elinympäristöinä	81
8.3.2	Maakiitäjäisnäytteiden yleispiirteet	82
8.3.3	Lajiston erityispiirteet	89
	Lähteet	90
9	MUUT KOVAKUORIAISET <i>Paula Siitonen, Ilpo Mannerkoski & Erkki Laurikainen</i>	91
9.1	Johdanto	91
9.2	Menetelmät ja aineisto	92
9.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	92
9.3.1	Laji- ja yksilömäärät	92
9.3.2	Metsän kehitysluokan vaikutus laji- ja yksilömääriin	94
9.3.3	Lajiston samankaltaisuus	97
9.3.4	Lajiston vaihtelu näytealaverkostossa	98
9.3.5	Lahopuukovakuoriaisten vaihtelu	102
9.3.6	Vanhan metsän lajien ja uhanalaisten lajien esiintyminen	102
	Lähteet	104
10	HÄMÄHÄKIT <i>Timo Pajunen</i>	105
10.1	Johdanto	105
10.2	Aineisto ja menetelmät	106
10.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu	106
	Lähteet	113
11	MAANILVIÄISET <i>Tapani Järveläinen</i>	113

11.1 Johdanto	113
11.2 Aineisto ja menetelmät	114
11.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	114
Lähteet	116
12 LAJISTON MONIMUOTOISUUDEN JA RAKENNEPIIRTEIDEN	
YHTEISVAIHTELU <i>Paula Siitonen & Antti Tanskanen</i>	116
12.1 Johdanto	116
12.2 Aineisto ja menetelmät	118
12.2.1 Tutkimusaineisto	118
12.2.2 Lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma	118
12.2.3 Optimointimenetelmät	119
12.2.4 Rakennepiirteiden ja lajiston monimuotoisuuden yhteis- vaihtelu	120
12.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	120
12.3.1 Lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman vaihtelu	120
12.3.2 Eliöryhmien lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelu	124
12.3.3 Menetelmien vertailu kattavan näytealajoukon valinnassa	129
12.3.4 Metsäkasvillisuustyypin vaikutus laji- ja yksilömääriin	132
12.3.5 Kehitysluokan vaikutus laji- ja yksilömääriin	136
12.3.6 Lajimäärien, harvinaisuuden ja rakennepiirteiden yhteis- vaihtelu	141
12.4 Tulosten tarkastelu	152
12.4.1 Lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman yhteisvaihtelu	152
12.4.2 Lajiryhmien yhteisvaihtelu	153
12.4.3 Menetelmien tehokkuuden vertailu	155
12.4.4 Metsätyypin ja kehitysluokan vaikutus lajistoon	156
12.4.5 Rakennepiirteiden ja lajiston monimuotoisuuden yhteis- vaihtelu	157
Lähteet	161
13 JOHTOPÄÄTÖKSET <i>Paula Siitonen</i>	165
13.1 Lajiryhmät indikaattoreina	165
13.2 Rakennepiirteiden indikaattoriarvo	168
13.3 Monimuotoisuuden mittarin vaikutus kohteiden arvojärjestykseen ..	168
13.4 Luonnonsuojelun tavoitteet – määrää vai laatua?	169
Lähteet	170
KIITOKSET	171
LIITTEET	
Liite 1 Maastotyölomake metsien monimuotoisuuden mittaamista varten	173
Liite 2 Analyyseissä käytetyt rakennetekijät	177
Liite 3 Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren näytealaverkoston putkilokasvilajisto	179
Liite 4 Hämähäkkiaineisto	182



1 METSIEN MONIMUOTOISUUDEN MITTAUSMENETELMÄT -TUTKIMUSHANKE

Paula Siitonen

1.1 Lähtökohdat

Monimuotoisuuden ylläpitäminen on metsien suojelun ja käytön keskeinen tavoite. Suurin osa Suomen metsistä on talouskäytössä, eivätkä suojelualueet pysty yksin säilyttämään koko metsäekosysteemin biologista monimuotoisuutta sen kaikilla eri tasoilla (Virkkala 1996). Monimuotoisuuden suojelemiseksi pitkällä aikavälillä on uudet suojelualueet, ennallistaminen sekä talousmetsien säästökohteet ja metsien käsittely suunniteltava tukemaan toisiaan ja nykyistä suojelualueverkostoa mahdollisimman tehokkaasti. Luonnonsuojelun ja metsätalouden suunnittelua varten tarvitaan menetelmiä, joilla voidaan arvioida yksittäisten kohteiden, suojeluverkostojen ja alue-ekologisten metsäsuunnitelmien kykyä ylläpitää biologista monimuotoisuutta. Monimuotoisuuden arvioinnin ja seurannan menetelmiä tarvitaan luonnonsuojelun tavoitteiden asettelussa sekä käytössä olevien varojen kohdentamisessa ja suojelun tuloksellisuuden arvioinnissa.

Metsän luonnonsuojelullinen arvo on pitkälti sidonnainen suojelun tavoitteisiin (Angelstam 1997). Monimuotoisuuden suojelun keskeisenä tavoitteena on säilyttää alueelle tunnusomaisten lajien elinkelpoisia populaatioita, elinympäristöjä ja niitä ylläpitäviä prosesseja pitkällä aikajänteellä. Elinympäristöjen verkoston pitäisi olla kattava ja edustava, eli siihen tulisi sisältyä kaikkien alueelle luonteenomaisten lajien esiintymiä ja elinympäristöjä riittävän paljon (Margules ym. 1988, Csuti ym. 1997). Suojelun tavoitteiden tarkempi määrittely populaatioekologisesta näkökulmasta on ongelmallista, koska lajikohtaista tietoa metsälajien pienimmän elinkelpoisen populaation koosta ja sen ylläpitämiseen tarvittavien elinympäristöjen "riittävästä" määrästä ei ole saatavilla juuri lainkaan. Suojelun tavoitteiden määrittelyssä on siksi keskitytty indikaattorilajien tarkasteluun sekä luonnonmetsän dynamiikan jäljittelyyn (mm. Angelstam 1997). Luonnonmetsän dynamiikan jäljittelyä vaikeuttaa luonnontilaisten laajojen vertailualueiden vähyys. Suojelun suunnittelussa on syytä kiinnittää huomiota erityisesti niihin metsälajeihin, elinympäristöihin ja prosesseihin, joiden säilymiseen metsätalous vaikuttaa merkittävästi. Osaa näistä voidaan säilyttää vain suojelualueilla, toisten ylläpitäminen on mahdollista myös talousmetsissä.

Yksittäisten kohteiden luonnonsuojelullista arvoa mitataan yleensä niissä esiintyvien lajien, elinympäristöjen tai muiden haluttujen ominaisuuksien määrällä ja harvinaisuudella. Näissä arviointimenetelmissä arvokkaina pidetään kohteita, joihin on keskittynyt paljon lajeja tai muita haluttuja ominaisuuksia (biodiversity hot spots) (ks. mm. Kirkpatrick 1983, Noss 1990, Shafer 1990, Spellerberg 1992, Williams ym. 1996). Viime vuosina kohteiden luonnonsuojelullista merkitystä on alettu arvioida myös osana suojelualueverkostoa. Tähän käytetään erilaisia optimointimenetelmiä, joiden avulla voidaan valita asetetut tavoitteet parhaiten täytettäviä, toisiaan täydentäviä kohteita (mm. Kirkpatrick 1983, Pressey &

Nicholls 1989, Sætersdal ym. 1993, Church ym. 1996, Pressey ym. 1996, Williams ym. 1996, Csuti ym. 1997). Monimuotoisuuden eri osien vaihtelua ja mittareiden soveltuvuutta luonnonsuojelun suunnitteluun pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä on kuitenkin tutkittu vain vähän useita ryhmiä kattavilla aineistoilla.

Laajojen alueiden lajiston ja elinympäristöjen kartoitus maastossa on kallista ja aikaa vievää. Monimuotoisuuden arviointi perustuu siksi yleensä indikaattorien käyttöön. Indikaattorit voivat olla lajeja, lajiryhmiä, rakennepiirteitä, prosesseja tai alueellisia rakenteita. Indikaattorit kuvaavat monimuotoisuuden vaihtelua erilaisilla ekologisilla hierarkiatasoilla sekä alueellisissa ja ajallisissa mittakaavoissa (Noss 1990).

Indikaattorilajeja ja muita indikaattoreita käytetään laajalti osana metsien luonnonsuojellisen arvon mittausta (Noss 1990, Karström 1993, Skogstyrelsen 1993, Spellerberg 1994, Kuusinen ym. 1995, Kotiranta & Niemelä 1996). Siitä mitä indikaattorit todellisuudessa ilmentävät on tietoa puutteellisesti. Erityisesti useiden lajiryhmien ja rakennetekijöiden yhteisvaihtelusta pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä on vain vähän empiiriseen tutkimukseen perustuvaa tietoa (Haila ym. 1994, Raivio 1995, 1997, Niemelä ym. 1996). Indikaattorilajien, -taksonien ja monimuotoisuutta ilmentävien rakennepiirteiden valintaa varten tarvitaan lisätietoa lajiryhmien ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelusta sekä suojelualueilla että talousmetsissä.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus

Monimuotoisuuden mittausmenetelmät -tutkimushanke aloitettiin vuonna 1993 Metsähallituksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä, Metsähallituksen luonnonsuojelun ja metsätalouden tulostointien rahoituksella. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja maa- ja metsätalousministeriö osallistuivat hankkeeseen vuosina 1994–1995 rahoittamalla vastaavat tutkimukset Lohjansaareissa. Tutkimushankkeen päätutkijana toimii vanhempi tutkija Paula Siitonen Suomen ympäristökeskuksesta.

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää maastoinventointien, kaukokartoituksen ja paikkatietojärjestelmien yhteiskäyttöön perustuvia käytännönläheisiä menetelmiä metsäluonnon monimuotoisuuden arviointia ja seuranta varten. Tutkimushanke jakaantuu (1) lajiston monimuotoisuuden ja rakennetekijöiden yhteisvaihtelun ja indikaattoriarvon tutkimukseen, (2) alueellisen monimuotoisuuden indikaattorien kehittämiseen (Siitonen & Lehtinen 1999) sekä (3) monimuotoisuuden arviointimenetelmän ja MoniWin-ohjelman kehittämiseen (Siitonen & Tanskanen 1999). Tutkimushankkeen aikana on lisäksi kehitetty alue-ekologisen suunnittelun menetelmiä (Hallman ym. 1996).

Tässä raportissa tarkastellaan putkilokasvien, sammalten, jäkälien, kääpien, kova-kuoriaisten, hämähäkkien, nilviäisten ja rakennetekijöiden yhteisvaihtelua ja indikaattoriarvoa Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren tutkimusalueilta eri-ikäisistä metsistä vuosina 1993–1995 kerättyjen aineistojen perusteella. Tavoitteena oli selvit-

tää, voidaanko jonkin lajiryhmän tai rakennepiirteiden avulla ennustaa jonkin muun tai kaikkien mukana olleiden lajiryhmien monimuotoisuuden vaihtelua. Tutkimuksessa vertailtiin lajiston monimuotoisuuden mittareiden (lajimäärä, yksilömäärä, harvinaisuus ja kaksi optimointimenetelmää) tehokkuutta arvokkaiden kohteiden valinnassa sekä niiden vaikutusta kohteiden arvojärjestykseen.

Raportin toisessa osassa (Siitonen & Lehtinen 1999) kehitetään alueellisia indikaattoreita ja menetelmiä laajojen metsäalueiden monimuotoisuuden arviointia varten. Tutkimuksessa tarkastellaan metsälaikkujen koon, muodon, laadun ja sijainnin vaihtelua sekä vaikutuksia elinympäristöjen pirstoutuneisuuteen, reuna-ydinsuhteeseen ja yhdistyvyyteen. Tutkimusaineistona käytetään Kuhmon ja Lohikosken tutkimusalueilta kerättyjä lajistotietoja sekä metsätalouden kuviotietoja.

Monimuotoisuuden mittausmenetelmä ja sen pohjalta laadittu MoniWin ohjelma kuvataan loppuraportin kolmannessa osassa Ilomantsin Koitajoelta vuonna 1995 kerättyä testiaineistoa esimerkkinä käyttäen (Siitonen & Tanskanen 1999). Menetelmällä voidaan arvioida sekä yksittäisen metsikön että kymmenien tuhansien hehtaarien laajuisen metsäalueen monimuotoisuutta. Menetelmään sisältyy maastokartoitusohje sekä hyvin monipuolinen heuristiseen optimointiin ja paikkatietoanalyysiin perustuva MoniWin-ohjelma. Menetelmällä voidaan mm. asettaa suojelulle ja metsien talouskäytölle alueellisia tavoitteita, valita tavoitetaso mahdollisimman hyvin täyttävien metsälaikkujen yhdistelmiä sekä verrata toisiinsa yksittäisiä metsälaikkuja, metsälaikkujen muodostamia ryhmiä, suojelualueverkostoja tai alue-ekologisia suunnitelmia mm. haluttujen ominaisuuksien määrän, laadun, sijainnin, kattavuuden ja edustavuuden perusteella.

Monimuotoisuuden arviointimenetelmää testattiin Metsähallituksessa osana alue-ekologista metsäsuunnittelua vuosina 1995–1996. Testauksen jälkeen arvioinnissa tarvittavat indikaattorit ja indikaattorilajit lisättiin metsätalousarvioinnin maastotyöohjeeseen (PATI) ja menetelmän pohjalta vuonna 1997 kehitetty MoniWin ohjelma liitettiin osaksi Metsähallituksen tiedonhallintajärjestelmää. Menetelmää käytetään mm. alue-ekologisessa metsäsuunnittelussa Metsähallituksen hallinnoimilla mailla. Ohjelmaa päivitetään ja kehitetään ekologisen ja menetelmällisen tutkimustiedon karttuessa.

Alue-ekologista tutkimusta jatketaan maa- ja metsätalousministeriön ja Metsähallituksen rahoituksella "Alue-ekologisen suunnittelun ekologiset perusteet ja käytännön menetelmät" -hankkeen yhteydessä. Monimuotoisuuden arvioinnista yksityismetsissä tehdään erillinen julkaisu Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion sarjaan (Siitonen & Siitonen 1999).

1.3 Osallistujat

Metsien monimuotoisuuden mittausmenetelmät -tutkimuksen suunnitteluun, maastotöihin, aineistojen käsittelyyn ja määrittelyyn ovat osallistuneet vuosina 1993–1999 seuraavat henkilöt:

- Tutkimusavustaja Pirjo Huotari (Ystävyiden puiston tutkimuskeskus, Kuhmo)
Kuhmon hyönteispyynnit ja kaikilta alueilta kerättyjen selkärangattomien näytteiden esikäsittely
- Metsätalousinsinööri Timo Jalkanen (Kuhmo, Ystävyidenpuiston tutkimuskeskus): Kuhmon tutkimusalueen metsätalousarviointi
- FM Tapani Järveläinen (SYKE/LUM): kääpien ja nilviäisten inventoinnit ja lajinmääritys, hyönteispyynnissä avustaminen
- FL Krister Karttunen (SYKE/LUM): Lohjansaaren sammalien määrittely
- FL Heikki Kotiranta (SYKE/LUM): Kääpien lajinmääritysten tarkistaminen
- FT Mikko Kuusinen (YM/ALO): Lohjansaaren jäkälien lajinmääritys
- Tutkimusavustaja Keijo Kyllönen (Ystävyiden puiston tutkimuskeskus, Kuhmo)
Kuhmon hyönteispyynnit ja kaikilta alueilta kerättyjen selkärangattomien näytteiden esikäsittely
- FM Erkki Laurikainen (SYKE/LUM): kovakuoriaisten lajinmääritys
- Tutkimusavustaja Mika Malinen (Ystävyiden puiston tutkimuskeskus, Kuhmo)
Kuhmon hyönteispyynnit ja kaikilta alueilta kerättyjen selkärangattomien näytteiden esikäsittely
- MMM Ilpo Mannerkoski (SYKE/LUM): kovakuoriaisten lajinmääritys
- FM Timo Pajunen (HY/Eläinmuseo): Hämähäkkien lajinmääritys ja Lohjansaaren pyydysten koenta
- Tutkimusavustaja Timo Pikkarainen (Ystävyiden puiston tutkimuskeskus, Kuhmo)
Kuhmon hyönteispyynnit ja kaikilta alueilta kerättyjen selkärangattomien näytteiden esikäsittely
- FM Juha Pykälä (SYKE/LUM): Lohjansaaren putkilokasvien ja jäkälien maastokartoitus
- FM Juhani Päivärinta (SYKE/LUM): aineiston tallennus
- Tutkimusavustaja Mauno Romppanen (Ystävyiden puiston tutkimuskeskus, Kuhmo)
Kuhmon hyönteispyynnit ja kaikilta alueilta kerättyjen selkärangattomien näytteiden esikäsittely
- FM Ilpo Rutanen (SYKE/LUM): Kovakuoriaisten lajinmääritysten tarkistaminen
- LuK Mikko Siitonen (Metsätähti Oy): Kuhmon ja Lohikosken putkilokasvi-, sammal-, jäkäläinventoinnit, monivuotisten kääpien kartoitus, rakennetekijöiden ja puustonkartoitus sekä maastotutkimusten suunnittelu
- FM Paula Siitonen (SYKE/LUM): Monimuotoisuuden mittausmenetelmät tutkimushankkeen päätutkija ja koordinaattori. Projektin johto, maastotöiden ja analyysien suunnittelu, puustomittauksiin, lajistokartoituksiin ja pyydysten koentaan ym. maastotöihin osallistuminen, monimuotoisuuden arviointimenetelmän ja MoniWin ohjelman suunnittelu ja kehittäminen.
- Metsätalousinsinööri Asko Sippola (Uudenmaan-Hämeen metsäkeskus): Lohjansaaren tutkimusalueen metsätalousarviointi
- Tmi Antti Tanskanen: tutkimusaineistojen ATK-ajaja sekä optimointialgoritmien ja MoniWin ohjelman kehittämistä.

FM Harri Tukia (SYKE/LUM): maakiitäjäisten lajinmääritys. Hyönteispyyntien suunnittelu ja pyynneissä avustaminen
 Metsätalousinsinööri Pasi Venäläinen: Lohikosken tutkimusalueen metsätalousarviointi

Metsähallituksen Kuhmon ja Savonlinnan alueyksiköt sekä Pohjanmaan-Kainuun ja Itä-Suomen luontopalvelut osallistuivat tutkimusalueiden valintaan ja käytännön maastotöiden organisointiin sekä ilmakuvien ja muun Metsähallituksen omistaman materiaalin hankintaan. Tutkimusalueiden metsätalouden kuviotiedot käännettiin MapInfoon Metsähallituksen Kuopion ja Oulun toimipisteissä.

Lähteet

- Angelstam, P. 1997: Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity. – *Ecological Bulletins* 46:140–170.
- Church, R. L., Stoms, D. M. & Davis, F. W. 1996: Reserve selection as a maximal covering location problem. – *Biological conservation* 76:105–112.
- Csuti, B., Polasky, S., Williams, P. H., Pressey, R. L., Camm, J. D., Kereshaw, M., Kiester, A. R., Downs, B., Hamilton, R., Huso, M. & Sahr, K. 1997: A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. – *Biological conservation* 80:83–97.
- Haila, Y., Kouki, J., Niemelä, J. & Niemelä, P. 1994: Metsätalouden vaikutukset boreaalisessa havumetsässä: tutkimustuloksista käytännön suosituksiin. – *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 482:7–17.
- Hallman, E., Hokkanen, M., Juntunen, H., Korhonen, K.-M., Raivio, S., Savela, O., Siitonen, P., Tolonen, A. & Vainio, M. 1996: Alue-ekologinen suunnittelu. – *Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja* 3. 47 s.
- Karström, M. 1993: Indikatorarter som biologisk inventeringsmetod. – *Naturvårdsverket. Rapport* 4276:19–93
- Kirkpatrick, J., B. 1983: An iterative method for establishing priorities for selection of nature reserves: an example from Tasmania. – *Biological conservation* 25:127–134.
- Kotiranta, H. & Niemelä, T. 1996: Uhanalaiset käyvät Suomessa. – *Ympäristöopas* 10. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 184 s.
- Kuusinen, M., Jääskeläinen, K., Kivistö, L., Kokko, A. & Lommi, S. 1995: Indikaattorijäkälien kartoitus Kainuussa. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 39. 24 s.

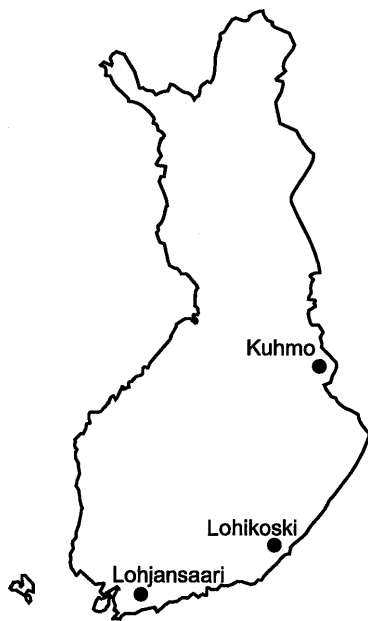
- Margules, C. R., Nicholls, A. O. & Pressey, R. L. 1988: Selecting networks of reserves to maximise biological diversity. – *Biological Conservation* 43:63–76.
- Niemelä, J., Haila, Y. & Punttila, P. 1996: The importance of small-scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest-floor invertebrates across the succession gradient. – *Ecography* 19:352–368.
- Noss, R. F. 1990: Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. – *Conservation biology* 4:355–364.
- Pressey, R. L. & Nicholls, A. O. 1989: Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. – *Biological conservation* 50:199–218.
- , Possingham, H. P. & Margules, C. R. 1996: Optimality in reserve election algorithms: when does it matter and how much? – *Biological conservation* 76:259–267.
- Raivio, S. (toim.) 1995: Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen väliraportti. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A* 43. 147 s.
- 1997: Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen toinen väliraportti: tilanne metsänkäsittelyn jälkeen. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A* 87. 168 s.
- Sætersdal, M., Line, J. M. & Birks, H. J. 1993: How to maximize biological diversity in nature reserve selection: vascular plants and breeding birds in deciduous woodlands, western Norway. – *Biological Conservation* 66:131–138.
- Shafer, G. L. 1990: *Nature reserves: island theory and conservation practise*. – Smithsonian Institution Press, Washington. 189 s.
- Siitonen, P. & Lehtinen, A. 1999: Monimuotoisuuden arviointi. Osa 2: aluetaso. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A* 99. 47 s.
- & Siitonen, M. 1999: Yksityismetsien monimuotoisuuden arviointi. – Käsi-
kirjoitus, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Helsinki. 35 s.
- & Tanskanen, A. 1999: Monimuotoisuuden arviointimenetelmä (MONIWIN). – Käsi-
kirjoitus, Metsähallituksen metsätalouden arkisto, Vantaa. 82 s.
- Skogsstyrelsen 1993: *Nyckelbiotoper i skogen*. – Skogsstyrelsen, Stockholm. 24 s.
- Spellerberg, I. F. 1994: *Evaluation and assessment for conservation*. – Chapman & Hall, Lontoo. 260 s.
- Williams, P., Gibbons, D., Margules, C., Rebelo, A., Humphries, C. & Pressey, R. 1996: A comparison of richness hotspots, rarity hotspots and complementa-

ry areas for choosing diversity of British birds. – Conservation Biology 10:155–174.

Virkkala, R. 1996: Metsien suojelualueverkon rakenne ja kehittämistarpeet – ekologinen lähestymistapa. – Suomen ympäristö 16. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 53 s.

2 TUTKIMUSJÄRJESTELYT

Paula Siitonen

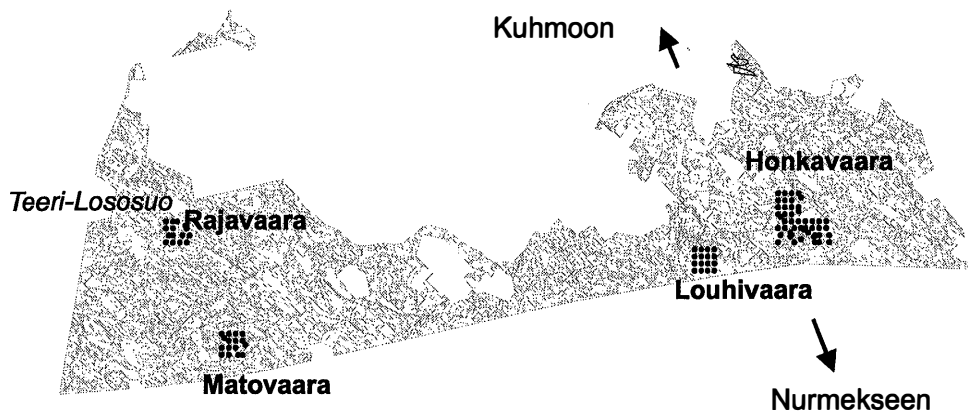
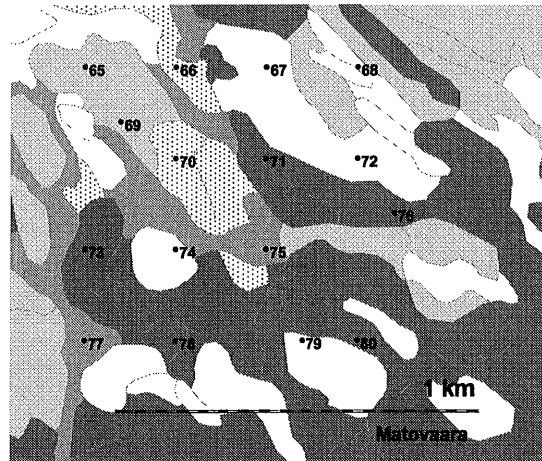
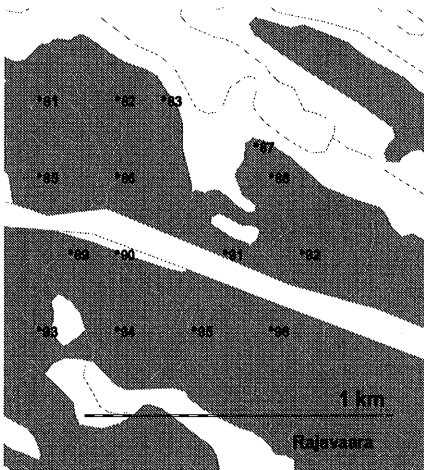
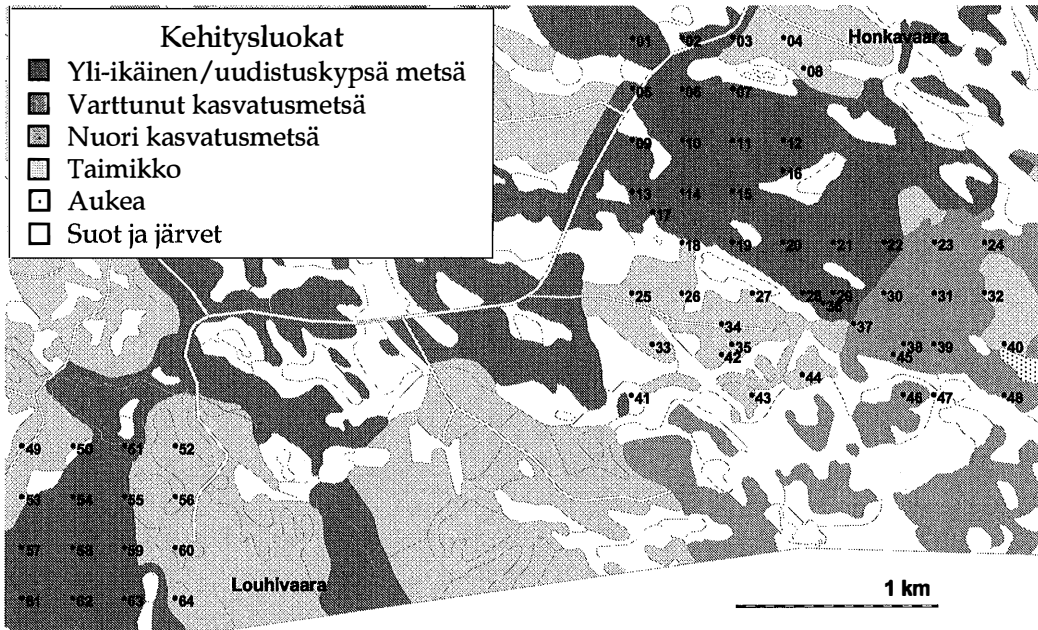


Kuhmon ja Lohikosken valtionmaille perustettiin vuonna 1993 noin kuudensadan hehtaarin laajuiset tutkimusalueet. Alueet on sijoitettu siten, että niillä esiintyy mahdollisimman monipuolisesti suomalaisessa boreaalisessa metsässä esiintyviä tilanteita. Vuonna 1994 perustettiin lisäksi kolmensadan hehtaarin tutkimusalue Uudenmaan–Hämeen metsäkeskuksen alueelle Lohjansaaren yksityismetsiin (kuva 2.1).

Kuva 2.1. Tutkimusalueiden sijainti

2.1 Kuhmon tutkimusalue

Kuhmon tutkimusalue kuuluu Metsähallituksen Kuhmon yksikköön ja Pohjanmaan–Kainuun luontopalveluihin. Tutkimusalue jaettiin neljään osaan, koska yhtenäistä, eri sukkessiovaiheita edustavaa aluetta ei löytynyt. Honkavaaran ja Louhivaaran aarniometsiin ja niitä ympäröiviin talousmetsiin perustettiin neljä neliökilometrin ruutua. Matovaaraan Teeri–Lososuon soidensuojelualueen eteläpuoliseen talousmetsään sijoitettiin yksi ruutu ja soidensuojelualueen keskelle Rajavaaraan yksi ruutu (kuva 2.2).



Kuva 2.2. Kuhmon tutkimusalueen näytealaverkosto

Honkavaara ja Louhivaara ovat Suomen parhaiksi sanottuja aarniometsiä. Laajamittaisten lajistotutkimusten tuloksena Honkavaarasta ja Louhivaarasta on löytynyt mm. monia uhanalaisia ja harvinaisia kääväkkäitä (Penttilä 1994), epifyyttijäkälää (Kuusinen ym. 1995) ja kovakuoriaisia (Rutanen, julkaisematon tieto). Aarniometsiä yhdistää toisiinsa melko luonnontilainen lampia ja suojuotteja myötäilevä metsäkaistale. Aarniometsät rajautuvat eri-ikäisiin kasvatusmetsiin ja taimikoihin, joita sisältyy myös tutkimusalueeseen.

Teeri-Lososuon soidensuojelualue on lähes luonnontilainen metsäsaarekkeiden ja soiden muodostama mosaiikki. Alueen kallioperä on pääasiassa juovaista gneissigraniittia, jossa esiintyy emäksisiä kivilajeja – amfiboliittia ja metabasiittia – sulkeumina. Rajavaaran tutkimusalueen keskellä kulkee luode-kaakkosuuntainen murroslinja, jonka pohjalle muodostuneen suon halki virtaa Rajapuro. Muilta osin alue on pohjamoreenimaastoa, jossa vuorottelevat luode-kaakkosuuntaiset drumliinit ja painannesoistumat. Teeri-Lososuon alueen korkein kohta (Kortevaara 242.5 mmpy.) on tutkimusalueen eteläosassa. Avosuot ovat enimmäkseen ombro- ja oligotrofisia nevoja, joita reunustavat karut rämeet, korpirämeet ja muurainkorvet. Kivennäismailla yleisin metsätyyppi on VMT. Rajavaaran metsät on poltettu lähes kauttaaltaan 1600-luvulla, mutta sen jälkeen alueella on tehty vain joitakin määrämittahakkuita ennen soidensuojelualueen perustamista. Rajapuroa pitkin kulkee Täyssinän rauhan aikainen rajalinja.

Matovaara on ainoa tutkimusalueen osa, jossa kasvaa vanhaa talousmetsää. Maastolle ovat luonteenomaista murroslinjat, joiden jyrkänteillä ja laella kasvaa kuivahkoja kangasmetsiä. Laaksoissa ja rinteillä on tuoreita kankaita sekä pienehköjä karuja soita. Voimakas topografia vaikeuttaa metsän käsittelyä ja osa talousmetsistä onkin lähes luonnontilaisia.

Kaikki Kuhmon tutkimusalueen osat ovat laajojen, asumattomien metsien ympäröimiä. Kokonaisuudessaan Kuhmon maastolle on tunnusomaista laajojen soiden, suojelualueiden ja intensiivisen metsätalouden maiseman vuorottelu.

2.2 Lohikosken tutkimusalue

Lohikosken valtionmaa kuuluu Metsähallituksen Savonlinnan yksikköön ja Itä-Suomen luontopalveluihin. Alueen pinta-ala on noin 10 000 ha ja se rajautuu etelässä Enso-Gutzeitin maihin. Alueella on harjoitettu sahaustoimintaa jo vuonna 1593. Lohikoskesta tuli kruununpuisto 1883 valtion ostaessa maat Hackmanilta, minkä jälkeen alueella tehtiin mittavia savottoja 1950-luvulle saakka. Merkittävin uittoreitti kulki Jukajärveltä Lieviskäjokea pitkin Saimaalle.

Lohikosken kallioperä koostuu pääasiassa graniitista ja gneisseistä, mutta niiden joukossa on joitakin pienialaisia emäksisen amfiboliitin sulkeumia. Lohikosken maastoa luonnehtii pienipiirteinen topografinen vaihtelu. Maaston muotoja määrää kaksiosainen harjujakso ja sen molemmin puolin moreenin peittämä peruskallion kulutus-korkokuva. Alueella on runsaasti pieniä järviä ja painannesoistumia. Metsät ovat melko karuja. Lohikosken valtion maan kivennäismaista noin

puolet on tuoreita kankaita, neljännes kuivahkoja kankaita ja noin prosentti lehtomaisia kankaita.

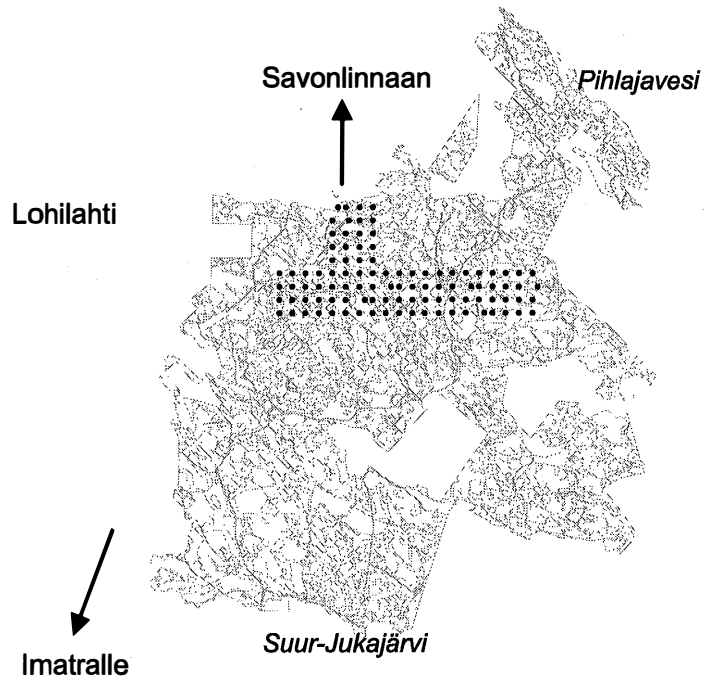
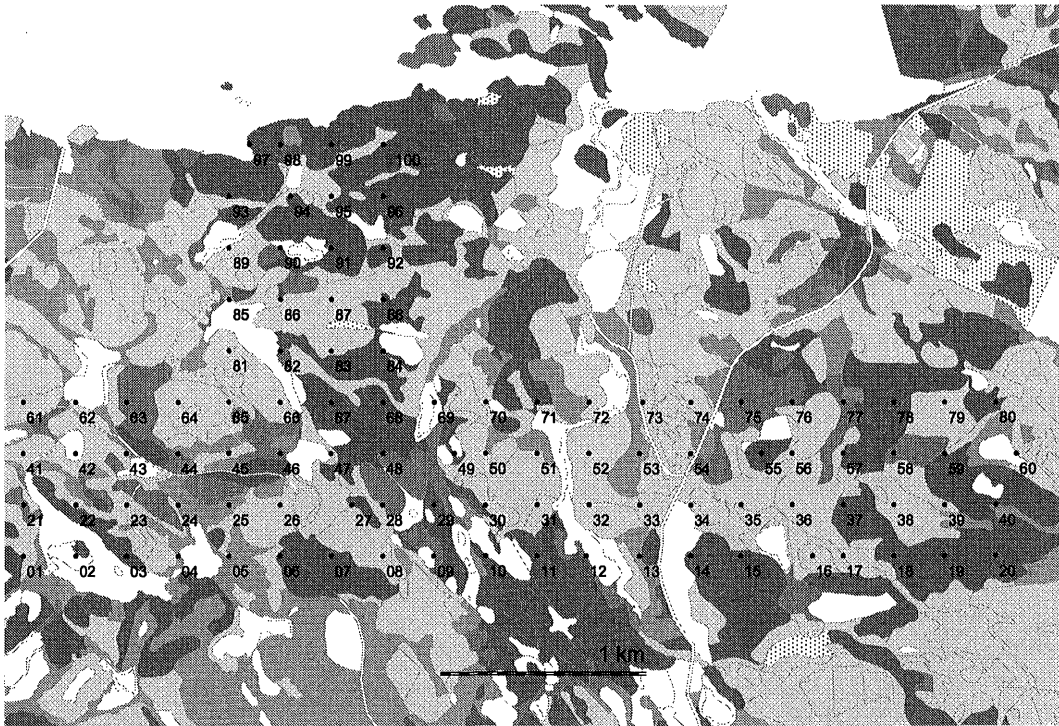
Metsähallituksen ja Enso-Gutzeitin metsät muodostavat eteläsuomalaisittain poikkeuksellisen laajan ja yhtenäisen metsäalueen. Metsämaisema on kuitenkin voimakkaasti pirstoutunut tiheään metsäautotieverkoston ja hakkuiden vaikutuksesta. Lohikoskella on muutamia pienialaisia aarniometsiä, mutta laajoja suojelualueita ei ole. Merkittävimpiä ovat Kivijärven, Julunkiven ja Kokkolansalon aarnialueet. Kuuden neliökilometrin tutkimusalueeseen kuuluu osia Kokkolansalon ja Julunkiven aarniometsistä sekä niiden välisestä talousmetsästä (kuva 2.3).

2.3 Lohjansaaren tutkimusalue

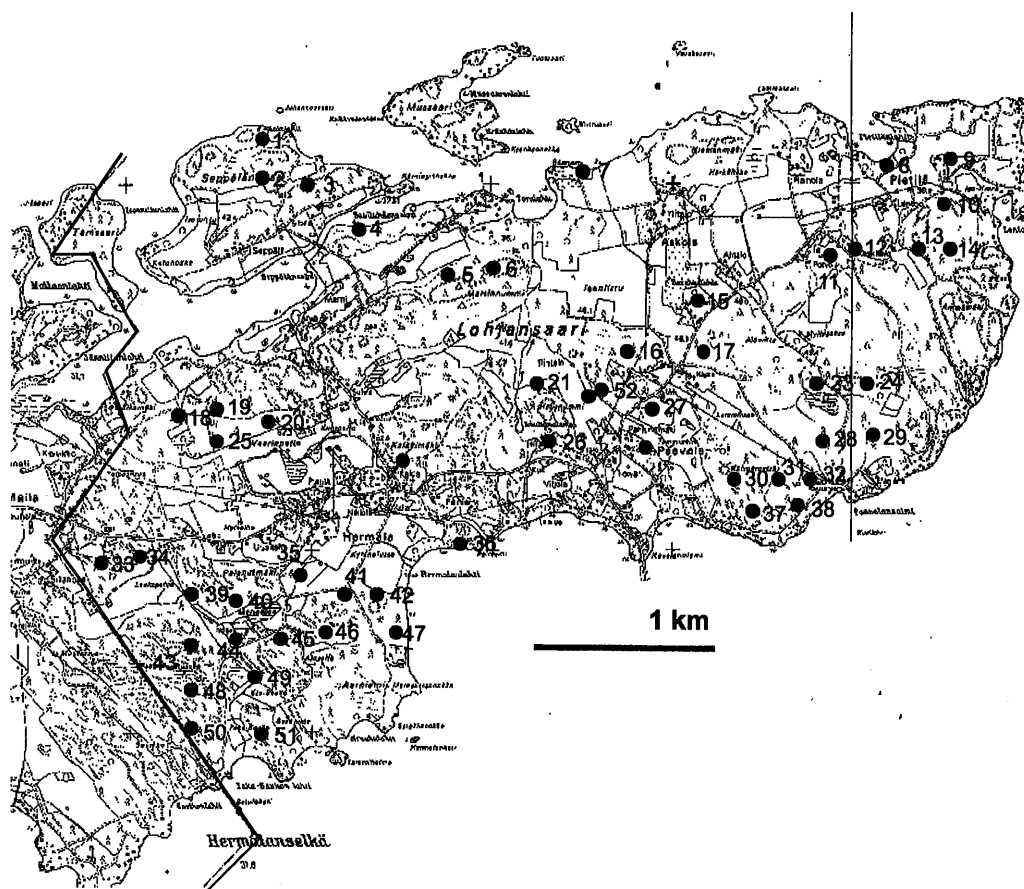
Lohjan seutu ja aivan erityisesti Lohjansaari lähiympäristöineen on tunnettu poikkeuksellisen rikkaasta luonnostaan. Lohjansaarella esiintyy runsaasti Suomessa harvinaisia eliölajeja. Lajirikkauden tärkein syy on kalkkipitoinen kallio- ja maaperä. Merkittäviä tekijöitä ovat myös Lohjanjärven saariston edullinen paikallisilmasto, pinnanmuodostuksen vaihtelevuus ja maiseman pienipiirteisyys, maantieteellinen sijainti sekä pitkäaikainen ihmisen vaikutus (vanha asutus ja perinteiset maankäyttötavat) (Harmaja 1992, Pykälä 1993). Kalkkivaikutuksen takia metsät ovat yleensä lehtoja tai lehtomaisia kankaita.

Metsätalousarvioinnin mukaan metsämaan pääpuulajit ovat kuusi (58 %) ja mänty (16 %). Koivu on valtapuuna 14 % metsämaasta ja muut lehtipuut 12 %:lla. Metsien ikäjakauma on kaksihuippuinen. Metsistä kolmannes on 50–70 vuotiaita. Toinen huippu on nuorten taimikoiden kohdalla: 1–20 vuotiaita taimikoita on neljänneksellä metsämaasta. Huomattava osa metsistä on kulttuurivaikutteisia entisiä hakamaita tai metsälaitumia.

Viime vuosikymmeninä Lohjansaaren luonto on kokenut suuria muutoksia. Karjanpito on lopetettu ja niityt ja entiset metsälaitumet kasvavat umpeen. Metsiä on kuusetettu ja saaren metsien yleisilme on yksitoikkoisen kuusivaltainen, vaikka metsäluonnon vaihtelevuutta pitävät yllä kallioisuus, pitkä rantaviiva, kosteat painanteet ja muutamat tammi- ja jalavalehdot. Useimmat kosteikot on ojitettu. Lohjansaaren näytealaverkosto sijoitettiin saaren Lohjan puoleiseen osaan (kuva 2.4).



Kuva 2.3. Lohikosken tutkimusalueen näytealaverkosto. Rastereiden (kehitysluokkien) selitykset kuvassa 2.2.



Kuva 2.4. Lohjansaaren tutkimusalueen näytealaverkosto.

2.4 Näytealaverkosto

Lajiston yhteisvaihtelua ja rakennetekijöiden indikaattoriarvoa tutkittiin kolmen aarin (300 m^2) suuruisten ympyränäytealojen verkostolla. Kuhmon tutkimusalueelle perustettiin 96, Lohikoskelle 98 ja Lohjansaareen 52 ympyränäytealaa. Näytealat sijoitettiin systemaattisesti 250 metrin päähän toisistaan, jolloin yhdelle neliökilometrille osui 16 alaa. Näytealojen sijoittelu satunnaistettiin maastoon asentamisen yhteydessä, minkä jälkeen alat paikannettiin GPS:llä 1–5 metrin tarkkuudella. Tutkimus rajattiin kattamaan ainoastaan kivennäismaiden ja ohutturpeisten metsämaan soistumien metsät. Soihin, autoteille ja vesiin osuneet alat siirrettiin systemaattisesti ensin 100 metriä itään ja sen jälkeen pohjoiseen, kunnes ala osui kivennäismaalle. Lohikoskelle sijoitettiin alun perin 100 näytealaa, joista alalta 31 ei saatu täydellisiä näytteitä, koska karhu tyhjensi säännöllisesti hyönteispyydykset ja näyteala 2 osui saareen, jonne kahlaaminen ei ollut mahdollista. Lopullinen näytealojen määrä Lohikoskella oli siis 98.

Lohjansaaren Lohjan puoleinen osa jaettiin neljännesneliökilometrin ruutuihin, joista valittiin satunnaisesti 13. Kullekin valitulle neljännekselle sijoitettiin systemaattisesti, samalla periaatteella kuin Kuhmoon ja Lohikoskelle, neljä näytealaa. Lisäksi perustettiin neljä alaa "arvokkaiisiin" kohtiin. Nämä alat eivät olleet mukana varsinaisissa analyyseissä, vaan niitä käytettiin vertailuaineistona.

2.5 Lajiston ja rakennetekijöiden maastomittaukset

Näytealoilta tutkittiin kvantitatiivisin menetelmin vuosina 1993–1994 putkilokasvit, lehti- ja maksasammalet, epifyyttijäkälät, pohjakerroksen jäkälät, käävät, hämähäkit, kovakuoriaiset ja maanilviäiset. Lohjansaaren näytteistä on toistaiseksi vielä määrittämättä sammalet, kovakuoriaiset ja nilviäiset.

Putkilokasvien runsaudet arvioitiin koko kolmen aarin näytealalta. Pohjakerroksen sammalet ja jäkälät inventoitiin koko näytealalta ja niiden runsaudet arvioitiin neljän neliömetrin suuruiselta ympyränäytealan keskipisteeseen perustetulta kasvillisuusruudulta. Epifyyttisammalet ja -jäkälät inventoitiin kahden metrin korkeudelle saakka näytepuilta, joita valittiin yksi edustava runko puulajia kohden. Muun kuin näyteruuduilla tai puilla esiintyvän lajiston inventointiin käytettiin vakioaika. Käävät tutkittiin kaikilta näytealan pysty- ja maapuilta sekä kannoilta. Kasvillisuus- ja kääpätutkimukset tehtiin pääasiassa vuonna 1993 ja niitä täydennettiin vuosina 1994 ja 1995.

Selkärangattomia pyydettiin kuoppa- ja ikkunapyydyksillä vuonna 1994 (Southwood 1978). Kullekin näytealalle asennettiin 9 kuoppapyydystä kolmen pyydyksen ryhmiin. Kukin kolmen pyydyksen ryhmä muodostaa yhden näytteen, joten yhdeltä alalta saatiin kolme näytettä (kuva 2.5). Kuoppapyydysten päällä käytettiin sadekatoksia haihtumisen ja tulvimisen estämiseksi. Pyydyksiin laitettiin noin 0,2 dl 30 prosenttista etyleeniglykolia saaliin säilömiseksi ja hiukan astianpesuainetta nesteen pintajännitteen poistamiseksi. Pyydykset koettiin tyhjentämällä päällimmäisen mukin sisältö harsokankaan läpi. Näytteet säilöttiin 70 prosenttiseen etanoliin esikäsitteilyä ja määrittämistä varten. Saalis kuljetettiin kaikilta tutkimusalueilta heti koennan jälkeen Kuhmon Ystävydenpuiston tutkimusasemalle, jossa se jaettiin fraktioihin määrittämistä varten.

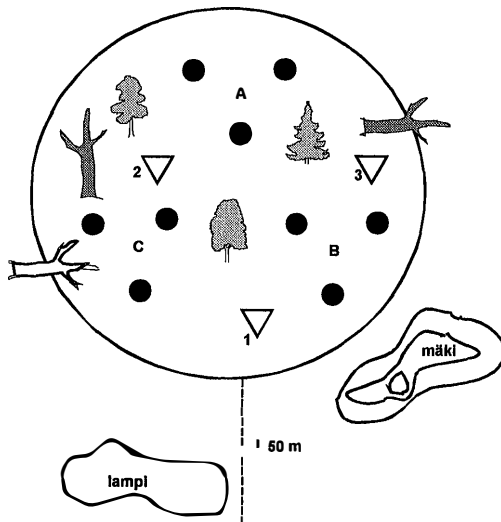
Kuhmossa asennettiin 64 näytealalle kolme vapaasti riippuvaa ikkunapyydystä lahoppuulla elävien kovakuoriaisten pyydystämiseksi. Kaksi ikkunapyydyksistä asennettiin systemaattisesti itään ja länteen noin kahden metrin päähän näytealan keskipisteestä. Kolmas pyydys asennettiin subjektiivisesti näytealan parhaaseen paikkaan lahoppukeskittymän tai muun vastaavan läheisyyteen. Kuhmon Rajavaaraan asennettiin lisäksi 30 kääpäikkunapyydystä kolmen pyydyksen ryhmiin näytealojen tuntumaan ja välimaastoon. Kaksi pyydyksistä asennettiin taulakääpiin ja kolmas kantokääpään. Kääpäikkunapyydyksillä tutkitaan käävillä elävää hyönteislajistoa, jota vapaasti riippuvat ikkunapyydykset eivät tehokkaasti pyydystä. Ikkunapyydyksissä käytettiin säilöntäaineena 30 prosenttista etyleeniglykolia noin 2 dl/pyydys ja astianpesunestettä. Pyydykset koettiin

tyhjentämällä neste harsokankaan läpi. Näytteet esikäsiteltiin samalla periaatteella kuin kuoppapyydysnäytteet.

Kuoppa- ja ikkunapyydykset asennettiin maastoon Lohikoskella 16.–19.5., Kuhmossa 30.5.–2.6. ja Lohjansaassa 31.5.–2.6. Myöhäinen ajankohta johtui kylmästä keväästä ja Lohjansaaren osalta tutkimuksen rahoituksen varmistumisesta vasta toukokuun lopussa. Pyydykset tyhjennettiin kahden viikon välein ja otettiin pois maastosta 17.–18.9. Lohikoskella, 19.–20.9. Kuhmossa ja 21.–22.9. Lohjansaassa.

Nilviäisiä kerättiin näytealoilta vuonna 1994 kuoppapyydysten lisäksi haavimalla, seulomalla karikenäytteitä ja etsimällä puunrunkojen alta sekä muista optimaalisista paikoista.

Näytealoilta mitattiin kaikkien niille osuneiden elävien ja kuolleiden puiden puulaji, pituus, paksuus, lahoaste sekä epifyyttien ja kääpien runsaudet. Näytealoilta ja niiden lähiympäristöstä 50 metrin etäisyydelle alan keskipisteestä inventoitiin myös muita metsän rakennetta sekä maaston topografiaa, vesistö- ja kosteusoloja kuvaavia tunnuksia. Tutkimusalueilta tehtiin myös biotooppikartoitus ja metsätalousarviointi.



Kuva 2.5. Näytealoilta tehdyt lajisto- ja rakennetekijäinventoinnit. Mustat ympyrät ovat kuoppapyydysryhmiä ja kirjaimet pyydysryhmien koodeja. Valkoiset kolmiot ovat ikkunapyydysryhmiä. Pyydys 1 on asennettu näytealan parhaimpaan paikkaan (lahopuun tms. viereen). Putkilokasvit, pohjakerroksen sammaleet ja käävät kartoitettiin koko näytealalta (3 aaria) ja epifyyttisammalet ja jäkälät näytepuilta. Karike- ja haavinäytteitä kerättiin koko alalta. Näytealalta mitattiin elävät ja kuolleet puut, jotka ovat kasvaneet alalla (kuvassa tummennetut puut). Rakennetekijät kartoitettiin noin 50 metrin säteeltä alan keskipisteestä lukien.

Lähteet

- Harmaja, H. 1992: Lohjansaaren kasviharvinaisuudet. – Teoksessa: Lohjansaari: 21–34. Lohjan kotiseutututkimuksen ystävät ry. Kotiseutututkimuksia XIV.
- Kuusinen, M., Jääskeläinen, K., Kivistö, L., Kokko, A. & Lommi, S. 1995: Indikaattorijäkälien kartoitus Kainuussa. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 39. 24 s.
- Penttilä, R. 1994. Kainuun vanhojen metsien kääpärajisto. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 35. 60 s.
- Pykälä, J. 1993: Lohjan uhanalaisista kasveista ja sienistä. – Kruuhu. Kotiseudun vuosikirja 4:114–129. Lohjan kotiseutututkimuksen ystävät ry. Lohjan museo.
- Southwood, J. R. E. 1978: Ecological methods. 2nd edition. – Chapman & Hall, London 524 s.

3 RAKENNEPIIRTEET

Paula Siitonen

3.1 Menetelmät

Lajiryhmien ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelun tarkastelua varten kartoitettiin näytealoilta ja niiden lähiympäristöstä puusto sekä muita rakennepiirteitä. Kartoitus tehtiin Kuhmossa ja Lohikoskella vuonna 1993 ja Lohjansaareissa vuonna 1994. Esittelen tässä luvussa rakennetekijöiden kartoituksen tuloksia.

Kolmen aarin näytealoilta ja niiden lähiympäristöstä 50 metrin etäisyydelle alan keskipisteestä kartoitettiin maaston muotoihin, maaperään, kallioperään, vesistösuhteisiin, soihin ja puustoon liittyviä rakennepiirteitä (taulukko 3.1). Rakennepiirteistä merkittiin, osuivatko ne alalle vai sen lähiympäristöön. Näytealoilta mitattiin lisäksi elävä ja kuollut puusto puuyksilöittäin. Mittaukseen otettiin mukaan kaikki alalle osuneet rungot. Puista mitattiin puulaji, paksuus, pituus, kunto, puuluokka, lahoaste ja laatu. Lisäksi arvioitiin epifyyttien runsaudet sekä kääpäisten runkojen ja kääpärajien lukumäärä (taulukot 3.2–3.5). Maastokartoituslomake on liitteessä 1 ja rakennepiirteiden lyhenteet liitteessä 2.

Näytealaverkoston tärkeimpien rakenteellisten vaihtelusuuntien ja rakennepiirteiden keskinäisten suhteiden tarkasteluun käytettiin DCA-oordinaatioanalyysiä ja Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysiä (Ranta ym. 1989). Rakennetekijät ja puuston kartoittivat Mikko ja Paula Siitonen.

Taulukko 3.1. Kartoitetut rakennepiirteet

Topografia
Topografinen sijainti
Rinteen kaltevuus
Rinteen suunta
Jyrkänteet
Kallioperä
Maaperä
Vesistösuhteet (esiintyminen näytealalla tai vaikutusalueella)
Virtaavat vedet
Seisovat vedet
Lähteet
Kosteikot ja suot
Korvet ja painannesoistumat
Rantasuot
Muut suot

Taulukko 3.2. Puustoa kuvaavat rakennepiirteet

Metsän rakenne:
metsätyyppi, kasvupaikkatyyppi, kasvupaikan lisämääreet, sukkessiovaihe, uuden sukkession alkamisen syy, kehitysluokka, valtakorkeus, puulajisuhteet, kerroksellisuus, puuston alueellinen jakauma, tilajärjestys, etäisyys reuna- vyöhykkeestä
Luonnontilaisuusaste:
kuolleen puuston luonnontilaisuus, aikaisempi puusukupolvi, luonnontilaisuus, metsätaloustoimenpiteet, uudistustapa, toimenpiteistä kulunut aika

Taulukko 3.3. Puustomittauksessa käytetyt muuttujat

Puulaji
Paksuus d 1,3 m
Puun kunto
Puuluokka
Lahoaste
Laatu
Kääväkkäiden määrä
Luppojen ja naavojen runsaus

Taulukko 3.4. Käytetty maapuiden lahoasteluokitus

-
- 1 = *tuore*: vasta kaatunut puu, jossa on vielä lehdet tallella
- 2 = *kova*: puuainekseltaan kova, äskettäin kaatunut runko, jossa kuori tallella; puukko uppoaa vain muutaman millimetrin
- 3 = *hiukan laho*: puuainekseltaan melko kova, useimmiten kuorellinen puu; puukko tunkeutuu pari senttimetriä
- 4 = *puolilaho*: melko pehmeä maapuu; kuori usein osittain irronnut; rungolla kasvaa epifyyttijäkälä- ja sammalia muttei laajoina kasvustoina, puukko tunkeutuu runkoon melko helposti muutaman senttimetrin
- 5 = *läpilaho*: pehmeäksi lahonnut, useimmiten kuoreton ja epifyyttisammalien ja -jäkälien lähes kokonaan peittämä runko; puukko tunkeutuu runkoon melko helposti kahvaa myöten
- 6 = *lähes maatonut*: hyvin pehmeäksi lahonnut, yleensä täysin epifyyttien peittämä maapuu, johon puukko uppoaa helposti kahvaa myöten. Suurin osa epifyyteistä on metsämaan sammalia ja jäkälää
-

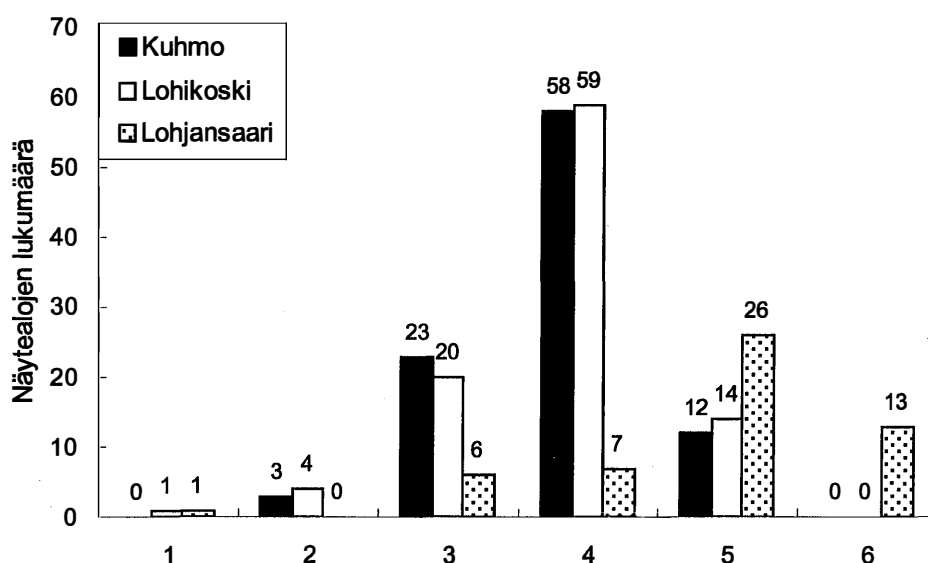
Taulukko 3.5. Käytetty pystypuiden lahoasteluokitus

-
- 1 = *tuore*: elävä pystypuu
- 2 = *kova*: vasta kuollut puu, kaarna ja oksat ovat vielä jäljellä, puuaines kovaa
- 3 = *hiukan laho*: havupuilla kaarna ja oksat osittain karisseet, lehtipuilla tuohi jäljellä, mutta oksat alkaneet karista
- 4 = *puolilaho*: havupuilla kaarna karissut osittain tai kokonaan, lehtipuilla tuohi vielä jäljellä, mutta puuaines sisältä alkanut lahota, oksat pääosin karisseet
- 5–6 = *läpilaho*: havupuun kuivettunut ranka, lehtipuun runko pehmentynyt ja pysyy pystyssä enää tuohen/kaarnan avulla, puuaines sisältä täysin pehmentynyt
-

3.2 Tulokset

3.2.1 Kehitysluokka- ja kasvupaikkatyypin jakauma

Kuhmon ja Lohikosken näytealojen kasvupaikkatyypijakauma oli hyvin samankaltainen. Suurin osa näytealoista sijaitsi tuoreilla kankailla. Kuivahkoille kankailla sijoittui 20–25 % aloista ja lehtomaisille kankailla noin 10 % aloista. Vain yksi Lohikosken ala osui kuivalle kankaalle (kuva 3.1). Lohjansaaren aloista puolet sijaitsi lehtomaisilla kankailla ja neljäsosa lehdoissa.

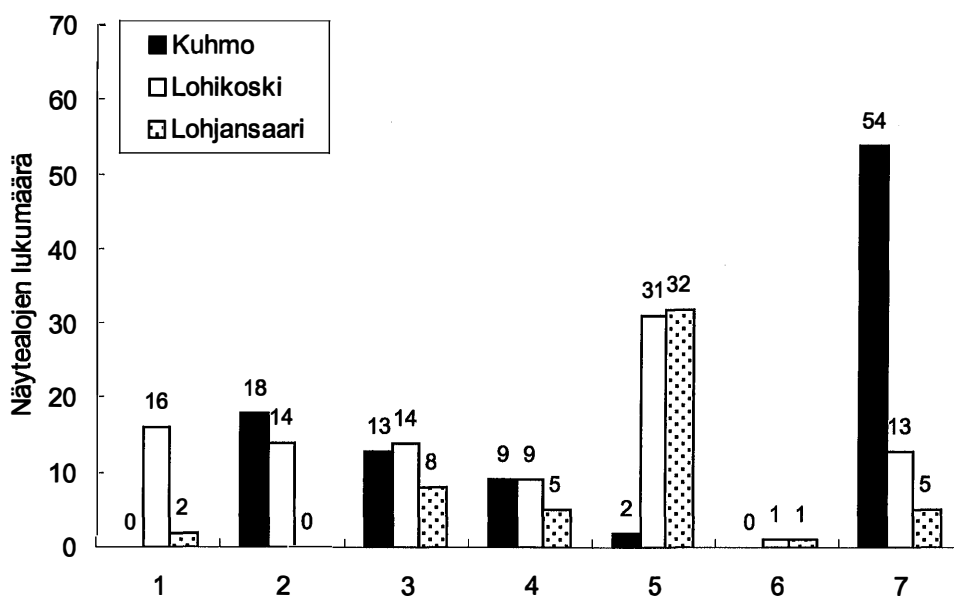


Kuva 3.1. Näytealojen lukumäärä kasvupaikkatyypeittäin. Kuhmossa on yhteensä 96, Lohikoskella 98 ja Lohjansaarella 53 alaa. 1 = karukkokangas, 2 = kuiva kangas, 3 = kuivahko kangas, 4 = tuore kangas, 5 = lehtomainen kangas, 6 = lehto.

Kuhmon ja Lohikosken kehitysluokkajakaumat poikkesivat toisistaan eniten metsätaloudellisesti yli-ikäisiin metsiin osuneiden alojen määrän suhteen. Kuhmon aloista 56 % sijaitsi metsätaloudellisesti yli-ikäisissä metsissä, kun Lohikoskella vastaava luku oli 13 %. Uudistuskypsissä talousmetsissä oli 32 % Lohikosken aloista mutta vain 2 % Kuhmon aloista. Uudistuskypsiin ja sitä vanhempiin metsiin osuneita aloja oli siten molemmilla alueilla lähes yhtä paljon. Lohjansaaren näytealoista 70 % sijaitsi uudistuskypsissä talousmetsissä ja yli-ikäisissä metsissä. Varttuneissa taimikoissa sijaitsi kaikilla tutkimusalueilla 14–15 % aloista ja nuorissa kasvatusmetsissä noin 9 % aloista. Alle viisi vuotta vanhoilla uudistusaloilla sijaitsi 16 % Lohikosken ja 4 % Lohjansaaren näytealoista, Kuhmon näytealaverkostoon tuoreita uudistusaloja ei osunut lainkaan (kuva 3.2).

Näytealaverkostot edustivat melko hyvin tutkimusalueiden ikä- ja kehitysluokkajakaamaa. Kuhmossa metsätaloudellisesti yli-ikäisiä ja nuoria metsiä oli runsaasti, mutta uudistuskypsiä talousmetsiä oli vähän. Lohikosken metsät jakaantuivat melko tasaisesti eri kehitysluokkiin. Lehtomaiset kankaat ja lehdot olivat Lohjansaaressa yleisiä kalkkivaikutteisen maaperän vuoksi.

Noin puolet Kuhmon näytealoista sijaitsi alle 50 metrin päässä suon reunasta. Suot olivat enimmäkseen korpia ja painannesoistumia. Jopa kolmannes näytealoista oli korpimaisen suon vaikutusalueella. Kolmeen korpimaiseen alueeseen liittyi lähde. Erityyppisten vesien tuntumassa sijaitsi noin viidennes näytealoista. Luonnonpuro virtasi neljän alan halki tai tuntumassa. Jyrkänteitä oli 8 % aloista.



Kuva 3.2. Näytealojen lukumäärä kehitysluokittain. Kuhmossa on 96, Lohikoskella 98 ja Lohjansaaressa 53 näytealaa. 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä/uudistuskypsä metsä, 6 = suojuospuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä.

Lohikosken pienipiirteinen topografia tuli esille siten, että viidesosa aloista osui notkelmiin ja toinen viidennes jyrkänteisiin. Näytealoilla ja niiden lähiympäristössä esiintyvät suot olivat yleensä korpia tai painannesoistumia. Kolmannes Lohikosken aloista sijaitsi korpimaisen suon vaikutusalueella. Erityyppisten vesien – pienten lampien, purojen ja lähteiden – äärellä tai vaikutusalueella oli noin viidennes näytealoista. Lähteitä ja luonnonpuroja esiintyi Lohikosken aineistossa vain yksi kumpaakin.

Lohjansaaren näytealoille ei osunut lähteitä eikä puroja. Aloista 28 % sijaitsi alle 50 metrin päässä järven rannasta. Jyrkänteitä oli 2 % aloista.

3.2.2 Näytealojen puusto

Kuusi oli elävän puuston vallitseva puulaji kaikkien tutkimusalueiden näytealaverkostoissa sekä tilavuudella että runkoluvulla mitattuna. Toiseksi eniten oli mäntyä ja kolmanneksi eniten koivua (kuva 3.6). Kuolleen pystypuuston rakenne muistutti elävän puuston rakennetta sikäli, että valtaosa pystyyn kuolleista rungoista oli kuusia, toiseksi eniten oli mäntyä ja kolmanneksi eniten koivuja (kuva 3.6). Puuaineksesta (tilavuudesta) suurin osa oli kuitenkin männyissä, johtuen muutamien järeiden mäntykelojen osumisesta näytealoille. Maapuun puulaajisuhteet olivat sekä runkoluvulla että tilavuudella mitattuna saman suuntaiset kuin elävän puuston. Muita lehtipuita kuin koivua oli kaikilla alueilla keskimäärin vain muutama kuutio hehtaaria kohden. Yhdellä Lohikosken näytealalla tavattiin metsälehmusta.

Elävää puuta oli keskimäärin eniten Kuhmon näytealoilla ($166,1 \text{ m}^3/\text{ha}$), seuraavaksi eniten Lohjansaaressa ($136,9 \text{ m}^3/\text{ha}$) ja vähiten Lohikoskella ($105,2 \text{ m}^3/\text{ha}$) (taulukko 3.6). Elävän puuston tilavuus oli kaikilla alueilla suurin vanhoissa, metsätaloudellisesti yli-ikäisissä metsissä. Lohikosken ja Kuhmon kasvatusmetsissä kasvoi kuitenkin keskimäärin enemmän runkoja hehtaaria kohden kuin yli-ikäisissä metsissä. Metsätaloudellisesti yli-ikäisissä metsissä oli Kuhmossa enemmän puuta sekä tilavuudella että runkoluvulla mitattuna kuin Lohikoskella ja Lohjansaaressa. Kuhmon elävän puuston suuri määrä verrattuna muihin alueisiin johtuu siitä, että Kuhmon aloista suuri osa osui järeäpuustoihin metsätaloudellisesti yli-ikäisiin metsiin ja että vanhoista metsistä suurempi osa osui reheviin metsätyyppeihin.

Kuollutta pystypuuta oli Kuhmossa kaikissa kehitysluokissa selvästi enemmän kuin Lohikoskella ja Lohjansaaressa. Sitä oli kuitenkin kokonaisuudessaan olennaisesti vähemmän kuin elävää puuta ja maapuuta. Kuhmossa kuollutta pystypuuta oli keskimäärin $17,6 \text{ m}^3/\text{ha}$, Lohikoskella $3,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja Lohjansaaressa ainoastaan $1,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ (taulukko 3.6). Suurin osa pystyyn kuolleista rungoista oli metsätaloudellisesti yli-ikäisissä ja uudistuskypsissä metsissä.

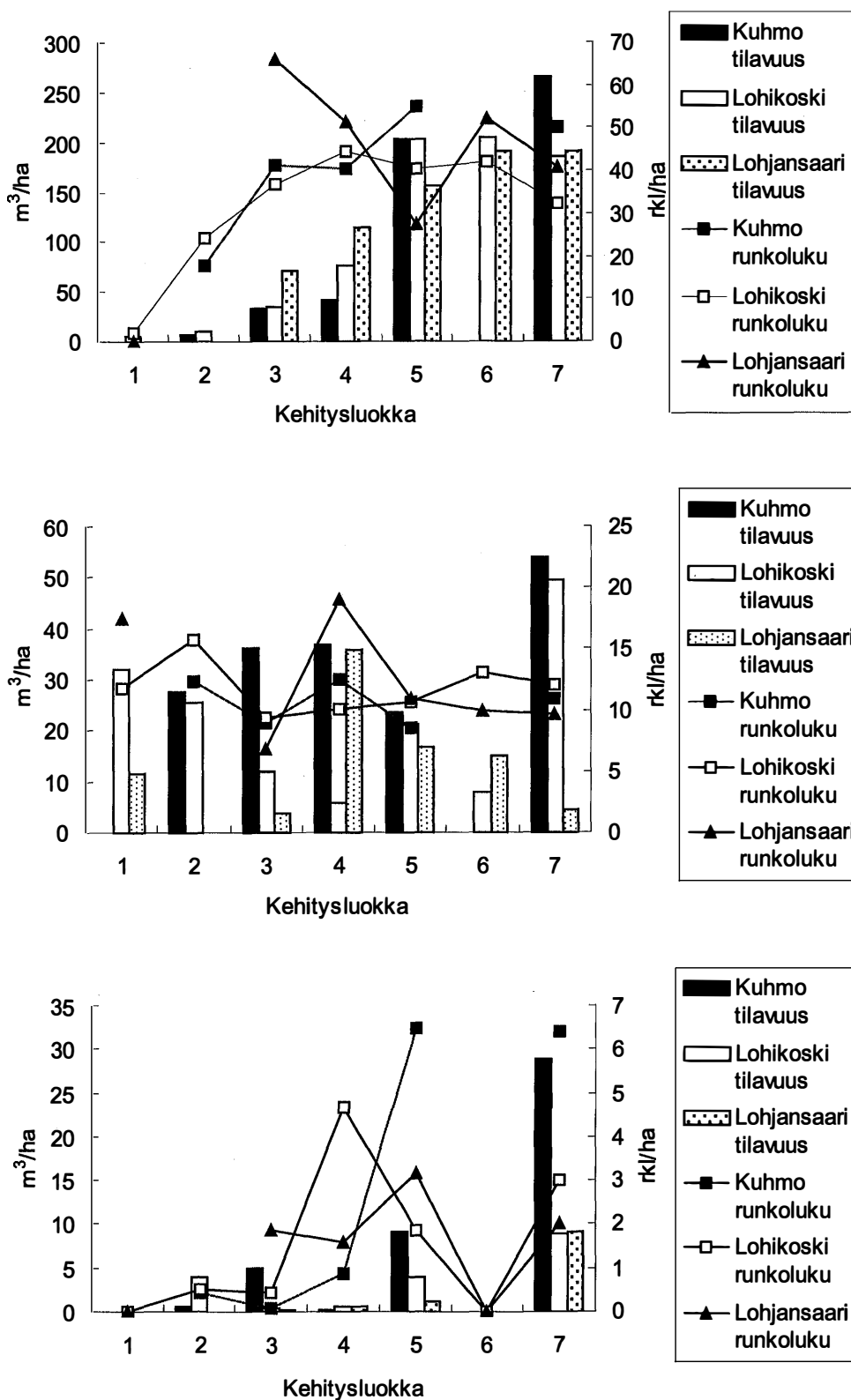
Maapuuta oli keskimääräisesti eniten Kuhmossa ($45,3 \text{ m}^3/\text{ha}$) (taulukko 3.6). Lohikoskella ($24,5 \text{ m}^3/\text{ha}$) ja Lohjansaaressa ($15,4 \text{ m}^3/\text{ha}$) maapuuta oli keskimäärin paljon vähemmän. Maapuuta oli eniten metsätaloudellisesti yli-ikäisissä metsissä, mutta sitä löytyi yllättävän paljon myös muista kehitysluokista. Kuhmon yli-ikäisistä metsistä suurin osa oli lähes luonnontilaisia aarniometsiä, joissa maapuuta oli keskimäärin $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ enemmän kuin uudistuskypsissä metsissä ja vanhoissa kasvatusmetsissä. Myös Kuhmon nuorissa kasvatusmetsissä ja taimikoissa oli enemmän maapuuta kuin uudistuskypsissä metsissä.

Taulukko 3.6. Elävän puuston, kuolleen pystypuun ja maapuun tilavuuksien ja runkolukujen keskiarvot ja keskihajonnat Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren näytealaverkostoissa.

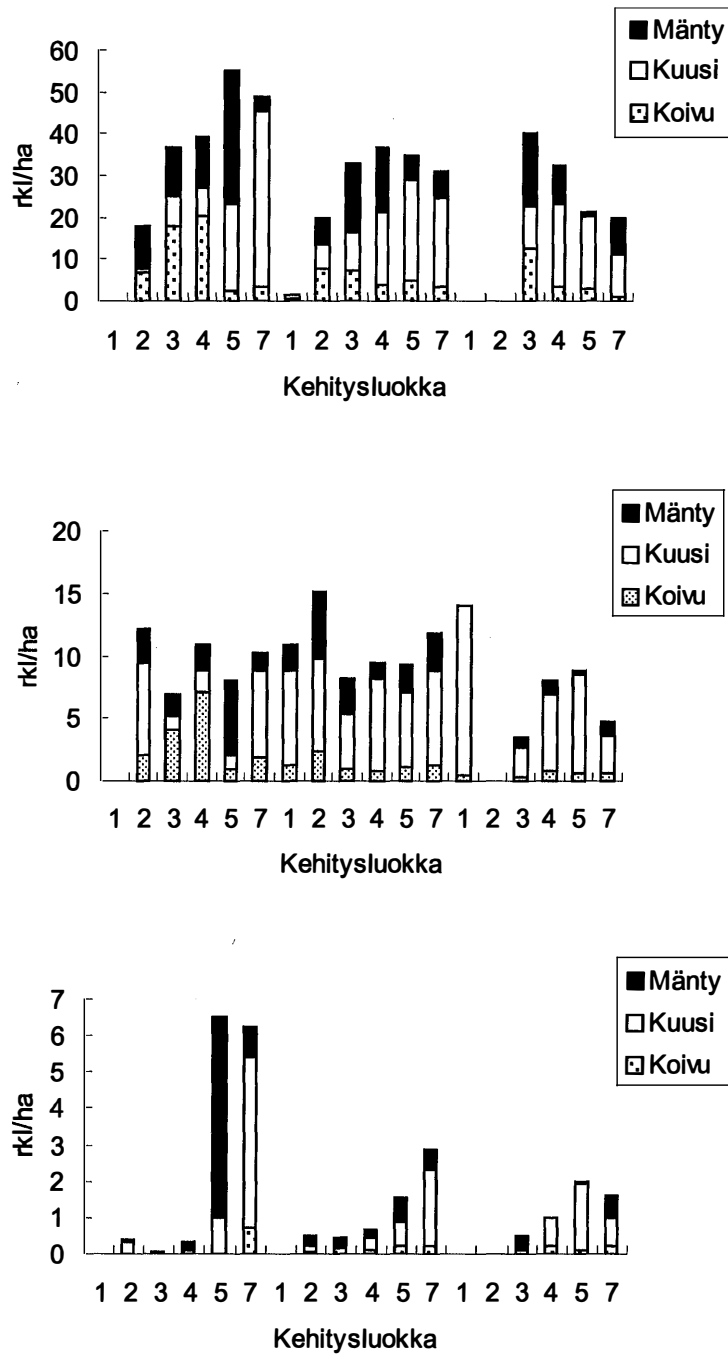
Tutkimusalue	Runkoluku (kpl/ha)	Runkoluku (keskihajonta)	Tilavuus (m ³ /ha)	Tilavuus (keskihajonta)	Puuluokka
Kuhmo	42,8	26,2	166,1	138,3	Elävät puut
Lohikoski	30,7	22,2	105,2	110,0	Elävät puut
Lohjansaari	35,7	35,6	136,9	114,1	Elävät puut
Kuhmo	4,0	4,6	17,6	25,0	Kuolleet pystypuut
Lohikoski	1,6	4,0	3,1	7,0	Kuolleet pystypuut
Lohjansaari	2,5	4,1	1,7	5,1	Kuolleet pystypuut
Kuhmo	11,3	6,5	45,3	38,6	Maapuut
Lohikoski	11,5	8,1	24,5	32,3	Maapuut
Lohjansaari	11,2	11,9	15,4	27,4	Maapuut
Kuhmo	9,4	12,8	2,3	3,3	Kannot
Lohikoski	12,1	8,5	4,3	4,1	Kannot
Lohjansaari	11,2	12,3	4,3	4,4	Kannot

Lohikoskella avohakkuilla ja nuorissa taimikoissa oli enemmän maapuuta kuin kasvatusmetsissä, mutta vähemmän kuin yli-ikäisissä metsissä. Maapuun määrä nuorissa taimikoissa ja avohakkuilla heijastaa hakkuuta edeltäneen vanhan metsän tilannetta. Kasvatusmetsistä nämä maapuut ovat jo lahonneet ja kun uutta järeää maapuuta ei talousmetsissä juuri synny, vähenee lahoppuun kokonaismäärä metsän varttuessa. Lohjansaaren vanhahkojen metsien lahoppuun niukkuus johtui todennäköisesti metsien pitkään jatkuneesta kotitarvekäytöstä. Yli-ikäiset metsät eivät olleet Lohjansaarella lahoppuun määrän perusteella kovinkaan luonnontilaisia.

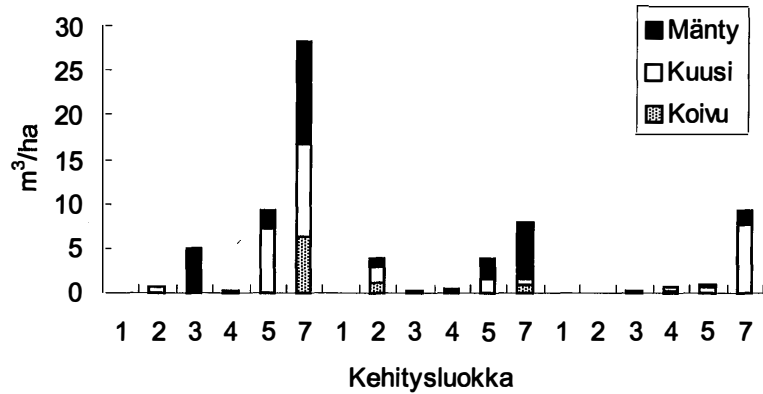
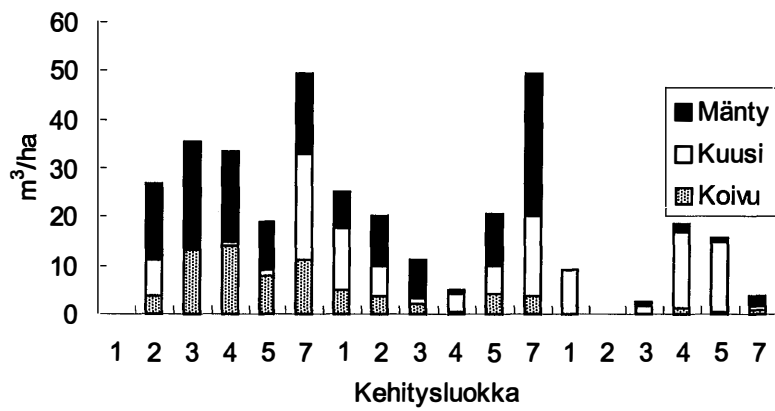
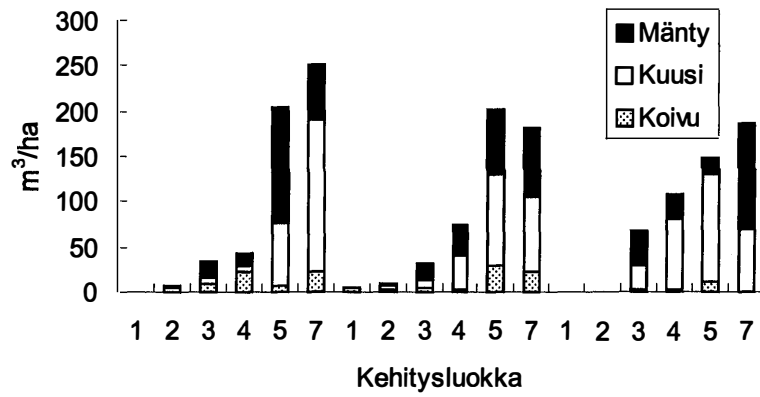
Elävän ja kuolleen puuston runkoluvun ja tilavuuden suhde kertoo puuston järeydestä ja jatkuvuudesta (kuvat 3.3–3.6). Esimerkiksi elävien ja kuolleiden kuusten tilavuuden ja runkoluvun vertailu osoitti, että kuolleita järeitä kuusia oli suhteessa vähemmän kuin eläviä. Kuhmossa elävien haapojen järeyttä osoitti se, että niiden osuus puuston runkoluvusta oli vain pari prosenttia, mutta osuus kokonaistilavuudesta oli 5 %.



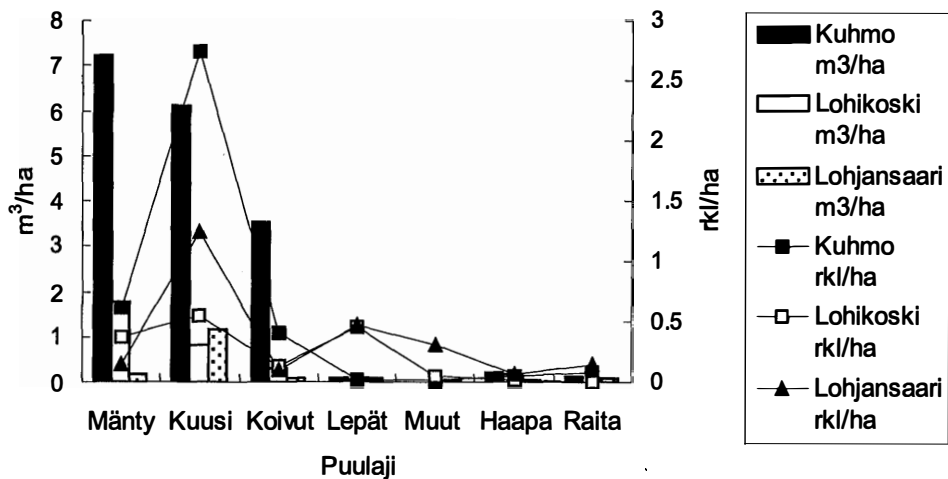
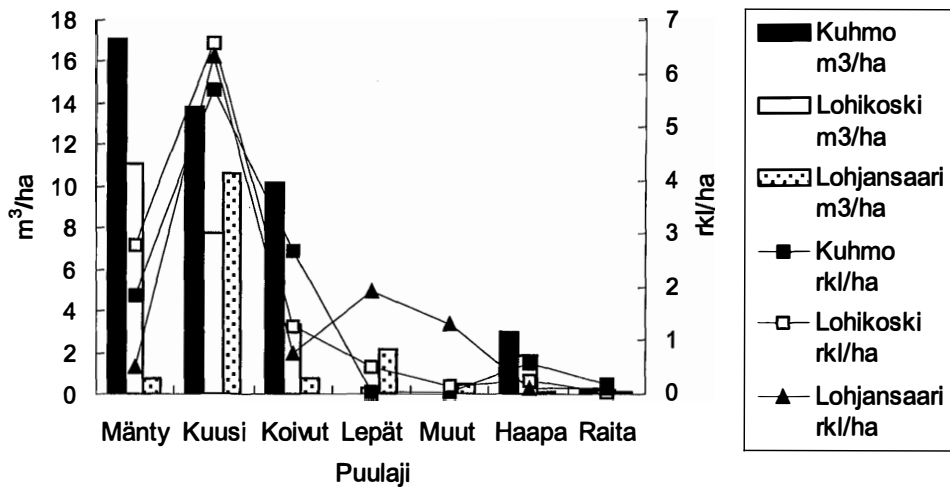
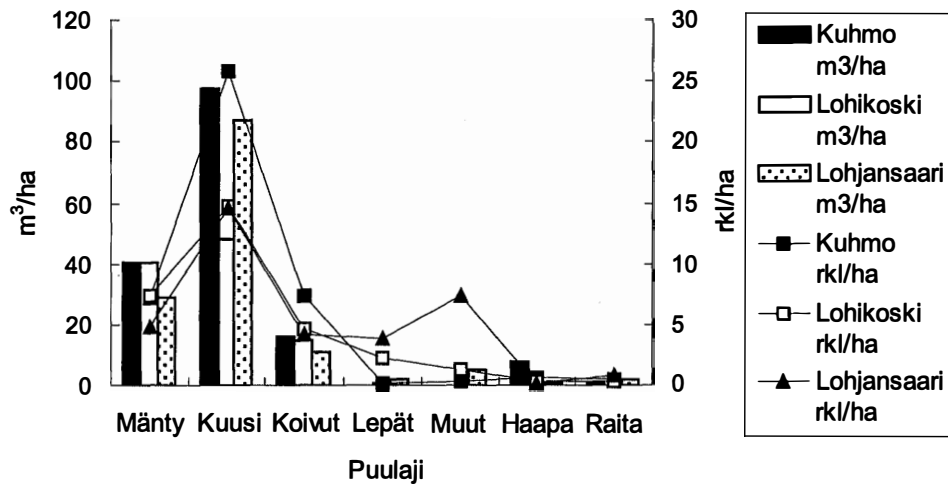
Kuva 3.3. Elävien puiden (ylin kuva), maapuiden (keskimääräinen kuva) ja kuolleiden pysytypuiden keskitilavuus/ha ja runkoluku/ha eri kehitysluokissa. Kehitysluokat ja eri luokkiin kuuluvien alojen lukumäärä kuten kuvassa 3.2.



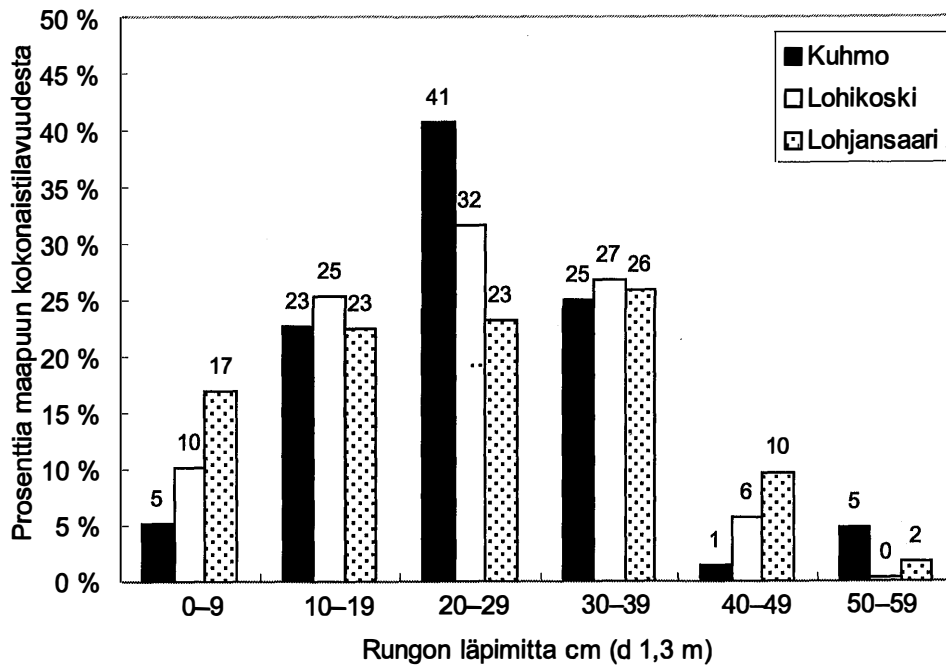
Kuva 3.4. Elävien puiden (ylin kuva), maapuiden (keskimmäinen kuva) ja kuolleiden pystypuiden (alin kuva) runkolukujen keskiarvot eri kehitysluokissa. Kehitysluokat kuten kuvassa 3.2. Luvut vaaka-akselilla vasemmalta lukien tarkoittavat Kuhmon kehitysluokkia 1–7, keskimmäiset luvut (1–7) Lohikoskea ja oikean reunan luvut Lohjansaarta.



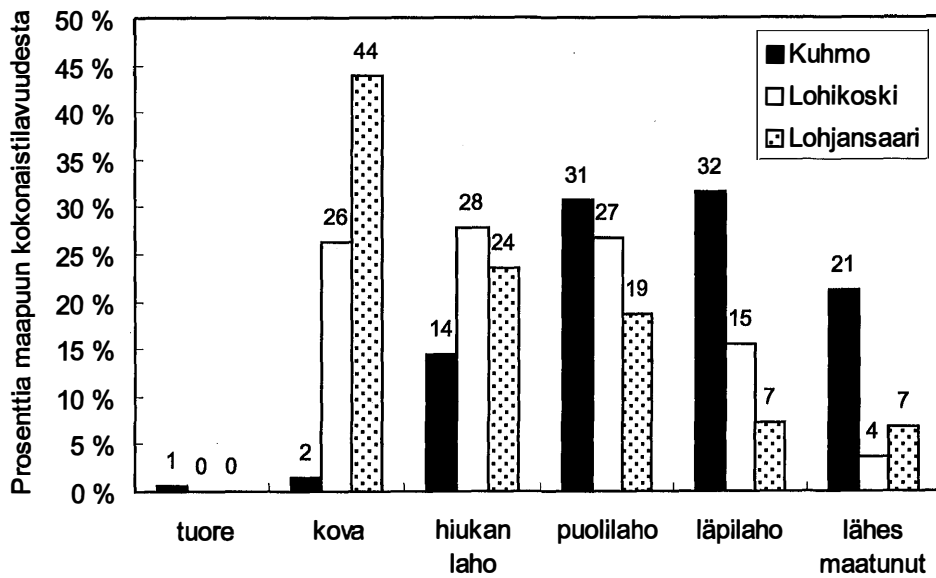
Kuva 3.5. Elävien puiden (ylin kuva), maapuiden (keskimmäinen kuva) ja kuolleiden pystypuiden (alin kuva) tilavuuksien keskiarvot eri kehitysluokissa. Kehitysluokat kuten kuvassa 3.2. Luvut vaaka-akselilla vasemmalta lukien tarkoittavat Kuhmon kehitysluokkia 1–7, keskimmäiset luvut (1–7) Lohikoskea ja oikean reunan luvut Lohjansaarta.



Kuva 3.6. Elävön puun (ylin kuva), maapuun (keskimmäinen kuva) ja kuolleeseen pystypuun (alin kuva) tilavuuden/ha ja runkoluvun/ha keskiarvot puulajeittain Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaarella.



Kuva 3.7. Maapuun jakaantuminen läpimittaluokkiin.



Kuva 3.8. Maapuun jakaantuminen lahoasteluokkiin.

Suurin osa elävistä ja kuolleista rungoista oli kaikilla alueilla läpimitaltaan 20–40 cm paksua. Yli 50 cm paksuja maapuita ei ollut Lohikoskella lainkaan, mutta Kuhmossa niiden osuus maapuun kokonaistilavuudesta oli 5 % ja Lohjansaaressa 2 % (kuva 3.7). Alle 10 cm paksuista maapuuta oli eniten Lohjansaaressa (17 % maapuun tilavuudesta).

Maapuun lahoastejakauma poikkesi Kuhmossa ja Lohikoskella toisistaan siten, että Kuhmon maapuista suurin osa oli pitkälle lahonneita, kun taas Lohikoskella vallitsivat lahosukcession keskivaiheen maapuut. Kuhmon maapuista 53 % oli puoli- ja läpilahoa, kun Lohikoskella näihin luokkiin kuului vain 19 % maapuusta. Lohikoskella oli hyvin vähän tuoretta maapuuta, mutta kovaa ja hiukan lahoa puuta oli runsaasti. Maapuun lahoastejakauma Kuhmon näytealaverkostossa kuvastaa luonnontilaisen metsän lahoastejakaumaa. Lohjansaaressa oli eniten lahoamisprosessin alkuvaiheen maapuuta, mutta pitkälle lahonneita runkoja oli hyvin vähän (kuva 3.8).

3.2.3 Epifyyttien runsaus ja kääpäisyys

Naavoja ja luppoja tavattiin Kuhmossa runsaimmin Rajavaarassa sekä Honkavaaran ja Louhivaaran aarnialueiden vanhoissa metsissä. Muita epifyyttejä esiintyi runsaimmin samoilla aloilla kuin naavamaisia epifyyttejä. Runsaimmat epifyttikasvustot sijoittuivat yleensä kosteiden puronotkojen ja lähteiden tuntumaan, kuten Louhivaaran aarniometsän lähdepuroon (ala 51) ja puronvarteen Honkavaaran suosaarekkeeseen (ala 41).

Lohikoskella naavamaisia epifyyttejä kasvoi runsaasti vain muutamilla näytealoilla. Nämä alat sijaitsivat Kokkolansalon ja Julunkiven–Törisevän aarnialueilla. Lohikoskella muiden kuin naavamaisien epifyyttien runsaus ei vaihdellut yhtä selkeästi metsän kehitysluokan mukaan kuin Kuhmossa. Kohtalaisesti epifyyttejä esiintyi vanhojen metsien ohella myös nuorissa kasvatusmetsissä ja taimikoissa. Lohjansaaressa naavamaisia epifyyttejä oli kaikkiaan hyvin niukasti.

Kuhmossa kääpien ja kääpäisten runkojen runsaus liittyi selvästi metsän ikään ja lahopuun määrään. Kääpäisimmät alat sijaitsivat Rajavaarassa sekä Honkavaaran ja Louhivaaran aarnialueilla. Kääpäisten maapuiden määrä vaihteli nolasta Rajavaaran näytealalla 93 havaittuun 17 kääpäiseen runkoon. Lohikoskella kääpäisten runkojen määrä riippui selvästi lahopuun määrästä. Runsaimmin kääpiä kasvoi Kokkolansalon aarnialueella (13 ja 12 kääpäistä maapuuta näytealoilla 37 ja 18). Samoin kuin Kuhmossa, kääpäisiä pystypuita osui näytealoille vain harvoin. Näytealoilla, joilla tavattiin kääpäisiä pystypuita esiintyi yleensä myös kääpäisiä maapuita. Kääpäisimmät näytealat sijoittuivat Julunkiven–Törisevän ja Kokkolansalon aarnialueille. Lohjansaaressa kääpäisiä runkoja oli kaikkiaan hyvin vähän.

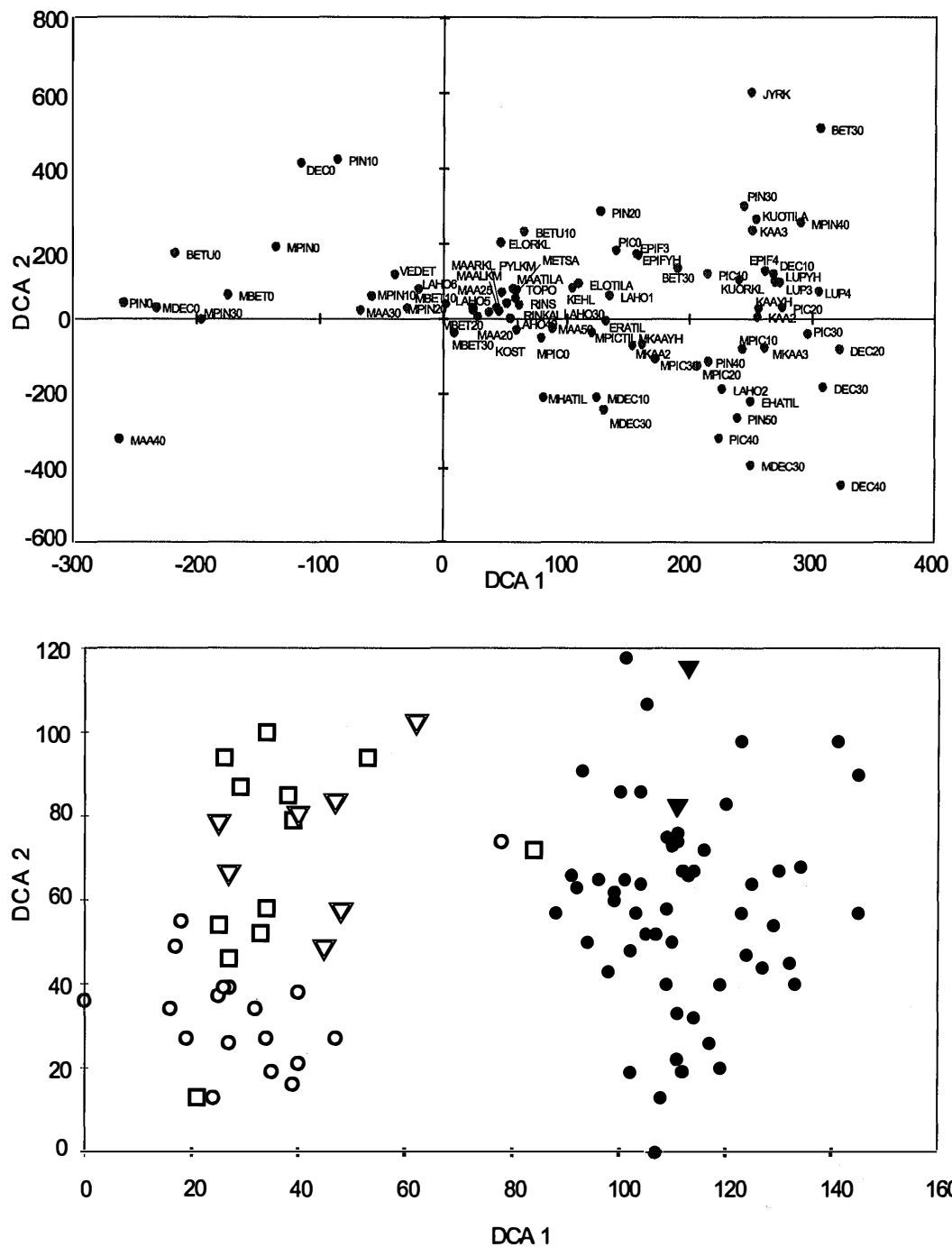
3.2.4 Näytealojen rakenteellinen vaihtelu

Kuvassa 3.9 on esitetty Kuhmon rakennetekijöiden DCA-oordinaatio. Kuhmon rakennepiirreaineisto muunnettiin DCA-analyysiä varten $\log(x+1)$ muunnoksella harvinaisten rakennetekijöiden vaikutuksen vähentämiseksi. Rakennetekijät, jotka sijaitsivat lähellä toisiaan oordinaatiokuvassa esiintyvät yleisemmin ja runsaimpina samoilla aloilla kuin kaukana toisistaan sijaitsevat rakennetekijät.

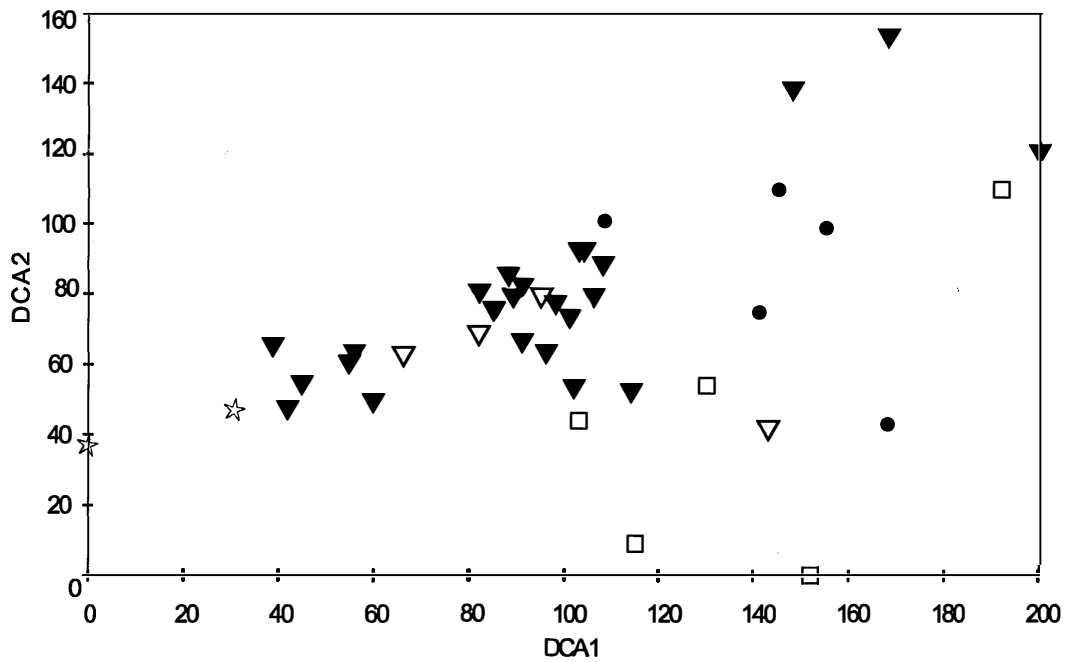
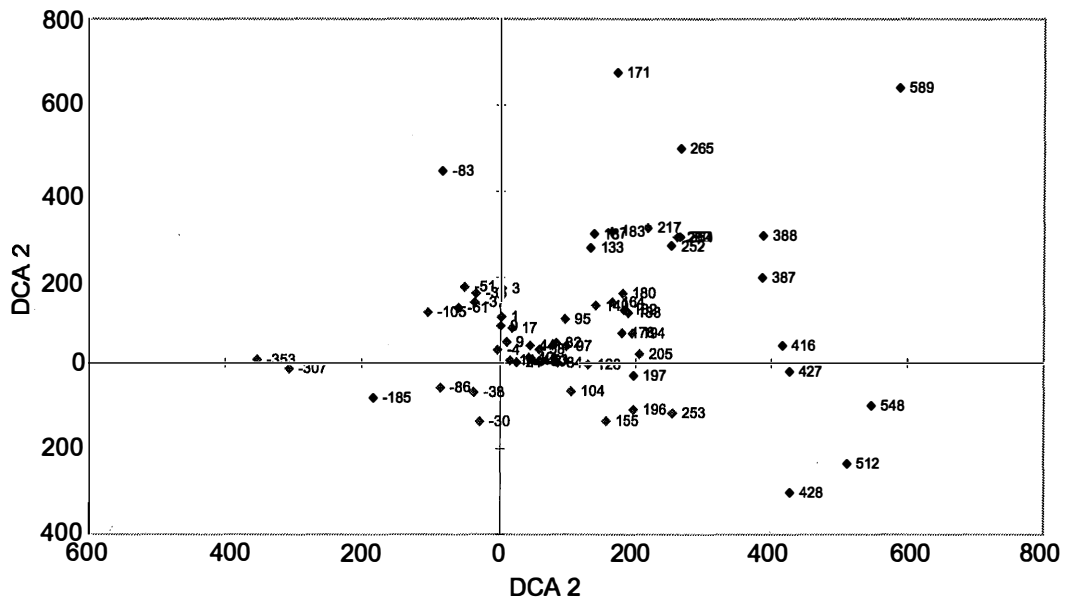
DCA-oordinaation ensimmäinen akseli (DCA 1) kuvasti selvästi elävän ja kuolleen puuston järeyttä sekä puuston jatkuvuutta. Ensimmäisen akselin ominaisarvo oli 0,14 ja se selitti 21 % aineiston vaihtelusta. DCA-akselin toiseen ääripäähän sijoittuivat paksut pysty- ja maapuut sekä epifyyttien ja kääpien runsautta kuvaavat muuttajat. Näiden rakennepiirteiden esiintyminen ja runsaus kuvaa metsän ikää, sekä elävän ja kuolleen puuston jatkumoa. Toiseen ääripäähän sijoittuivat ohuet rungot, joita tavattiin runsaimmin nuorissa kehitysluokissa.

Näytealojen oordinaatiokuva (kuva 3.9) tulkitaan samalla periaatteella kuin rakennetekijöiden. Näytealojen sijainti oordinaatioavaruudessa kuvastaa niillä esiintyvien rakennetekijöiden painotettua keskiarvoa. Lähellä toisiaan sijaitsevat alat muistuttavat rakenteellisesti toisiaan kun taas kaukana toisistaan olevat alat ovat erilaisia. Kuhmon näytealat jakaantuivat oordinaatiotarkastelussa logaritimuunnoksen jälkeen selvästi kahteen ryhmään. Oordinaatiokuvan oikeassa laidassa ovat Louhivaaran, Honkavaaran ja Rajavaaran vanhoissa, lähes luonnontilaisissa metsissä sijaitsevat alat. Taimikot ja kasvatusmetsät muodostavat oman ryhmänsä kuvaajan vasempaan laitaan. DCA-oordinaation vaaka-akseli (DCA1) kuvastaa selkeästi Kuhmon metsien kaksijakoisuutta. Vanhat lähes luonnontilaiset metsät, joissa oli runsaasti paksuja, lahoasteeltaan vaihtelevia maapuita, järeää pystypuuta, vanhoja haapoja, epifyyttejä ja kääpiä, erosivat selvästi nuorista metsistä. Toisen akselin (DCA2) ominaisarvo oli vain 0,054 ja se selitti noin 9 % aineiston vaihtelusta. Akseli kuvasti heikosti vaihettumaa lehtipuuvältaisistä metsistä mäntymetsiin.

Lohikoskella rakennepiirteiden DCA-oordinaatiokuva (kuva 3.10) ei ollut yhtä selkeä kuin Kuhmossa. Vaaka-akseli (DCA1) kuvasti maapuun järeyttä ja määrää sekä kääpäisyttä. Ensimmäinen akseli selitti kuitenkin vain 16 % aineiston vaihtelusta (ominaisarvo 0,117). Toisen akselin (DCA2) ominaisarvo oli vain 0,06. Se kuvasi elävän puuston ikää, järeyttä ja jatkuvuutta. Akselin toiseen ääripäähän sijoittuivat naavamaisten epifyyttien ja kääpien runsautta sekä elävän puuston järeyttä kuvaavat muuttajat. Toisessa päässä olivat nuoret elävät puut.



Kuva 3.9. DCA-ordinaatio Kuhmon näytealojen rakennepiirteistä (ylempi kuva) ja näytealojen sijoittuminen kuvaajaan (alempi kuva). Näytealojen symbolit: ○ = nuori taimikko, □ = varttunut taimikko, ▽ = nuori kasvatusmetsä, ▼ = vanha kasvatusmetsä, ● = yli-ikäinen, erirakenteinen metsä. Rakennepiirteiden lyhenteet on selitetty liitteessä 2.



Kuva 3.11. DCA-oordinaatio Lohjansaaren näytealojen rakennepiirteistä (ylempi kuva) ja näytealojen sijoittuminen kuvaajaan (alempi kuva). Näytealojen symbolit: ☆ = aukea, □ = varttunut taimikko, ▽ = nuori kasvatusmetsä, ▼ = vanha kasvatusmetsä, ● = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Rakennepiirteiden lyhenteet on selitetty liitteessä 2.

Lohikoskella eri kehitysluokkien metsät eivät erottuneet rakennepiirteiltään toisistaan niin selkeästi kuin Kuhmossa (kuva 3.10). Nuoret uudistusalat erottuivat kuitenkin omaksi ryhmäkseen. Uudistuskypsät metsät/vanhat kasvatusmetsät ja yli-ikäiset metsät muodostivat yhtenäisen ryhmän. Nämä kehitysluokat eivät Lohikoskella eronneet toisistaan merkittävästi maapuun määrän ja laadun suhteen. Maapuun huomattava määrä vuonna 1993 uudistetuilla aloilla kuvasti näiden kohteiden metsän rakennetta ennen hakkuuta. Näytealojen metsä oli ennen uudistushakkuuta vanhaa talousmetsää ja rakenteeltaan melko luonnontilaista. Maapuun määrä ei vähentynyt uudistuksen yhteydessä, vaan hakkuutähteet jopa lisäsivät sitä hetkellisesti. Ajan myötä pienilmaston kuivuminen ja järeän lahoapuun jatkumon katkeaminen muuttavat lajistoa. Kaikki lajit eivät kuitenkaan reagoi hakkuuseen välittömästi aikaviiveen vuoksi.

Lohjansaaren oordinaatikuvajaan (ominaisarvo 0,135) vaaka-akseli kuvastaa metsän kehitysluokkaa (kuva 3.11). Akselina vasemmassa päädyssä ovat uudistushakkuut ja oikeassa laidassa metsätaloudellisesti yli-ikäiset metsät. Pystyakselin ominaisarvo oli vain 0,055. Se kuvastaa metsätyypin rehevyyttä siten, että lehdot sijaitsevat kuvaajan ylälaidassa ja kuivat kankaat alalaidassa.

3.3 Tulosten tarkastelu

Kuhmon ja Lohikosken näytealaverkostot olivat kasvupaikkatyyppijakaumaltaan samankaltaisia, mutta Lohjansaari poikkesi muista alueista kalkkivaikutuksesta johtuvan maaston rehevyyden vuoksi. Uudistuskypsät ja sitä vanhemmat metsät olivat kaikkien tutkimusalueiden näytealaverkostoissa parhaiten edustettuina. Varttuneiden taimikoiden ja kasvatusmetsien osuus eri tutkimusalueiden näytealoista oli suunnilleen yhtä suuri.

Kuusi oli valtapuu kaikkien tutkimusalueiden näytealaverkostoissa. Seuraavaksi yleisimmät puulajit olivat mänty ja koivu. Lohjansaassa puusto oli huomattavasti Lohikoskea ja Kuhmoa monipuolisempaa, johtuen kalkkivaikutteisesta maaperästä ja tutkimusalueen sijainnista hemiboreaalisessa vyöhykkeessä.

Näytealaverkostoihin osui muutamia tutkimusalueilla harvinaisia rakennepiirteitä kuten lähteitä ja puroja. Esimerkiksi Kuhmon näytealaverkosto kattoi lähes kaikki tutkimusalueen lähteet ja purot. Kosteikkojen suuri määrä Kuhmon aloilla johtui osittain siitä, että soille osuneet alat siirrettiin systemaattisesti 100 metriä kerrallaan, kunnes saavuttiin kivennäismaalle. Monet alat sijoittuivat siten lähelle suon reunaa. Soiden lähelle osuneiden alojen määrää lisäsi Rajavaaran osa-alue, jossa näytealat sijaitsivat suon keskellä olevissa metsäsaarekkeissa.

Elävää ja kuollutta puuta oli eniten Kuhmon tutkimusalueella. Tulos oli odotettu, koska Kuhmon näytealoista suuri osa sijaitsi eriasteisilla suojelualueilla ja vanhoja metsiä oli enemmän kuin Lohikoskella ja Lohjansaassa. Kuhmon metsätaloudellisesti yli-ikäisten metsien lahoastejakauma vastaa ilmeisesti melko hyvin luonnontilaisen metsän lahoastejakaumaa (Siitonen 1998). Lohjansaassa esiintyi eniten lahosukcession alkuvaiheen maapuita ja Lohikosken lahoastejakauma sijoittui näiden

kahden alueen välimaastoon. Tutkimusalueet edustavat siten lahoppuujatkumoltaan melko laajaa kirjoa.

Lohikosken ja Kuhmon DCA-analyysien erot johtuivat osaltaan siitä, että Lohikoskella talousmetsät ja luonnonmetsät erosivat vähemmän toisistaan kuin Kuhmossa. Lohikosken vanhoista talousmetsistä osa oli melko luonnontilaisia ja suojellut vanhat metsät olivat keskimäärin vaatimattomampia kuin Kuhmossa. Lohikoskella maapuun, erityisesti lehtipuun, määrä kuvasti elävää puustoa paremmin näytealojen välisiä eroja. Elävän puuston ja maapuun tilavuuden välillä ei voitu Lohikoskella havaita tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Tulos johtui siitä, että nuorissa taimikoissa ja avohakkuilla, jossa elävien puiden tilavuus oli vähäinen oli runsaasti maapuita jäänteinä hakkuuta edeltäneestä vanhasta metsästä. Elävän puuston ja maapuun voimakas positiivinen korrelaatio Kuhmossa johtui siitä, että Kuhmon tutkimusaineistossa oli vain muutamia vanhoja talousmetsiä. Lähes kaikki Kuhmon aineiston vanhat metsät olivat suojelukohteita ja niissä esiintyi runsaasti lahoppuuta. Vanhoissa talousmetsissä lahoppuun määrä vaihtelee huomattavasti metsien erilaisen käsittelyhistorian takia. Lohjansaaren metsät ovat Kuhmoon ja Lohikoskeen verrattuna kulttuurivaikutteisia vuosisatoja kestäneen kotitarvekäytön ja metsälaidunnuksen vaikutuksesta. Maapuita oli Lohjansaareissa hyvin vähän.

Monet tutkimuksessa mukana olleista rakennetekijöistä korreloivat voimakkaasti keskenään. Pystypuiden lajimäärä korreloi lehtipuulajien lukumäärän kanssa ja esimerkiksi elävien ja kuolleiden kuusten välillä vallitsi voimakas korrelaatio. Kuhmossa elävien raitojen tilavuus korreloi voimakkaasti kosteikkojen esiintymisen kanssa. Myös järeiden maapuiden tilavuus ja maapuiden kokonaistilavuus korreloivat keskenään. Rakennetekijöiden väliset korrelaatiot ja autokorrelaatiot otettiin huomioon lajiston monimuotoisuutta selittävien muuttujien valinnassa ja niiden indikaattoriarvon arvioinnissa (luku 12).

Lähteet

- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989: *Biometria*. – Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.
- Siitonen, J. 1998: Lahoppuun merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle – kirjallisuuskatsaus. – Teoksessa: Annala, E. (toim.), *Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väliraportti*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705:131–161.
- Siitonen, P. & Tanskanen, A. 1999: Lahoppuun vaihtelu Ilomantsin Koitajoella. – *Käsikirjoitus, Metsähallituksen metsätalouden arkisto, Vantaa*.

4 PUTKILOKASVILAJISTO

Mikko Siitonen, Paula Siitonen & Juha Pykälä

4.1 Johdanto

Putkilokasvilajistoon perustuvaa kasvillisuuskartoitusta on perinteisesti käytetty luontokohteiden perusinventointimenetelmänä. Metsätyyppien ja metsien kasvillisuustyyppien luokitus Pohjolassa perustuu kenttäkerroksen muodostavaan putkilokasvilajistoon ja lajien runsaussuhteisiin (Kalliola 1973, Pahlsson 1994).

Putkilokasvilajiston kartoitus on helppoa useimpien muiden eliöryhmien kartoitukseen verrattuna. Maaperän ravinnetaso, kosteus ja valaistusolot rajaavat monien lajien kasvupaikat varsin yksiselitteisesti, joten putkilokasveja voidaan käyttää monien ympäristötyyppien indikaattorilajeina.

Metsäluonnon avainbiotooppien tunnistaminen perustuu pitkälti putkilokasvilajiston käyttöön (ks. esim. Karjalainen 1991, Nitare & Norén 1992, Skogsstyrelsen 1993, Soininen 1996). Putkilokasvit ovat käyttökelpoisia esimerkiksi arvokkaiden lehtojen, puronvarsikosteikkojen, lehtokorpien ja rehevien kallioiden tunnistamisessa. Sen sijaan arvokkaiden aarniometsien indikaattoreita ei putkilokasvilajistoon juuri sisälly.

4.2 Menetelmät

Putkilokasvilajisto inventoitiin koko kolmen aarin näytealalta. Esiintymistiedon lisäksi arvioitiin lajin runsaus viisiportaisella asteikolla:

- 1 = alle 1 % peittävyys näytealalla
- 2 = 1–5%
- 3 = 6–10 %
- 4 = 11–25 %
- 5 = yli 26 %

Peittävyysarvio tehtiin vain kenttäkerrokseen kuuluvasta lajistosta. Pensaskerrokseen (0,5–2 m korkeat puuvartist) ja puustoon (yli 2 m korkeat) kuuluvista lajeista huomioitiin vain näytealalla esiintyminen. Putkilokasvien kasvualustaa ei inventoitu, vaan mahdolliset maapuilla kasvavat kasvit arvioitiin satunnaisiksi tapauksiksi.

Näyteala-aineiston edustavuuden arvioimiseksi putkilokasvilajisto tutkittiin Kuhmossa ja Lohikoskella myös koko kuuden neliökilometrin tutkimusalueelta. Tutkimusalueilla esiintyvät biotooppilaidut tunnistettiin ilmakuviin, karttojen ja maastotarkistusten perusteella. Lajisto inventoitiin näytealojen perustamisen ja kartoituksen yhteydessä. Erityistä huomiota kiinnitettiin pienialaisiin, ympäristöstään selvästi poikkeaviin biotooppilaiduihin, kuten purojen varsiin. Näytealojen yhteispinta-ala (3 ha) vastaa noin 0,5 % tutkimusalueiden (6 km²) koko-

naispinta-alasta. Näytealojen mahdollisesta sijaintialasta, kangasmaista ja korpi-
maisista soista, näytealojen pinta-ala kattaa 0,8–0,9 %.

Maastoinventointi tehtiin Kuhmossa heinä-elokuussa 1993, Lohikoskella elosyyskuussa 1993 ja Lohjansaareissa heinä-syyskuussa 1994. Maastotyöt teki Kuhmossa ja Lohikoskella Mikko Siitonen ja Lohjansaareissa Juha Pykälä.

Tässä artikkelissa tarkastellaan putkilokasvilajiston vaihtelua Kuhmon ja Lohikosken tutkimusalueilla. Lajiston monimuotoisuuden ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelua tarkastellaan lähemmin luvussa 12.

4.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

4.3.1 Lajiston yleispiirteet

Tutkimusalueiden näytealaverkostoilla tavattiin yhteensä 305 putkilokasvilajia, joista 77 kasvoi Kuhmon, 106 Lohikosken ja 264 Lohjansaaren tutkimusalueilla (taulukko 4.1). Lohjansaareissa tavattiin lisäksi viisi risteymää. Putkilokasvien lajimäärät kenttäkerroksessa vaihtelivat näytealoilla välillä 5–79. Kuhmossa korkein lajimäärä oli 33 ja alhaisin 5 (keskiarvo 16,1). Lohikoskella vastaavat luvut olivat 40 ja 8 (keskiarvo 21,8) ja Lohjansaareissa 24 ja 79 (keskiarvo 51,0). Tuloksesta ilmenee Lohjansaaren ja Lohikosken tutkimusalueiden suurempi biotooppivalikoima ja pienempi kuviokoko sekä eteläisempi sijainti Kuhmoon verrattuna. Lohjansaaren korkea putkilokasvidiversiteetti liittyy kalkkivaikutukseen, saaren edulliseen pienilmastoon sekä aikaisempaan metsälaidunnukseen.

Lohikosken tutkimusalueella näytealoilta tavattiin 95 % tutkimusalueen metsien koko lajimäärästä. Lohikoskella näyteala-aineiston ulkopuolelle jäi joitain hyvin harvalukuisia lehtokasveja, kuten näsiä (*Daphne mezereum*) ja koiranheisi (*Viburnum opulus*), sekä avohakkuualoille ilmaantuneita niittylajeja, esimerkiksi päivänkakkara (*Leucanthemum vulgare*). Kuhmon tutkimusalueelta ei löydetty yhtään sellaista metsäkasvia, joka ei esiintyisi jollakin näytealalla. Lajistokartoitukseen ei otettu mukaan tutkimusalueen sisällä olevia avosoita, rämeitä, järviä ja lampia eikä metsäautoteiden lajistoa.

Lohikosken ja Kuhmon näytealoihin sisältyy tutkimusalueiden putkilokasvilajisto varsin hyvin. Tulos kertoo suomalaisen boreaalisen metsäluonnon kasvillisuuden homogeenisuudesta ja Kuhmon ja Lohikosken tutkimusalueiden sisäisestä tasalaatuisuudesta. Näytealaverkosto kattaa pienestä pinta-alastaan huolimatta tutkimusalueilla esiintyvän biotooppivaihtelun ja eri biotoopeilla esiintyvän kasvilajiston. Biotooppilaikkujen keskinäiset erot ovat vähäisiä varsinkin Kuhmon tutkimusalueella. Lohikosken ja erityisesti Lohjansaaren tutkimusalueiden pienipiirteisyys ja biotooppilaikkujen suurempi sisäinen vaihtelu näkyy näytealaverkostojen heikompana edustavuutena.

Lohikosken tutkimusalueella kasvoi uhanalainen hirvenkello (*Campanula cervicaria*) (St) taimikossa näytealan 1 lähistöllä. Näytealalta 37 löytyi Suomessa hävin-

neeksi (H) luokiteltu kampakaniainen (*Blechnum spicant*). Laji kasvoi auraspalteissa taimikon ja vanhan metsän rajalla (Siitonen & Ranta 1995). Kuhmon tutkimusalueelta ei tavattu uhanalaisia metsäkasveja.

Lehtomaisten metsien ja lehtojen peruslajeista monet olivat Lohjansaareissa yleisempiä kuin kangasmetsien tyyppilajit. Kenttäkerroksen kasveista korkeimmat esiintymisfrekvenssit havaittiin seuraavilla lajeilla: metsäorvokki (*Viola riviniana*), kevätpiippo (*Luzula pilosa*), sormisara (*Carex digitata*), oravanmarja (*Maianthemum bifolium*), mustikka (*Vaccinium myrtillus*), nuokkuhelmikkä (*Melica nutans*), käenkaali (*Oxalis acetosella*), ahomansikka (*Fragaria vesca*), puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), nurmirölli (*Agrostis capillaris*), ahomatara (*Galium boreale*), sinivuokko (*Hepatica nobilis*), metsätähti (*Trientalis europaea*), rohtotädyke (*Veronica officinalis*), valkovuokko (*Anemone nemorosa*), metsäalvejuuri (*Dryopteris carthusiana*) ja kultapiisku (*Solidago virgaurea*) (liite 3).

Lehtomaisuuden ohella ainakin osittain aiempaan metsälaidunnukseen liittynee muun muassa seuraavien kasvien yleisyys: ahomansikka, nurmirölli, ahomatara, nurmitädyke (*Veronica chamaedrys*), lampaannata (*Festuca ovina*), rätvänä (*Potentilla erecta*), koiranheinä (*Dactylis glomerata*), särmäkuisma (*Hypericum maculatum*), niittyleinikki (*Ranunculus acris*), kalvassara (*Carex pallescens*) ja kissankello (*Campanula rotundifolia*). Metsäkastikan niukkuus (vain 7 alalla) saattaa joiltain osin selittää näytealojen korkeaa lajimäärää.

Puista ja pensaista useimmin Lohjansaaren aloilla esiintyivät pihlaja (*Sorbus aucuparia* 96 % aloista), kuusi (*Picea abies* 94), rauduskoivu (*Betula pendula* 84), korpipaatsama (*Rhamnus frangula* 66), tammi (*Quercus robur* 60), raita (*Salix caprea* 56) ja tuomi (*Prunus padus* 50). Haapoja oli niukalti (28 % aloista).

Lehtojen vaateliaita putkilokasveja (Alapassin & Alasen 1988 mukaan, mukana sekä tammi- että vuokkovyöhykkeen lajit, koska tutkimusalue on tammivyöhykkeellä vuokkovyöhykkeen rajalla) oli näytealoilla muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta melko vähän. Vaateliaita puita ja pensaita tavattiin kuitenkin kohtalaisesti: vaahtera (*Acer platanoides*, ehkä yleensä villiytynyt), pähkinäpensas (*Corylus avellana*), taikinamarja (*Ribes alpinum*), lehtokuusama (*Lonicera xylosteum*), koiranheisi (*Viburnum opulus*), lehmus (*Tilia cordata*), näsiä (*Daphne mezereum*), saarni (*Fraxinus excelsior*, villiytynyt) ja vuorijalava (*Ulmus glabra*). Vaateliaista kenttäkerroksen lehtokasveista vain kuusetumista hyvin kestävät jänönsalaatti (*Mycelis muralis*) ja mustakonnaamarja (*Actaea spicata*) olivat yleisiä. Lisäksi näytealoilla esiintyvät velholehti (*Circaea alpina*), lehtosinijuuri (*Mercurialis perennis*), mäkiminttu (*Satureja vulgaris*), lehtoneidonvaippa (*Epipactis helleborine*), lehtomaitikka (*Melampyrum nemorosum*) ja lehto-orvokki (*Viola mirabilis*). Kuusen runsaus rajoittanee vaatelioiden lehtokasvien esiintymistä. Eräiden mantereisten lehtokasvien harvinaisuus Lohjansaareissa johtunee saaristoilmastosta ja ehkä myös levinneisyshistoriallisista tekijöistä.

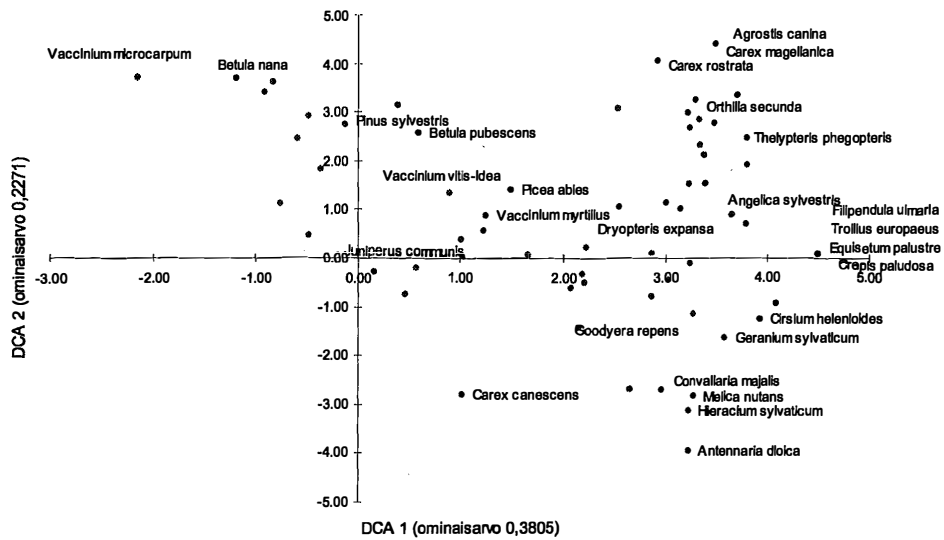
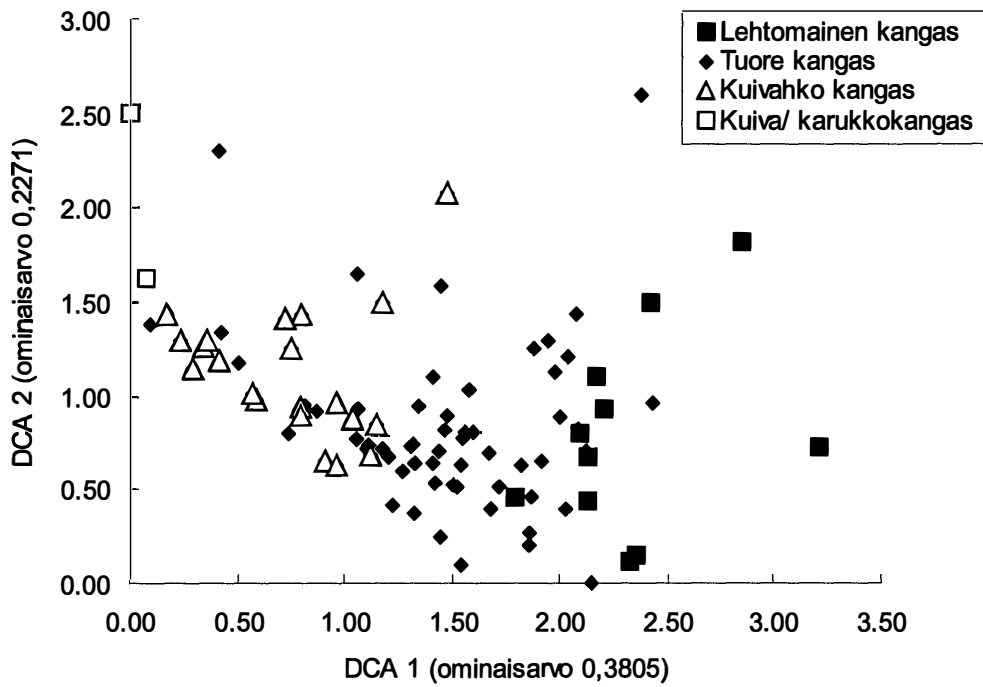
Valtakunnallisesti uhanalaisia kasveja löytyi Lohjansaaren aloilta kaksi. Kalliorikkoa (*Saxifraga adscendens*) kasvoi kalkkikalliokedolla ja vuorijalavaa yksi pensas kosteassa lehdossa. Harvinaisia lajeja olivat mm. vain yhdellä alalla tavatut maarianverijuuri (*Agrimonia eupatoria*), tylppähammaspoimulehti (*Alchemilla obtusa*), jäykkäpitkäpalko (*Arabis hirsuta*) ja lehtoneidonvaippa sekä kartioakankaali (*Ajuga pyramidalis*, yhdeksällä alalla), etelänalvejuuri (*Dryopteris dilatata*, kahdella alalla) ja lehtosinijuuri (kahdella alalla).

4.3.2 Putkilokasvilajiston vaihtelu

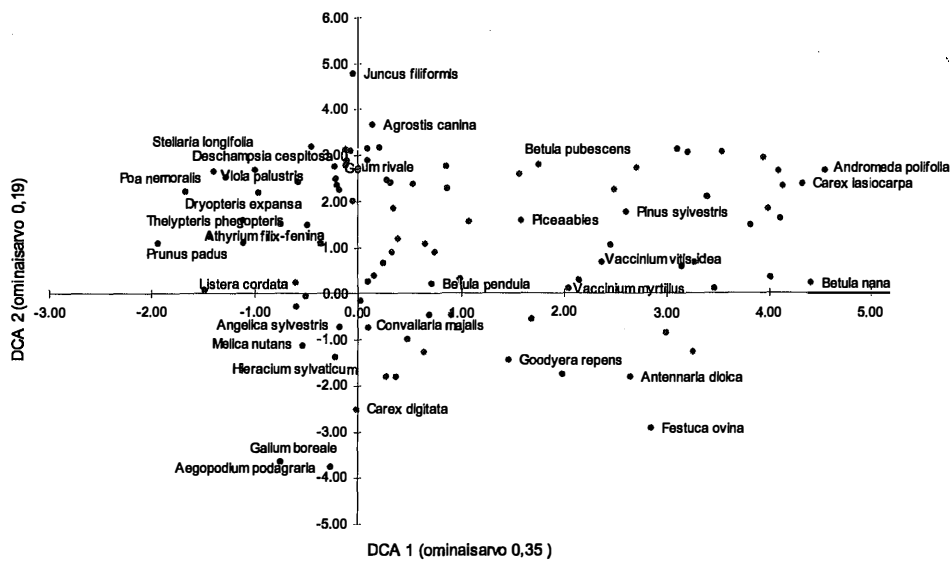
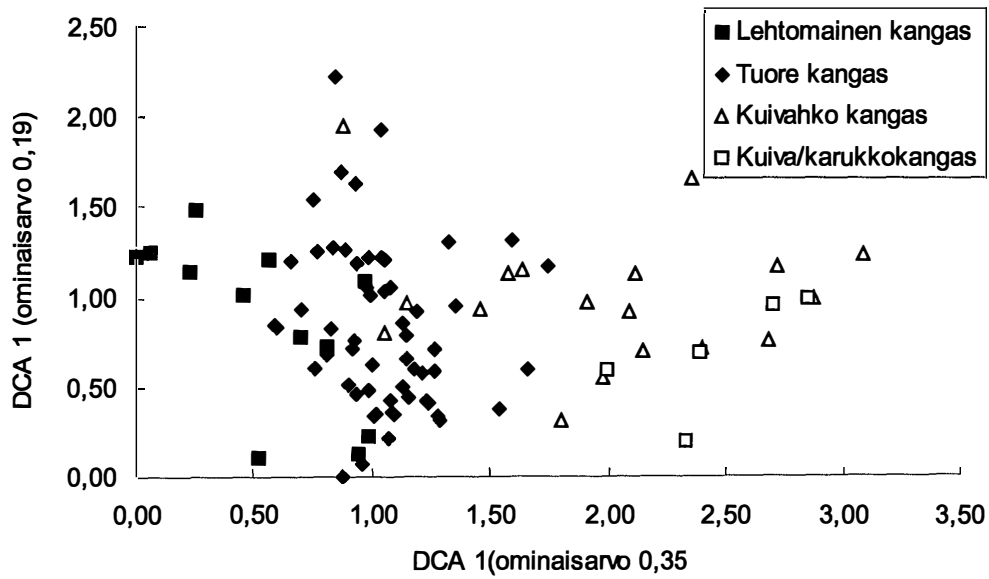
Lajiston vaihtelua selitti Kuhmossa parhaiten kasvupaikan kosteus ja rehevyys. Kuhmon näytealojen DCA-oordinaatiossa (kuva 4.1) vaaka-akseli kuvasti vaihtelua karuista nuorista metsistä reheviin vanhoihin metsiin ja pystyakseli vaihtelua kosteista kuiviin biotooppeihin siten, että rämeet sijoittuivat kuvaajan vasempaan ylälaitaan, kuivat lehtomaiset kankaat alalaitaan ja rehevät korvet oikeaan ylälaitaan. Äärimmäisenä oikealla sijaitsivat omana ryhmään lähteikköiset alat, joille luonteenomaisia lajeja olivat mesiangervo (*Filipendula ulmaria*), kullero (*Trollius europaeus*), suokeltto (*Crepis paludosa*) ja suokorte (*Equisetum palustre*). Kuivien lehtomaisten kankaiden tyyppilajeja, kuten nuokkuhelmikkä, kielo (*Convallaria majalis*) ja metsäkurjenpolvi (*Geranium sylvaticum*), esiintyy mm. Rajavaaran alalla 96, jonne oli kallioperän lohkoliikuntojen tuloksena syntynyt ravinteikkaita elinympäristöjä (kuva 4.1).

Lohikoskella DCA-oordinaatiokuvaajan vaaka-akseli kuvasti kasvupaikan rehevyyttä siten, että vasempaan alakulmaan sijoittui rehevät kuivat elinympäristöt, vasempaan yläkulmaan kosteat rehevät metsät ja oikeaan laitaan kuivat ja karut elinympäristöt (kuva 4.2).

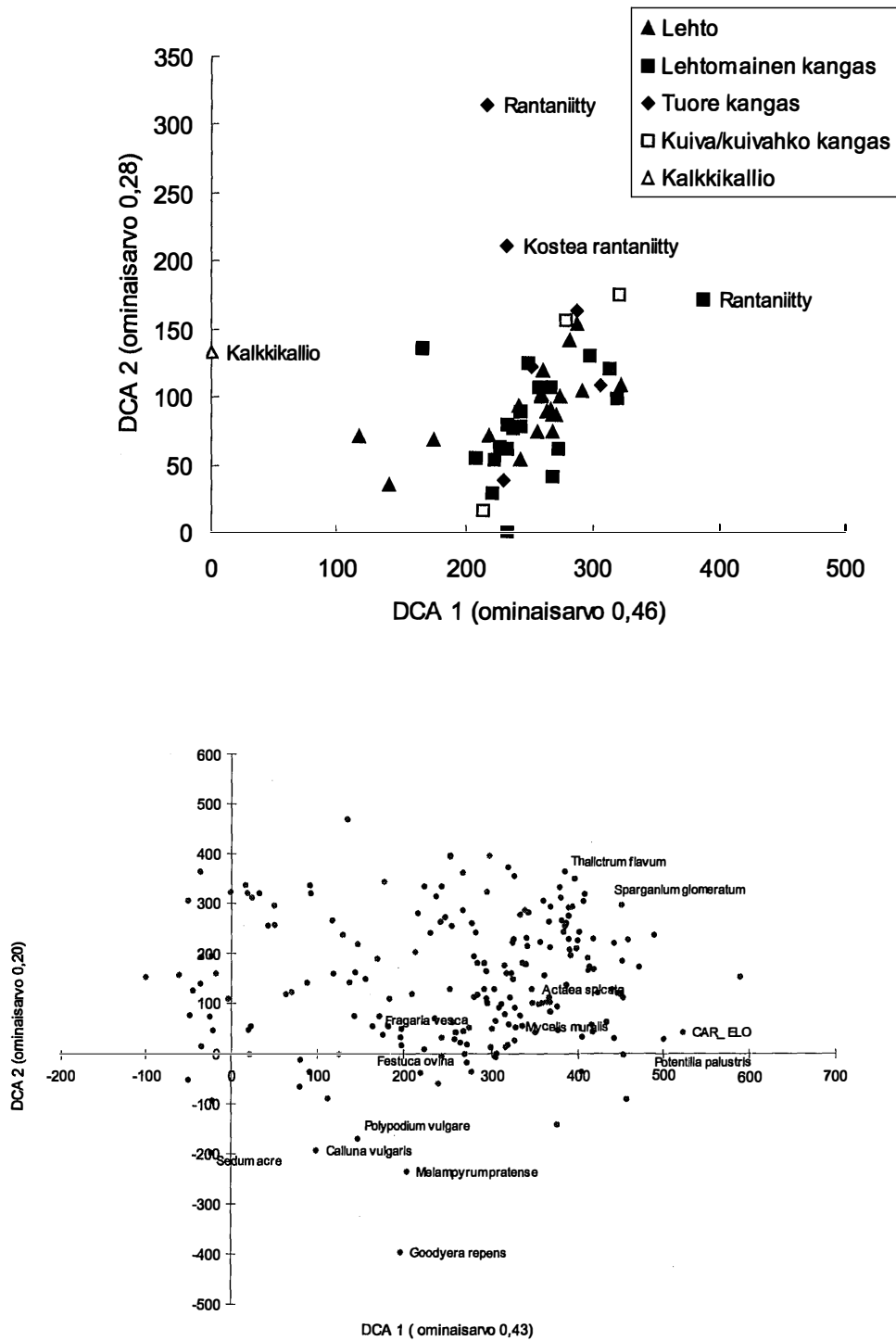
Lohjansaaren oordinaatiokuvaajassa (kuva 4.3) kalliot sijoittuvat kuvan vasempaan alalaitaan ja rantaniityt (alat 7, 8 ja 4) oikeaan ylälaitaan. Kalkkikallio (näyteala 22) erottui lajistoltaan selkeästi muista aloista. Lehdot ja lehtomaiset metsät sijoittuivat melko tiiviiksi rykelmäksi kuvan keskelle. Vasemmasta alakulmasta oikeaan ylälaitaan kuvaava akseli kuvastaa erityisesti kosteuden mutta myös muiden ympäristötekijöiden vaikutusta.



Kuva 4.1. Kuhmon putkilokasvien DCA-ordinaatio. Ylempässä kuvassa lähellä toisiaan sijaitsevat näytealat ovat lajistoltaan samankaltaisia. Kuvaajaan on merkitty näytealojen metsäkasvillisuustyypit. Alemmassa kuvassa lähelle toisiaan sijoittuvat lajit esiintyvät yleisemmin samoilla aloilla kuin kaukana toisistaan sijaitsevat lajit.



Kuva 4.2. Lohikosken putkilokasvien DCA-oordinaatio. Ylempään kuvaan on merkitty näytealojen metsäkasvillisuustyypit. Alemmassa kuvassa on eri habitaateille tunnusomaisia lajeja.



Kuva 4.3. Lohjansaaren putkilokasvien DCA-ordinaatio. Ylempään kuvaan on merkitty näytealojen metsätyypit, alempaan kuvaan habitaattien tyyppilajistoa.

4.3.3 Lajimäärän vaihtelu näytealaverkostossa

Alhaisimmat kenttäkerroksen putkilokasviston lajimäärät tavattiin vanhoissa tuoreen kankaan kuusimetsissä, missä näytealoilla tavattiin yleisesti alle kymmenen lajia. Lajimäärät olivat pieniä myös karunpuoleisissa ja tuoreissa taimikoissa erityisesti Kuhmon tutkimusalueella. Lohikoskella aukkojen ja taimikoiden lajimäärää nosti sukcession alun pioneerilajisto, joka Kuhmon tutkimusalueella oli vähälajista ja niukkaa. Putkilokasvilajeja oli luonnollisesti vähän karuimmilla näytealoilla, kuten Lohikosken kallioilla ja harjumetsissä (kuva 12.1).

Lajimääriä nostivat selvimmin näytealan rehevyys yhdistyneenä suhteellisen pysyvään kosteikkoon. Suurimmat lajimäärät sekä Lohikoskella että Kuhmossa löytyivät lehtomaisilta puronvarsinäytealoilta. Myös rehevänpuoleisten korpien reunoilla lajimäärät kohosivat tavallista korkeammiksi. Tällaisilla paikoilla metsänkäsittelyillä ei ollut mainittavaa merkitystä kokonaislajistoon (kuva 12.2).

Metsänkäsittelyn vaikutus putkilokasvilajistoon oli Lohikoskella suurempi kuin Kuhmossa. Lohikoskella avohakkuu ja sitä seurannut maan pinnan käsittely muutti selvästi näytealan lajistoa ja lajiston runsaussuhteet täydellisesti. Kuhmossa lajistomuutokset olivat vähäisiä ja runsaussuhteidenkin muutokset pienempiä kuin Lohikoskella. Näytealojen kokonaislajimäärään metsänkäsittely vaikutti kummallakin tutkimusalueella vain vähän muihin rakennetekijöihin verrattuna (kuva 12.2).

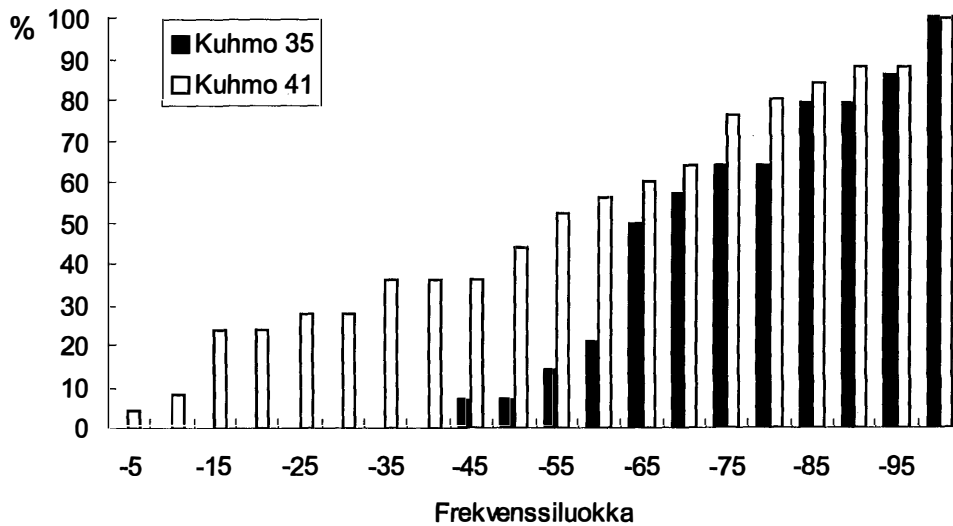
Lohjansaaressa putkilokasvien lajimäärää nostivat maaperän kalkkivaikutteisuus, saaren edullinen pienilmasto sekä eteläinen sijainti kahteen muuhun alueeseen verrattuna. Lohjansaaren lajeista suuri osa esiintyi muilla kuin varsinaisilla metsänäytealoilla (niityt, metsän laiteet, rantalehdot). Tyypillinen tilanne näytealalla oli lehto tai lehtomainen kangas, jossa oli tiheä talousmetsäkuusikko ja josta oli jokseenkin kaikki lehtipuut poistettu. Aliskasvoksena oli pensasmaista lehtipuustoa, etenkin pihlajia. Kuusetaminen lienee huomattavasti köyhdyttänyt tuoreiden ja kuivien paikkojen lajistoa.

Lohjansaaren näytealojen huomattavan korkea putkilokasvilajidiversiteetti liittyy kalkkivaikutukseen sekä luultavasti aiempaan metsälaidunnukseen. Alhaisimmat lajimäärät ovat karuilla kallioilla ja muutoinkin niukkakalkkisimmilla paikoilla. Korkeita lajimääriä esiintyy aloilla, joilla on useampia kasvillisuustyyppisiä (so. ympäristöolot alan sisällä vaihtelevat) tai harvapuolia, niittymäisiä kohtia, tai jotka sijaitsevat metsän laiteissa tai kosteissa paikoissa.

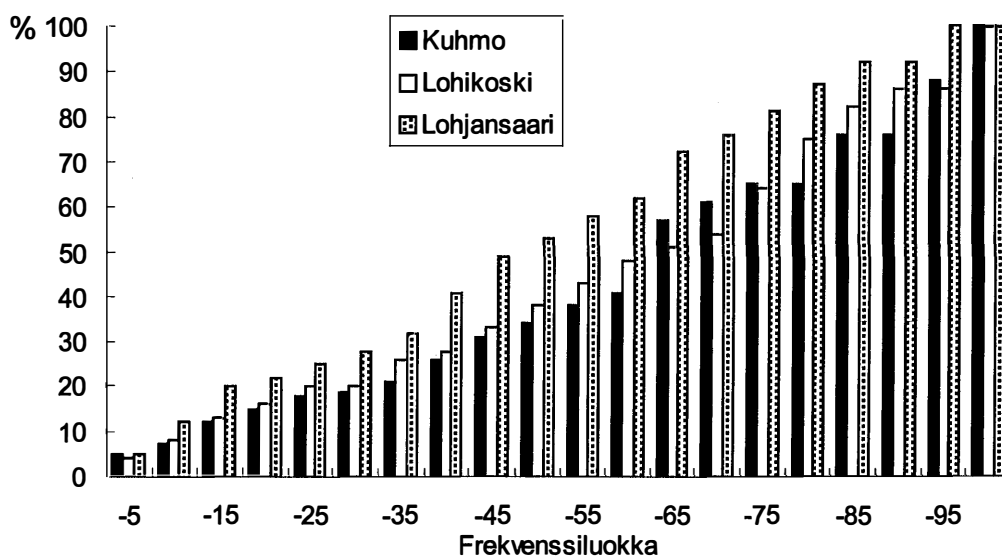
4.3.4 Lajiston yleisyys- ja runsaussuhteiden vaihtelu

Systemaattisesti sijoitettu näytealaverkosto kertoo lajien yleisyys- ja runsaussuhteista tutkimusalueilla. Lajin frekvenssi näyteala-aineistossa osoittaa lajin yleisyyttä tutkimusalueella ja peittävyysluokkien keskiarvo runsautta esiintymispaikoilla. Harvinaisin lajisto edustaa tutkimusalueella pienialaisina esiintyviä ympäristötyyppejä, joiden merkitys tutkimusalueen sisäiseen lajistodiversiteetin

vaihteluun on huomattava. Näytealoilla, joilla esiintyy tutkimusalueilla harvinaisia biotooppeja, esiintyy myös tutkimusalueella harvinaista lajistoa. Tällaisilla näytealoilla lajiston kumulatiivinen frekvenssijakauma on kupera. Mikäli näytealan biotoopit edustavat tutkimusalueen tavallisia ympäristötyyppejä on käyrä tyypillisesti kovera (kuva 4.4.). Kuvassa 4.5 on esitetty tutkimusalueiden koko putkilokasvilajiston jakaantuminen yleisyysluokkiin. Lohjansaaren tutkimusalueella tavattiin keskimäärin enemmän näytealaverkostossa harvinaisia lajeja kuin Kuhmossa ja Lohikoskella. Tämä johtuu siitä, että Lohjansaaren näytealaverkostossa tavattiin metsien kulttuurivaikutteisuuden vuoksi monia muita kuin varsinaisia metsälajeja. Kalkkivaikutuksen vuoksi maaperän pH-pitoisuus vaihteli Lohjansaareissa huomattavasti ja eteläisen sijainnin vuoksi lajipooli oli suurempi kuin muilla alueilla.



Kuva 4.4. Lajiston kumulatiivisia yleisyysjakaumia. Frekvenssiluokka vaaka-akselilla kertoo, kuinka monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji vähintään esiintyy. Pylväät kuvaavat, kuinka monta prosenttia näytealan lajistosta kuuluu eri yleisyysluokkiin. Esimerkiksi Kuhmon näytealan 41 lajistosta 25 % esiintyy vain alle 15 % tutkimusalueen näytealoista. Ala 41 sijaitsee luonnontilaisen puron varressa. Näytealalle on keskittynyt runsaasti tutkimusalueella harvinaista lajistoa. Kuhmon ala 35 edustaa varttunutta mättytimikkaa. Alan harvinaisimmatkin lajit ovat melko yleisiä: viisi prosenttia lajeista tavataan alle 45 % tutkimusalueen näytealoista, kun alalla 41 vastaava luku oli 37 %.



Kuva 4.5. Lajiston kumulatiivinen jakaantuminen frekvenssiluokkiin Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaarella. Frekvenssiluokka (vaaka-akselilla) kertoo, kuinka monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji enintään esiintyy. Pylväät kuvaavat, kuinka monta prosenttia tutkimusalueen lajistosta kuuluu kuhunkin frekvenssi- tai sitä harvinaisempaan luokkaan.

Tutkimusalueiden harvinainen putkilokasvilajisto painottui tietyille näytealoille. Yleensä harvinaisten lajien keskittymät olivat samoja kuin runsaslajisimmat alat (taulukot 12.10 ja 12.11). Harvalukuisen lajiston esiintymistä parhaiten selittäviä rakennetekijöitä olivat luontainen puro ja rehevä kasvillisuus. Suon tai järven ja kankaan reunassa sijaitsevilla näytealoilla esiintyi toisinaan runsaasti harvinaista lajistoa, kun kosteikkolajeja kasvoi satunnaisesti näytealan puolella (taulukko 12.13).

Lajimäärän ja lajiston harvinaisuuden järjestyslukujen erotus toi esille näytealoja, joilla esiintyy vähän mutta harvinaisia lajeja sekä toisaalta aloja, joilla tavattiin paljon yleisiä lajeja. Harjumetsissä vähälukuinen lajisto painottui toisinaan tutkimusalueen lajiston harvinaiseen päähän. Kuhmossa harvinaisia lajeja tavattiin runsaimmin Louhivaaran lähteikössä (ala 51) ja Honkavaaran eteläpuolella soistuneessa puronvarressa (ala 41). Näiden alojen lajeista 33 % tavattiin vain alle viidellä prosentilla tutkimusalueen näytealoista. Lohikoskella harvinaisia putkilokasveja esiintyi runsaimmin korpinoitkoissa ja muissa metsämaan kosteissa painanteissa, puronvarsilla ja lampien rannoilla sekä suon ja metsän vaihtumisvyöhykkeessä. Lohjansaarella harvinaisia lajeja tavattiin eniten peltojen ja metsien reunoissa, järven rannalla ja muissa elinympäristöjen vaihtumisvyöhykkeissä. Tämä johtuu muiden kuin varsinaisten metsälajien osumisesta näytealaverkostoon.

Lähteet

- Alapassi, M. & Alanen, A. 1988: Lehtojen suojelutyöryhmän mietintö. – Komiteamietintö 1988:16, Ympäristöministeriö, Helsinki. 279 s.
- Kalliola, R. 1973: Suomen kasvimaantiede. – WSOY, Porvoo. 308 s.
- Karjalainen, H. 1991: Elävä metsä. Uhanalainen luonto ja metsänhoito. – Suomen Metsänhoitajaliitto, Maailman Luonnon Säätiö, Suomen Rahasto, Helsinki. 176 s.
- Nitare, J. & Norén, M. 1992: Nyckelbiotoper kartläggs i nytt projekt vid Skogsstyrelsen. – Svensk Botanisk Tidskrift 3:86, 219–226.
- Påhlsson, L. 1994: Vegetationstyper i Norden. – TEMANORD 1994:665. 627 s.
- Ranta, P. & Siitonen, M. 1994: Kasvihavaintoja. Kampasaniainen Punkaharjulla (ES). – Lutukka 10:29.
- Soininen, T. 1996: Talousmetsien avainbiotooppien tunnistaminen. Maastotyöohje, kokeiluversio. – Suomen ympäristökeskuksen moniste 27. 109 s.
- Skogsstyrelsen 1993: Nyckelbiotoper i skogen. – Skogsstyrelsen, Stockholm. 24 s.

5 LEHTI- JA MAKSASAMMALET

Mikko Siitonen

5.1 Johdanto

Monien sammallajien kasvupaikkavaatimukset ovat tarkkarajaisempia kuin putkilokasvien. Sammalet reagoivat ympäristömuutoksiin putkilokasveja nopeammin ja herkemmin. Esimerkiksi metsänhoitotoimien aiheuttamat pienilmastomuutokset tai ojituksia seuraava maaperän kuivuminen vaikuttavat sammallajistoon selvästi. Monet viime aikoina taantuneet sammalet ovat lahoppuilla kasvavia ja vakaita kosteusoloja edellyttäviä lajeja, joiden leviämiskyky on heikko. Niille sopivia kasvuympäristöjä ovat esimerkiksi tuoreiden ja kosteiden metsien kookkaat maapuut (Laaka 1993). Useimmat tähän ryhmään kuuluvat lajit ovat maksasammalia.

Suomessa on viime vuosina tehty joukko metsäsammalten ekologiaa selvittäviä tutkimuksia ja kartoituksia. Näissä on keskitytty erityisesti lahoppuilla kasvavien sammalyhteisöjen ja niiden elinympäristövaatimusten kartoitukseen (Airaksinen 1993, Laaka 1993, Lindberg 1995). Eri tavoin käsiteltyjen metsien sammallajiston vertailevia tutkimuksia on tehty vain vähän (ks. Lindberg 1995).

5.2 Aineisto ja menetelmät

Näytealojen sammallajisto inventoitiin kasvualustajaon pohjalta. Maassa kasvat sammat kartoitettiin koko kolmen aarin näytealalta sekä erikseen näytealan keskelle rajatulta 4 m²:n ympyräalalta. Kartoitustarkkuutta vakioitiin inventointiin käytettyä aikaa tasaamalla. Maapuiden epifyytit tutkittiin kaikilta näytealan maapuilta siten, että kunkin näytealan kartoitukseen käytettiin noin 15 minuuttia aikaa. Kartoitukseen otettiin mukaan kaikkia puulajeja ja lahoasteita edustavia runkoja tai rungon osia. Pystypuiden epifyyttisammalet kartoitettiin kaikilta näytealan rungoilta, tyvestä kahden metrin korkeuteen saakka. Maassa kasvavien lajien kartoitukseen käytettiin toiset 15 minuuttia.

Kasvualusta oli luokiteltu seuraavasti: 1) maassa 2) maapuulla 3) pystypuulla 4) kivipinnalla 5) vesirajassa (vedessä). Maa- ja pystypuista kirjattiin myös puulaji ja lahoaste rakennetekijäkartoituksen luokitusta noudattaen. Kullekin lajille merkittiin enintään viisi erilaista kasvualustaa. Mikäli lajia kasvoi näytealalla useammalla alustalla, merkittiin kasvualusta esiintymisrunsauden mukaisessa järjestyksessä. Luokittelun avulla jokapaikanlajit sekä erilaisten kasvualustojen suosijat ja vaatijat ryhmittivät omiin lokeroihinsa.

Lajinmääritys tehtiin Kuposen (1986), Piipon (1986), Smithin (1990) sekä Hallingbäckin ja Holmäsenin (1986) mukaan. Kartoituksessa oli mukana koko lehti- ja maksasammallajisto. Osa näyteaineistosta, mm. *Lophozia*- ja *Scapania* -sukujen lajeja on määritetty vain suvulleen. Nimistö noudattelee Kuposen (1986) ja Piipon (1986) monisteita.

Tässä luvussa tarkastellaan vain Kuhmon ja Lohikosken sammalaineistoja.

5.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

5.3.1 Lajiston yleispiirteet

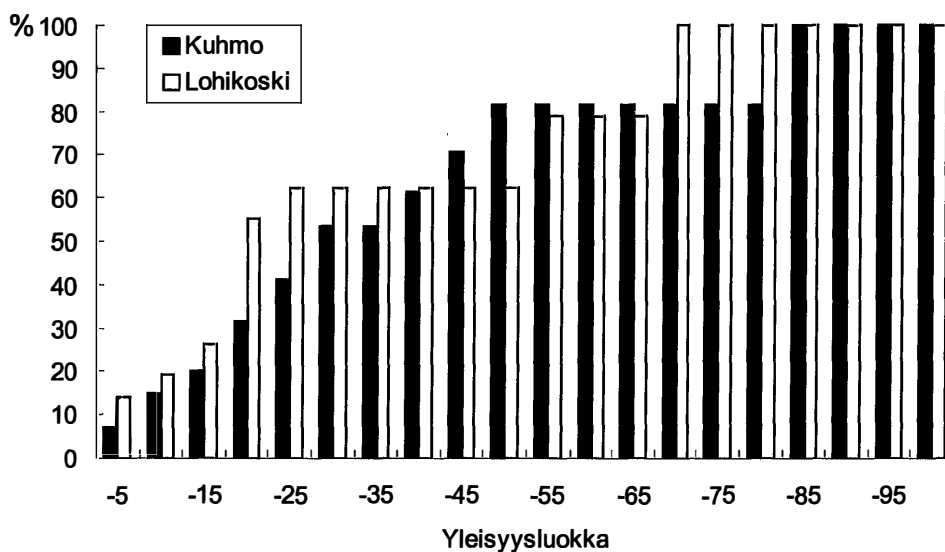
Tutkimusalueilta tavattiin kaikkiaan 121 sammallajia, Lohikoskella 99 ja Kuhmossa 98 lajia (taulukot 5.1 ja 5.2). Maksasammalten näytealakohtainen lajimäärä oli keskimäärin hiukan korkeampi Kuhmossa, mutta kokonaislajimäärä oli suunnilleen sama molemmilla tutkimusalueilla. Sammallajien lukumäärä Kuhmon näytealoilla vaihteli 7–32 välillä, Lohikoskella vaihteluväli oli 5–32. Maksasammalten näytealakohtaista lajimäärää Kuhmossa nosti kostean mikroilmaston luonnehtimien vanhan metsän alueiden yleisyys. Näissä metsissä kookasta maapuuta ja kosteikkolaikkuja oli usein hyvin runsaasti.

Taulukko 5.1. Sammalten näytealakohtaisten lajimäärien keskiarvot ja keskihajonnat.

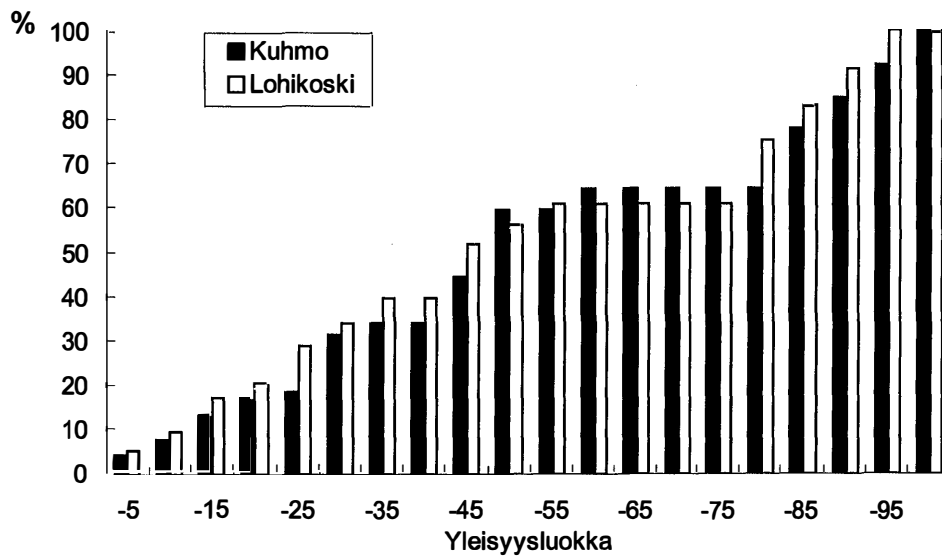
	Maksasammalet			Lehtisammalet		
	Lajimäärä	Keskiarvo	Keskihajonta	Lajimäärä	Keskiarvo	Keskihajonta
Kuhmo	39	12,6	3,5	59	4,6	3,5
Lohikoski	35	10,9	3,7	64	3,2	2,4

Näytealoille osunut maksasammallajisto edustaa melko kattavasti molempien tutkimusalueiden kokonaislajistoa. Vain tutkimusalueen harvinaisimpia maksasammalia, kuten eräitä puronvarsissa ja rannoilla viihtyviä lajeja puuttui näyteala-aineistosta kokonaan. Monet harvalukuiset ja elinympäristövaatimustensa suhteen tarkkarajaiset lajit olivat aineistossa kuitenkin hyvin niukkoja. Kokonaisuutena lajisto edustaa varsin tavanomaista kangasmetsien ja karujen korprien maksasammallajistoa. Ainoa uhanalainen (St) laji oli Kuhmon aineistoon sisältyvä pikkulovisammal (*Lophozia ascendens*). Maksasammallajiston jakaantuminen yleisyysluokkiin on esitetty kuvassa 5.1.

Kuhmon ja Lohikosken tutkimusalueiden lehtisammallajisto edustaa tyypillistä kangasmetsien lajistoa. Näytealoilta tavattiin kaikkiaan 77 lehtisammallajia (taulukot 5.1 ja 5.2). Tutkimusalueilla ei esiinny sammallajistoa merkittävästi monipuolistavia ympäristötyyppejä, kuten runsasravinteisia kalliojyrkänteitä, lehtoja tai runsasravinteisia lähteitä. Näyteala-aineistossa harvinaiset lajit ovat koko maata ajatellen yleisehköjä mutta elinympäristön suhteen melko tarkkarajaisia lajeja. Ne edustavat varjoisten kalliuseinämien, rantojen ja lehtomaisen kankaan tai sitä rehevämpien ympäristöjen tyyppilajistoa. Näyteala-aineistossa esiintyy harvalukuisena myös tyypillistä suolajistoa. Lehtisammallajiston jakaantuminen yleisyysluokkiin on esitetty kuvassa 5.2.



Kuva 5.1. Maksasammalten jakaantuminen yleisyysluokkiin Kuhmossa ja Lohikoskella. Yleisyysluokka vaaka-akselilla ilmaisee, kuinka monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji esiintyy. Pylvään korkeus kertoo kuinka monta prosenttia tutkimusalueen lajeista kuuluu korkeintaan kuhunkin yleisyysluokkaan.



Kuva 5.2. Lehtisammalten jakaantuminen yleisyysluokkiin Kuhmossa ja Lohikoskella. Selitys ks. kuva 5.1.

Taulukko 5.2. Sammallajien yleisyys Kuhmon (Ku) ja Lohikosken (Lo) näyteala-aineistoissa. Luku kertoo, kuinka monella näytealalla laji esiintyi. Kuhmossa oli 96 ja Lohikoskella 98 näytealaa.

Laji	Ku	Lo	Laji	Ku	Lo
<i>Amblystecium serpens</i> lehtoritvisammal	1-?	-	<i>Lophozia silvicola</i> kantolovisammal	46	18
<i>Anastrophyllum helleranum</i> kantoraippas.	20	11	<i>L. sudetica</i> pohjanlovisammal	1	-
<i>A. minutum</i> pikkuraippasammal	3	4	<i>L. ventricosa</i> kantolovisammal	16	19
<i>A. saxicolus</i> isoraippasammal	-	1	<i>Marcantia polymorpha</i> keuhkosammal	-	2
<i>Andrea rupestris</i> kalliokarstasammal	14	13	<i>Marsupella emarginata</i> kalliopussis.	1	-
<i>Aulacomnium palustre</i> suonihuopasammal	14	24	<i>Mnium</i> sp. Lehväsammal	-	1
<i>Barbilophozia attenuata</i> kantopykäsammal	28	5	<i>Mnium hornum</i> soukkalehväsammal	2	-
<i>B. barbata</i> metsäpykäsammal	19	1	<i>Mylia anomala</i> rahkanäivesammal	1	2
<i>B. lycopodioides</i> vaarapykäsammal	25	1	<i>Orthodicranum flagellare</i> kerkkäkantos.	8	14
<i>Bartramia pomiformis</i> omenasammal	2	4	<i>O. montanum</i> pörrökantosammal	22	11
<i>Bazzania trilobata</i> isosahasammal	-	1	<i>Orthotrichum speciosum</i> tikanhiippas.	3	1
<i>Blasia pusilla</i> röyhelösammal	1	-	<i>Paraleucobryum longifolium</i> kiviturkkis.	1	5
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> seittisammal	13	2	<i>Plagiochila asplenioides</i> isokastesammal	11	2
<i>Brachythecium oedipodium</i> metsäsuikeros.	13	33	<i>P. porelloides</i> pikkukastesammal	2	4
<i>B. populeum</i> haapasuikerosammal	-	1	<i>Plagiomnium affine</i> lehtolehväsammal	-	1
<i>B. reflexum</i> koukkusuikerosammal	47	41	<i>P. cuspidatus</i> metsälehväsammal	6	2
<i>B. salebrosum</i> kiiltosuikerosammal	40	41	<i>Plagiothecium denticulatum</i> kivilaakas.	25	28
<i>B. starkei</i> kantosuikerosammal	-	5	<i>P. ellipticum</i> korpilehväsammal	-	3
<i>Bryum</i> sp. Lehväsammal	-	3	<i>Plagiothecium laetum</i> kantolaakas.	44	53
<i>Calliergon cordifolium</i> luhtakuirisammal	2	3	<i>P. piliferum</i> karvalaakasammal	-	1
<i>Calypogeia integrispula</i> korpipaanus.	21	22	<i>Pleurozimum schreberi</i> seinäsammal	95	94
<i>C. muelleriana</i> loukkopaanusammal	1	1	<i>Pogonatum urnigerum</i> törmähiekkas.	2	2
<i>Campylia sommerfeltii</i> kantoväkäsammal	3	2	<i>Pohlia cruda</i> hohtovarstasammal	1	1
<i>Cephaloziella</i> sp. rahtusammal	7	18	<i>P. nutans</i> nuokkuvarstasammal	80	75
<i>Cephalozia bicuspidata</i> saksipihtisammal	8	19	<i>Polytrichum commune</i> korpikarhuns.	55	47
<i>C. lunulifolia</i> rahkapihtisammal	1	2	<i>Polytrichastrum formosum</i> lehtokarhuns.	6	5
<i>C. pleniceps</i> pihtisammal	1	-	<i>Polytrichum juniperinum</i> kangaskarhuns.	47	44
<i>Ceratodon purpureus</i> kulosammal	17	6	<i>P. piliferum</i> karvakarhunsammal	13	4
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> hetealvesammal	1	-	<i>P. strictum</i> rämekarhunsammal	13	1
<i>Climacium dendroides</i> palmusammal	-	2	<i>Ptilidium ciliare</i> isokorallisammal	41	51
<i>Cynodontium strumiferum</i> kyhmytoras.	-	1	<i>Ptilium crista-castrensis</i> sulkasammal	41	12

Laji	Ku	Lo	Laji	Ku	Lo
<i>Dicranella cerviculata</i> ojanukkasammal	–	1	<i>P. pulcherrimum</i> sirokorallisammal	81	65
<i>Dicranoweisia crispula</i> pörrösammal	1	–	<i>Pylaisia polyantha</i> kujasammal	24	2
<i>Dicranum bergerii</i> rämekynsisammal	3	–	<i>Racomitrium fasciculare</i> kimpputieras.	4	2
<i>D. drummondii</i> pohjankynsisammal	2	1	<i>R. heterostichum</i> silotierasammal	–	1
<i>D. fuscescens</i> kantokynsisammal	28	27	<i>R. lanuginosum</i> kalliotierasammal	3	2
<i>D. majus</i> isokynsisammal	33	21	<i>R. microcarpum</i> kivitierasammal	15	12
<i>D. polysetum</i> kangaskynsisammal	84	88	<i>Radula complanata</i> haapasuomusammal	5	1
<i>D. scoparium</i> kivikynsisammal	89	80	<i>Rhizomnium punctatum</i> kilpilehvä.	4	3
<i>D. sp.</i> kynsisammal	–	1	<i>Rhodobryum roseum</i> ruusukesammal	–	11
<i>D. spurium</i> töppökynsisammal	4	8	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> metsäliekos.	7	6
<i>Diplophyllum taxifolium</i>	1	–	<i>Riccardia latifrons</i> kantoliuskasammal	6	2
<i>Ditrichum pusillum</i> pikkukarvasammal	–	1	<i>Sanionia uncinata</i> kamppisammal	46	31
<i>Funaria hygrometrica</i> nuotiosammal	1	–	<i>Scapania</i> sp. Kinnassammal	–	4
<i>Harpanthus flotovianus</i> purokaltiosammal	2	–	<i>S. curta</i> ojakinnassammal	1	2
<i>Hedwicia ciliata</i> hamosammal	5	5	<i>S. irrigua</i> rantakinnassammal	–	2
<i>Hylocomnium pyrenaicum</i> pohjankerross.	1	–	<i>S. lingulata</i> kinnassammal	1	–
<i>H. splendens</i> metsäkerrossammal.	79	78	<i>S. mucronata</i> suippukinnassammal	1	5
<i>Hypnum cupressiforme</i> kalliopalmikkos.	40	20	<i>Sphagnum angustifolia</i>	25	24
<i>H. pallescens</i> pikkupalmikkosammal	2	–	<i>S. centrale</i>	–	1
<i>Hypnum</i> sp. Palmikkosammal	–	–	<i>S. fallax</i> kalvasrahkassammal	1	–
<i>Jungermannia caespiticia</i> ojakorvasammal	3	–	<i>S. fimbriatum</i>	1	1
<i>J. leiantha</i> kantokorvasammal	–	3	<i>S. girgensohnii</i>	16	18
<i>Lepidozia reptans</i> haarusammal	34	11	<i>S. nemoreum</i> kangasrahkassammal	25	12
<i>Lophozia</i> sp. Lovisammal	3	2	<i>S. russowii</i> kirjorahkasammal	9	3
<i>L. ascendens</i> lovisammal	4	–	<i>S. squarrosus</i> okarahkasammal	–	7
<i>L. bicranata</i> lovisammal	–	1	<i>S. teres</i> lettorahkasammal	1	–
<i>L. heterocolpos</i> itulovisammal	2	6	<i>Teterahips pellucida</i> lahosammal	28	17
<i>L. incisa</i> pörrölovisammal	1	–	<i>Tritomaria quiquedentata</i> isokämmens.	7	–
<i>L. longidens</i> törrölovisammal	15	16	<i>Warnstorfia fluitans</i> rimpisirppisammal	–	1
<i>L. obtusa</i> herttalovisammal	–	2			

Tutkimuksen näyteala-aineiston pohjalta voidaan tarkastella metsän käsittelyn vaikutuksia sammallajistoon Kuhmon ja Lohikosken kuivahkoilla sekä yhdistettynä tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla. Kuivempia metsätyyppijä edustava näytealamäärä ei riitä erilaisten metsänhoitotilanteiden vertailuun. Lehtoja ei aineistoon sisälly.

Sammallajiston määrä näytealoilla oli selvästi riippuvainen puuston iästä ja metsänhoidollisesta tilasta. Näyteala-aineisto kattaa kehityskaaren vanhasta, suhteellisen luonnontilaisesta metsästä avohakkuun ja maan pinnan käsittelyn kautta hoidettuihin taimikoihin ja nuoriin kasvatusmetsiin. Lohikosken aineisto sisältää melko edustavan otoksen myös varttuneita talousmetsiä. Aineiston perusteella voidaan hahmotella lajistodiversiteetin muutokset metsänhoidon eri vaiheissa. Kuvassa 12.2 (luku 12) on esitetty sammalten lajimäärät kehitysluokittain ja kuvassa 12.1 metsäkasvillisuustyypeittäin.

Välittömästi hakkuita seuraavina vuosina sammallajiston määrä näytealoilla pyysi vakaana, mutta lajistossa tapahtui muutoksia. Auratuilla aloilla lajimäärä kasvoi hieman uusien pioneirilajien, kuten kulosammalen (*Ceratodon purpureus*), levitessä auraspalteisiin, murskautuneelle maapuulle ja ajouriin. Tässä vaiheessa varttuneen metsän lajisto oli vielä osittain läsnä mm. kantojen juurella. Tämä lajisto hävisi kuitenkin pääosin noin 20 vuoden kuluessa.

Alhaisimmat lajimäärät tavattiin Kuhmon tutkimusalueen varttuneista taimikoista ja nuorista kasvatusmetsistä, joissa hakkuista oli kulunut noin 30 vuotta (kuva 12.2). Näillä paikoilla hakkuista edeltävä järeä kuollut puusto ja hakkuissa syntynyt pienikokoinen maapuu sekä kannot olivat lahonneet lähes olemattomiin, tai jäljellä oleva puuainees oli lähes maaton maapuuta (lahoasteluokka 6). Olemassa oleva maapuu koostui pääosin osittain palaneista ja keloutuneista mäntykannoista, joiden sammallajisto on niukkaa.

Hakkuista seuraava maapuun väheneminen ja pienilmaston muutos oli hävittänyt näytealoilla kasvaneita varttuneen metsän maksasammallajeja. Toisaalta myös aurausten ja muun maanpinnan rikkoutumisen tuoma pioneerilajisto oli jo kadonnut metsämaan peruslajiston kilpailun seurauksena.

Varttuneen taimikon näytealoilla kasvoi vain harvoja lahoppuulla viihtyviä maksasammallajeja, usein ainoastaan sirokorallisammal (*Ptilidium pulcherrimum*). Maapuiden luonteenomaiset lehtisammalet sen sijaan olivat usein läsnä joko muilla kasvualustoilla tai maatuville kannoilla.

Lajimäärä alkoi kasvaa metsän ikääntyessä, noin 50 vuotta avohakkuiden jälkeen. Tähän kehitysluokkaan kuuluvia näytealoja oli aineistossa kuitenkin niukasti ja suurin osa niistä sijaitsi Lohikosken tutkimusalueella. Lajimäärän kasvu oli suoraan riippuvainen maapuun lisääntymisestä (taulukot 12.8–12.12). Luontaisesti kuolevien aluspuiden ja harvennushakkuissa kertyvän hakkuutähteen ansiosta näytealoille ilmaantuu yleisintä maapuiden epifyyttilajistoa, mutta vanhan metsän järeille rungoille ominaista sammallajistoa ei yleensä tavattu.

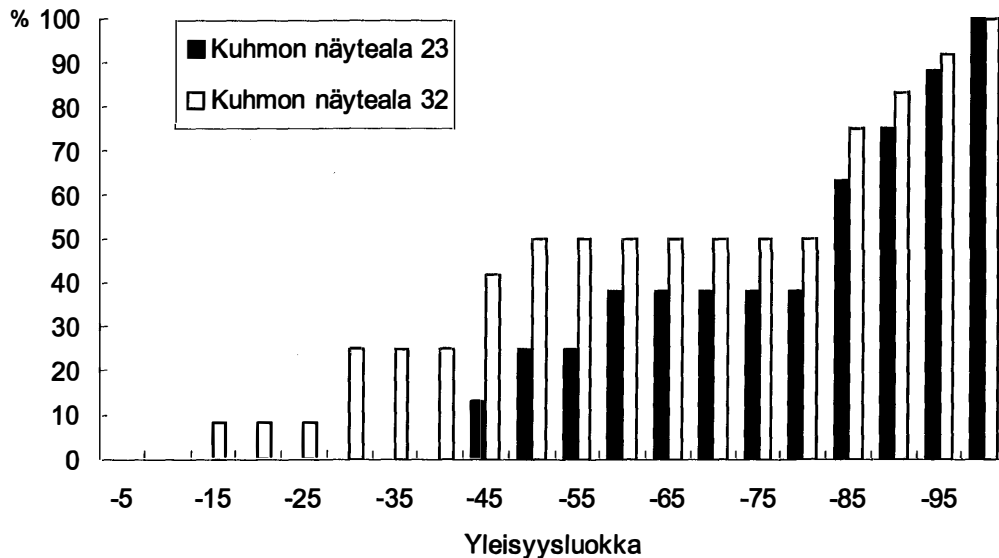
5.3.3 Rakennetekijöiden vaikutus sammallajiston monimuotoisuuteen

5.3.3.1 Maksasammalet

Maksasammalten lajimäärä oli selvästi korkein runsaasti pitkälle lahonnutta ja kookasta maapuuta (lahoaste 4–6) sisältävillä vanhan metsän näytealoilla (kuva 12.2). Kuhmossa maapuuhaapojen ja kuusten esiintyminen selitti lajimäärää paremmin kuin maapuun kokonaistilavuus (taulukko 12.8), kun taas Lohikoskella maapuun tilavuus selitti merkittävästi sammalten lajimäärää (taulukko 12.9). Lajimäärää lisäsi näytealan sijainti soistuneella paikalla sekä puron tai pysyvästi kostean ojan kohdalla (12.13). Suurehkojen kivien, kallioseinämiä ja erilaisten kosteiden painanteiden esiintyminen näytealoilla lisäsi merkittävästi maksasammallajistoa, jos ne sijaitsivat vanhan metsän näytealoilla tai varttuneessa talousmetsässä. Varttuneissa taimikoissa kosteiden painanteiden ja kivien merkitys oli epäselvä. Vanhoissa metsissä kasvavat raidat, haavat ja suuret koivut lisäsivät jonkin verran näytealan lajimäärää, mikäli kosteusolot olivat edullisia. Nämä puulajit tarjoavat kasvualustan monille lajeille, jotka eivät menesty muilla puilla. Kuivahkoissa metsissä puulajirunsaus ei mainittavasti vaikuttanut maksasammallajiston määrään (taulukko 12.8).

Kaikkein korkeimmat maksasammalten lajimäärät tavattiin vanhan metsän näytealoilta, joilla esiintyi monipuolista elävää ja kuollutta puustoa, kosteiden painanteiden ja lohkareiden luonnehtima mikrotopografia sekä suhteellisen rehevä kasvupaikkatyyppi (taulukko 12.3). Näitä ominaispiirteitä kuvaavan rakennepiirteiden yhdistelmän ja lajimäärän välillä vallitsi molemmilla tutkimusalueilla tilastollisesti merkitsevä korrelaatio ja riippuvuussuhde. Erikoistapauksia olivat suureen varjojyrkänteeseen tai huomattavaan lähteeseen liittyvät vanhan metsän näytealat. Näillä paikoilla lajimäärä oli korkea ja lajisto painottui näytealaineiston harvinaisimpaan päähän (kuva 5.3). Naavamaisten epifyyttien runsauden, kääpäisyyden ja maksasammalten lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelu kuvastaa näiden ryhmien riippuvuutta monipuolisesta lahoppuudesta, kasvualustojen määrästä ja kosteasta pienilmastosta.

Maksasammalten lajimäärä oli selvästi sidoksissa näytealan metsän kehitysluokkaan. Muiden rakennetekijöiden vaikutus muuttui metsänkäsittelyn mukaan. Maapuulla, kosteissa paikoissa, kivillä ja kallioilla kasvava maksasammallajisto oli niukkaa taimikoissa, mutta runsasta vanhoissa metsissä. Metsän käsittelyn vaikutus ulottui sekä reheville että karuille biotoopeille. Kosteilla paikoilla lajisto säilyi hakkuiden jälkeen pidempään kuin kuivilla paikoilla, mutta niilläkin se väheni selvästi.



Kuva 5.3. Sammalten kumulatiivisia yleisyyskäyriä erilaisia rakennetekijäyhdistelmiä sisältävillä näytealoilla. Selitys kuten kuvassa 5.1. Monipuolinen rakennetekijäyhdistelmä painottaa näytealaineiston harvinaista lajistoa. Tällainen on esimerkiksi Kuhmon Honkavaaran aarniometsän näyteala 32. Honkavaaran mäntyä kasvavassa, varttuneessa taimikossa sijaitsevan alan 23 sammalla-jeista valtaosa on tutkimusalueella yleisiä.

Käytetyn näytealan pieni koko korosti jonkin verran hakkuiden aiheuttamaa maksasammallajiston vähenemistä. Usein näytealalta puuttuvaa lajia kasvoi niukasti näytealakuviolla ja puuttuminen itse alalta kertoi ensisijassa runsausmuutoksista.

5.3.3.2 *Lehtisammalet*

Lehtisammalten lajimäärää ja harvinaisten lajien esiintymistä sekä lajiston harvinaisuutta lisäsi selvimmin haapojen ja raitojen esiintyminen näytealalla sekä puron tai runsasvetisen ojan osuminen sen alueelle (taulukko 12.13). Sammalten lajimäärä kasvoi selvästi myös isojen kivien tai kallioseinämien vaikutuksesta, koska uuden kasvualustan läsnäolo lisäsi erityisen selvästi juuri lehtisammallajiston määrää. Lajimäärät olivat korkeita suon ja kangasmetsän rajakohdissa sijaitsevilla näytealoilla, mikä johtui suosammalten tuomasta paikallisesta lajilisästä.

Yleisemmällä tasolla sammalten lajimäärä kasvoi näytealan rehevyytason mukaan siten, että lehtomaisilla kankailla ja korpimaisissa ympäristöissä lajimäärä oli korkea muista rakennetekijöistä riippumatta (kuva 12.1). Suurimmat lehtisammalten lajimäärät tavattiin siten rehevillä paikoilla sijaitsevilta näytealoilta, joilla esiintyi jonkinlaista kosteikkoa ja monipuolista puustoa (taulukko 12.3).

Erikoistapauksina voidaan pitää tilanteita, joissa näytealalle osui lähteisiä pintoja tai huomattavia kalliojyrkänkaita. Näissä tapauksissa runsas lajisto painottui näyteala-aineiston harvinaiseen päähän. Tulos kertoo tällaisten rakennetekijöiden suhteellisen pienestä pinta-alaosuudesta normaalissa talousmetsäympäristössä.

Kokonaisuutena lehtisammallajiston määrän vaihtelu oli melko vähäistä. Näytealojen kehitysluokka vaikutti lehtisammallajistoon paljon vähemmän kuin maksasammallajistoon. Myös ympäristön kosteus oli vähemmän määräävä tekijä maksasammaliin verrattuna. Suuri osa kangasmetsissä kasvavista lehtisammalista on kasvupaikkavaatimuksiltaan melko väljiä "jokapaikan lajeja". Lehtisammalilla olikin näytealoilla keskimäärin useampia kasvualustoja kuin maksasammalilla. "Jokapaikan lajit" olivat yleensä läsnä näytealoilla rakennetekijöistä riippumatta ja tasoittivat kokonaislajimäärän vaihtelua.

5.3.4 *Sammalten käyttö monimuotoisuuden indikaattoreina*

Sammallajien käyttö talousmetsän monimuotoisuuden arviointiin ja arvokkaiden alueiden tunnistamiseen on hankalaa. Sopivia indikaattorilajeja on vähän ja niiden havaitseminen ja tunnistaminen maastossa on vaikeaa. Suhteellisen käyttökelpoisia indikaattoreita ovat maastokartoituksen perusteella haapojen ja raitojen rungoilla kasvavat runsaat sammalkasvustot (*Orthotrichum* sp., *Radula complanata*, *Pylaisia polyantha* ym.), jotka myös aikaisempien tutkimusten (mm. Söderström 1988, Gustafsson & Eriksson 1995) perusteella epäsuorasti kertovat pienilmastoltaan edullisen habitaatin olemassaolosta. Kosteissa painanteissa kasvavat runsaat maksasammalkasvustot voidaan maastossa helposti tunnistaa, joten niitä

voidaan käyttää lajistollisesti arvokkaiden kosteikkolaikkujen lisätunnistukseen. Näytealaverkostossa harvinaisten lajien esiintyminen ilmentää itsessään harvinaisten pienbiotooppien olemassaoloa.

Lähteet

- Airaksinen, O. 1993: Maapuiden päällyskasvillisuus ja sen sukkessio. – Luonnon Tutkija 97(2):74–78.
- Gustafsson, L. & Eriksson, I. 1995: Factors of importance for the epiphytic vegetation of aspen *Populus tremula* with special emphasis on bark chemistry and soil chemistry. – Journal of applied ecology 32:412–424.
- Hallingbäck, T. & Holmåsén, I. 1982: Mossor. En fälthandbok. – Interpublishing, Sweden. 220 s
- Koponen, T. 1986: Lehtisammalten määrittäminen. – Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 97. 118 s.
- Laaka, S. 1993: Diversity and composition of epixylic bryophytes in old primeval forests in Finland. – Lisensiaattitutkimus, Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos, Helsinki. 58 s.
- Lindberg, H. 1995: Lahopuusammalet. – Teoksessa: Raivio, S. (toim.), Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen väliraportti. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 43: 74–80.
- Piippo, S. 1986: Maksasammalten määrittäminen. – Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 106. 68 s.
- Smith, A. J. E. 1990: The liverworts in Britain and Ireland. – Cambridge University Press. 362 s.
- Söderström, L. 1988: The occurrence of epixylic bryophytes and lichen species in an old managed and natural forest stands in northern Sweden. – Biological conservation 45:169–178.

6 EPIFYTTIJÄKÄLÄT

Mikko Siitonen

6.1 Johdanto

Suurin osa metsissä kasvavista jäkäläistä käyttää kasvualustanaan pystypuiden tyveä, runkoja ja oksia. Monet lajit viihtyvät vain tiettyjen puulajien rungoilla ja edellyttävät suhteellisen tasaista mikroilmastoa. Melko ahdasrajaisten kasvu- paikkavaatimustensa vuoksi jäkälät reagoivat herkästi metsänkäsittelyyn (Kuusinen 1994). Pienilmaston muutokset haittaavat monien lajien kasvua ja talousmetsän lyhyt kiertoaika ei suosi pitkää puuston jatkumoa vaativia lajeja.

Noin puolet maamme uhanalaisista jäkälälajeista kasvaa metsissä ja näistä suurin osa vanhoissa luonnonmetsissä. Uhanalaisten jäkälien lajimäärät kangasmetsissä ovat korkeita esim. sammaliin ja putkilokasveihin verrattuna. Ominaisuuksiensa takia runkoepifyytteinä kasvavia jäkäliä käytetään mm. arvokkaimpien vanhan metsän alueiden tunnistamiseen (Kuusinen ym. 1995).

6.2 Aineisto ja menetelmät

Jäkälälajisto inventoitiin näytealan pystypuilta ja maasta. Kustakin näytealalla kasvavasta puulajista valittiin yksi koepuu, jonka runkoepifyytit inventoitiin tarkasti tyveltä noin kahden metrin korkeuteen. Koepuuksi valittiin valtapuustoon lukeutuva runko, jonka epifyyttilajisto vaikutti näytealan monipuolisimmalta ja runsaimmalta.

Useimmilla näytealoilla koepuut olivat kuusi, koivu ja mänty, Kuhmon aineistossa melko usein myös haapa. Suurehkoja raitoja, harmaaleppiä ja pihlajia osui näytealoille vain muutamissa tapauksissa. Lohikoskella yhdellä näytealalla kasvaa myös metsälehmäksiä (*Tilia cordata*). Näytealan muun epifyyttilajiston inventointiin käytettiin vakioaika (15 minuuttia). Maassa ja maapuilla kasvavat jäkälät kartoitettiin koko näytealalta ja työhön käytettiin noin 15 minuuttia näytealaa kohti.

Lajit määritettiin pääosin Ahdin (1987) sekä Mobergin ja Holmåsénin (1982) mukaan. Osa näytteistä oli mahdollista määrittää vain sukutasolle ja eräitä steriileitä sekovarsia ei pystytty määrittämään lainkaan. Näytteet keräsi ja määritti Kuhmossa ja Lohikoskella Mikko Siitonen.

Tässä tarkasteltu jäkäläaineisto kattaa puiden rungoilta tavatut pensasmaiset ja lehtimäiset jäkälät sekä osan rupijäkäläistä. Maassa kasvavista jäkäläistä ovat mukana *Cladina*-, *Cladonia*- ja *Peltigera*-sukujen lajit. Aineiston kattavuus on siten pienempi kuin esimerkiksi Kuusisen (1995) tutkimuksessa. Näytealoilta on lisäksi kerätty kivipinnoilla ja puiden rungoilla kasvaneet rupijäkälät. Näitä aineistoja ei käsitellä tässä artikkelissa.

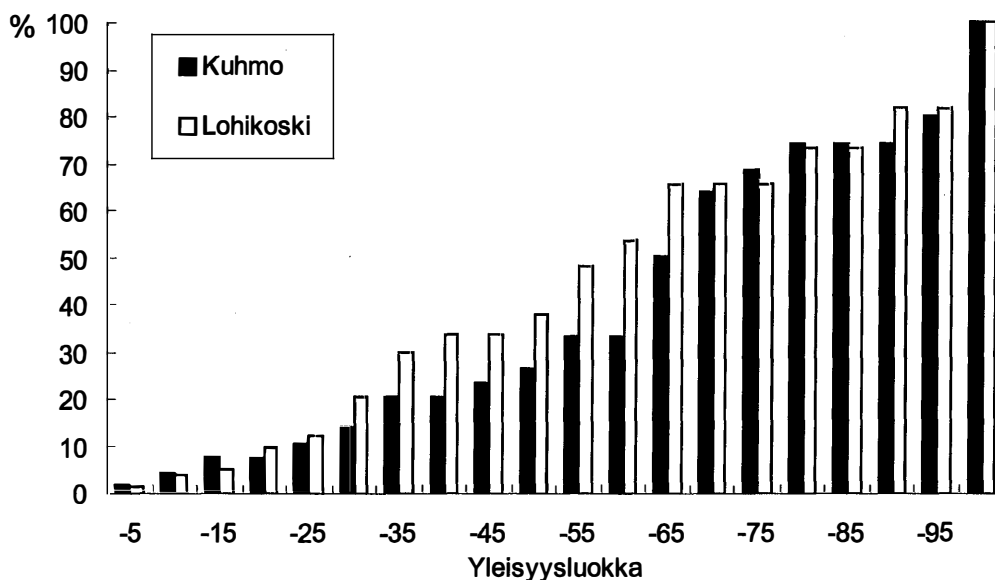
Tässä artikkelissa kuvataan epifyyttijäkälälajiston vaihtelua Kuhmon ja Lohikosken näytealaverkostoissa. Rakennepiirteiden ja lajiston yhteisvaihtelua on analysoitu lähemmin luvussa 12.

6.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

6.3.1 Jäkälälajiston yleispiirteet

Näytealoilta määritettiin 68 jäkälälajia, joista 68 kasvoi Kuhmon ja 52 Lohikosken tutkimusalueella (taulukko 6.1). Tutkimusalueiden lajisto edustaa pääosin tavanomaista talousmetsien jäkälälajistoa, vaikka Kuhmon aineistoon sisältyy jonkin verran vanhan metsän indikaattorilajeja (vrt. Kuusinen ym. 1995). Näytealakohdainen lajimäärä oli Kuhmossa keskimäärin korkeampi kuin Lohikoskella. Kuhmossa lajimäärää nosti vanhan metsän näytealojen suuri määrä, raitojen, haapojen ja pihlajien yleisyys sekä maassa kasvavien lajien osalta aurattujen taimikoiden runsaus.

Epifyyttijäkälää tavattiin Kuhmossa 43 ja Lohikoskella 31 lajia. Lajimäärä Kuhmon näytealoilla vaihteli välillä 6–32 (keskiarvo 14,9, keskihajonta 4,7) ja Lohikoskella välillä 1–26 (keskiarvo 10,5, keskihajonta 4,1). Yksittäisten runkojen lajimäärä oli enimmillään 25 ja alimmillaan 0. Rajoitettu kartoitustarkkuus ja näytealojen pieni koko huomioiden luvut vastaavat melko hyvin esim. Kuusisen (1995) saamia tuloksia. Epifyyttijäkälien jakaantuminen yleisyysluokkiin on esitetty kuvassa 6.1.



Kuva 6.1. Epifyyttijäkälien jakaantuminen yleisyysluokkiin Kuhmossa ja Lohikoskella. Yleisyysluokka kertoo, kuin monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji esiintyy. Pylvään korkeus ilmaisee korkeintaan tiettyyn yleisyysluokkaan kuuluvien lajien osuuden näytealan lajistosta. Esimerkiksi Lohikosken näytealoilla havaituista epifyyttijäkälistä 30 % esiintyi alle 35 % Lohikosken näytealoista.

Taulukko 6.1. Kuhmon (Ku) ja Lohikosken (Lo) tutkimusalueilta tavatut jäkälälajit ja niiden frekvenssi näyteala-aineistossa.

Lajin nimi	Ku	Lo		Ku	Lo
<i>Alectoria sarmentosa</i> korpiluppo	50	33	<i>Cladonia subulata</i> monihaaratorvijäkälä	5	-
<i>Bryoria capillaris</i> harmaaluppo	29	30	<i>C. sulphurina</i> keltajauhatorvijäkälä	46	12
<i>B. fremontii</i> kanadanluppo	5	-	<i>C. uncinalis</i> okatorvijäkälä	10	8
<i>B. furcellata</i> tupsuluppo	25	6	<i>Evernia prunasti</i> valkohankajäkälä	13	8
<i>B. fuscescens</i> tummaluppo	70	53	<i>Hypogymnia bitteri</i> ruskopaisukarve	3	-
<i>Cetraria chlorophylla</i> ruskoröyhelö	59	53	<i>H. farinacea</i> jauhepaisukarve	3	2
<i>C. ericetorum</i> pikkuhirvenjäkälä	5	-	<i>H. physodes</i> sormipaisukarve	95	95
<i>C. islandica</i> isohirvenjäkälä	31	1	<i>Hypocomyce scalaris</i> seinäsuomuj.	20	29
<i>C. juniperina</i> katajanröyhelö	4	-	<i>Hypogymnia tubulosa</i> kärsäpaisukarve	14	29
<i>C. pinastri</i> keltaröyhelö	87	87	<i>Imshaugia aleurites</i> kalpeatyvikarve	60	18
<i>C. sepincola</i> pikkuröyhelö	24	26	<i>Lobaria pulmonaria</i> raidankeuhkojäkälä	12	-
<i>Cladina arbuscula</i> valkoporonjäkälä	54	39	<i>Mycoblastus sanguinarius</i> verinyppyj.	63	15
<i>Cladonia bacilliformis</i> sauvatorvijäkälä	7	1	<i>Nephroma parile</i> jauhemunuaisjäkälä	13	-
<i>C. botrytes</i> vaaleapäätörvijäkälä	23	20	<i>N. resupinatum</i> nukkamunuaisjäkälä	10	1
<i>C. cenotea</i> harmaajauhatorvijäkälä	75	24	<i>Parmeliopsis ambigua</i> keltatyvikarve	95	95
<i>C. chlorophaea</i> jauhepikaritorvijäkälä	19	-	<i>Parmelia centrifuga</i> kaarrekarve	5	-
<i>C. coccifera</i> punareunatorvijäkälä	18	12	<i>Parmeliopsis hyperopta</i> harmaatyvikarv.	95	79
<i>C. coniocrea</i> äimätörvijäkälä	40	33	<i>Parmelia olivacea</i> koivunruskokarve	32	8
<i>C. cornuta</i> puikkotorvijäkälä	39	11	<i>P. saxatilis</i> kalliokarve	3	-
<i>C. crispata</i> tähtipäätörvijäkälä	26	10	<i>P. sulcata</i> raidanisokarve	51	19
<i>C. deformis</i> harmaapikaritorvijäkälä	20	4	<i>Peltigera aphosa</i> pilkkunahkajäkälä	15	10
<i>C. digitata</i> kantotorvijäkälä	64	60	<i>P. canina</i> huopannahkajäkälä	8	3
<i>C. fimbriata</i> pikkutorvijäkälä	45	13	<i>P. scabrosa</i> himmeannahkajäkälä	1	-
<i>C. furcata</i> haaratorvijäkälä	39	9	<i>Phaeophyscia ciliata</i> tummalaakajäkälä	2	-
<i>C. gracilis</i> silotorvijäkälä	27	13	<i>Physcia aipolia</i> valkolaakajäkälä	6	-
<i>Cladina mitis</i> mietoporonjäkälä	7	-	<i>Platismatia glauca</i> harmaaröyhelö	65	62
<i>Cladonia phyllophora</i> täplätörvijäkälä	8	-	<i>Pseudevernia furfuracea</i> harmaahankak.	23	46
<i>C. pleurota</i> suppilotorvijäkälä	13	-	<i>Ramalina thrausta</i> pikkurustojäkälä	3	1
<i>C. pyxidata</i> ruskopikaritorvijäkälä	43	2	<i>Stereocaulon paschale</i> kangastinajäkälä	5	1
<i>Cladina rangiferina</i> harmaaporonjäkälä	65	51	<i>Umbilicaria deusta</i> kuhmunapajäkälä	3	1
<i>Cladonia</i> sp. torvijäkälä	-	8	<i>Usnea filipendula</i> riippunaava	61	38
<i>C. squamosa</i> suomutorvijäkälä	6	4	<i>U. hirta</i> tupsunaava	60	57
<i>Cladina stellaris</i> palleroporonjäkälä	24	15	<i>U. subfloridana</i> tukkanaava	29	5
<i>C. stygia</i> sysiporonjäkälä	3	-	<i>Xantoria parietina</i> haavankeltajäkälä	1	-

6.3.2 Metsän kehitysluokan vaikutus epifyyttijäkälälajistoon

Metsän kehitysluokka muutti epifyyttijäkäläiden lajimääriä ja lajistosuhteita samaan tapaan kuin sammalilla, mutta jäkäläiden osalta muutokset olivat suurempia (kuva 12.2).

Epifyyttijäkälälajisto oli selvästi runsainta Kuhmon tutkimusalueen aarnimetsien näytealoilla. Kaikki aineistoon sisältyvät harvinaiset ja uhanalaiset lajit, kuten lopperustojäkälä (*Ramalina thrausta*), samettikesijäkälä (*Leptogium saturnium*), jauhemunuaisjäkälä (*Nephroma parile*), raidankeuhkojäkälä (*Lobaria pulmonaria*) ja takkuhankajäkälä (*Evernia divaricata*) kasvoivat näillä alueilla ja jotkut esiintyivät paikallisesti runsaina. Lohikosken aineistoon ei sisältynyt mainittavia aarnimet-

sänäytealoja eikä uhanalaisia lajeja. Lohikosken vanhan metsän aloilta puuttuivat haapa ja raita paria poikkeusta lukuun ottamatta kokonaan.

Tuoreilla avohakkuilla yleiset epifyyttijäkälät säilyivät 10–20 vuoden ajan hakkuutähteiden ja kantojen turvin (kuva 12.2). Lahopuuaineksen maatuessa jäkälälajit hävisivät sammalia nopeammin ja nuorissa taimikoissa tavattiin enää kaikkein tavallisimpia lajeja. Nuorista taimikoista puuttuivat kaikki naava- ja luppulajit sekä useimmat näyteala-aineistossa harvalukuiset kookkaat lehtijäkälät. Tietyt lajit, kuten *Cetraria pinastri*, *Parmeliopsis ambigua*, *Imshaugia aleurites* ja *Hypocenyomyce scalaris*, säilyivät näyteala-aineistossa kaikissa metsän kehitysvaiheissa kasvualustaa vaihtamalla. Avohakkuuta seuranneina vuosina ne kasvoivat hakkuutähteissä, myöhemmin taimien tyvillä tai säilyneillä kelorungoilla.

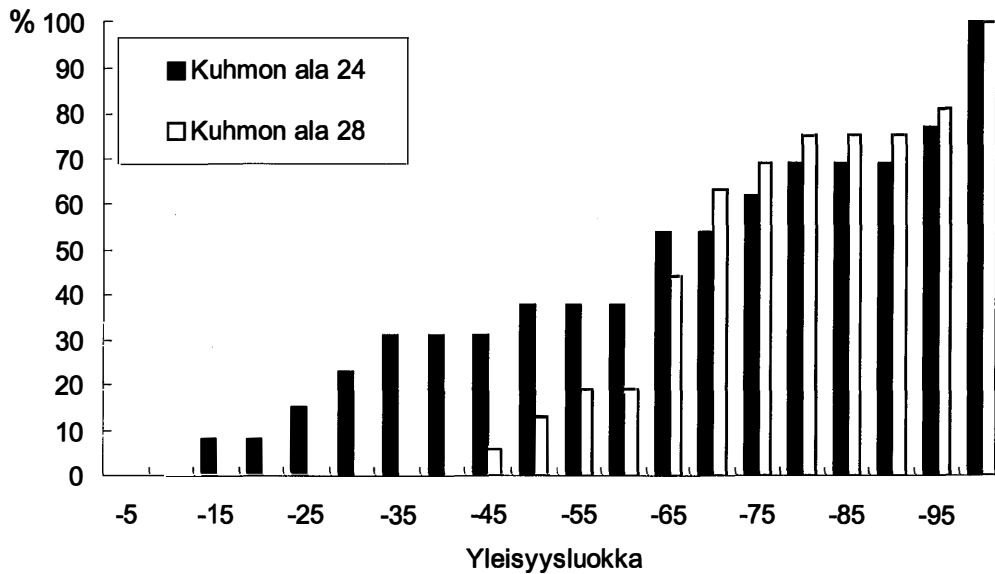
Epifyyttijäkäläien lajimäärä oli alhaisin silloin, kun kehitysluokka oli vaihtumassa nuoresta taimikoissa varttuneeseen taimikkoon, erityisesti Kuhmon tutkimusalueella (kuva 12.2). Tällainen oli tilanne esimerkiksi Kuhmon näytealalla 28 (kuva 6.2). Lajisto alkoi palata noin 30-vuotiaisiin taimikoihin ja nuorissa kasvatusmetissä tavattiin jo useimmat yleiset epifyyttijäkälät. Kaikki luonteenomaiset vanhan metsän lajit sekä näyteala-aineistossa harvalukuiset lajit puuttuivat kuitenkin kokonaan.

6.3.3 Epifyyttijäkäläien lajimäärää selittävät rakennetekijät

Yksittäisistä rakennetekijöistä epifyyttijäkäläien lajimäärää selittivät parhaiten näytealan puulajisuhteet ja kehitysluokka (taulukot 12.8.–12.12). Tärkein tekijä oli kookkaiden raitojen tai haapojen esiintyminen. Korkeisiin lajimääriin yllettiin myös vanhoissa kuusikoissa, erityisesti luonnontilaisten soiden reunassa tai korpimaisessa ympäristössä. Tyypillinen suuren epifyyttijäkälälajimäärän tuottava rakennetekijäyhdistelmä oli vanhaan metsään liittyvä luonnonmukainen kosteikon ja kangasmaan reuna, jossa kasvaa kookkaita raitoja ja haapoja. Tällainen oli esimerkiksi Kuhmon näyteala numero 24 (kuva 6.2).

Runkoepifyyteistä poiketen *Cladonia*- ja *Cladina*-sukujen lajimäärät olivat korkeimpia nuorissa taimikoissa. Suurimmat lajimäärät tavattiin karuilta, noin 10 vuotta sitten avohakatuilta näytealoilta, joilla esiintyi myös kalliota tai isoja loh-kareita. Maassa ja maapuilla kasvavien jäkäläien lajimäärä kasvoi hakkuiden seurauksena ja korvasi (lajimäärää tarkasteltaessa) pystypuiden epifyyttien häviämisen aiheuttaman lajiston vähenemisen.

Muiden rakennetekijöiden merkitys oli vähäinen tai epäselvä. Näyteala-aineiston sisäinen vaihtelu peittää helposti monien rakennetekijöiden mahdollisen vaikutuksen.



Kuva 6.2. Jäkälälajiston kumulatiivisia frekvenssijakaumia erilaisia rakennetekijäyhdistelmiä sisältävillä näytealoilla. Näytealalla 24 esiintyy runsaasti tutkimusalueella harvinaista lajistoa. Näytealalla 28 vallitsevat tutkimusalueen yleisimmät lajit

6.3.4 Epifyyttijäkälien käyttö monimuotoisuuden arvioinnissa

Epifyyttijäkälien merkitystä aarniometsän indikaattoreina on tarkasteltu runsaasti (esim. Kuusinen ym. 1995). Tutkimuksissa indikaattorilajien määrän on todettu korreloivan varsin hyvin kokonaislajimäärän kanssa. Jäkälien käyttöä arvokkaiden alueiden indikaattoreina rajoittaa keskimääräisten kartoittajien lajintuntemus. Monia kasvupaikkavaatimustensa suhteen hyviä indikaattorijäkäläitä on vaikea tuntea maastossa. Jäkäläkartoituksia käytetäänkin metsäluonnon arvon määrittelyssä lähinnä potentiaalisten aarniometsäkohteiden keskinäisessä arvotamisessa.

Taloustmetsien monimuotoisuuden arviointia ajatellen sopivina indikaattorilajeina voidaan aikaisempien tutkimusten (mm. Kuusinen 1995) perusteella pitää raidankeuhkojäkälää, samettikesijäkälää sekä "isojen lehti- ja pensasjäkälien" runsaita esiintymiä haavan, raidan ja pihlajan rungoilla (*Nephroma* sp., *Leptogium* sp., *Peltigera* sp., *Physcia* sp., *Phaeophyscia* sp., *Ramalina* spp., *Evernia prunasti* ym.). Runsas naavamaisien lajien esiintyminen on käyttökelpoinen indikaattori, joka taloustmetsissä rajaa pienilmastoltaan edullisia kosteita habitaatteja, kuten parhaita kuusikkoisia korpinotkemia ja puronvarsimetsiä. Tällaiset ympäristöt yhdistettynä vanhojen haapojen ja raitojen esiintymiin ovat yleensä indikaattorijäkälien ja siten myös monien uhanalaisten lajien tärkeimpiä potentiaalisia kasvupaikkoja (vrt. Karström 1992, Kuusinen ym. 1995, Esseen ym. 1997). Toisaalta tällaisten nykyisissä taloustmetsissä äärimmäisen harvinaisten alueiden tunnistaminen ei varsinaisesti edellytä laji-indikaattoreiden käyttöä. Järeää lehtipuuta

kasvava vanhan metsän habitaatti voidaan sinällään määritellä potentiaalisesti avainbiotoopiksi.

Lähteet

Ahti, T. 1987: Jäkälien määrittelysopas. – Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 72. 71 s.

Esseen, P.-E., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997: Boreal forests. – *Ecological Bulletins* 46:16–47.

Karström, M. 1992: Steget före – en presentation. – *Svensk Botanisk Tidsgrift* 86:103–114.

Kuusinen, M. 1994: Metsätalouden vaikutus epifyyttijäkälälajiston monimuotoisuuteen. – *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 482:75–81.

— 1995: Epifyyttijäkälät ja sammalet. – Teoksessa: Raivio, S. (toim.), *Taloussuojelun luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen väliraportti*:81–85. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 43.

— Jääskeläinen, K., Kivistö, L., Kokko, A. & Lommi, S. 1995: Indikaattorijäkälälienen kartoitus Kainuussa. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 39. 24 s.

Moberg, R. & Holmåsén, I. 1982: *Lavar*. – Interpublishing, Stockholm. 240 s.

7 KÄÄVÄT

Tapani Järveläinen, Paula Siitonen & Mikko Siitonen

7.1 Johdanto

Lahottajasienillä on keskeinen sija vanhojen metsien eliöyhteisöissä. Lahottajasiienten luomissa pienelinympäristöissä ja vanhoissa itiöemissä itsessään elää monia kovakuoriaisia ja pieneliöitä. Lahopuut ovat tärkeä elinympäristö monille kääpiä vaikeammin maastossa havaittaville lajeille sekä kolopesijöille. Lahottajasienilajisto kertoo metsän historiasta ja lahoppuujatkumosta. Monipuolinen kääpälajisto osoittaa usein, että elinympäristö tarjoaa hyvät elinmahdollisuudet muullekin lahoppuueliöstölle, kuten lahoppuukovakuoriaisille (Økland ym. 1996, Siitonen 1994). Kääpälajistoa käytetään yhtenä vanhojen metsien suojeluarvon mittarina (Kotiranta & Niemelä 1996).

Käävät ovat puunlahottajina riippuvaisia lahoppuusta. Erityisesti uhanalaisista lajeista monet ovat pitkälle erikoistuneet lahoppuun puulajin, lahoasteen, järeyden ja aikaisempien lahottajasiienten suhteen. Uhanalaisista käävistä suurin osa on

kookkaiden ja pitkälle lahonneiden maapuiden lajeja, joille kostea ja vakaa pienilmasto on tärkeää (Penttilä 1994, Renvall & Niemelä 1994, Kotiranta & Niemelä 1996).

Käävät ovat parhaiten tutkittuja sieniä maassamme. Kääpätutkimukset ovat painottuneet parhaisiin aarniometsiin, mutta talousmetsien lajistoa on tutkittu vain vähän (ks. mm. Penttilä 1995). Käävät ovat monia muita lahoppuulla eläviä ryhmiä helpommin havaittavia ja niitä käytetäänkin laajalti metsän luonnontilaisuuden mittana. Monimuotoisuuden arviointimenetelmän kehittämistä varten tarvittiin lisätietoa kääpälajiston monimuotoisuuteen vaikuttavista tekijöistä myös talousmetsissä.

7.2 Aineisto ja menetelmät

Käävät inventoitiin kaikilta kolmen aarin näytealalle osuneilta maahan painuneilta oksilta ja rungoilta sekä näytealalla kasvaneilta pystypuilla ja kannoilla. Näytealoja oli Kuhmossa 96, Lohikoskella 98 ja Lohjansaassa 52. Isäntäpuista merkittiin muistiin puulaji, olomuoto, paksuus ja lahoasteluokka. Puustomuuttujien luokitukset ovat samoja kuin luvussa 3. Näytealoilta mitattiin lisäksi elävä ja kuollut puusto sekä elottoman luonnon rakennetekijöitä (ks. luku 3).

Kääpälajisto selvitettiin syys-marraskuussa 1993 ja 1994. Monivuotiset käävät inventoitiin Lohikoskella ja Kuhmossa 1993 ja yksivuotiset pääsääntöisesti vuonna 1994. Lohjansaassa selvitettiin koko lajisto vuonna 1994. Tämä saattoi vähentää havaintojen määrää, sillä vuosi 1994 oli kesän kuivuuden vuoksi kääpien kannalta erityisen huono.

Näytealojen lisäksi käävistä tehtiin havaintoja näytealojen välisiltä kulkureiteiltä sekä satunnaisesti muualtakin. Kuhmon Honkavaaran lajistoa tutkittiin tarkemmin retkeilemällä alueella yksi päivä. Tilastollisissa analyysissä olivat mukana ainoastaan näytealoilla havaitut lajit. Muita havaintoja käytettiin lähinnä otantamenetelmän arviointiin.

Keräysajankohdat olivat seuraavat:

Kuhmo 15.9.–28.9.1993 ja 20.9., 22.–27.9.1994
Lohikoski 29.9.–15.10.1993 ja 5.9., 1.–2.10.1994
Lohjansaari 4.–6.11.1994

Mikko Siitonen, Tapani Järveläinen ja Paula Siitonen tekivät maastotyöt. Valtaosa lajistosta määritettiin maastossa ja maastossa tunnistamattomista käävistä kerättiin näytteet. Pinnanmyötäisistä lajeista kerätyt näytteet määritti suurimmaksi osaksi Heikki Kotiranta.

Tässä luvussa keskitytään kääpälajiston erityispiirteiden ja kokonaislajiston tarkasteluun. Kääpien nimistö on Niemelän (1994) mukaan.

7.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

7.3.1 Lajiston yleispiirteet

Näytealoilta tehtiin yhteensä 514 kääpähavaintoa 70 lajista. Kuhmo näytealoilla havaittiin 46 lajia, Lohikoskella 37 lajia ja Lohjansaassa 22 lajia.

Kuhmon näytealoilla havaittiin selvästi eniten kääpälajeja ja yksilöitä (taulukko 7.1). Kääpälajeja havaittiin Kuhmossa yhdellä kolmen aarin alalla enimmillään 11 lajia, kun Lohikoskella ja Lohjansaassa havaittiin yhdellä alalla enimmillään vain viisi lajia. Kuhmon aloilla havaittiin enemmän lajeja kuin Lohikoskella ja Lohjansaassa myös vertailtaessa eri kehitysluokkien ja metsätyyppien lajistoa toisiinsa (kuvat 12.1 ja 12.2).

Kuhmon ja Lohikosken metsätaloudellisesti yli-ikäisissä metsissä lajimäärä oli selvästi suurempi kuin varttuneissa taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä. Metsätaloudellisesti yli-ikäisten ja uudistuskypsien metsien lajimäärät eivät sen sijaan eronneet toisistaan merkitsevästi. Nuorissa taimikoissa ja tuoreilla uudistusaloilla lajimäärää nostivat hakkutähteet sekä metsänkäsittelyä edeltäneen vanhan metsän lajisto, josta osa ei ollut vielä hävinnyt aikaviipeen vuoksi. Lohjansaassa kääpähavaintoja oli kuivan kesän vuoksi niin vähän, että niiden perusteella ei voida verrata eri kehitysluokkien metsiä toisiinsa (kuvat 12.1 ja 12.2).

Taulukko 7.1. Kääpien laji- ja yksilömäärät Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaassa. Kokonaislajimäärä tarkoittaa tutkimusalueen näytealaverkostossa havaittujen kääpälajien lukumäärää ja havaintojen määrä havaittujen itiöemien lukumäärää. Tyhjät alat ovat näytealoja, joilla ei havaittu kääpiä.

Tutkimusalue	Kokonaislajimäärä	Näytealojen laji- määrän keskiarvo	Havaintojen määrä	Tyhjien näytealojen määrä ja osuus (%) tutkimus- alueen näytealoista
Kuhmo	46	3,2	304	10 (10 %)
Lohikoski	37	1,6	157	24 (25 %)
Lohjansaari	22	1,0	53	12 (23 %)

Lohjansaaren lajisto koostui lahosukcession alkuvaiheen pioneerilajeista (taulukko 7.2). Joukossa oli myös elävällä puulla kasvavia sieniä, kuten taulakääpä (*Fomes fomentarius*) ja raidankääpä (*Phellinus conchatus*). Hieman pidemmälle ehtinyttä lahoamista vaativia lajeja olivat rihmaharsukka (*Trchispora hymenocystis*), kuromakääpä (*Ologoporus rennyii*), korokääpä (*Ologoporus sericeomollis*), rosokääpä (*Schizopora paradoxa*) ja kelokääpä (*Antrodia sinuosa*). Lajistosta puuttuivat sekundaarilahottajat ja vanhan metsän ilmentäjälajit (Kotiranta & Niemelä 1996). Kymmenen yleisintä lajia olivat pääsääntöisesti kuusen (6 lajia) ja koivun (2 lajia) lahottajia. Lajistossa oli kuitenkin mukana harvalukuisia lehtipuulajeja suosivia kääpiä kuten tammella kasvava sokkelokääpä (*Daedalea quercina*), raidalla kasvava raidankääpä ja tervaleppää ja pähkinäpensasta lahottava lepänkääpä (*Inonotus radiatus*) (taulukko 7.3).

Lohikoskella lajisto koostui Lohjansaaren tavoin pääsääntöisesti hyvin yleisistä lahosukcession alkupään lajeista (taulukko 7.2). Joukossa oli kuitenkin myös sekundäärilahottajia, kuten kuolleitten kuusenkynsikääpien (*Trichaptum abietinum*) pinnalla kasvava routakääpä (*Sceletocutis carneogrisea*). Elävien puiden lahottajia olivat taulakääpä, pörrökääpä (*Cerrena unicolor*), juurikääpä (*Heterobasidion radiciperda*), pakurikääpä (*Inonotus obliquus*), raidankääpä ja arinakääpä (*Phellinus ignarius*). Lajistossa oli lisäksi peräti viisi karikkeella elävää kääpälajia: kangaskääpä (*Coltricia perennis*), typäskääpä (*Albatrellus confluens*), lampaankääpä (*Albatrellus ovinus*), sudenkääpä (*Boletopsis grisea*) ja karikekääpä (*Byssoporia terrestris*). Näytealojen välimaastosta hakkuuaukealle jääneeltä kuusenkanolta löytyi uhanalainen (Sh) lakkakääpä (*Ganoderma lucidum*). Laji kasvaa yleensä kosteissa puronotkoissa ja sen isäntäpuuna on tavallisesti tervalepän maatuivat rungot. Esiintymä on nykyään tunnetuista Suomen itäisin (taulukko 7.3).

Kuhmon kääpälajisto poikkesi selvästi Lohjansaaren ja Lohikosken lajistosta (taulukot 7.2 ja 7.3). Sekä lajeja että yksilöitä havaittiin enemmän ja aloilla esiintyi useita vanhanmetsän ja aarniometsän indikaattorilajeja. Kymmenen yleisimmän lajin joukossa esiintyivät mm. Pohjois-Suomen vanhoissa metsissä yleiset kuusenkääpä (*Phellinus chrysoloma*) ja riukukääpä (*Phellinus viticola*). Vanhojen metsien tyyppilajeja olivat ruostekääpä (*Phellinus ferrugineofuscus*), haavanarinakääpä (*Phellinus populicola*), maitovahakääpä (*Physisporinus vitreus*), korpiludekääpä (*Skeletocutis odora*), sysikääpä (*Phellinus nigricans*) ja liitukääpä (*Tyromycens chioneus*). Näytealojen ulkopuolelta havaittiin kuusivaltaisten vanhojen metsien indikaattorilajeista rusokantokääpä (*Fomitopsis rosea*), punahäivekääpä (*Leptoporus mollis*) ja korkkikerroskääpä (*Perenniporia subacida*) sekä vanhojen männiköiden kaatuneissa kelomännyissä viihtyvä uhanalainen hentohaprakääpä (*Postia laterita*). Kahdella Honkavaaran näytealalla kasvoi pursukääpää (*Amylocystis lapponica*) ja riekonkääpää (*Antrodia albobrunnea*), jotka molemmat ovat vaateliaita aarniometsän indikaattorilajeja. Pursukääpä kasvaa vanhojen runsaslahopuustoisten kuusikoiden paksuilla kuusimaapuilla ja riekonkääpä maahan sortuneilla pitkälle lahonneilla ylispuumännyillä. Lisäksi havaittiin muita kuusivaltaisen metsän luonnontilaisuutta indikoivia sienilajeja kuten oravuotikka (*Asterodon ferruginosus*) ja pohjanrypykkä (*Phlebia centrifuga*). Pohjanrypykkä esiintyy usein samanlaisilla paksuilla hiukan lahonneilla kuusimaapuilla kuin pursukääpä ja punahäivekääpä. Levinneisyydeltään eteläpainotteisen oravuotikan isäntäkasveja ovat hyvin pitkälle lahonneet havupuut sekä koivut ja haavat.

Taulukko 7.2. Kääpälajien esiintyminen Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren tutkimusalueilla. Luku ilmaisee, kuinka monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji havaittiin.

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Kuhmo 96 alaa	Lohikoski 98 alaa	Lohjansaari 52 alaa
Aidaskääpä	<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	12,5	19	3,7
Arinakääpä	<i>Phellinus igniarius</i>	20,8	1	0
Haavanarinakääpä	<i>Phellinus populicola</i>	2,1	0	0
Haavankääpä	<i>Phellinus tremulae</i>	12,5	0	0
Haprakääpä sp.	<i>Postia</i> sp.	3,1	5	0
Hopeakääpä	<i>Diplomitoporus lindbladii</i>	0	2	0
Kuusenjuurikääpä	<i>Heterobasidion radiciperda</i>	0	2	0
Kangaskääpä	<i>Coltricia perennis</i>	1	9	0
Kantokääpä	<i>Fomitopsis pinicola</i>	17,7	25	23
Karakääpä sp.	<i>Junghunia</i> sp.	0	0	1,9
Karikekääpä	<i>Byssoporia terrestris</i>	0	1	0
Karvashaprakääpä	<i>Postia stiptica</i>	0	1	0
Karvavyökääpä	<i>Trametes hirsuta</i>	3,1	5	0
Katkokääpä	<i>Amyloporia xantha</i>	8,3	2	0
Kelokääpä	<i>Antrodia sinuosa</i>	18,8	8	1,9
Kermakarakääpä	<i>Junghunia luteoalba</i>	1	3	0
Koivunhelttakääpä	<i>Lenzites betulinus</i>	0	1	0
Koivunkynsikääpä	<i>Triphaptum pargameum</i>	1	0	0
Korokääpä	<i>Ologoporus sericeomollis</i>	5,2	5	3,7
Korpiludekääpä	<i>Skeletocutis odora</i>	3,1	0	0
Kruunukurokka	<i>Sistotrema muscicola</i>	0	0	1,9
Kuromakääpä	<i>Ologoporus rennyii</i>	5,2	3	3,7
Kuusenkynsikääpä	<i>Trichaptum abietinum</i>	30,2	0	0
Kuusenkääpä	<i>Phellinus chrysoloma</i>	32,3	1	0
Lampaankääpä	<i>Albatrellus ovinus</i>	0	10	0
Lattakääpä	<i>Ganoderma lipsiense</i>	0	0	1,9
Lepänkääpä	<i>Inonotus radiatus</i>	0	0	1,9
Levykääpä	<i>Phellinus laevigatus</i>	0	0	1,9
Liitukääpä	<i>Tyromyces chioneus</i>	1	0	0
Maitovahakääpä	<i>Physisporinus vitreus</i>	2,1	0	0
Mesipillikääpä	<i>Antrodia mellita</i>	1	0	0
Mustasukkakääpä	<i>Polyporus leptoccephalus</i>	0	1	0
Männynjuurikääpä	<i>Heterobasidion annosum</i>	1	0	0
Männynkynsikääpä	<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i>	2,1	0	0
Männynkääpä	<i>Phellinus pini</i>	3,1	0	0
Nukkavyökääpä	<i>Trametes pubescens</i>	1	1	0
Pajunkääpä	<i>Antrodia macra</i>	1	0	0
Pakuri	<i>Inonotus obliquus</i>	8,3	1	0
Pikkuhaprakääpä	<i>Postia subcaesia</i>	4,2	0	0
Pinovyökääpä	<i>Trametes ochracea</i>	6,3	9	0
Poimuhaprakääpä	<i>Postia undosa</i>	1	0	0
Punakääpä	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	3,1	3	0
Pursukääpä	<i>Amylocystis lapponica</i>	2,1	0	0
Pötkelökääpä	<i>Piptoporus betulinus</i>	0	2	5,6
Pörrökääpä	<i>Cerrena unicolor</i>	2,1	2	0
Raidankääpä	<i>Phellinus conchatus</i>	1	1	1,9
Riekonkääpä	<i>Antrodia albobrunnea</i>	2,1	0	0
Rihmaharsukka	<i>Trichispora hymenocystis</i>	0	0	7,4
Riukukääpä	<i>Phellinus viticola</i>	13,5	1	0
Rivikääpä	<i>Antrodia serialis</i>	20,8	6	0
Rosokääpä	<i>Schizopora paradoxa</i>	0	0	5,6

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Kuhmo 96 alaa	Lohikoski 98 alaa	Lohjansaari 52 alaa
Ruostekääpä	<i>Phellinus ferrugineofuscus</i>	5,2	0	0
Rustokääpä	<i>Skeltoctis amorphia</i>	0	2	0
Sinihaprakääpä	<i>Postia caesia</i>	8,3	0	13
Sirppikääpä	<i>Skeletocutis lenis</i>	1	0	0
Sitkokääpä	<i>Antrodiella semisupina</i>	3,1	0	0
Sokkelokääpä	<i>Daedalea quercina</i>	0	0	1,9
Sudenkääpä	<i>Boletopsis grisea</i>	0	1	0
Sysikääpä	<i>Phellinus nigricans</i>	1	0	0
Tahrahaprakääpä	<i>Postia fragilis</i>	0	0	1,9
Talvikääpä	<i>Polyporus brumalis</i>	2,1	0	1,9
Taulakääpä	<i>Fomes fomentarius</i>	31,3	10	11,1
Tervakääpä	<i>Ischnoderma benzoinum</i>	0	0	1,9
Tuhkakääpä	<i>Bjerkandera adusta</i>	1	2	0
Typäskääpä	<i>Albatrellus confluens</i>	0	1	0
Valkoludekääpä	<i>Skeletocutis subincarnata</i>	3,1	1	1,9
Valkovyökääpä	<i>Trametes velutina</i>	0	3	0
Verkkokerikääpä	<i>Ceriporia reticulata</i>	1	0	0
Viherkerikääpä	<i>Ceriporia viridans</i>	3,1	1	0

Taulukko 7.3. Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaarella näytealoilla ja niiden välimaastossa havaitut harvinaiset kääpälajit

Kuhmo

- Riekonkääpä (*Antrodia albobrunnea*) St
 Haavanarinakääpä (*Phellinus populicola*)
 Maitovahakääpä (*Physisporinus vitreus*)
 Mesipillikääpä (*Antrodia mellita*) V (näytealan ulkopuolella)
 Poimuhaprakääpä (*Postia undosa*)
 Sirppikääpä (*Skeletocutis lenis*) Sh (näytealan ulkopuolella)
 Koivunkynsikääpä (*Triphaptum pargameum*) Sh
 Korkkikerroskääpä (*Perenniporia subacida*) Sh (näytealan ulkopuolella)
 Hentohaprakääpä (*Postia lateritia*) Sh
 Kituhaprakääpä (*Postia hibernica*) Sh (näytealan ulkopuolella)
 Salokääpä (*Dichomitus squalens*) St (näytealan ulkopuolella)
 Viherkarhikka (*Kavinia albovidis*) St

Lohikoski

- Hopeakääpä (*Diplomitoporus lindbladii*)
 Lakkakääpä (*Ganoderma lucidum*) Sh (näytealan ulkopuolella)
 Karikekääpä (*Byssoporia terrestris*)

Lohjansaari

- Sokkelokääpä (*Daedalea quercina*)
 Levykääpä (*Phellinus laevigatus*)
 Kruunukurokka (*Sistotrema muscicola*)
 Keltahaprakääpä (*Postia septentrionalis*) (näytealan ulkopuolella)
 Karakääpä (*Junghuhnia* sp.) Tieteelle uusi laji

7.3.2 Lajistorakenteeseen vaikuttavat tekijät

Kuhmon aarniometsien korkeat lajimäärät ja vanhojen metsien indikaattorilajit selittyvät ennen kaikkea lahopuun suurella määrällä ja lahosukcession eri vaiheita edustavien runkojen esiintymisellä. Lahoasteeltaan vaihtelevien paksujen kuusi- ja mäntymaapuiden sekä lahoavien järeiden haapojen runsaus näkyi Kuhmon lajistossa lajimäärän ohella vanhan metsän lajien rikkautena. Kuhmossa havaittiin eniten lajeja puolilahoilla ja läpilahoilla (lahoasteluokat 4–5) maapuilla. Lahosukcession keskivaiheen järeitä maapuita oli Lohikoskella ja Lohjansaassa hyvin vähän (ks. luku 3), mikä selittää osaltaan niihin erikoistuneiden vanhan metsän indikaattorilajien puuttumisen.

Taulukko 7.4. Kääpälajiston jakaantuminen lehti-, havupuun ja karikelahottajiin.

Alue	Lajimäärä	Havupuun	Lehtipuun	Molemmat	Karike
Kuhmo (96)	37	17 (36,2 %)	20 (42,6 %)	7 (14,9 %)	2 (5 %)
Lohikoski (98)	30	14 (42,4 %)	14 (42,4 %)	2 (6 %)	5 (16 %)
Lohjansaari (52)	18	5 (28,8 %)	10 (55,6 %)	1 (5,6 %)	-

Lahopuun määrän ja lahoasteen ohella lajistorakenteeseen vaikutti puulajivalikoima. Eniten lajeja havaittiin kuusella, mutta etenkin erilaisten lehtipuun runsaus lisäsi kääpien lajimäärää. Taulukossa 7.4 on vertailtu tutkimusalueiden kääpälajiston jakautumista lehti-, havupuun ja karikelahottajiin. Lehtipuuta lahottavien kääpien osuus kokonaislajistosta oli Lohjansaassa suurempi kuin muilla alueilla, mikä selittyy lehtipuulajien määrällä ja lehtipuunvaltaisten metsien runsaudella verrattuna muihin alueisiin. Lohikoskella havaittiin lehti- ja havupuulla kasvavia lajeja yhtä paljon. Kuhmossa lehtipuulahottajia oli hiukan enemmän kuin havupuulahottajia. Tämä johtui siitä, että suurin osa Kuhmon näytealoista oli lähes luonnontilaisissa vanhoissa metsissä, joissa kasvoi runsaasti vanhoja haapoja. Vanhojen metsien uhanalaiset käävät ovat pääosin havupuulajeja (Kotiranta & Niemelä 1996). Kuhmossa havaituista uhanalaisista ja/tai harvinaisista lajeista vain mesipillikäpää (*Antrodia mellita*) ja haavanarinakääpää (*Phellinus populicola*) kasvavat lehtipuulla.

Yksivuotisia lajeja havaittiin kaikilla tutkimusalueilla enemmän kuin monivuotisia (taulukko 7.5). Kuhmon lajirikkaimmilla aloilla havaittiin keskimäärin enemmän monivuotisia lajeja kuin muilla tutkimusalueilla ja niiden osuus lajistosta oli suurempi (taulukko 7.6). Tutkimustuloksiin vaikutti osittain kesän kuivuus, joka vähensi yksivuotisten lajien ilmaantumista.

Taulukko 7.5. Moni- ja yksivuotisten lajien määrät ja osuudet koko aineistossa.

Alue	Yksivuotiset	Monivuotiset
Kuhmo	26 (55,9 %)	18 (38,3 %)
Lohikoski	21 (63,6 %)	10 (30,3 %)
Lohjansaari	10 (55,6 %)	8 (44,4 %)

Taulukko 7.6. Havupuu- ja lehtipuulahottajien sekä yksivuotisten ja monivuotisten lajien osuudet (%) kymmenen lajirikkaimman näytealan lajistosta. Kolme ensimmäistä saraketta tarkoittavat kasvualustoja. Lajimäärät ovat suluisia.

Alue	Havupuu	Lehtipuu	Molemmat	Yksivuotisia	Monivuotisia
Kuhmo	6 (60 %)	3 (30 %)	1 (10 %)	3 (30 %)	7 (70 %)
Lohikoski	5 (50 %)	3 (30 %)	2 (20 %)	8 (80 %)	2 (20 %)
Lohjansaari	6 (60 %)	3 (30 %)	1 (10 %)	8 (80 %)	2 (20 %)

Kuhmo erosi muista alueista erityisesti *Phellinus*-lajien suuren määrän perusteella. Etenkin haavankääpä (*Phellinus tremulae*) ja kantokääpä (*Fomitopsis pinicola*) esiintyivät yleisesti monilajisilla aloilla. Haavankääpää tavataan yleisesti vanhojen haapojen seuralaisena. Kantokääpä on monien hyönteislajien isäntä sekä yleinen ensilahottaja, jonka lahottamaa puuainesta monet harvinaisemmat lajit edellyttävät (Renvall & Niemelä 1994). Maastossa kannattaisi siis kiinnittää varsinaisten indikaattorilajien ohella erityishuomiota kantokäävän ja haavankäävän (sekä muiden *Phellinus*-lajien) runsaseen esiintymiseen. Nämä ovat myös maastossa helposti tunnistettavia lajeja.

Taulukko 7.7. Yleisimmät lajit. Luvut kertovat, kuinka monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji havaittiin. Tieteelliset nimet ks. taulukko 7.2.

Kuhmo	%	Lohikoski	%	Lohjansaari	%
Kuusenkääpä	32,3	Aidaskääpä	19,0	Kuusenkantokääpä	13,0
Taulakääpä	31,3	Kuusenkantokääpä	16,0	Sinihaprakääpä	13,0
Kuusenkynsikääpä	30,2	Taulakääpä	10,0	Taulakääpä	11,1
Arinakääpä	20,8	Lampaankääpä	10,0	Kantokääpä	9,3
Rivikääpä	20,8	Kantokääpä	9,0	Rihmaharsukka	7,4
Kelokääpä	18,8	Pinovyökääpä	9,0	Pöckelökääpä	5,6
Kantokääpä	17,7	Kangaskääpä	9,0	Rosokääpä	3,7
Riukukääpä	13,5	Kelokääpä	8,0	Aidaskääpä	3,7
Haavankääpä	12,5	Rivikääpä	6,0	Kuromakääpä	3,7
Aidaskääpä	9,0	Korokääpä	5,0	Korokääpä	3,7

7.3.3 Lajimäärän, lajiston harvinaisuuden ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelu

Kääpien lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman sekä näytealoilta mitattujen rakennepiirteiden yhteisvaihtelua tarkasteltiin Spearmanin järjestyskorrelaatiolla ja regressioanalyysillä (taulukot 12.8–12.12). Kääpien lajimäärä ja lajiston harvinaisuus korreloivat kaikilla alueilla voimakkaimmin lahoppuuhun ja kääpäisyyteen liittyvien rakennepiirteiden kanssa (ks. tarkemmin luku 12).

7.3.4 Näytealaverkoston edustavuus

Maastossa kuljettaessa tuntui siltä, että näytealojen pienen koon vuoksi ne antavat usein vääristyneen käsityksen alueen lajistosta. Usein vain parin metrin päässä näytealan reunasta saattoi olla lahoppuutihentymä, kun itse näytealalle ei osunut ainuttakaan maapuuta. Sattumalla tuntui olevan suuri osuus siihen mitä lajeja löydettiin. Näytealaverkoston edustavuutta tutkittiin selvittämällä Honkavaaran tutkimusalueella kokonaislajimäärän suhde näytealoilta havaittujen lajien määrään. Honkavaaran metsäalueen pinta-ala on noin kolme neliökilometriä ja alueella oli 48 näytealaa.

Honkavaarasta havaittiin vuonna 1994 yhteensä 29 lajia, joista vain näytealoilla esiintyi 9 lajia, näytealojen ulkopuolella 9 ja sekä näytealoilla että niiden ulkopuolella 11 lajia. Tarkastelussa ovat mukana kaikki Honkavaarassa Kuhmon tutkimusalueella tehdyt havainnot eikä kuviokohtaisia erotteluja ole tehty.

Näytealoilla tavattiin siis vain 62 % koko Honkavaaran alueella havaituista lajeista. Näytealoilta puuttuneiden lajien joukossa oli useita uhanalaisia lajeja kuten hentohaprakääpä (kaksi havaintoa), kituhaprakääpä (*Postia hibernica*) ja korkkikerroskääpä. Näytealaltakin havaittu riekonkääpä löytyi myös näytealan ulkopuolelta. Uhanalaisista lajeista vain mesipillikääpä löytyi ainoastaan näytealalta. Muista vanhan metsän lajeista ainoastaan näytealan ulkopuolelta löytyivät ruostekääpä (*Phellinus ferrugineofuscus*), lapinkynsikääpä (*Trichaptum laricinum*) sekä salokääpä (*Dichomitus squalens*). Myös ainoa Lohikosken alueelta löydetty uhanalainen laji, lakkakääpä, löytyi näytealojen välimaastosta.

7.4 Johtopäätökset

Kääpien laji- ja yksilömäärät sekä vanhan metsän indikaattoreiden ja uhanalaisten lajien määrät olivat korkeimpia vanhoissa metsissä, joissa esiintyi runsaasti eri lahosukcession vaiheissa olevaa puuainesta (taulukot 12.8–12.12). Nuorissa talousmetsissä vallitsivat yleiset lajit ja lajimäärät olivat alhaisempia. Kääpien lajimäärän merkitsevä korrelaatio lahoppuun tilavuuden ja erityisesti yli 20 cm paksujen runkojen tilavuuden kanssa kuvastaa yksinkertaista mutta tärkeää yhteisvaihtelua: mitä enemmän, paksumpaa ja monilajisempaa lahoppuuta, sitä enemmän, runsaammin ja vaateliamppia kääpälajeja. Lahoppuun määrä, lahoastejakauma, paksuus ja puulaji ovat aikaisempienkin tutkimusten perusteella tärkeimpiä kääpälaajiston monimuotoisuutta ilmentävistä rakennepiirteistä (Bader ym. 1995, Esseen ym. 1997, Niemelä ym. 1995). Erityisesti monet nykyään harvinaiset lajit ovat pitkälle erikoistuneita isäntäpuun, lahoasteen ja rungon paksuuden suhteen (Renvall & Niemelä 1994).

Muutamit lahosukcession loppupään lajit kasvavat vain sellaisella puulla, jonka jokin muu kääpälaaji (edeltäjälaaji) on ensin lahottanut sopivaksi. Yleisiä edeltäjälajeja ovat mm. taulakääpä, kantokääpä, haavankääpä ja kynsikäävät. Edeltäjien itöemät ovat useimmiten helposti havaittavia: ne ovat isoja ja monivuotisia tai niitä on runsaasti. Näytealan kääpäisyttä kuvaava muuttuja mittaa erityisesti

näiden maastossa helposti havaittavien lajien runsautta. Kääpäisyyden ja kääpä-lajien määrän ja harvinaisuuden välinen positiivinen korrelaatio voi johtua auto-korrelaatiosta lahopuun määrän kanssa (paljon lahopuuta, useita kääpälajeja, runsaasti itiöemiä), mutta se kuvastaa myös seuraajalajeille soveliaan kasvualustan muodostumista. Niemelä ym. (1995) havaitsivat, että seuraajalajit ovat usein pieniä, yksivuotisia ja kirkasvärisiä (esim. punakääpä). Melkein kaikki seuraajalajit ovat uhanalaisia. Edeltäjälajien itiöemien runsautta voidaan siksi pitää seuraajalajien monipuolisuuden yhtenä indikaattorina. Edeltäjälajien harvinaistuminen johtaa helposti seuraajalajien populaation tuhoutumiseen pitkällä aikavälillä (Renvall & Niemelä 1994, Niemelä ym. 1995, Renvall 1995). Edeltäjälajien runsautta voidaan siten pitää myös yhtenä harvinaisemman lajiston monipuolisuuden ilmentäjänä.

Lahosukcession keskivaiheen puulla tavattiin eniten lajeja. Samaan tulokseen on päädytty monissa aikaisemmissakin tutkimuksissa (mm. Renvall & Niemelä 1994, Bader ym. 1995). Lahoasteeltaan vaihtelevan puun esiintyminen on tärkeää, koska puun sienilajisto muuttuu lahon edetessä. Ensimmäinen lahottaja vaikuttaa mm. Renvall & Niemelän (1994) mukaan ratkaisevasti lajiston kehittymiseen. Pystyyyn lahoavalla puulla pioneerilajisto on erilainen kuin myrskyn kaatamalla terveillä puilla, joiden lahoaminen alkaa vasta maassa. Kelot lahoavat hitaasti, mutta niilläkin oma sienilajistonsa. Lahottajasienten määrä kasvaa lahon edetessä ja on runsaimmillaan kun puu on puoli- tai läpilahoa (Renvall & Niemelä 1994, Renvall 1995). Kääpien lajimäärän ja harvinaisuuden positiivinen korrelaatio lahosukcession keski- ja loppuvaiheen maapuun määrän kanssa (taulukot 12.8–12.11) on siten yhtenevä aikaisempiin tuloksiin verrattuna. Monet lahoamisen päävaiheen ja loppuvaiheen lajit ovat kärsineet metsätaloudesta, koska talousmetsissä on järeitä läpilahoja maapuita vähän jäljellä. Erityisesti sukcession loppupäähän lajit ovat harvinaistuneet (Renvall & Niemelä 1994).

Kuhmon vanhan metsän laikkujen nykyään monipuolisen kääpälaajiston säilymisestä pitkällä aikajänteellä ei ole varmuutta. Sopivien elinympäristöjen jakaantumista entistä pienempiin ja toisista kauempana sijaitseviin laikkuihin pidetään erityisesti vanhan metsän kääpälaajien uhanalaistumisen keskeisenä syynä. Pienialaisissa vanhan metsän laikuissa elävät pienet populaatiot häviävät helposti ja harvalukuisten lajien palaaminen niihin uudestaan kaukana sijaitsevista sopivista elinympäristölaikuista on epätodennäköistä. Erityisesti Etelä-Suomessa aarniometsät ovat hyvin pienialaisia ja kaukana toisistaan, mikä todennäköisesti vaikeuttaa pitkälle lahonneeseen puuainekseen erikoistuneiden kääpälaajien leviämistä.

Kääpälaajien leviämisbiologiasta on vain vähän empiiriseen tutkimukseen perustuvaa tietoa (Kallio 1970). Vaikuttaa kuitenkin siltä, että lähileviäminen on vanhan metsän kääväkkäille tärkeää (Siitonen ym. 1999, Reijo Penttilä, henk.koht. tiedonanto 1998). Vaikka itiöt lentävät tuulen mukana kilometrien päähän, vain osa niistä säilyy lisääntymiskykyisinä. Toisaalta myös kahden itämiskykyisen itiön osuminen samalle sopivalle kasvualustalle, itäminen, rihmastojen yhtyminen ja uuden itiöemän syntyminen on sitä epätodennäköisempää, mitä harvemmassa itiöemiä ja sopivia kasvualustoja on.

Kuhmon vanhojen metsien kääpälajiston rikkaus johtuu lahoppuujatkumon ohella vanhojen kuusimetsien pysyvästi melko kosteasta pienilmastosta. Monet nykyään harvinaiset vanhan metsän indikaattorilajit ovat sopeutuneet kosteaan ja melko vakaaseen pienilmastoon ja ovat ilmeisesti herkkiä pienilmaston kuivumiselle metsän reunassa (Esseen ym. 1997). Vanhojen sulkeutuneiden kuusivaltaisten metsien pirstoutuminen vaikuttaa siten monille indikaattorilajeille soveliaan pienilmastoltaan kostean ydinalueen pinta-alaan. Esimerkiksi Kuhmossa vuonna 1997 tehtyjen tutkimusten perusteella pienilmasto voi muuttua noin 2–3 kertaa latvuserroksen korkeuden päähän metsän sisään uudistushakkuun reunasta (ks. mm. Tolvanen 1997). Elävien kuusten tilavuus, metsän tiheys sekä metsien koko ja muoto (reunavyöhykkeen ja ydinalueen osuus) voivat siten välillisesti toimia pienilmaston kosteuden indikaattorina.

Lohikosken muutamien kesällä 1993 hakattujen näytealojen lajisto heijastaa hakkuuta edeltänyttä tilannetta. Vaikka maapuuta on näillä aloilla vielä nykyisellään runsaasti, uutta järeää lahoppuuta ei synny lisää, jolloin lahoppuujatkumo katkeaa. Pienilmaston kuivuminen ja valon määrän lisääntyminen vaikuttavat uusien yksilöiden syntyymiseen. Pienilmaston kuivumisen vuoksi uudistushakkuille jätetyt puuryhmät eivät todennäköisesti kelpaa kaikkien vanhan metsän lajien elinympäristöksi, vaikka niissä olisikin laadultaan oikeanlaista lahoppuuta. Metsän kasvaessa jättopuuryhmän ympärillä pienilmaston erot kuitenkin tasaantuvat, joten pitkällä aikajänteellä jättopuut voivat toimia vaatelioidenkin lajien elinympäristönä. Jos lajit ehtivät hävitä ennen kuin elinolot ovat niille jälleen suotuisia, on niiden palaaminen takaisin kuitenkin epätodennäköistä.

Lähteet

- Bader, P., Jansson, S. & Jonsson, B. G. 1995: Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests. – *Biological conservation* 72:355–362.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997: Boreal forests. – *Ecological bulletins* 46:16–47.
- Kallio, T. 1970: Aerial distribution of Root-Rot Fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. – *Acta Forestalia Fennica* 107. 55s.
- Kotiranta, H. & Niemelä, T. 1996: Uhanalaiset käävät Suomessa. – *Ympäristöopas* 10. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 184 s.
- Niemelä, T. 1994: Suomen kääpien määrittäminen. – *Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita* 138. 131 s.
- , Renvall, P. & Penttilä, R. 1995: Interactions of fungi at late stages of wood decomposition. – *Annales Botanicum Fennici* 32:141–152.

- Penttilä, R. 1994. Kainuun vanhojen metsien kääpäälajisto. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 35. 60 s.
- 1995: Käävät. – Teoksessa: Raivio, S. (toim.), Talousmetsien luonnonsuojelu-yhteistutkimushankkeen väliraportti:64–73. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 43.
- Renvall, P. 1995: Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. – *Karstenia* 35:1–51.
- & Niemelä, T. 1994: Lahoamistavat – sienilajiston monimuotoisuutta kaatuneissa puunrungoissa. – *Luonnontutkija* 5:186–193.
- Siitonen, J. 1994: Lahopuu ja lahottajasienet kovakuoriaisten elinympäristönä. – *Luonnontutkija* 5:180–185.
- Siitonen, P., Penttilä, R., Korhonen, K., Kannelsuo, S., Kurkela, T., Rantakrans, E., Pesonen, R., Miquel, J. & Tuokkola, Y. 1999: Gone with the wind. Spore dispersal study for landscape ecological forest planning. – *Vaisala news* 149:19–20.
- Tolvanen, P. 1997: Luonnontilainen metsän ja suon reuna – tutkimus reunavyöhykkeen leveydestä ja kasvillisuudesta. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 84. 74 s.
- Økland, B., Bakke, A., Hågvar, S. & Kvamme, T. 1996: What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaped study from a spruce forest in southern Norway. – *Biodiversity and conservation* 5:75–100.

8 MAAKIITÄJÄISET

Harri Tukia

8.1 Johdanto

Maakiitäjäiset (*Carabidae*) ovat hämähäkkien ja muurahaisten lisäksi runsaslukuisimpia havumetsissä saalistavia petoniveljalkaisia. Heimon lajimäärä on suurin etelässä ja se vähenee pohjoista kohti siten, että monia Etelä-Suomessa tyypillisiä metsälajeja ei havaita enää Oulujärven pohjoispuolella (Tukia 1994). Suomesta on tavattu 286 maakiitäjäislajia (Rassi 1993), joista 20–30 % on yksinomaan havumetsissä tavattavia lajeja. Eteläsuomalaisissa metsissä on arvioitu elävän 50–60 lajia (Niemelä ym. 1988). Puustoisilla elinympäristöillä tavataan tämän kovakuoriaisheimon kookkaampia lajeja (koko 5–30 mm), kun taas avomaiden lajit ovat keskimääräisesti pienempiä. Maakiitäjäisten elämänsykliin kuuluu pitkäikäinen metsän pintakarikkeessa elävä toukkavaihe. Toukkavaiheen (vaiheiden) kesto kasvaa lajin suurentuessa ja pohjoista kohden siirryttäessä, jopa saman lajin si-

sällä (Lindroth 1985). Kooltaan pienen lajin yksilöitä saattaa asustaa jopa satoja yksilöitä neliometrillä, kun taas suurempien lajien tiheydet ovat hyvin alhaisia. Niemelän (1988) mukaan tavallisella suomalaisella metsämaalla olisi keskimäärin 1–3 maakiitäjäistä/neliometri. Suuri osa metsien maakiitäjäisistä on väriltään tummia tai kokomustia yöaktiivisia lajeja.

Maakiitäjäiset ovat yleispetoja, jotka käyttävät ravinnokseen monipuolisesti kaikkea maanpinnalla ja pintakarikkeessa liikkuvaa saalista mm. muita kovakuoriaisia toukkia, nilviäisiä ja hyppyhäntäisiä (Thiele 1977, Lindroth 1985, 1986). Siemen- ja harvekiitäjäisten suvuissa (*Amara*, *Harpalus*) on useita lajeja, jotka ovat erikoistuneet siemenravinnon käyttöön. Metsien laikuttainen monipuolisuus elinympäristönä (erilaiset puustorakenteet, puuston ikäluokat ja kasvillisuuden rehevyyden vaihtelu, viljelyalueiden läheisyys) lisäävät ryhmän lajimääriä. Avomaiden lajeja tavataan säännöllisesti vähälukuisina varsinkin nuoremmista, avoimemmista metsistä.

Laajaan elinympäristökirjoon sekä varsin vaihteleviin ravintokohteisiin erikoistuneena maakiitäjäislajeja tavataan lähes kaikista metsäympäristöistä. Metsien kosteus ja rehevyys ovat hyviä lajityypillisiä maakiitäjäisten esiintymistä kuvaavia ympäristömuuttujia. Petoniveljalkaisryhmien keskinäiset suhteet vaikuttavat niiden esiintymiseen siten, että vanhemmissa havumetsissä, joissa on suuria muurahaiskekoyhdyskuntia, ei juuri tavata maakiitäjäisiä eikä juuri hämähäkkejäkään. Metsien lisääntynyt varjoisuus ja pienilmaston kosteus (lehtipuuvaltaiset metsät, lehdot) suosii taas enemmän maakiitäjäisiä. Hämähäkit ovat runsaampia valoisissa avoimissa metsissä.

Alueellinen metsärakenteen nuorentuminen esim. hakkuiden seurauksena saattaa kasvattaa hetkellisesti ja paikallisesti metsistä tavattavien maakiitäjäislajien lukumäärää. Lajimäärän kasvu on todennäköisesti seurausta voimakkaasta kolonisaatiosta ympäristön avomailta ja pelloilta. Varttuneiden metsien yleislajit ovat ilmeisesti varsin hyvin sopeutuneet päätehakkuiden aiheuttamaan elinympäristökirjon jatkuvaan muuttumiseen (Niemelä ym. 1994b). Avomaavaiheen omailemainen sukkessiolajisto viiptyy hakkuilla 10–20 vuotta toimenpiteen jälkeen (Tukia, julkaisematon).

Metsäympäristöjen peruslajisto on yleensä varsin helposti ennustettavissa alueen puustorakennetta ja yleistä metsien rehevyyttä ja niiden ikärakennetta tarkastelemalla. Metsien yleislajit esiintyvät Etelä-Suomessa lähes kaikenlaisissa metsissä talousmetsistä aina ikimetsiin saakka. Kosteisiin painanteisiin ja korpiin erikoistuneita lajeja (mm. kurekiitäjäissuvut *Agonum* ja *Platynus*) tapaa ainoastaan kosteiden suopainanteiden (korvet) tai avosoiden reunamilta. Ihmisen läheisyys suosii selkeästi joitakin maakiitäjäislajeja, jotka ovat Etelä-Suomessa runsaita sekä metsissä että niiden lähistöllä avo- ja viljelysmailla. Tällaisia lajeja ovat mm. aitosysikiitäjäinen (*Pterostichus melanarius*), piilokiitäjäislaji (*Patrobis atrorufus*) sekä kalvekätkökiitäjäinen (*Trechus secalis*). Tyypillisiä avomaiden sukuja ovat hyrräkiitäjäiset *Bembidion*, siemenkiitäjäiset *Amara* ja harvekiitäjäiset *Harpalus*.

8.2 Pyyntimenetelmät

Maakiitäjäisnäytteet kerättiin kuoppapyydydysmenetelmällä (Southwood 1978). Maahan upotettiin kairaamalla pieniä muovipurkkeja (tilavuus 170 mm, suun halkaisija 69 mm), joihin maan pinnalla liikkuvat kovakuoriaiset putoavat. Purkin pohjalle kaadettiin noin kolmannes 20 % vesi-etyleeniglykoliliuosta estämään näytteiden pilaantumisen. Menetelmä on yksinkertaisena ja varsin vertailukelpoista aineistoa tuottavana yleistynyt erityisesti ekologisissa tutkimuksissa ja selkärangattoman faunan perusselvityksissä (esim. Niemelä ym. 1988, Halme & Niemelä 1993, Rutanen 1994, 1995). Maakiitäjäisten lajinmääritys (varsinkin metsälajiston) on lisäksi kohtalaisen vaivatonta kokeneelle määrittäjälle.

Passiivisesti käytettävien hyönteispyyntien mm. kuoppapyyntien suurimpia menetelmällisiä ongelmia ovat yksilöiden ja lajienvälisen liikkumisaktiivisuuden vaihtelu mm. ravintotilanteesta ja säätilasta johtuen. Maakiitäjäisten suuri kokovaihtelu ja erilaiset elämänkiertostrategiat saattavat haitata paikallisten näytteiden tulosten tulkintaa. Eteläsuomalaisista havumetsistä on kuoppapyydydysmenetelmällä kerätyissä aineistoissa tavattu yleensä 20–35 lajia/vuosi (Niemelä ym. 1988, 1994a).

Kuoppapyydyksiä oli kussakin pyyntipisteessä yhdeksän. Pyydykset oli sijoitettu kolmeen kolmen purkin kolmioon. Kukin pyydys oli suojattu muovisella sadekatoksella. Pyydykset laitettiin pyyntiin 31.5–2.6 ja ne tyhjennettiin kesän aikana kahdeksan kertaa (noin kahden viikon välein). Pyydykset poistettiin maastosta 21.–22.9. 1994.

Vaikka pyydysten määrä kussakin pyyntipisteessä (9) on varsin pieni, oletan tällä määrällä saatavan riittävän selkeän kuvan lajiston rakenteesta ja runsaimpien lajien lukusuhteista. Vähälukuisten lajien osuus jää luonnollisesti myös satunnaisista syistä johtuen pieneksi. Näytekoon kasvattaminen pyyntipanostusta (pyydysten määrä/pyyntipiste) lisäämällä olisi tuottanut lisää satunnaisia lajeja näytealojen lajikoosteisiin.

8.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

8.3.1 Tutkimusalueet maakiitäjäisten elinympäristöinä

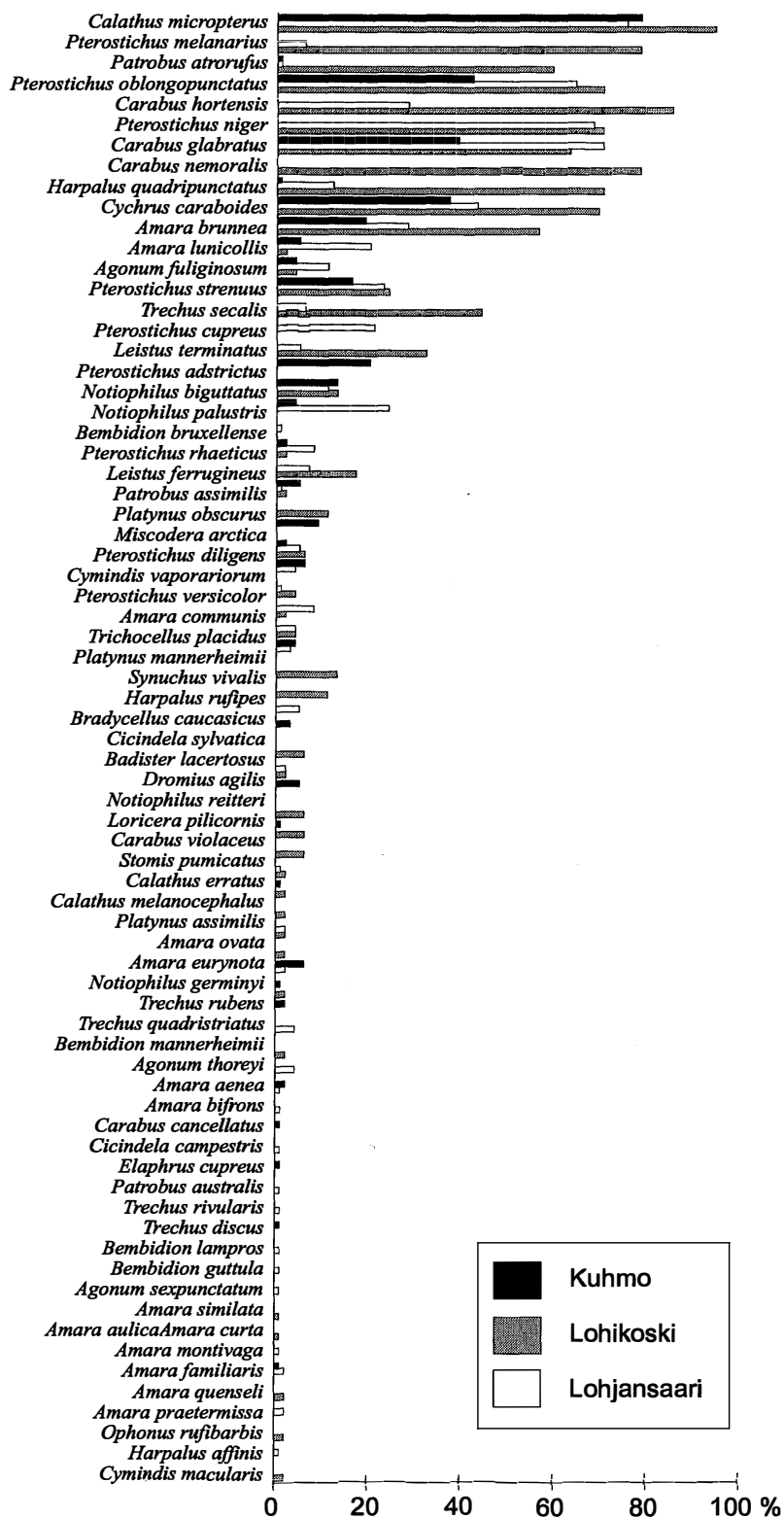
Tutkimuksen pyyntialueet ovat maakiitäjäisille elinympäristörakenteeltaan hyvin erilaisia. Kuhmon tutkimusalue on pääosaltaan luonnontilaista metsäaluetta, jossa ainoastaan rajoitettu metsätalous (hakkuut yms.) on monipuolistanut metsien ikärakennetta. Alueella on myös vanhempia metsiä, eikä vakituista peltoviljelyä ole harjoitettu tutkimusalueilla tai niiden välittömässä läheisyydessä. Lohikoskella pyyntialueen läheisyydessä on ollut aikaisemmin pienempiä maanviljelyalueita, joiden lajistoa löytyy vähälukuisena alueelta. Alueen metsät ovat varsin reheviä, mutta niiden maakiitäjäislajisto edustaa selvästi yhtenäisen havumetsäalueen faunaa. Lohjansaari on sen sijaan vanhaa peltoviljely- ja metsälaidunnusalueita, jossa intensiivinen metsä- ja maatalous näkyy metsien kulttuu-

rivaikutuksen lisääntymisenä. Muutenkin tutkimuksen muihin alueisiin verrattuna Lohjansaaren elinympäristökirjo on huomattavasti laajempi ja sisältää erityisesti rehevempiä elinympäristöjä. Alueen maakiitäjäislajistossa pitäisi näkyä, että lähistöllä on viljelyksessä olevia peltoja ja että varsinaiset vanhempaa ”luonnontilaisempaa” havumetsää vaativat lajit puuttuvat saaren maakiitäjäislajistosta.

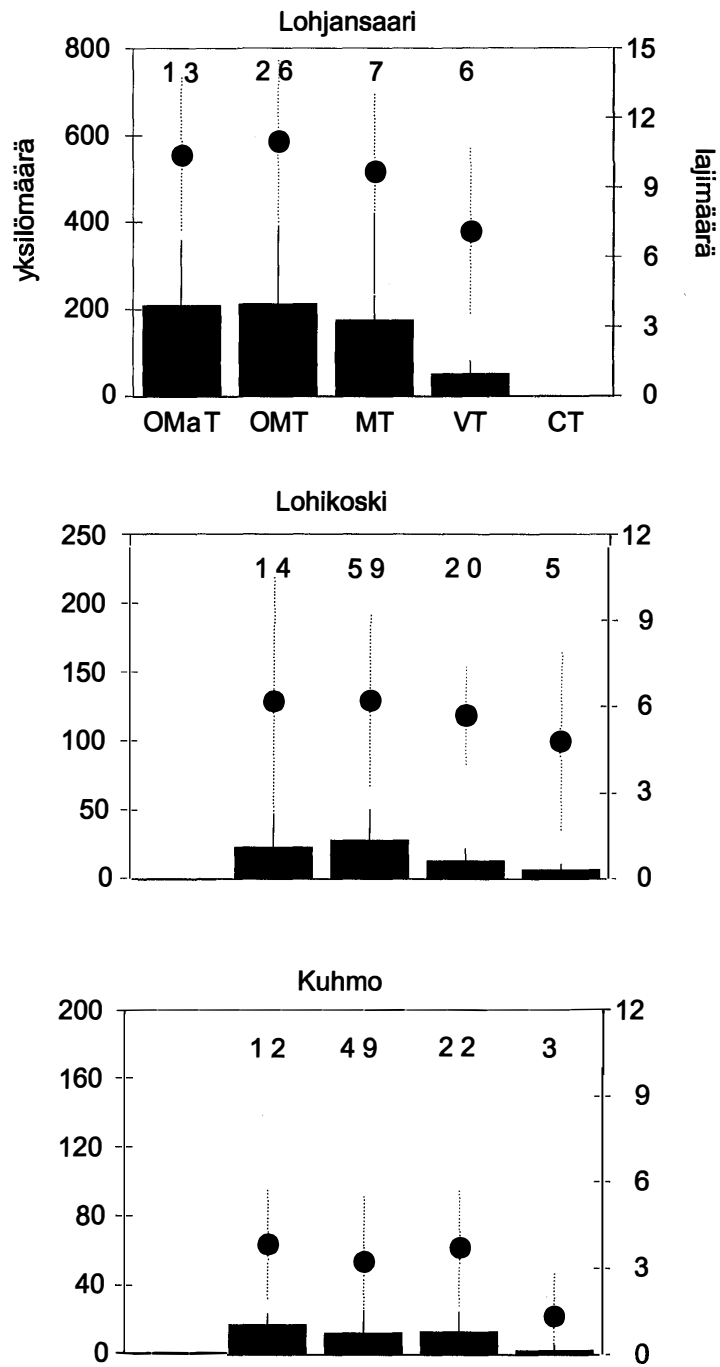
8.3.2 Maakiitäjäisnäytteiden yleispiirteet

Kuoppapyydyksillä saatiin lähes samanlaisella pyyntipanostuksella Kuhmosta 1 237 ja Lohikoskelta 2 349 yksilöä. Lohjansaaren näyte oli näihin verrattuna moninkertainen (9 569 yks.), vaikka pyyntipanostus oli vain noin puolet edellisistä. Lajimäärältään Lohjansaari oli korkein (50 lajia). Lohikosken näytteessä oli lähes yhtä paljon lajeja (45), kun taas pohjoisin tutkimusalue Kuhmo oli lajimäärältään selvästi pienin (31 lajia). Tässä tutkimuksessa havaittu laji- ja yksilömäärien lasku pohjoista kohti oli odotettua aikaisempien metsätutkimusten pohjalta (mm. Muona & Viramo 1986, Niemelä ym. 1994a).

Aineiston kahdeksan runsainta lajia olivat metsäkampakiitäjäinen (*Calathus micropterus*; yhteensä 4 230 yksilöä), aitosysikiitäjäinen (*Pterostichus melanarius*; 1 866), piilokiitäjäislaji (*Patrobus atrorufus*; 1 380), kaarnasysikiitäjäinen (*Pterostichus oblongopunctatus*; 921), puistokiitäjäinen (*Carabus hortensis*; 860), isosysikiitäjäinen (*Pterostichus niger*; 834), korpikiitäjäinen (*Carabus glabratus*; 614) sekä lehtokiitäjäinen (*Carabus nemoralis*; 602 yksilöä). Näistä lajeista olivat lukumäärältään runsaita ainoastaan Lohjansaareissa puisto- ja lehtokiitäjäinen, aitosysikiitäjäinen sekä piilokiitäjäislaji *Patrobus atrorufus*. Tutkimusalueiden laji- ja yksilömäärä on esitetty taulukossa 8.1. Metsien muiden yleislajien esiintyminen oli varsin tasainen ja lajien prosentuaaliset esiintymisfrekvenssit hyvin samankaltaisia (kuva 8.1). Yhdeltä näytealalta saatiin Kuhmossa keskimäärin 3 maakiitäjäislajia vastaavien lukujen ollessa Lohikoskella 6 ja Lohjansaareissa 9 (kuva 8.2).



Kuva 8.1. Maakiitäjäisten prosentuaalinen esiintymisfrekvenssi Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren näytealoilla.



Kuva 8.2. Maakiitäjäisten laji- (oikea akseli, pylväät) ja yksilömäärien (vasen akseli, pallot) keskimääräinen vaihtelu ja keskihajonta tärkeimmissä metsäkasvillisuustyypeissä. Luku kuvan yläreunassa on näytealojen lukumäärä/kasvillisuustyyppi. Huomaa kuvien asteikkojen erilaisuus.

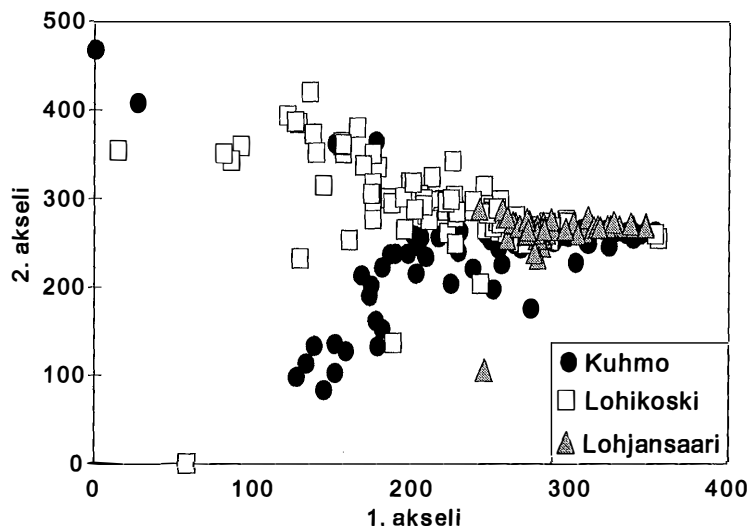
Näytealojen yksilö- ja lajimäärien vaihtelu eri metsäkasvillisuustyypeissä ja kehitysluokissa oli suurta (kuvat 8.2 ja 12.2), mutta suuri pyyntipanostus (taulukko 8.1) antaa mielestäni riittävän selkeän kuvan lajiston yleisestä rakenteesta. Kuhmon ja Lohikosken maakiitäjäisnäytteet muistuttivat pääpiirteiltään muita yhteisiltä metsäalueelta kerättyjä materiaaleja (mm. Niemelä ym. 1988, Niemelä ym. 1994a, Niemelä 1995).

Taulukko 8.1. Tutkimusalueiden laji- ja yksilömäärät sekä pyyntipanostus. Ensimmäinen luku tarkoittaa yksilömäärää. Suluissa on niiden näytealojen lukumäärä, joilla laji havaittiin.

Carabidae – maakiitäjaiset	Kuhmo	Lohikoski	Lohjansaari	Yhteensä
<i>Leistus terminatus</i> (Hellwig)	1 (1)	6 (5)	53 (17)	60
<i>Leistus ferrugineus</i> (L.)	0	7 (7)	10 (9)	17
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid)	5 (4)	30 (24)	0	35
<i>Notiophilus germinyi</i> Fauvel	6 (6)	2 (2)	0	8
<i>Notiophilus reitteri</i> Spaeth	5 (5)	0	0	5
<i>Notiophilus biguttatus</i> (F.)	16 (13)	12 (11)	8 (7)	36
<i>Loricera pilicornis</i> (F.)	0	0	3 (3)	3
<i>Carabus cancellatus</i> Ill.	0	1 (1)	0	1
<i>Carabus nemoralis</i> Müller	0	0	602 (42)	602
<i>Carabus hortensis</i> L.	0	90 (28)	770 (46)	860
<i>Carabus glabratus</i> (Payk.)	191 (37)	268 (70)	155 (34)	614
<i>Carabus violaceus</i> L.	1 (1)	0	3 (3)	4
<i>Cychrus caraboides</i> (L.)	79 (35)	89 (43)	177 (37)	345
<i>Cicindela sylvatica</i> L.	4 (3)	0	0	4
<i>Cicindela campestris</i> L.	2 (1)	0	0	2
<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmid	0	1 (1)	0	1
<i>Miscodera arctica</i> (Payk.)	19 (9)	0	0	19
<i>Patrobus australis</i> J.Sahlberg	1 (1)	0	0	1
<i>Patrobus assimilis</i> Chaud.	16 (5)	1 (1)	1 (1)	18
<i>Patrobus atrorufus</i> (Ström)	3 (3)	2 (1)	1 375 (32)	1 380
<i>Trechus secalis</i> (Payk.)	0	7 (6)	76 (24)	83
<i>Trechus rivularis</i> (Gyll.)	0	1 (1)	0	1
<i>Trechus rubens</i> (F.)	1 (1)	0	1 (1)	2
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schranck)	0	0	2 (1)	2
<i>Trechus discus</i> (F.)	0	1 (1)	0	1
<i>Bembidion lampros</i> (Hbst.)	1 (1)	0	0	1
<i>Bembidion bruxellense</i> Wesmaël	0	26 (1)	0	26
<i>Bembidion guttula</i> (F.)	0	1 (1)	0	1
<i>Bembidion mannerheimii</i> Sahlb.	0	0	2 (2)	2
<i>Stomis pumicatus</i> (Pz.)	0	0	2 (2)	2
<i>Pterostichus cupreus</i> (L.)	0	65 (21)	0	65
<i>Pterostichus versicolor</i> (Sturm)	0	1 (1)	9 (2)	10
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.)	194 (40)	364 (64)	363 (38)	921
<i>Pterostichus adstrictus</i> Eschscholtz	50 (19)	0	0	50
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller)	0	488 (68)	346 (38)	834
<i>Pterostichus melanarius</i> (Ill.)	0	30 (6)	1 833 (42)	1 866
<i>Pterostichus rhaeticus</i> Heer	2 (2)	16 (8)	4 (1)	22
<i>Pterostichus strenuus</i> (Pz.)	27 (15)	52 (23)	27 (13)	106
<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm)	2 (2)	7 (3)	6 (3)	15
<i>Pterostichus</i> sp.	0	0	1 (1)	1
<i>Calathus erratus</i> (Sahlb.)	0	2 (1)	1 (1)	3
<i>Calathus melanocephalus</i> (L.)	1 (1)	0	2 (1)	3
<i>Calathus micropterus</i> (Dft.)	473 (75)	405 (75)	3 246 (51)	4 230
<i>Synuchus vivalis</i> (Ill.)	0	0	6 (6)	6
<i>Platynus obscurus</i> (Hbst.)	0	0	17 (6)	15
<i>Platynus mannerheimii</i> (Dej.)	6 (4)	3 (3)	0	9
<i>Platynus assimilis</i> (Payk.)	0	0	3 (1)	3
<i>Agonum fuliginosum</i> (Pz.)	12 (4)	102 (11)	2 (2)	116
<i>Agonum thoreyi</i> Dej.	0	0	2 (1)	2

Carabidae – maakiitäjät	Kuhmo	Lohikoski	Lohjansaari	Yhteensä
<i>Agonum sexpunctatum</i> (L.)	0	1 (1)	0	1
<i>Amara similata</i> (Gyll.)	0	1 (1)	0	1
<i>Amara ovata</i> (F.)	0	2 (2)	1 (1)	3
<i>Amara montivaga</i> Sturm	0	1 (1)	0	1
<i>Amara communis</i> (Pz.)	0	9 (8)	1 (1)	10
<i>Amara lunicollis</i> Schiødt	8 (5)	151 (20)	1 (1)	160
<i>Amara curta</i> Dejean	0	0	5 (1)	5
<i>Amara aenea</i> (Deg.)	0	0	2 (2)	2
<i>Amara eurynota</i> (Pz.)	0	0	3 (1)	3
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid)	1 (1)	1 (1)	0	2
<i>Amara quenseli</i> (Schönherr)	0	0	1 (1)	1
<i>Amara bifrons</i> (Gyll.)	2 (2)	1 (1)	0	3
<i>Amara praeternissa</i> (Sahlb.)	0	2 (2)	0	2
<i>Amara brunnea</i> (Gyll.)	82 (18)	44 (28)	86 (30)	212
<i>Amara aulica</i> (Pz.)	0	0	1 (1)	1
<i>Amara</i> sp.	18 (9)	0	10 (4)	28
<i>Badister lacertosus</i> Sturm	0	0	4 (3)	4
<i>Ophonus rufibarbis</i> (F.)	0	0	1 (1)	1
<i>Harpalus rufipes</i> (Deg.)	0	0	7 (6)	7
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank)	0	1 (1)	0	1
<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	1 (1)	26 (12)	333 (38)	360
<i>Harpalus</i> sp.	0	0	2 (2)	2
<i>Bradycellus caucasicus</i> (Chaud.)	0	5 (5)	0	5
<i>Trichocellus placidus</i> (Gyll.)	0	9 (4)	2 (2)	11
<i>Dromius agilis</i> (F.)	0	3 (2)	2 (1)	5
<i>Cymindis macularis</i> Mannerheim	0	0	1 (1)	1
<i>Cymindis vaporariorum</i> (L.)	6 (6)	7 (4)	0	13
Yksilömäärä	1 237	2 344	9 571	13 152
Lajimäärä (lajilleen määritetyt)	31	45	50	73
Pyyntipanos (pvrk)	96 768	107 604	55 404	259 776
Pyyntialoja	96	98	52	246
Pyyntitehokkuus (yks/pyydysvrk)	0,01	0,02	0,17	
Laji tavattu vain yhdeltä tutkimusalueelta	7	13	20	

Kuhmosta tavattiin kuitenkin yleislevinneisyydeltään muutama pohjoinen laji, kuten peilikiitäjäislaji *Notiophilus reitteri* ja sekä Kuhmosta että Lohikoskelta kosteiden luonnontilaisten korpinotkojen specialistilaji liekokurekiitäjäinen (*Platynus mannerheimii*). Lohjansaaren metsien lajisto erottuu yhteisörakenteeltaan erilaisena (kuva 8.3), mutta sen lajisto on Etelä-Suomen maatalousalueille varsin tyypillistä. Kuoppapyyntien kolme runsainta lajia muodostavat 67 % koko saarelta kerätystä materiaalista. Nämä lajit ovat erityisen runsaita ihmisvaikutteisissa metsissä. Muutama laji muodostaa yleensä valtaosan kuoppapyydyksen menetelmällä metsistä kerättyissä aineistoissa (Niemelä ym. 1994a). Etelä-Suomen valtalajeista ainoastaan kaarnasysikiitäjäinen ei ollut aivan runsaimpien lajien joukossa, mikä oli yllättävää metsien rehevyyden huomioonottaen. Alueelta tavattiin runsaasti yleensä avomaita suosivia lajeja kuten siemen- kätkö-, ja harvekiitäjäisten sukujen (*Amara*, *Trechus*, *Harpalus*) lajeja.



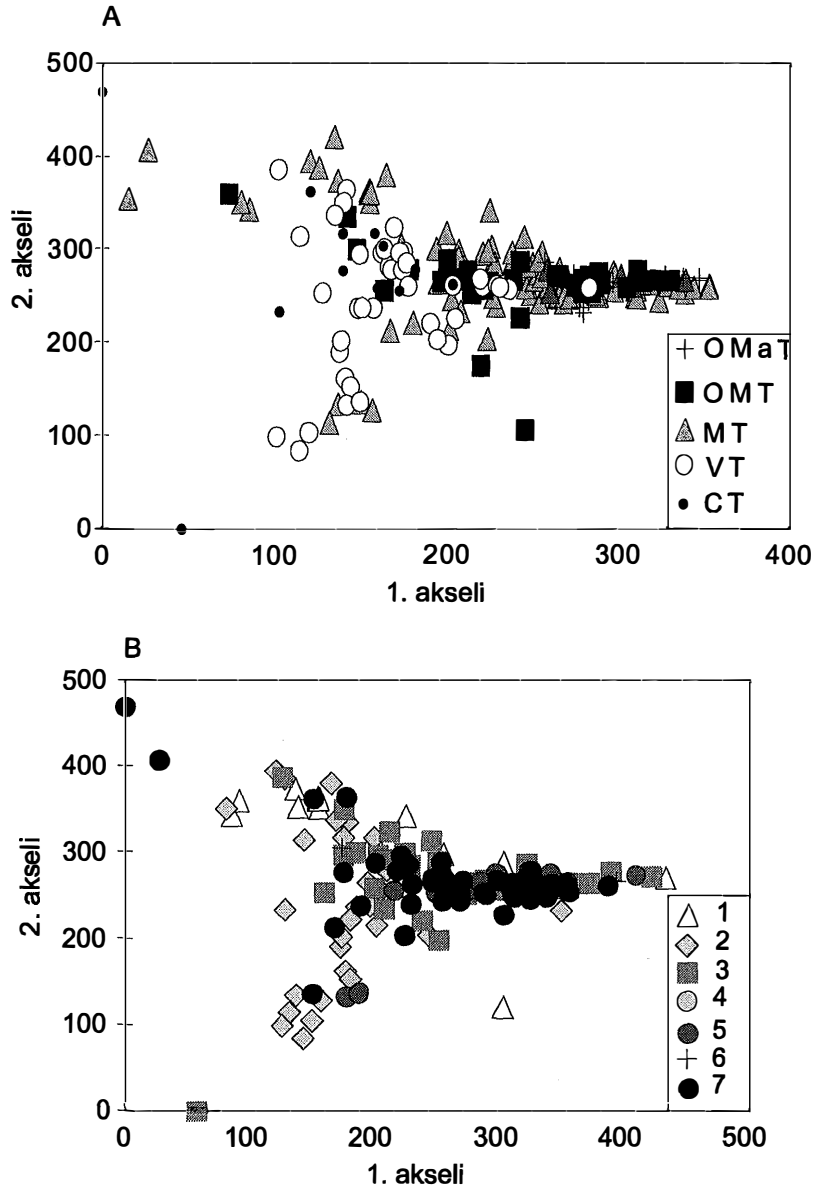
Kuva 8.3. Kolmen tutkimusalueen näytealojen (246) maakiitäjäisnäytteiden DCA-ordinaatio. Ensimmäisen akselin selitysarvo 0,59 ja toisen 0,46.

Kuvassa 8.4 on sijoitettu tutkimusalueiden näytealoilta kerättyjen maakiitäjäisnäytteiden ordinaatiokuvaan näytealojen metsien kasvupaikkatyypit sekä sen kehitysluokat. Kaikilla alueilla näytealan rehevyys lisäsi keskimäärin sekä yksilöettä lajimäärää. Varsinkin karuimmilta tyypeiltä (kaikki alueet) kerätyt maakiitäjäisnäytteet olivat hyvin pieniä. Metsien rehevyyden lisääntyminen muovasi lajikoosteita niille tyypilliseen suuntaan, mutta metsien kehitysluokka kuvasi huonosti lajiston vaihtelua (kuva 8.4).

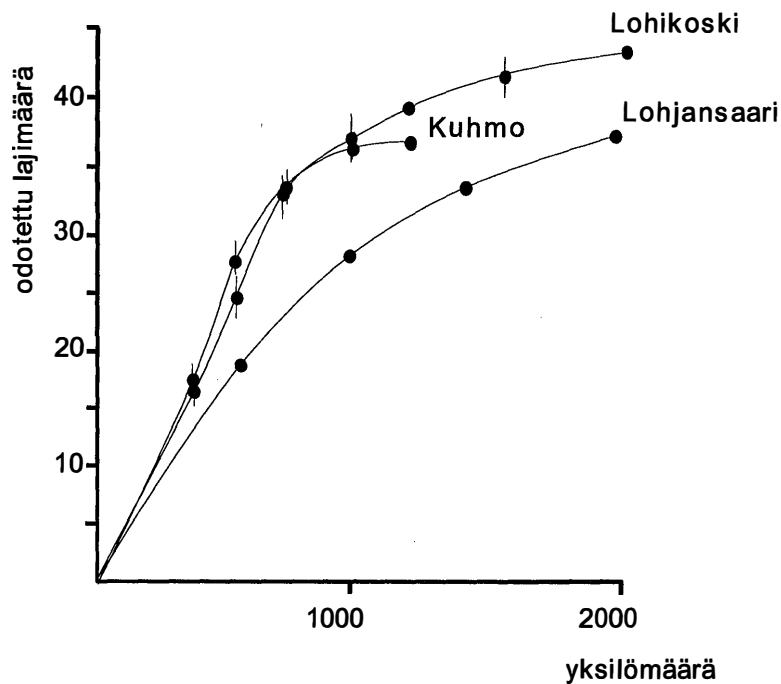
Kuvassa 8.5 on esitetty rarefaktio-menetelmällä (Simberloff 1978, Kouki & Haila 1985) vakioitu lajimäärä kolmella tutkimusalueella. Kuhmon odotettu lajimäärä tasaantuu noin 35 lajiin jo noin 1 000 yksilön näytteessä muiden alueiden lajimäärän vielä noustessa selvästi. Kuhmon maksimilajimäärä on ilmeisesti saavutettu käytetyllä pyydysmäärällä eli uusia lajeja ei juurikaan enää löytyisi, vaikka näytteitä olisi enemmän. Lohjansaarella samaa otoskokoä käyttäen täytyi kerätä huomattavasti suurempi näyte saman lajimäärän saamiseksi. Lohjansaaren rarefaktiokäyrä jatkaa loivaa nousua 50 lajiin ja 9 571 yksilöön saakka. Yksilöitä saatiin Lohjansaassa miltei kahdeksan kertaa enemmän kuin Kuhmossa ja neljä kertaa enemmän kuin Lohikoskella, vaikka pyydyksiä oli Lohjansaassa miltei puolet vähemmän kuin muilla alueilla. Yleisimpään lajiin kuului Lohjansaassa 34 %, Lohikoskella 21 % ja Kuhmossa 38 % pyydetyistä maakiitäjäisistä. Lohikoskella ja Kuhmossa näytteiden odotettu lajimäärä oli rarefaktiotarkastelussa hyvin samankaltainen 1 000 yksilöön saakka.

Lohjansaaren lajimäärän suuruus kuvaa alueen kaikenpuolista rehevyyttä ja pieni-irteisyyttä sekä ihmisen vaikutusta myös metsälajistossa. Vähälukuisten lajien osuus on varsin suuri ja valtaosa tästä lajistosta esiintyy olettavasti runsaampana saaren pelloilla ja avomailla. Metsistä niitä tapaa kuitenkin vain satunnaisesti pyyntipisteen sijainnista riippuen. Kuvassa 8.2 on esitetty kolmen tutkimusalueen keskimääräiset maakiitäjäisten laji- ja yksilömäärät metsäkasvillisuustyypeittäin tarkasteltuna. Rehevyys lisäsi saadun näytteen yksilömäärää sekä

lajimääriä. Karuimmilla kankailla (tyypit VT ja CT) maakiitäjäisten yksilömäärät ovat hyvinkin pieniä. Varsinkin Lohjansaaren näytteiden laji- ja yksilömäärät ovat muihin Etelä-Suomessa tehtyihin kuoppapyydysmenetelmällä tehtyihin hyönteispyynteihin verrattuna paljon korkeampia (Niemelä ym. 1988, 1994a, Halme & Niemelä 1993). Monipuolinen metsien rakenne ja rehevyys sekä pieni-piirteisyys lienevät selityksenä tähän. Metsän kehitysluokalla ei ollut sen sijaan havaittavaa vaikutusta laji- ja yksilömääriin (kuva 12.2).



Kuva 8.4. Näytealojen metsätyyppi (ylempi kuva) ja puuston kehitysluokka (alempi kuva) näytealojen maakiitäjäisten DCA-ordinaatioon sijoitettuna. Ominaisarvot ovat samat kuin kuvassa 8.3. Kehitysluokkien koodit: 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = varttunut kasvatusmetsä/ uudistuskypsä metsä, 6 = suojuspuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä.



Kuva 8.5. Maakiitäjäisten odotetut lajimäärät kolmella tutkimusalueella. Pystyviivat kuvaavat ± 2 keskihajontaa.

8.3.3 Lajiston erityispiirteet

Faunistisesti mielenkiintoisimpia havaintoja voidaan pitää *Stomis pumicatus* -lajin löytymistä Lohjansaarelta. Laji on hyönteisfaunassamme varsin uusi tulokas (tavattiin ensi kerran 1945 Helsingissä, Lindroth 1985), joka on viime vuosikymmeninä levinnyt Etelä-Suomen maatalousalueilla mm. Lammilla pelloille ja niiden läheisyyteen rehevimmille metsäalueille (Kinnunen & Tukia 1994, Tukia ym. julkaisematon). Siemenkiitäjäislajien (*Amara*-suku) suuri lajimäärä metsissäkin antaa viitteitä siitä että Lohjansaaren kovakuoriaislajisto lienee hyvin monipuolinen. Toisaalta kosteista ja multavista notkoista tavattiin myös vähälukuisina lehdissä ja kosteissa rantametsissä tavattavia lajeja. Alueen lajistossa voi havaita useita levinneisyydeltään eteläisiä lajeja, joita ei juuri tavata metsissä eteläboreaalista vyöhykettä pohjoisempana. Tällainen on esimerkiksi siemenkiitäjäislaji *Amara curta*. Varsinaisia uhanalaisiksi luokiteltuja maakiitäjäislajeja ei tutkimuksessa tavattu.

Lähteet

- Halme, E. & Niemelä, J. 1993: Carabid beetles in fragments of coniferous forest. – *Annales Zoologici Fennici* 30:17–30.
- Kinnunen, H. & Tukia, H. 1995: Ten years of carabidology at Lammi Biological Station. – *Lammi Notes* 22:1–5.
- Kouki, J. & Haila, Y. 1985: Lajimäärä, näytekoko ja rarefaktio – lajimäärän vertailun ongelma. – *Luonnon Tutkija* 89:156–159.
- Lindroth, C.H. 1985: The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. – *Fauna Entomol. Scand.* 15(1):1–225.
- 1986: The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. – *Fauna Entomol. Scand.* 15(2):233–497.
- Muona, J. & Viramo, J. 1986: The Coleoptera of the Koillismaa area (Ks), North-East Finland. – *Oulanka Reports* 6:3–50.
- Niemelä, J. 1988: Taigan maakiitäjäiset. – *Suomen Luonto* 6: 28.
- 1995: Maakiitäjäiset. – Teoksessa: Raivio, S. (toim.), *Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen väliraportti:91–95. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 43.
- , Haila, Y., Halme, E., Lahti, T., Pajunen, T. & Punttila, P. 1988: The distribution of carabid beetles in fragments of old coniferous taiga and adjacent managed forest. – *Annales Zoologici Fennici* 25:107–119.
- , Tukia, H. & Halme, E. 1994: Patterns of carabid beetle diversity in Finnish mature taiga. – *Annales Zoologici Fennici* 31:123–129.
- , Spence, J. R., Langor, D., Haila, Y. & Tukia, H. 1994b: Logging and boreal ground beetle assemblages on two continents: implications for conservation. – Teoksessa: Gaston, K, Samways, M. & New, T. (eds), *Perspectives in insect conservation:29–50. Intercept Publications, Andover.*
- Rassi, P. (toim.) 1993: Suomen kovakuoriaisten (Coleoptera) frekvenssipisteet 1.1.1960–1.1.1990. – *Maailman Luonnon Säätiön (WWF) raportteja* 6. 136 s.
- Rutanen, I. 1994: Etelä-Suomen vanhojen metsien kovakuoriaiset I. – *Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisusarja – sarja A* 175. 83 s.
- 1995: Etelä-Suomen vanhojen metsien kovakuoriaiset II. – *Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisusarja - sarja A* 215. 76 s.

- Silfverberg, H. 1992: *Enumeratio Coleopterum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae*. – Helsingin hyönteisvaihtoyhdistys, Helsinki. 94 s.
- Simberloff, D. S. 1978: Use of rarefaction and related methods in ecology. – Teoksessa: Dickson, K. L., Garins, J. Jr., & Livingston, R. J. (eds), *Biological data in water pollution assessment: Quantitative and statistical analysis*: 150–165. American society for Testing and materials, STP 652.
- Southwood, J. R. E. 1978: *Ecological methods*. 2nd edition. – Chapman & Hall, London. 524 s.
- Thiele, H.-U. 1977: *Carabid beetles in their environments*. – Springer verlag. 369 s.
- Tukia, H. 1994: Talaskankaan-Sopenmäen maakiitäjäislajisto. – Teoksessa: Lindholm, T. & Airaksinen, O. (toim.), *Talaskankaan metsä- ja suoalueen luonnonsuojeluinventoinnit*: 91–96. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisusarja – sarja A 177.

9 MUUT KOVAKUORIAISET

Paula Siitonen, Ilpo Mannerkoski & Erkki Laurikainen

9.1 Johdanto

Kovakuoriaiset ovat lajimäärältään Suomen kolmanneksi suurin hyönteisryhmä. Vuonna 1999 tunnettuja lajeja oli 3 615 (Silfverberg 1996). Suomen kovakuoriaisista 332 lajia on arvioitu uhanalaisiksi, näistä 177 on metsissä eläviä lajeja (Uhanalaisten... 1992).

Suomen kovakuoriaislajisto, lajien levinneisyys ja biologia tunnetaan paremmin kuin minkään muun hyönteisryhmän perhosia lukuun ottamatta. Tästä huolimatta tiedot ovat todellisuudessa hyvin puutteellisia. Laajoja ikkuna- ja kuoppapyydysmateriaaleja on kerätty vasta viime vuosina ja vain harvoilta paikoilta (ks. mm. Biström & Väisänen 1988, Siitonen & Martikainen 1994, Siitonen 1995, Raivio & Mannerkoski 1997). Ne ovat lisäksi yleensä keskittyneet tiettyihin elinympäristöihin, ennen kaikkea vanhoihin metsiin.

Vaikka tarkkoja lukuja ei olekaan käytössä, voidaan varmasti sanoa että metsät ovat merkittävän kovakuoriaisten elinympäristö ja kovakuoriaisilla on huomattava osa metsäekosysteemien toiminnassa (Esseen ym. 1997). Merkittävä ryhmä ovat saproksyytit, jotka osallistuvat yhdessä sienten kanssa kuolevan ja kuolleen puun hajottamiseen. Tähän ryhmään kuuluu myös taloudellista vahinkoa aiheuttavia tuholaisia, varsinkin kaarnakuoriaisia ja eräitä kärsäkkäitä, jotka ovat runsastuneet metsätalouden seurauksena. Monet saproksyytit käyttävät sienirihmastoja ravintonaan (ks. mm. Siitonen 1994, Økland ym. 1996, Raivio & Mannerkoski 1997). Runsaasti kovakuoriaisia elää myös maaperässä, jossa ne eivät juurikaan osallistu varsinaiseen hajotukseen, vaan ovat petoja tai sienirihmaston

syöjiä. Lehtipuiden ja -pensaiden lehtiä syöviä kovakuoriaisia on myös runsaasti, sen sijaan havupuiden, varsinkin kuusen neulasia syöviä lajeja on hämmästyttävän vähän ja niiden ekologinen merkitys on vähäinen (ks. mm. Siitonen & Martinkainen 1994, Esseen ym. 1997).

9.2 Menetelmät ja aineisto

Kovakuoriaisnäytteet kerättiin käyttämällä kuoppa- ja ikkunapyydyksiä. Kullakin näytealalla oli kolmen pyydyksen ryhmissä yhdeksän kuoppapyydystä. Samoista pyydyksistä määritettiin maakiitäjäiset, kotilot ja hämähäkit. Kolmen pyydyksen ryhmä muodosti yhden näytteen. Kuoppapyydyksen menetelmä on kuvattu tarkemmin luvussa 8. Ikkunapyydyksessä koostui kahdesta ristikkäin asetetusta, läpinäkyvästä 40 x 60 cm:n pleksilevystä. Ristikon alapuolelle oli kiinnitetty suppilo ja keräysastia. Keräysastiassa oli säilöntäaineena noin 20 %:n vahvuista etyleeniglykoliliuosta, johon oli nesteen pintajännityksen poistamiseksi lisätty hiukan astianpesunestettä. Ikkunapyydykset pyydystävät kuoppapyydyksiä tehokkaammin lentäviä kovakuoriaisia ja esimerkiksi lahoppuella eläviä lajeja.

Ikkunapyydyksiä oli yhdellä näytealalla kolme, mutta taloudellisista syistä pyynti jouduttiin rajoittamaan vain 64:lle Kuhmon alalle. Ikkunapyydykset sijoitettiin riippumaan vapaasti kehikon varaan. Kaksi pyydystä sijoitettiin systemaattisesti näytealan keskipisteestä noin kahden metrin päähän itään ja länteen. Kolmas pyydys laitettiin subjektiivisesti valittuun näytealan "parhaaseen" kohtaan, lahoppuun tms. viereen.

Kuoppa- ja ikkunapyydykset asennettiin maastoon Lohikoskella 16.–19.5., Kuhmossa 30.5.–2.6. ja Lohjansaaressa 31.5.–2.6. Pyydykset tyhjennettiin kahden viikon välein ja otettiin pois maastosta 17.–18.9. Lohikoskella, 19.–20.9. Kuhmossa ja 21.–22.9. Lohjansaaressa. Aineistosta valtaosan määritteli Ilpo Mannerkoski. Erkki Laurikainen osallistui erityisesti ikkunapyydyksineistön määrittelyyn.

9.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

9.3.1 Laji- ja yksilömäärät

Kaikkiaan määritettiin 33 206 kovakuoriaisyksilöä. Kuoppapyydyksimateriaalia tutkittiin Kuhmossa viisi jaksoa kahdeksasta (jaksot I, II, IV, V ja VII). Kovakuoriaisia määritettiin Kuhmossa kaikkiaan 15 180 yksilöä ja määritettyjä lajeja oli 148. Lohikoskelta tutkittiin samoin viisi jaksoa (jaksot II, III, V, VI ja VIII) kaikkiaan yhdeksästä kuoppapyyntijaksosta. Ajallisesti jaksot vastasivat Kuhmosta tutkittuja. Yksilömäärä oli Lohikoskella huomattavasti pienempi kuin Kuhmossa (8 494 yksilöä), mutta määritettyjä lajeja oli enemmän, yhteensä 168. Lohjansaaressa kovakuoriaisnäytteitä ei ole vielä voitu määrittää.

Ikkunapyydyksiä oli vain Kuhmossa. Materiaalista määritettiin vain kaksi ensimmäistä jaksoa kahdeksasta. Niissä oli yhteensä 9 532 yksilöä ja 228 lajia. Lisäk-

si muu materiaali käytiin läpi pintapuolisesti ja pyrittiin määrittämään harvinaisuudet sekä saamaan ikkunapyynnin lajiluettelo mahdollisimman kattavaksi. Muusta materiaalista määritettiin yhteensä noin 200 yksilöä. Tämä tarkastelu toi luetteloon 94 lajia lisää, joten kokonaislajimäärä nousi 322:een.

Valtaosa kovakuoriaisista määritettiin lajilleen, lukuun ottamatta *Aleocharinae*-alaheimon lyhytsiipisiä (pääosin *Atheta* s.l.), joista huomattava osa jäi lajilleen määrittämättä. Joitakin yksilöitä näistä määritettiin satunnaisesti ja *Liogluta micans* systemaattisesti osasta materiaalia. Vaikeista sukuista *Malthodes*, *Cryptophagus*, *Atomaria* ja *Leiodes* kaikkia yksilöitä ei määritetty lajilleen. Pääosa määrittämättömistä on kuitenkin preparoitu ja mahdollista määrittää myöhemmin. *Dryocoetes* -lajit *autographus* ja *hectographus* ovat niin vaikeita erottaa, että niiden määrittämisä ei voi pitää luotettavina. Materiaalissa oli lisäksi jonkin verran niin rikokoutuneita yksilöitä, että määrittäminen oli jätettävä sukutasolle, koska lajien erottamiseen tarpeellisia tuntomerkkejä ei ollut jäljellä. Materiaalin todellinen kokonaislajimäärä lienee noin 350, kun ottaa huomioon määrittämättä jätetyt lyhytsiipiset, sekä pintapuolisessa tarkastelussa huomaamatta jääneet vaikeasti määrittävät lajit.

Kuhmon kuoppapyydysten yksilömääräisesti ylivoimaisesti runsain laji oli odotetusti kangasrosvovilistäjä (*Zyras humeralis*, yli 9 600 yksilöä), joka esiintyi 75 %:lla aloista. Yli puolella näytealoista esiintyivät myös haaskavaajakaslaji *Tachinus pallipes* (1 393 yksilöä; 71,9 % aloista), isokorvakärsäkäs (*Otiorhynchus nodosus*; 306; 67,7 %), liskokuntikaslaji *Quedius molochinus* (182 ; 67,7 %), kuuseniluri (*Hylastes cunicularius*; 804; 57,3 %), karheakorvakärsäkäs (*Otiorhynchus scaber*; 204; 57,3 %) ja aitoräpäkäslaji *Catops nigrita* (257; 54,2 %). Lajilleen määrittämättömiä *Aleocharinae*-yksilöitä tavattiin 78,1 %:lla aloista (501 yksilöä). Niiden lisäksi yhteensä 19 lajia tavattiin vähintään 20 prosentilla näytealoista. 62 lajia tavattiin vain yhdellä näytealalla ja 40 lajia kahdelta tai kolmelta alalta.

Runsaammin esiintyneistä lajeista merkittävää oli koloräpäkäslajin *Choleva lederrianan* (141 yksilöä, 38,5 % näytealoista) ja helyhaaskavaajakkaan (*Tachinus elegans*; 34; 16,7 %) runsaus. Jälkimmäinen laji oli ensimmäisessä uhanalaismietetinnössä luokiteltu silmällä pidettäväksi, mutta poistettiin uhanalaisluettelosta kun sen todettiin esiintyvän paljon oletettua useammassa vanhan metsän kohteissa. Tatti-vaajakas (*Lordithon exoletus*) on levinnyt Suomeen vasta viime vuosikymmeninä. Kuhmosta sitä löytyi kuusi yksilöä viideltä alalta. Sinitoukohärkä (*Meloe violaceus*) löytyi kahdelta alalta yhteensä neljä yksilöä. Muita harvinaisia lajeja olivat mm. keräpallokaslaji *Agathidium nigrinum*, vaajakaslaji *Mycetoporus maerkeli* ja pikkuvalekäpiäinen (*Tetratoma ancora*). Viimeksi mainittu on saproksyyllilaji, jonka joutuminen kuoppapydykseen on poikkeuksellista.

Lohikoskellakin runsain laji oli kangasrosvovilistäjä. Sitä tavattiin yhteensä 4 110 yksilöä, mutta vain 44,0 %:lla näytealoista. Kattavimmin esiintyi *Catops nigrita*, jota havaittiin 70 %:lla aloista (329 yksilöä). Muita yli puolella näytealoista tavattuja lajeja olivat metsäsittiäinen (*Geotrupes stercorosus*; 488 yksilöä; 67,0 %:lla aloista), *Otiorhynchus scaber* (283; 64,0 %), *Quedius molochinus* (118; 61,0 %), mää-

rittämättömät Aleocharinae-lajit (185; 59,0 %), pikkutukkikärsäkäs (*Hylobius pinastri*; 514; 56,0 %) ja vilistäjälaaji *Bolitochara pulchra* (211; 54,0 %). Näistä *G. stercoreosus* oli materiaalissa hämmästyttävän runsas. Kiiltomato (*Lampyris noctiluca*), josta ainoana lajina huomioitiin toukat, tavattiin 49,0 %:lla aloista yhteensä 139 yksilöä. 24 lajia tavattiin yli 20 %:lla aloista. Vain yhdellä alalla tavattuja lajeja oli 64, kahdella tai kolmella alalla tavattuja 40.

Runsaammin esiintyneistä lajeista mainittavia olivat multapallokaslaji *Leiodes obesa*, jota määritettiin 93 yksilöä, mutta tavattiin vain 15 alalta, kuningaslyhytsiipi (*Staphylinus erythropterus*; 49 yksilöä, 22 alalta) ja rosvovilistäjä (*Zyras cognatus*; 42; 18 alaa). Harvinaisia lajeja olivat mm. *Tritoma bipustulata*, *Thalycra fervida*, *Bolitobius castaneus*, *Ilyobates nigricollis*, kelomäihäinen (*Ipedia binotata*), *Lomechusa pubicollis*, idänräpärikäs (*Nargus velox*) ja liekojumi (*Stagetus borealis*).

Ikkunapyydysmateriaalissa oli runsaasti yleisiä kaarnakuoriaisia. Runsain oli kuusenniluri (4 093 yksilöä), seuraavina *Xylechinus pilosus* (817), *Dryocoetes autographus* (549), vaippaniluri (*Hylurgops palliatus*; 516) ja männynniluri (*Hylastes brunneus*; 274). Myös sepät olivat hyvin edustettuina: puikkoseppä (*Athous subfuscus*; 348), ruskoseppä (*Sericus brunneus*; 331), sarvisseppä (*Orithales serraticornis*; 325), pohjansseppä (*Eanus costulatus*; 120) ja sysiseppä (*Ampedus nigrinus*; 103). Huomattavaa oli myös lajien kuusenpikikärsäkäs (*Pissodes harcyniae*; 103) ja salasyöjälaaji *Cryptophagus lapponicus* (91) runsaus. Lajiston koostumukseen vaikutti se, että ikkunapydyksistä voitiin määrittää vain kaksi alkukesän jaksoa, jotka ajoittuivat kaarnakuoriaisten ja seppiä pääparveilu-aikaan. Vain yhdellä näytealalla tavattuja lajeja oli 112, kahdella tai kolmella alalla tavattuja 46.

Uhanalaisia lajeja tavattiin neljä: saloihrakuoriainen (*Dermestes palmi*) (Sh), murroskolva (*Pytho abieticola*; (St), orpohaaskavaajakas (*Tachinus basalis*) (Sh, yhteensä 3 yksilöä) ja pulskahelysieniäinen (*Triplax rufipes*) (St). Harvinaisia lajeja olivat mm. *Agathidium badius*, *Agathidium discoideum*, *Agathidium nigrinum*, kuoripimikkä (*Bius thoracicus*), pallovesikäslaji *Cercyon borealis*, närekätkä (*Lasconotus jelskii*), mairevilistäjä (*Lomechusa pubicollis*), liehavilistäjä (*Lomechusoides wellenii*), karvassieniäislaji *Mycetophagus fulvicollis*, *Mycetoporus maerkeli* ja mantukuntikaslaaji *Philonthus lederi*.

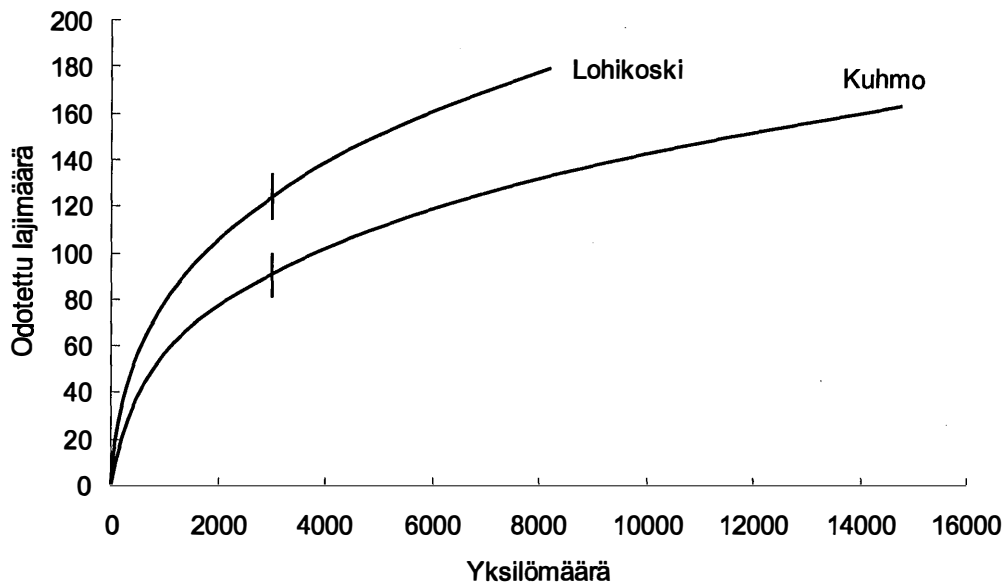
9.3.2 Metsän kehitysluokan vaikutus laji- ja yksilömääriin

Kovakuoriaisten laji- ja yksilömäärät vaihtelivat tutkimusalueilla ja eri kehitysluokkien metsissä huomattavasti (taulukko 9.1, kuva 12.2). Vaihtelu johtuu osittain siitä, että eri tyyppisiin metsiin osui eri määrä näytealoja. Näin erikokoisten näytteiden vertailu on vaikeaa, koska lajimäärä kasvaa yksilömäärän kasvaessa. Näytteiden vertailemiseksi tehtiin rarefaktioanalyysi, jossa lasketaan odotettu lajimäärä alkuperäistä yksilömäärää pienemmille näytteille. Rarefaktiokäyriä vertaamalla voidaan arvioida näytteiden lajimäärän ja runsauden eroja (Simberloff ym. 1978, Kouki & Haila 1985).

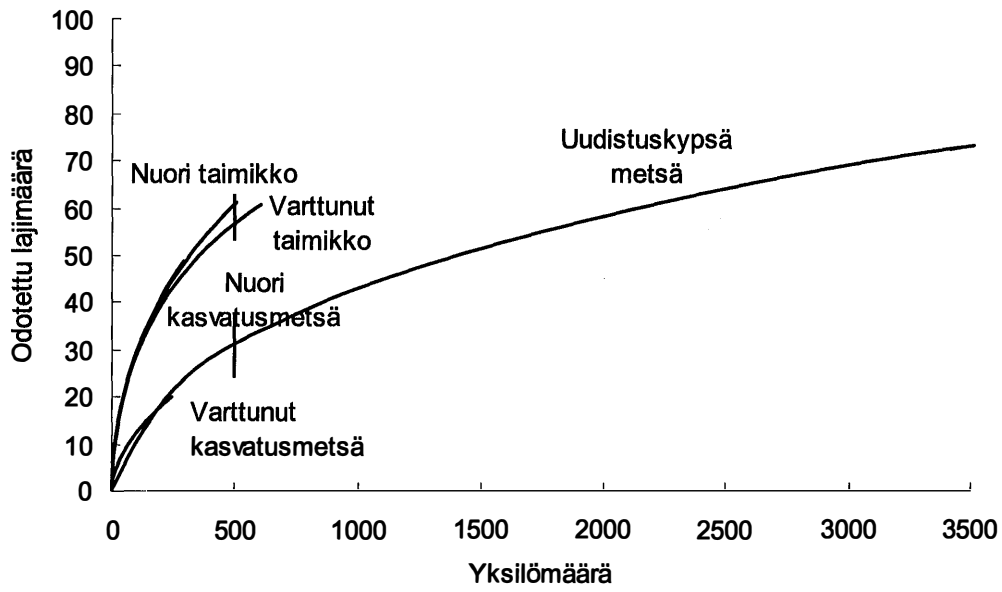
Taulukko 9.1. Kovakuoriaisten laji- ja yksilömäärät eri kehitysluokkien metsissä.

Kehitysluokka	Aukea	Nuori taimikko	Varttunut taimikko	Nuori kasvatusmetsä	Varttunut kasvatusmetsä	Suojuspuu-asento	Yli-ikäinen metsä	Yhteensä
Kuhmo yksilöitä	–	528	635	278	264	0	13 387	15 092
Kuhmo lajeja	–	62	62	48	21	0	125	164
Lohikoski yksilöitä	1 019	1 143	612	419	3296	35	1 933	8 457
Lohikoski lajeja	88	85	76	46	101	11	78	181

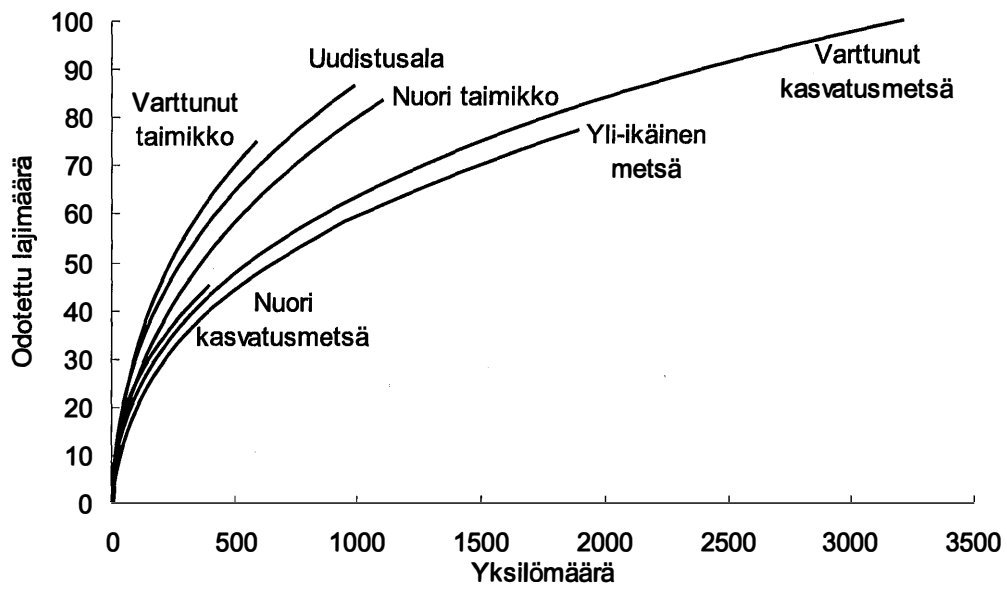
Verrattaessa tutkimusalueiden lajimääriä ja lajiston runsaussuhteita rarefaktio-analyysillä oli Lohikoskella odotettavissa enemmän lajeja samankokoisella näytteellä kuin Kuhmossa. Ero oli tilastollisesti merkitsevä, eli kahta keskihajontaa kuvaavat janat eivät menneet rarefaktiokuvaajassa päällekkäin (kuva 9.1). Odotettu lajimäärä oli molemmilla alueilla taimikoissa suurempi kuin yli-ikäisissä metsissä ja vanhoissa kasvatusmetsissä/uudistuskypsissä metsissä, kun yksilömäärä oli vakio (kuvat 9.2 ja 9.3). Lajimäärien keskiarvot erosivat toisistaan vain vähän eri kehitysluokissa. Yksilöitä tavattiin Kuhmon vanhoissa metsissä keskimäärin liki kymmenen kertaa enemmän kuin taimikoissa (kuvat 9.2 ja 12.2).



Kuva 9.1. Kovakuoriaisten odotetut lajimäärät Kuhmossa ja Lohikoskella. Pystyjanat kuvaavat ± 2 keskihajontaa.



Kuva 9.2. Kuhmon kovakuoriaisten odotetut lajimäärät kehitysluokittain, kun yksilömäärä on vakio. Pystyjanat kuvaavat ± 2 keskihajontaa.



Kuva 9.3. Lohikosken kovakuoriaisten odotetut lajimäärät kehitysluokittain, kun yksilömäärä on vakio.

9.3.3 Lajiston samankaltaisuus

Rarefaktioanalyysi ei ota kantaa lajiston eroihin, joten sitä suositellaan käytettäväksi samasta habitaatista kerättyjen näytteiden vertailuun. Kun rarefaktioanalyysillä vertaillaan erilaisista elinympäristöistä kerättyjä näytteitä, on lisäksi syytä tarkastella lajiston eroja. Lajiston samankaltaisuuden tarkasteluun käytettiin Czekanowskin-Sødersenin samankaltaisuusindeksiä (Pesenko 1982). Indeksii ottaa huomioon sekä lajien identiteetin että niiden runsaussuhteet. Indeksii arvot vaihtelevat välillä 0 ja 1 ja arvo on 1 kun vertailtavat yhteisöt ovat samanlaisia. Kuhmon ja Lohikosken aineistot olivat kohtalaisen samankaltaisia Czekanowskin-Sørensenin samankaltaisuusindeksillä mitattuna (indeksii arvo oli 0,583).

Kuhmon metsätaloudellisesti yli-ikäisten metsien lajisto poikkesi selvästi nuorempien metsien lajistosta (indeksii arvot välillä 0,032–0,071). Eri-ikäisten taimikoiden ja kasvatusmetsien lajisto oli sen sijaan keskenään kohtalaisen samanlaista (indeksii arvot välillä 0,311–0,551). Lohikoskella yli-ikäisten metsien ja vanhojen kasvatusmetsien/uudistuskypsiens metsien lajisto oli hyvin samankaltaista (indeksii arvo 0,727). Yli-ikäisten metsien lajisto muistutti Lohikoskella enemmän myös nuorempien metsien lajistoa (indeksii arvot välillä 0,300–0,608) kuin Kuhmossa (taulukko 9.2).

Taulukko 9.2. Kovakuoriaislajiston samankaltaisuus eri kehitysluokkien metsistä Kuhmossa ja Lohikoskella. Czekanowskin-Sørensenin samanlaisuusindeksii arvot vaihtelevat välillä 0–1. Arvo on 1 kun yhteisöt ovat samanlaisia. K = Kuhmo, L = Lohikoski.

	Varttunut taimikko (K)	Nuori kasvatusmetsä (K)	Varttunut kasvatusmetsä (K)	Yli-ikäinen metsä (K)	Uudistusala (L)	Nuori taimikko (L)	Varttunut taimikko (L)	Nuori kasvatusmetsä (L)	Varttunut kasvatusmetsä (L)	Yli-ikäinen metsä (L)
Nuori taimikko (K)	0,466	0,486	0,551	0,058	0,481	0,419	0,496	0,501	0,202	0,262
Varttunut taimikko (K)	1,000	0,537	0,311	0,071	0,325	0,386	0,460	0,359	0,224	0,234
Nuori kasvatusmetsä (K)		1,000	0,325	0,032	0,305	0,281	0,391	0,339	0,140	0,177
Varttunut kasvatusmetsä (K)			1,000	0,038	0,366	0,317	0,425	0,521	0,143	0,222
Yli-ikäinen metsä (K)				1,000	0,063	0,123	0,047	0,051	0,331	0,232
Uudistusala (L)					1,000	0,469	0,547	0,484	0,297	0,331
Nuori taimikko (L)						1,000	0,540	0,455	0,472	0,608
Varttunut taimikko (L)							1,000	0,576	0,257	0,300
Nuori kasvatusmetsä (L)								1,000	0,219	0,324
Varttunut kasvatusmetsä (L)									1,000	0,727

9.3.4 Lajiston vaihtelu näytealaverkostossa

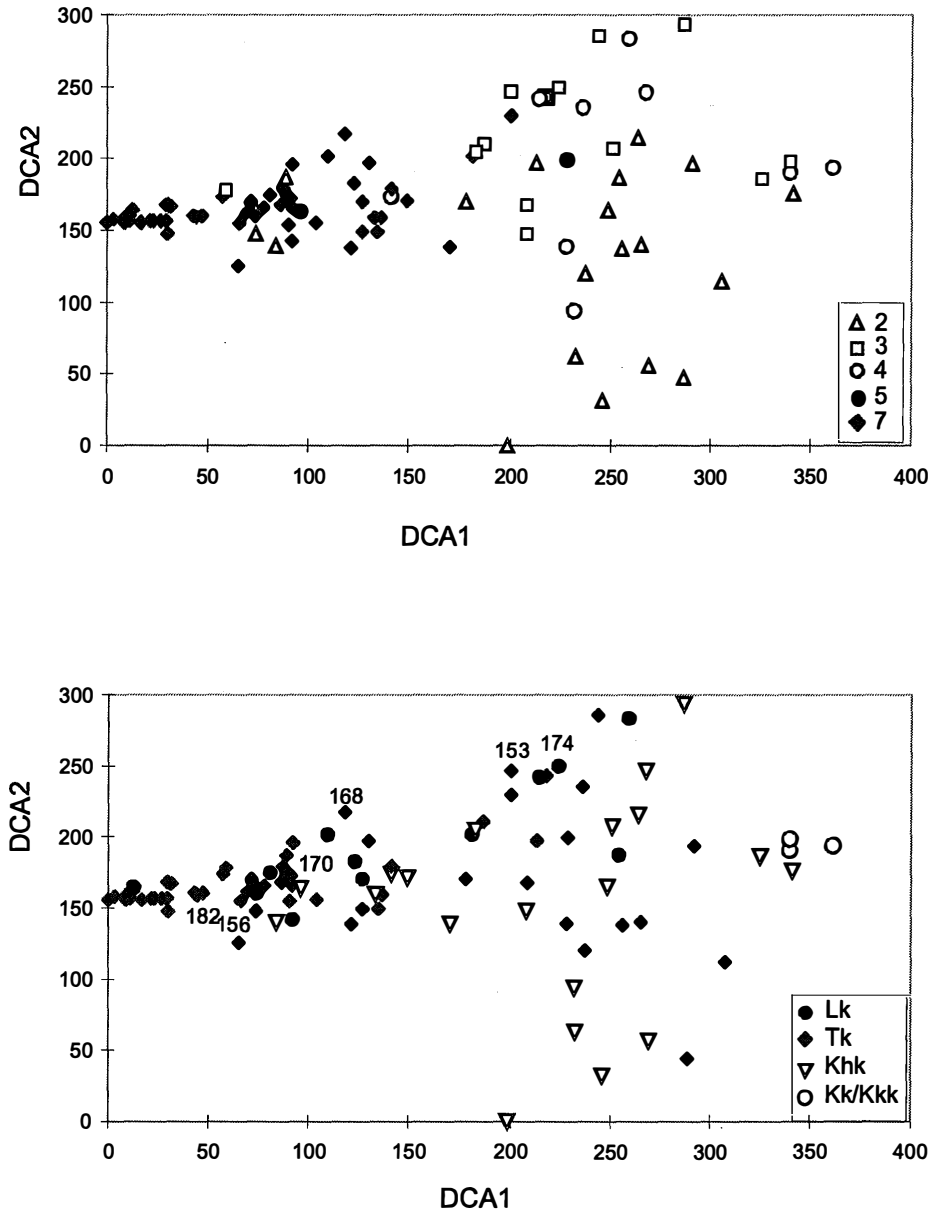
Elävän ja kuolleen puuston määrällä sekä kasvillisuustyypin rehevyydellä voitiin selittää suuri osa aineiston vaihtelusta Kuhmossa (kuva 9.4). DCA-oordinaation ensimmäinen akseli (DCA1, ominaisarvo 0,52) kuvastaa selvästi vaihettumaa vanhoista luonnonmetsistä taimikoihin. Kovakuoriaisten DCA-oordinaation ensimmäisen akselin ja rakennepiirteiden oordinaatiokuvaajan puuston järeyttä ja lahopuun määrää kuvaavan akselin (DCA1) välillä vallitsi tilastollisesti merkitsevä korrelaatio ($R_s = 0,5$, $N = 96$, $p < 0,005$).

Oordinaatiokuvasta (kuva 9.6) voidaan havaita, että DCA1-akseli kuvastaa myös vaihettumaa rehevistä metsistä karuihin metsiin. Lehtomaiset ja tuoreet kankaat sijoittuvat kuvaajassa vasempaan laitaan kun taas karuimmat metsät sijaitsevat kuvaajan oikeassa laidassa. Oordinaatiokuvaajan pystyakselin ominaisarvo oli vaatimaton eikä sille voitu löytää mielekäästä selitystä.

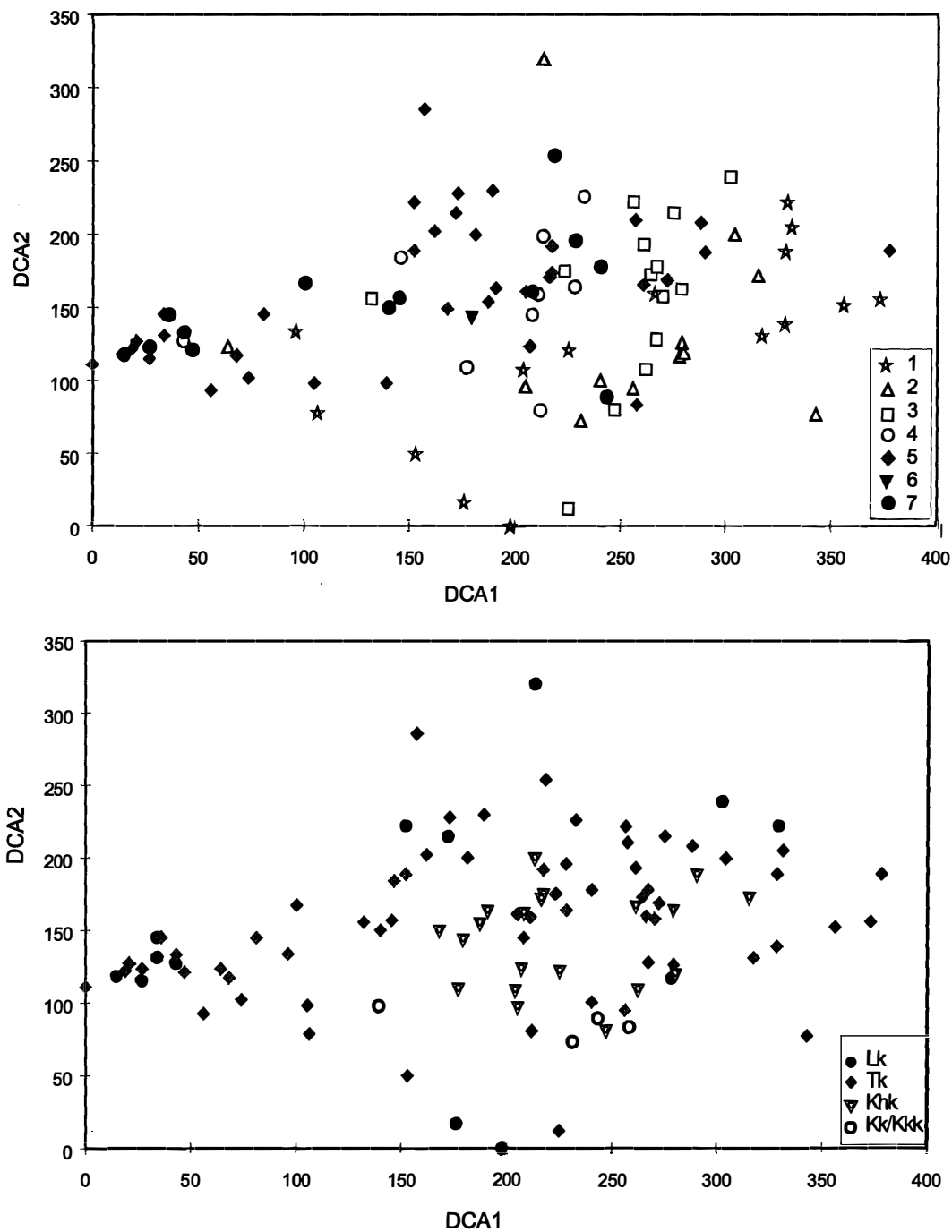
Näytealojen oordinaatiokuvaajaan (kuva 9.4) on merkitty näytealat, joiden frekvenssipisteiden summa on yli 150 Rassi (1993). Nämä lajistoltaan valtakunnallisesti harvinaiset alat sijoittuivat Honkavaaraan ja Teeri-Lososuolle, suurimmaksi osaksi vanhoille lehtomaisille kankaille. Vanhan metsän lajit sijoittuvat lajiston oordinaatiokuvassa odotetusti lähelle toisiaan, eli näitä lajeja tavattiin useimmin samoilla aloilla. Yli 30 frekvenssipisteen lajeista suurin osa on vanhan metsän lajeja.

Lohikosken kovakuoriaisten DCA-oordinaatio (kuva 9.5) ei ollut yhtä selkeä kuin Kuhmossa. DCA1-akselin voidaan kuitenkin tulkita kuvaavan vaihettumaa vanhoista metsistä uudistusaloihin. Kuvaajan oikeassa laidassa on tähdellä merkityinä vuonna 1993 käsitellyt uudistusalat. Kokkolansalon ja Julunkiven parhaisiin vanhoihin metsiin osuneet näytealat muodostavat selkeästi erottuvan ryhmän kuvaajan vasempaan laitaan. Näiden ääripäiden väliin sijoittuvat lajistoltaan vaatimattomampiin vanhan metsän kohteisiin sekä eri-ikäisiin kasvatusmetsiin ja taimikoihin osuneet näytealat.

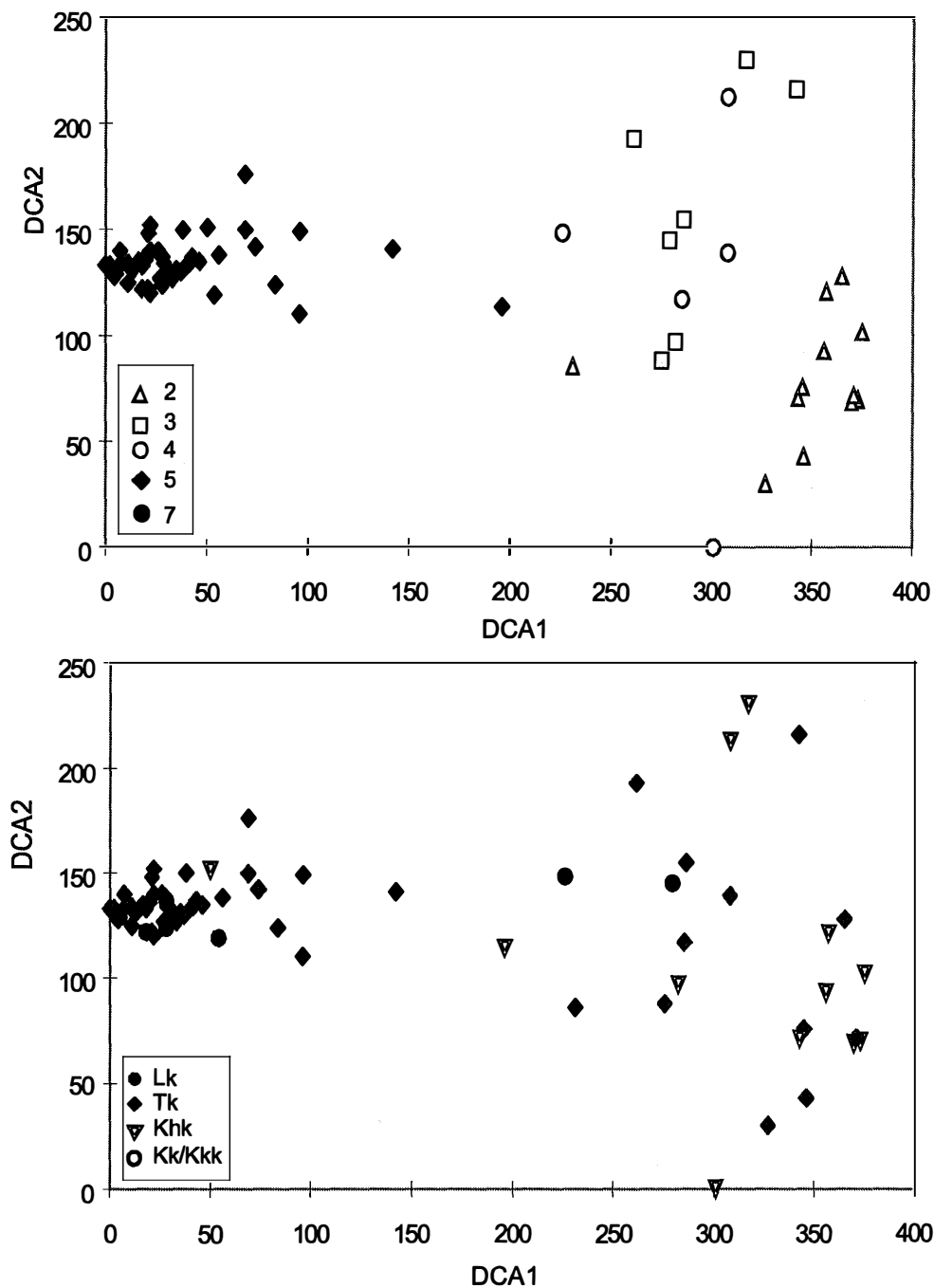
Lohikosken aarnimetsät ja vanhat talousmetsät poikkeavat kovakuoriaislajistoltaan toisistaan melko vähän muutamaa parasta vanhan metsän kohdetta lukuun ottamatta. Uudistusalojen ja aarnimetsien lajisto poikkeaa sen sijaan selvästi toisistaan. Tuoreilla hakkuualoilla esiintyi runsaasti hakkuutähteillä eläviä kaarnakuoriaisia ja niiltä puuttui vastaavasti vanhan, sulkeutuneen metsän tyyppilajit. Kuvaajan vasemmassa laidassa olevat, tähdellä merkityt näytealat sijoittuvat uudistushakkuille lähelle vanhan luonnonmetsän reunaa. Niiltä saaduissa näytteissä esiintyi sekä vanhan metsän että uudistusalojen lajeja.



Kuva 9.4. Kuhmon näytealojen kehitysluokat (ylempi kuva) ja metsätyypit (alempi kuva) kuoppapyydyksillä pyydystettyjen kovakuoriaisten DCA-oordinaatioon sijoitettuna. DCA1- akselin ominaisarvo on 0,572. Kehitysluokan koodit: 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä tai uudistuskypsä metsä, 7 = metsätaloudellisesti ylikäinen metsä. Aarnimetsien ja nuorten ikäluokkien metsien kovakuoriaislajisto eroaa toisistaan tilastollisesti. Myös metsätyypin rehevyys selittää lajiston vaihtelua merkittävästi. Alempaan kuvaan on merkitty niiden alojen frekvenssipistesumma, jossa summa on yli 150. Näiden alojen lajisto on valtakunnallisesti harvinaista. Metsätyyppien selitykset: Lk = lehtomainen kangas, Tk = tuore kangas, Khk = kuivahko kangas, Kk/Kkk = kuiva / karukkokangas.



Kuva 9.5. Lohikosken näytealojen kehitysluokat (ylempi kuva) ja metsätyypit (alempi kuva) kuoppapyydyksillä pyydystettyjen kovakuoraisten DCA-ordinaatioon sijoitettuna. DCA1-akselin ominaisarvo on 0,623. Kehitysluokan koodit: 1 = aukea tai lähes aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä tai uudistus kypsä metsä, 6 = suojuspuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Metsätyyppien selitykset: Lk = lehtomainen kangas, Tk = tuore kangas, Khk = kuivahko kangas, Kk/Kkk = kuiva / karukkokangas.

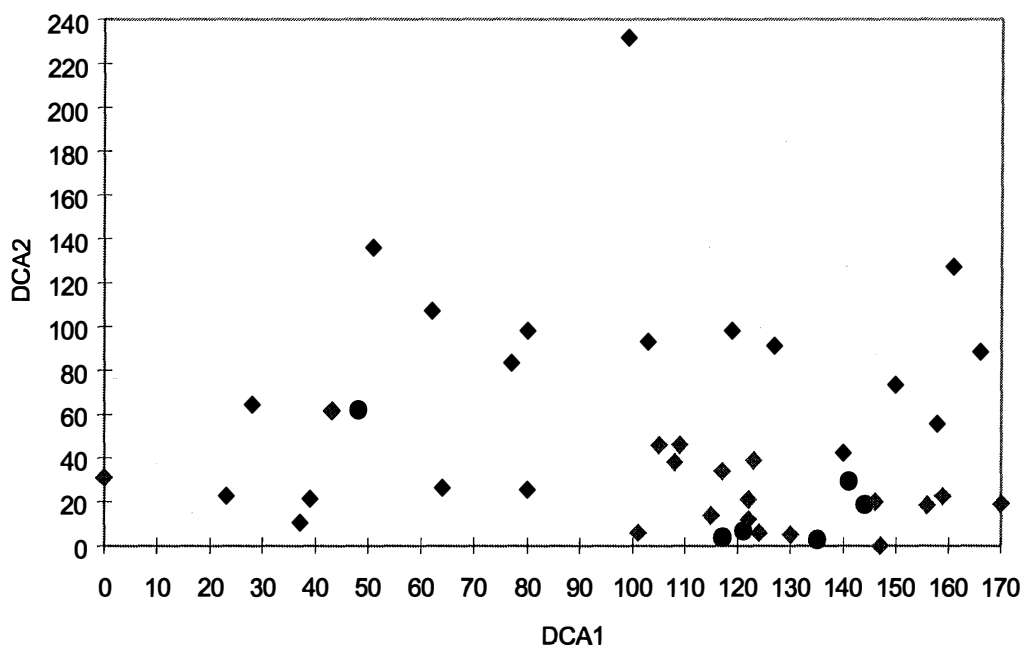


Kuva 9.6. Kuhmon näytealojen kehitysluokat (ylempi kuva) ja metsätyypit (alempi kuva) näytealojen ikkunapyydyksillä pyydystettyjen lahpuukovakuoriaisten DCA-ordinaatioon sijoitettuna. DCA1-akselin ominaisarvo on 0,81. Metsän kehitysluokka ja metsäkasvillisuustyypin rehevyys selittävät merkitsevästi lajiston vaihtelua. Kehitysluokan koodit: 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä tai uudistuskypsä metsä, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Metsätyyppien selitykset: Lk = lehtomainen kangas, Tk = tuore kangas, Khk = kuivahko kangas, Kk/Kkk = kuiva / karukkokangas.

9.3.5 Lahopuukovakuoriaisten vaihtelu

Elävän ja kuolleen puuston määrää ja diversiteettiä kuvaava rakennetekijäyhdistelmä selitti suurimman osa lahopuukovakuoriaislajiston vaihtelusta. Lahopuukovakuoriaisten DCA-oordinaation vaaka-akseli (ominaisarvo 0,81) selitti suurimman osan aineiston vaihtelusta (kuva 9.6) ja se kuvastaa selvästi lajiston muuttumista siirryttäessä vanhoista luonnonmetsistä nuoriin talousmetsiin. Lahopuukovakuoriaisten ja rakennetekijöiden (ks. luku 3) oordinaatiokuvaajien ensimmäiset akselit korreloivat voimakkaasti keskenään ($R_s = 0,60$, $N = 64$, $p < 0,005$).

Lahopuukovakuoriaisten lajiston vaihtelu oli riippuvainen ennen kaikkea lahopuun määrästä ja diversiteetistä myös tarkasteltaessa pelkästään vanhoista metsistä kerättyjä näytteitä (kuva 9.7). Oordinaatiokuvaajan vaaka-akseli (DCA1) kuvastaa lähinnä lahopuun kuutiomäärän vaihtelua.



Kuva 9.7. Kuhmon vanhojen metsien (kehitysluokka 7) lahopuukovakuoriaisten DCA-oordinaatio. Oordinaatiokuvassa ovat mukana ikkunapyydyksillä saadut lahopuukovakuoriaiset. Ympyrät ovat lehtomaisia kankaita ja viinoneliöt tuoreita kankaita. DCA1-akselin ominaisarvo on 0,231 ja DCA2-akselin 0,172.

9.3.6 Vanhan metsän lajien ja uhanalaisten lajien esiintyminen

Ikkunapyydyksimateriaalista valittiin joukko vanhoille metsille tunnusomaisia lajeja (mukana kaikki uhanalaislöydöt) ja katsottiin löytöpaikkojen metsätietoja. Valituista 37 havainnosta 28 sijoittui metsätaloudellisesti yli-ikäisiin metsiin, jotka Kuhmon aineistossa olivat lähes kaikki aarniometsiä (kehitysluokka 7). Tulos oli odotettu ja osoittaa, miten hyvin lajiston perusteella voi päätellä metsän luonnetta. Uhanalainen

saloihrakuoriainen löytyi varttuneessa taimikossa olleesta pyydyksestä, *Myceophagus fulvicollis* -lajin molemmat löytöpaikat olivat nuoria taimikoita, samoin mustasienipimikän (*Mycetochara obscura*) viidestä löytöpaikasta kolme oli taimikoita. Kahta jälkimmäistä lajia tavataan toistuvasti aukoille jätetyistä sienettyneistä pystyjuista ja keloista, jollaisia kyseisissä taimikoissa oli vain muutamia. Saloihrakuoriaisen biologiasta on aika vähän tietoa, mutta sille saattaisivat kelvata samanlaiset puut.

Toisena tarkasteluna katsottiin *Leiodes*-suvun lajien esiintymistä. Havaintoja tuli kuoppa- ja ikkunapyydyksistä kaikkiaan 18, joista yksi varttuneesta taimikosta, kaikki muut nuorista taimikoista. Tämä sopii erinomaisesti yhteen lajeista muodostuneen käsityksen kanssa. Kaikki suvun lajit elävät maaperässä syöden sienirihmastoja, aikuiset parveilevat iltaisin heinikoissa, lähinnä avomailla ja metsänreunoissa. Aukeat hakkuualat lienevät parhaita esiintymispaikkoja, mutta Kuhmossa ei pyydyksiä ollut sel-laisilla paikoilla.

Korkeimmat näytealakohtaiset lajimäärät näyttävät sattuvan vanhan metsän ruuduille, mutta joissakin taimikoruuduissakin on korkeita lajimääriä. Honkavaaralla oli alkukesän ikkunapyydyksineistossa korkeat lajimäärät sekä vanhassa metsässä että sen läheisessä taimikossa. Monet lajeista olivat yhteisiä, joten taimikon runsas lajimäärä selittyy osin paikalle läheisestä metsästä lentäneistä yksilöistä. Varsinkin sepät näyttävät esiintyvän runsaammin taimikossa. Pääosalla lajeista olivat yksilömäärät suurempia metsän puolella.

Pienvesien ja kosteiden painanteiden esiintyminen näytealalla tai sen vaikutuspiirissä näyttäisi lisäävän lajiston monipuolisuutta. Mäntyvaltaisissa kangasmet-sissä lajeja oli vähemmän kuin kuusivaltaisissa (kuva 12.1), mikä ei ollut yllätys (vrt. Esseen ym. 1997). Korkein diversiteetti saavutettiin yleensä metsissä, joissa oli vanhoja lehtipuita, erityisesti haapoja. Vastaaviin tuloksiin ovat päätyneet mm. Siitonen & Martikainen (1994) ja Esseen ym. (1997). Erällä ruuduilla oli kokonaislajimäärä hyvin alhainen, mutta näiden harvojen lajien joukossa oli yksi tai useampi harvinainen (jopa uhanalainen) laji (taulukko 9.3).

Taulukko 9.3. Harvinaisten lajien esiintyminen suhteessa näytealan kokonaislajimäärään, harvinaisuusindeksisummaan ja frekvenssipistesummaan. Näytealan sijaluku (1–64) on suluisissa.

Näyteala	Harvinainen laji	Lajimäärä	Yksilömäärä	Harvinaisuus- indeksisumma	Frekvenssi- pistesumma
3	<i>Tachinus basalis</i>	22 (19)	529 (55)	3 (21)	47 (14)
27	<i>Cardiophorus ruficollis</i> ja <i>Myceophagus fulvicollis</i>	19 (28)	69 (41)	7,35 (7)	33 (56)
39	<i>Mycetochara obscura</i>	20 (24)	108 (29)	2,58 (40)	74 (26)
41	<i>Pytho abieticola</i> (St)	46 (2)	630 (1)	11,67 (1)	268 (2)
44	<i>Myceophagus fulvicollis</i>	23 (17)	140 (24)	5,48 (12)	37 (52)

Uhanalaisista kuoriaisista ei tämän tyyppisissä tutkimuksissa yleensä saada paljon tietoa, koska ne ovat niin harvalukuisia, että niiden osuminen pyydyksiin on kovin sattumanvaraista. Tämän tutkimuksen kaltaiset suuriin pyydysmääriin

perustuvat työt antavat varsinaisen tutkimuksellisen tavoitteen ohella runsaasti tietoa eri lajien levinneisyydestä ja elinympäristöjen valinnasta.

Lähteet

- Biström, O. & Väisänen, R. 1988: Ancient-forest invertebrates of the Pyhä-Häkki national park in Central Finland. – *Acta Zoologica Fennica* 185:1–69.
- Kouki, J. & Haila, Y. 1985: Lajimäärä, näytekoko ja rarefaktio – lajimäärän vertailun ongelma. – *Luonnon Tutkija* 89:156–159.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997: Boreal forests. – *Ecological bulletins* 46:16–47.
- Pesenko, Yu. A. 1982: Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyah. – *Izd-vo Nauka, Moskva*.
- Raivio, S. & Mannerkoski, I. 1997: Kovakuoriaiset. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 87:55–69.
- Rassi, P (toim.) 1993: Suomen kovakuoriaisten (Coleoptera) frekvenssipisteet 1.1.1996–1.1.1990. – *Maailman Luonnon Säätiön (WWF) Suomen rahaston raportteja* 6. 136 s.
- Silfverberg, H. 1996: Changes 1991–1995 in the list of Finnish Insects. – *Entomological Fennica* 7:39–49.
- Simberloff, D. S. 1978: Use of rarefaction and related methods in ecology. – *Teoksessa: Dickson, K. L., Garins, J. Jr., & Livingston, R. J. (eds), Biological data in water pollution assessment: Quantitative and statistical analysis:150–165. American society for Testing and materials, STP 652.*
- Siitonen, J. 1994: Lahopuu ja lahottajasienet kovakuoriaisten elinympäristönä. – *Luonnon Tutkija* 5:180–185.
- 1995: Kovakuoriaiset. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 43:86–90.
- & Martikainen, P. 1994: Occurrence of rare and threatened insects living on decaying *Populus tremula*: A comparison between Finnish and Russian Karealia. – *Skandinavian Journal of Forest Research* 9:185–191.
- Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunta 1992: Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietintö. – *Komiteanmietintö* 1991:30, Ympäristöministeriö, Helsinki. 328 s.

Økland, B. , Bakke, A., Hågvar, S. & Kvamme, T. 1996: What factors influence the diversity of saproxylic beetles ? A multiscaped study from a spruce forest in southern Norway. – *Biodiversity and conservation* 5:75–100.

10 HÄMÄHÄKIT

Timo Pajunen

10.1 Johdanto

Suomessa elää vähän yli 600 hämähäkkilajia. Hämähäkit soveltuvat hyvin ekologisiin tutkimuksiin: lajeista useat esiintyvät runsaslukuisina niille tyypillisissä ympäristöissä ja tutkimukseen tarvittavan aineiston keruu on helppoa. Lajit ovat sopivin apuvälinein kohtalaisen helposti tunnistettavia.

Hämähäkkien ekologia tunnetaan pääpiirteissään. Kukin laji voidaan sijoittaa sille ominaiseen ympäristöön, esim. vanhassa kuusimetsässä elää lähes täysin eri lajisto kuin avohakkuulla. Vaikka hämähäkkejä ei voidakaan pitää todella erikoistuneina, ne kuitenkin pysyvät lajille tyypillisessä ympäristössä. Tietyn alueen hämähäkkilajiston yleiset piirteet ovat sidoksissa ympäristön rakenteeseen esim. puuston ikään ja latvuspeittävytyteen, kenttäkerroksen kasvillisuuteen sekä pohjakerroksen rakenteeseen ja maaperän kosteuteen (Pajunen et al. 1995). Palmgren (1972, 1977) on selvittänyt laajasti suomalaisten hämähäkkilajien esiintymiskuvaa.

Kaikki hämähäkit ovat petoja. Hämähäkit voidaan jakaa kahteen ryhmään saaliin pyyntitavan perusteella. Verkonkutojat valmistavat pyyntiverkon ja odottavat saalista verkolla. Metsästäjät eivät kudo verkkoja vaan etsivät aktiivisesti tai väijyvät saalista. Suomen hämähäkkiheimoista suurimman, Linyphiidae-heimon (riippuhämähäkit) yli 200 lajia kuuluvat verkonkutojiin vaikkakaan osa lajeista ei kudo verkkoa. Metsästäjiin kuuluvat mm. Lycosidae- (juoksuhamähäkit) ja Gnaphosidae-heimot (kivikkohämähäkit). Metsästäjälajit ovat suurempia ja rakenteeltaan tukevampia kuin verkonkutojat. Metsästäjät ovat suurelta osin avointen habitaattien asukkeja kun taas verkonkutojalajeja on runsaasti eri tyypisillä habitaateilla.

Tässä artikkelissa tarkastellaan kolmen eri puolilla Suomea sijaitsevan tutkimusalueen hämähäkkilajiston piirteitä yleisellä tasolla ja vertaillaan alueiden lajistoa keskenään.

10.2 Aineisto ja menetelmät

Aineisto kerättiin touko-syyskuussa 1994 Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren tutkimusalueilta. Kuhmon tutkimusalueilla oli 96, Lohikoskella 98 ja Lohjansaaressa 52 kolmen aarin suuruista ympyränäytealaa. Kullekin alalle sijoitettiin 9 kuoppapyydystä pyyntipisteeseen kolmen purkin ryhminä siten, että ryhmät sijoittuivat säännöllisesti näytealan keskipisteen ympärille 2–3 metrin etäisyydelle siitä. Pyydyksenä käytettiin läpinäkyvästä muovista valmistettua mukia (n. 2 dl), joka täytettiin kolmannekseen 20 prosenttisella etyleeniglykolilla. Koennan yhteydessä harsokankaaseen siivilöity materiaali säilöttiin alkoholiin jatkokäsittelyä varten.

Pyydykset laitettiin pyyntiin 31.5.–2.6. ja ne koettiin kesän aikana kahdeksan kertaa (noin kahden viikon välein). Pyydykset otettiin pois maastosta 21.–22.9. Kuhmon ja Lohikosken aineistosta on määritetty kolme ensimmäistä pyyntijaksoa kahdeksasta ja Lohjansaaren aineistosta ensimmäinen, kolmas ja neljäs pyyntijakso kahdeksasta.

Hämähäkkien esiintymisen yleiskuvan selvittämiseksi laskettiin lajien yleisyydet näytealaverkostossa sekä analysoitiin aineisto DCA-menetelmällä. Koska tutkimusalueiden laji- ja yksilömäärät poikkesivat toisistaan huomattavasti, tehtiin rarefaktioanalyysi, jonka avulla voitiin verrata odotettuja lajimääriä yksilömääriltään samankokoisissa näytteissä (Simberloff 1978). Näytteiden samankaltaisuutta tarkasteltiin Czekanowskin-Sörensenin samankaltaisuusindeksillä (Pesenko 1982).

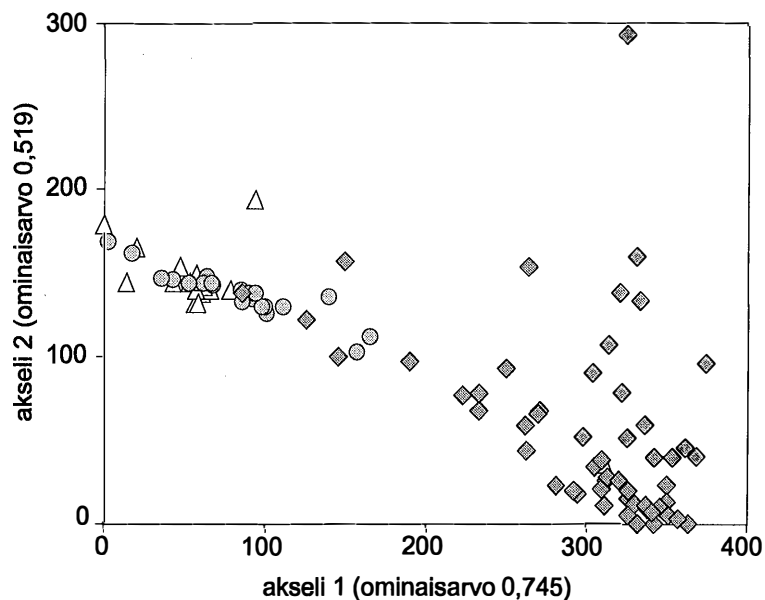
10.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Aineisto käsitti 14 552 hämähäkkiyksilöä, jotka kuuluivat 194 lajiin (liite 4, nimitys ja heimojako Heimerin ja Nentwigin 1991 mukaan). Suhteessa eniten yksilöitä saatiin Lohjansaaresta (11/pyyntipurkki), seuraavaksi eniten Lohikoskelta (6/purkki) ja vähiten Kuhmosta (4/purkki).

Pyyntiä ei tietoisesti kohdistettu tietyille ympäristötyypeille muuten paitsi että tutkimusalueet sijoitettiin metsäalueille. Siten näytealoissa oli suuri kirjo erilaisia ympäristöjä. Tämä näkyi hämähäkeistä ajetuissa monimuuttuja-analyyseissä. Kuvaajien akseleiden selitysaste on suuri eli näytealojen hämähäkinäytteillä on eroa. Kullakin tutkimusalueella oli omat erityispiirteensä. Kuhmon hämähäkinäytteet olivat yhdenmukaisimpia vanhojen kuusimetsien näytteiden muodostaessa oman ryhmän ja kuivempien, nuorempien metsien näytteiden muodostaessa tiiviin ryhmän, joka liittyi edelliseen metsän kehitysluokan kasvaessa (kuva 10.1).

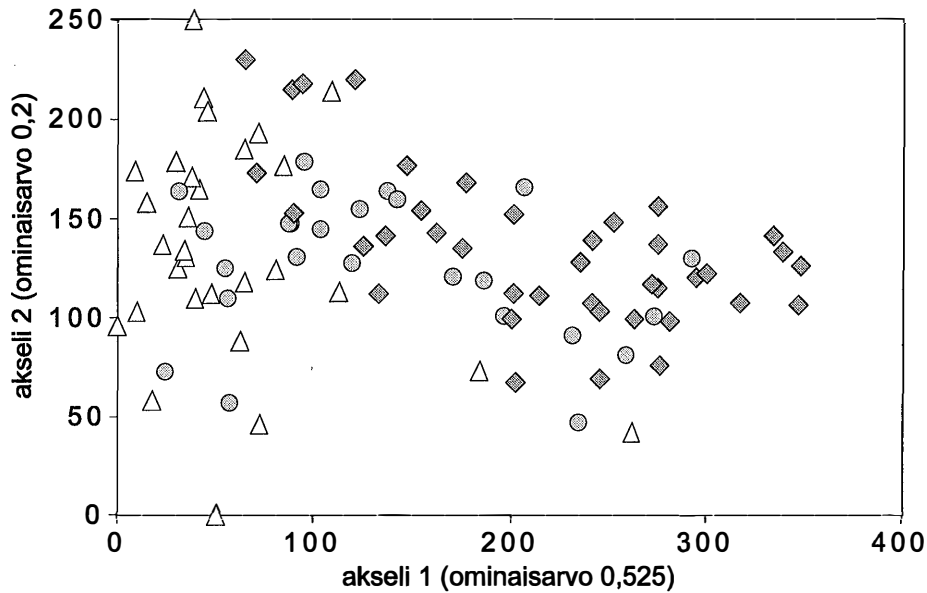
Taulukko 10.1. Lajit, joista on havainto ainakin puolessa näytealoista jollakin tutkimusalueista. Luku kertoo kuinka monella prosentilla aloista lajit havaittiin. Lajin habitaattiluokitus (kirjoittajan käsitys): AM = generalisti, joka paikan laji, A = avoimen habitaatin laji, Am = menestyy avoimilla habitaateilla, tulee toimeen myös metsäympäristössä, aM = valoisien metsien laji, M = metsälaji.

Habitaatti	Laji	Kuhmo	Lohikoski	Lohjansaari
Am	<i>Agroeca brunnea</i>	34	58	41
M	<i>Agyneta conigera</i>	8	21	57
Am	<i>Alopecosa aculeata</i>	61	69	79
A	<i>Bathypantes parvulus</i>	–	33	50
G	<i>Centromerus arcanus</i>	94	95	72
Am	<i>Dicymbium tibiale</i>	7	51	70
aM	<i>Diplocephalus latifrons</i>	–	15	59
Am	<i>Diplostyla concolor</i>	35	74	80
Am	<i>Haplodrassus signifer</i>	42	55	22
Am	<i>Haplodrassus soerenseni</i>	65	69	68
M	<i>Lepthyphantes alacris</i>	65	54	57
M	<i>Lepthyphantes tenebricola</i>	10	36	82
M	<i>Macrargus rufus</i>	52	46	61
Am	<i>Pardosa lugubris</i>	77	84	96
aM	<i>Robertus lividus</i>	58	33	20
AM	<i>Tapinocyba pallens</i>	27	81	37
Am	<i>Trochosa terricola</i>	45	77	70
AM	<i>Walckenaeria antica</i>	29	51	22
M	<i>Walckenaeria cucullata</i>	24	67	28
A	<i>Zelotes clivicolus</i>	42	51	43
AM	<i>Zora nemoralis</i>	39	60	20



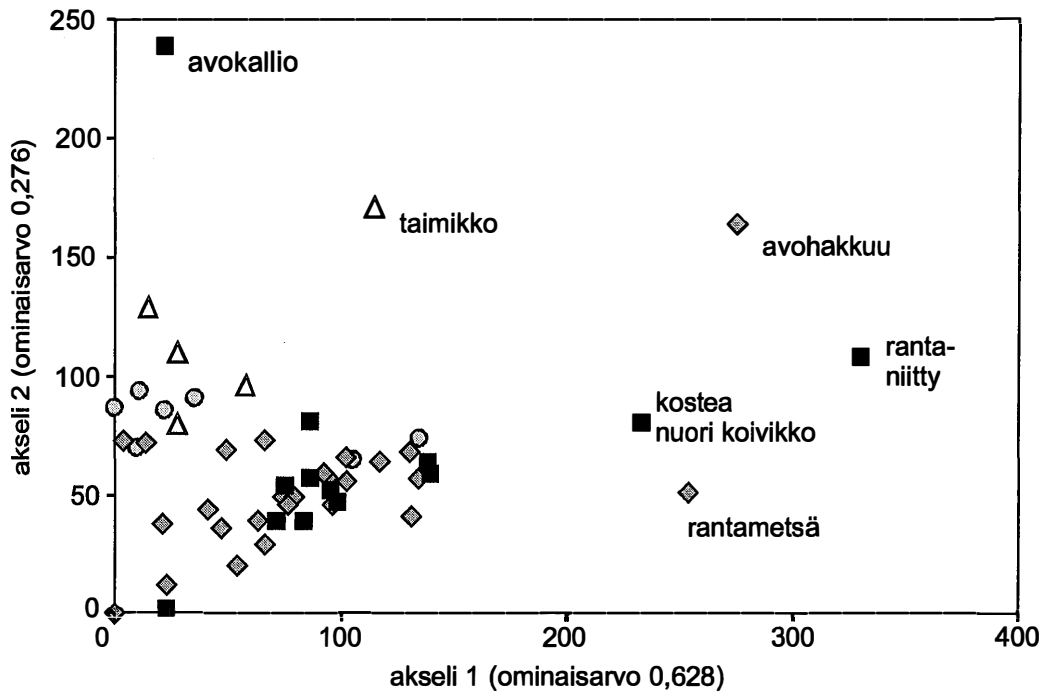
Kuva 10.1. DCA-kuvaaja Kuhmon näytealoista hämähäkkien perusteella analysoituina. Näytealat metsän kehitysluokan mukaan merkittyinä: kolmiot ovat aukeita ja nuoria taimikoita (kehitysluokka 1–2), ympyrät varttuneita taimikoita ja kasvatusmetsiä (kehitysluokat 3–4) ja vinoneliöt uudistuskypsyä ja metsätaloudellisesti yli-ikäisiä metsiä (kehitysluokat 5–7).

Lohikosken alojen hämähäkinäytteiden eroja voitiin myös selittää metsän eri kehitysluokilla avohakkuiden ja nuorien taimikoiden näytteiden sijaitessa ensimmäisen DCA-akselin alkupäässä ja vanhojen metsien loppupäässä (kuva 10.2).



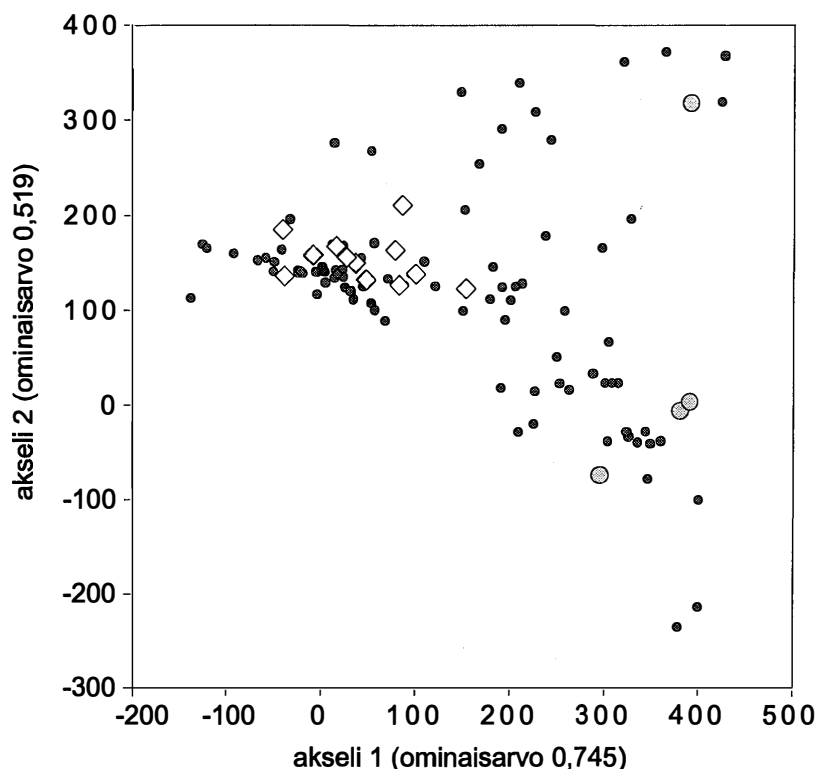
Kuva 10.2. DCA-kuvaaja Lohikosken tutkimusalueen näytealojen hämähäkinäytteistä. Näytealat on merkitty metsän kehitysluokan mukaan: kolmiot ovat aukeita ja nuoria taimikoita (kehitysluokka 1–2), ympyrät varttuneita taimikoita ja kasvatusmetsiä (kehitysluokat 3–4) ja vinoneliöt uudistuskypsiä ja metsätaloudellisesti yli-ikäisiä metsiä (kehitysluokat 5–7).

Lohjansaaren hämähäkinäytteiden joukossa oli eniten lajistoltaan poikkeuksellisia näytteitä (kuva 10.3). Niitä vastaavat näytealat sijaitsivat erikoisilla habitateilla kuten avokalliolla, rantaniityllä ja rannan läheisyydessä. Varsinaiset metsänäytealat muodostivat oman ryhmän. Lohjansaaren metsänäytealojen hämähäkinäytteet eivät noudattaneet kehitysluokkien kuvaamaa habitaattijakoa, mihin vaikutti mahdollisesti se, että suurin osa näytealoista kuului kehitysluokkaan 5. DCA ei erottanut kehitysluokkia 3, 4 ja 5 toisistaan, mutta vanhojen metsien hämähäkinäytteet sijaitsivat ensimmäisen akselin alkupäässä. Tulos voitiin selittää metsätyypijaolla. Hämähäkinäytteet asettuivat metsän rehevyykselille, jonka toisen pään muodostivat VT- ja MT-metsien näytteet ja toisen pään rehevämpien OMT- ja OMaT-metsien näytteet. Tämä akseli kulki vinosti kuvaajan poikki siten, että ensimmäinen akseli selitti kosteuden ja rehevyyden lisäystä ja toinen akseli kosteuden ja rehevyyden vähenemistä.



Kuva 10.3. Lohjansaaren näytealojen hämähäkinäytteet DCA-kuvaajassa. Alat merkitty metsätyypin mukaan: kolmiot VT-, ympyrät MT-, vinoneliöt OMT- ja mustat neliöt OMaT-metsää. Joukosta erottuvat näytteet selittyvät habitaatin erilaisuudella.

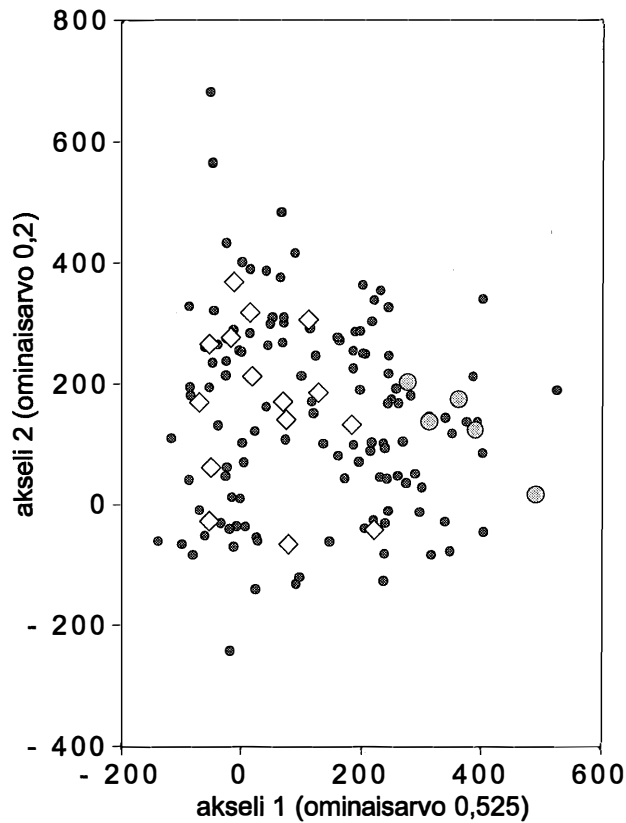
Ero sulkeutuneiden metsien ja avoimien ympäristöjen hämähäkilajien välillä ilmenee Kuhmon ja Lohikosken hämähäkilajeista piirretyistä DCA-kuvaajista (kuvat 10.4 ja 10.5). Molemmassa metsälajit sijaitsivat ensimmäisen akselin loppupäässä ja avoimen ympäristön lajit alkupäässä. Lohjansaaren vastaavassa kuvaajassa yleiset metsälajit muodostavat tiiviin ryhmän kuvaajan alaosaan ja kuivahkon, avoimen ympäristön lajit sijaitsevat ensimmäisen akselin alkupäässä ja kosteahkon, avoimen ympäristön lajit loppupäässä.



Kuva 10.4. DCA-kuvaaja Kuhmon tutkimusalueen hämähäkilajeista. Suuret ympyrät ovat metsälajeja: *Hilaira herniosa*, *Lethyphantes alacris*, *Macrargus rufus* ja *Robertus scoticus*. Vinoneliöt avoimempien habitattien lajeja: *Agyneta cauta*, *Alopecosa aculeata*, *Diplostyla concolor*, *Drassodes pubescens*, *Gnaphosa bicolor*, *Haplodrassus signifer*, *Haplodrassus soerenseni*, *Pardosa lugubris*, *Pardosa riparia*, *Trochosa terricola*, *Xerolycosa nemoralis* ja *Zelotes clivicolus*. Pienet ympyrät ovat muiden biotooppien lajeja.

Lajistollisesti tutkimusalueet muistuttivat toisiaan (taulukko 10.2). Monet lajit olivat runsaita kaikilla alueilla (esim. *Drassodes pubescens*, *Haplodrassus soerenseni*, *Agyneta conigera*, *Centromerus arcanus*, *Alopecosa aculeata*, *Pardosa lugubris*). Runsaista lajeista useat ovat generalisteja eli ne tulevat toimeen monenlaisissa ympäristöissä (esim. *Centromerus arcanus*, taulukko 1). Alueet erosivat toisistaan lähinnä niiden lajien suhteen, joita saatiin vain muutamia yksilöitä. Kuhmon näytteissä oli joitakin levinneisyydeltään pohjoisia lajeja: *Steatoda phalerata*, *Hilaira herniosa* ja *H. nubigena*. Myös kivikkohämähäkkeihin kuuluvia *Gnaphosa*- ja *Haplodrassus*-lajeja oli enemmän kuin muilla tutkimusalueilla. Lohikosken näytteiden laji- ja yksilömäärä muistuttaa Lohjansaaren vastaavia. Näytteissä oli jo pesähämähäkkeihin (*Clubionidae*) kuuluvia lajeja, jotka puuttuivat Kuhmosta. Huomion arvoinen laji Lohikosken näytteissä oli *Walckenaeria furcillata*, jota on vasta viime vuosina löydetty runsaammin Suomesta. Aiemmin lajista tunnettiin vain kaksi nuoruusvaihelöytöä 1970-luvulta (Palmgren 1977). Lohjansaaresta saatiin eniten *Clubiona*-lajeja (6). Niistä kolme oli samoja kuin Lohikoskella. *Clubiona*-lajien läsnäolo kieli kenttäkerroksen kasvillisuuden rehevyydestä, sillä *Clubiona*-

hämähäkit viettävät suuren osan ajastaan kasvillisuudessa kiipeillen. Kivikko-hämähäkkeihin kuuluvia *Zelotes*- ja *Micaria*-lajeja oli enemmän kuin muilla alueilla. *Micaria fulgens* -lajia on aiemmin löydetty yksi yksilö Hankoniemeltä 1963 (Palmgren 1972). Lohjansaaresta sitä saatiin 9 yksilöä lämpimältä kalliojyrkanteeltä ja avohakkuulta. Juoksuhämähäkit olivat lukumääräisesti runsaimpia Lohjansaaresta johtuen lähinnä *Pardosa lugubris* -lajista, jota saatiin lähes jokaiselta näytealalta.



Kuva 10.5. DCA-kuvaaja Lohikosken tutkimusalueen hämähäkkilajeista. Suuret ympyrät ovat kuusimetsälle tyypillisiä lajeja: *Agyneta subtilis*, *Diplocephalus picinus*, *Lepthyphantes alacris*, *L. tenebricola* ja *Macrargus rufus*. Vinoneliöt avoimmille habitaateille tyypillisiä lajeja: *Alopecosa aculeata*, *A. pulverulenta*, *Bathyphantes parvulus*, *Dicymbium tibiale*, *Diplostyla concolor*, *Drassodes pubescens*, *Euryopis flavomaculata*, *Gnaphosa bicolor*, *Haplodrassus signifer*, *H. soerenseni*, *Micaria aenea*, *Pardosa lugubris*, *P. riparia*, *Trochosa terricola* ja *Xerolycosa nemoralis*. Pienet ympyrät ovat muiden biotooppien lajeja.

Taulukko 10.2. Czekanowskin-Sörensenin samankaltaisuusindeksin (Pesenko 1992) arvot vertailtaessa Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren hämähäkkiaineistoja. Indeksien arvot vaihtelevat välillä 0–1. Indeksien arvo on 1 kun yhteisöt ovat täysin samanlaisia. Lohikosken ja Kuhmon näytteet ovat lajistoltaan keskenään samankaltaisempia kuin Lohikosken ja Lohjansaaren näytteet.

	Kuhmo	Lohikoski	Lohjansaari
Kuhmo	1,000	0,590	0,503
Lohikoski		1,000	0,455
Lohjansaari			1,000

Lajistoerot tutkimusalueiden välillä selittyivät osin habitaattikirjon ja hämähäkkilajien levinneisyysalueiden eroilla sekä myös sattumalla, sillä tutkimusalueiden näytteistä saattoi puuttua yleisiä lajeja, jotka todennäköisesti alueilla elivät.

Aineistosta pystyttiin osoittamaan, että tutkimusalueiden hämähäkkilajisto jakautui eri ympäristötyypeille karkeasti ympäristön rakenteiden mukaan. Hämähäkkilajiston vaihtelua selittivät mm. metsän kehitysvaihe sekä siihen liittyen puuston varjostus, kasvillisuuden rakenne ja kosteus (kuvat 12.1 ja 12.2).

Lähteet:

- Heimer, S. & Nentwig, W. 1991: Spinnen Mitteleuropas: ein Bestimmungsbuch. – Verlag Paul Parey, Berlin.
- Pajunen, T., Haila, Y., Halme, E., Niemelä, J. & Punttila, P. 1995: Ground-dwelling spiders (Arachnida, Araneae) in fragmented old forests and surrounding managed forests in southern Finland. – *Ecography* 18:67–72.
- Palmgren, P. 1972: Studies on the spider populations of the surroundings of the Tvärminne zoological station, Finland. – *Commentat. Biol. Soc. Sci. Fenn.* 52.
- 1977: Studies on spider populations in Mäntyharju, Finland. – *Commentat. Biol. Soc. Sci. Fenn.* 87.
- Pesenko, Yu. A. 1982: Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskih issledovaniyah. – Izd-vo Nauka, Moskva.
- Simberloff, D. S. 1978: Use of rarefaction and related methods in ecology. – Teoksessa: Dickson, K. L., Garins, J. Jr., & Livingston, R. J. (eds), *Biological data in water pollution assessment: Quantitative and statistical analysis*:150–165. American society for Testing and materials, STP 652.

11 MAANILVIÄISET

Tapani Järveläinen

11.1 Johdanto

Monet metsien maanilviäiset ovat tarkkoja elinvaatimuksiltaan ja reagoivat nopeasti ympäristömuutoksiin. Suomen 87:stä maakotilosta 19 on luokiteltu uhanalaisiksi. Suurin osa niistä on eteläisiä lehtolajeja, mutta joukossa on myös sisämaassa tavattavia lajeja. Esimerkiksi vanhoissa rinnehaavikoissa elää kolme erittäin uhanalaisiksi luokiteltua sulkukotilolajia (Uhanalaisten... 1992).

Metsien käsittelymenetelmien vaikutuksia maanilviäislajistoon on tutkittu melko vähän (Valovirta & Heino 1994, Valovirta 1997). Valovirran (1997) mukaan metsän käsittely ei aiheuta merkittäviä pysyviä muutoksia yleisten ja runsaiden "jokapaikan lajien" määrään. Sen sijaan metsien pienialaisiin ja harvinaisiin elinympäristölaikkuihin – kuten kosteikkoihin, kallionalusmetsiin ja lehtoihin erikoistuneet vaateliaat ja heikosti leviävät lajit – reagoivat ympäristön muutokseen herkästi (Valovirta & Heino 1994). Metsien nilviäislajistoa uhkaavat mm. lehtojen väheneminen, rinnemetsien harvennushakkuut ja muut kasvillisuuden sekä maaperän kosteusolojen muutokset (Bába 1992, Uhanalaisten... 1992).

11.2 Aineisto ja menetelmät

Maanilviäisiä kerättiin Lohikoskella ja Kuhmossa neljällä eri menetelmällä: seulomalla kariketta, kuoppapyödyksillä, lyöntihaavimenetelmällä sekä käsin etsimällä. Koko tutkimusajanjakson maastossa olleista kuoppapyödyksistä talletettiin kaikki kuorelliset maakotilot sekä lisäksi etanat (n. 10.8–20.9.). Noin litran karikenäytteet kerättiin puiden juurilta ja kivien kyljistä noin kymmenestä kohdasta kultakin alalta ja seulottiin maastossa 8 millimetrin kenttäseulalla. Seulotua karikenäytettä kerättiin noin litra alaa kohden. Karikenäytteiden annettiin kuivua, minkä jälkeen ne seulottiin koneellisesti neljällä eri seulakoolla. Haavinäytteet (50 haavin vetoa/ala) otettiin osaksi sateella, osaksi heti sateen jälkeen. Lopuksi koealat käytiin läpi vielä etsien kotiloita kivien ja lahopuiden kuoren alta. Näiden elinympäristöjen lajistoa ei saada yleensä karike- ja haavinäytteillä. Lohjansaaren nilviäisaineistoa ei käsitellä tässä yhteydessä.

Keräysajankohdat olivat seuraavat:

- Lohikoski: 11–13.9.1994 (haavi- ja karikenäytteet), 1–2.10.1994 (etsintä)
- Kuhmo: 7–9.9.1994 (etsintä, haavi- ja karikenäytteet); 20–26.9.1994 (etsintä)

11.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Kuhmosta löydettiin kymmenen nilviäislajia ja Lohikosken aineistosta 17. Kokonaisyksilömäärä Kuhmossa oli 1 492 ja Lohikoskella 1 606.

Kuhmossa metsätana (*Arion subfuscus*) oli aineistossa ylivoimaisesti runsaimpana esiintyvä laji (817 yksilöä), vaikka etanat otettiin talteen vain pyyntijaksoista 7–9. Etanat ovat hyvin aktiivisia ja liikkuvia lajeja, ja kuoppapyydydysmenetelmällä niitä saadaankin yleensä paljon. Kuorellisista maakotiloista napakotiloa (*Discus ruderatus*) tavattiin 359 yksilöä. Napakotiloa tavataan yleisenä koko maassa mitä erilaisimmista ympäristöistä. Yleinen metsälaji kartiokotilo (*Euconulus fulvus*) esiintyi runsaana Kuhmon aineistossa. Myös kiiltokotilot olivat yleisiä lajeja. Niistä lasikiiltokotilo (*Vitrina pellucida*) on hieman ruskeakiiltokotiloa (*Nesovitrea hammonis*) vaateliaampi suosien kosteita lehtomaisia paikkoja. Mustikkaa kasvavien paikkojen lajeja ovat molemmat tavatut siemenkotilot sekä kaunis varpukotilo (*Zoogenetes harpa*). Uhanalaisia tai harvinaisia lajeja ei Kuhmosta löydetty. Taulukossa 11.1 on lajien yleisyydet näytealaverkostoissa.

Etanalajisto oli Lohikoskella hieman monipuolisempi kuin Kuhmossa (taulukko 11.1). Erittäin runsaana esiintyneen metsätanan (947 yksilöä) lisäksi tavattiin ukkoetana (*Limax cinereoniger*; 7 yksilöä), peltoetana (*Deroceras agreste*; 45), rantaetana (*D. laeve*; 3) sekä valepeltoetana (*Deroceras reticulatum*; 1). Ukkoetana on suuri, jopa 15 senttimetrin pituiseksi kasvava laji, joka elää jokseenkin yleisenä Etelä- ja Keski-Suomen metsissä. Peltoetana on myös melko yleinen laji, joka peltojen lisäksi elää harvinaisempana kosteissa lehdoissa. Peltojen lajistoa on myös valepeltoetana, joka löydettiin hieman yllättäen harhautuneena Lohikosken metsäalueelta. Rantaetana on melko yleinen rannoilla ja kosteilla niityillä elävä pieni, ruskea etanalaji.

Maakotiloista alueelta tavattiin haavan rungoilla ja kuoren alla elävä levinneisyysdeltään itäinen ristisulkukotilo (*Clausilia cruciata*; 7 yksilöä). Lohikoskelta tavattiin myös ruskeasiemenkotilo (*Vertigo ronneyensis*; 2), joka on yleisin Suomesta tavatuista siemenkotiloista. Se viihtyy mustikkaa kasvavilla paikoilla sekä havu- että lehtimetsissä. Lisäksi havaittiin monenlaisissa ympäristöissä elävä silokotilo (*Cochlicopa lubrica*; 1 yksilö) sekä myös Kuhmosta tavatut kartiokotilo (178), ruskea kiiltokotilo (140), lasikiiltokotilo (39), lasikotilo (23), napakotilo (136), varpukotilo (26) ja karhea siemenkotilo (39). Lohikosken koealoista kymmeneltä ei tavattu lainkaan nilviäisiä.

Kummankin koealueen lajimäärät olivat pienet eikä monia yleisiä ja odotettuja lajeja havaittu lainkaan. Tähän saattaa olla useita syitä: 1) satunnaisesti valitut mutta tiukkarajaiset koealat pienentävät todennäköisyyttä, että juuri niiden kohdalle osuisi kaikkia mahdollisia eri lajeille sopivia mikrohabitaatteja, jotka kaiken lisäksi olisivat asuttuja. Maakotilot ovat elinvaatimuksiltaan monesti hyvinkin erikoistuneita, ja niiden löytäminen vaatii usein hyvinkin satunnaisesti esiintyvien pienhabitaattien tarkkaa tutkimista, 2) litran karikemäärä saattoi olla liian pieni kaikkien lajien löytämiseksi, 3) kuuma ja kuiva kesä oli saattanut rajata maakotiloiden esiintymisen alueellisesti vain parhaimpiin paikkoihin, jotka jäivät

koealojen ulottumattomiin, 4) koealoille ei osunut maakotiloiden suosimia kohteita ja runsaskarikkeisia rinnehaavikoita.

Taulukko 11.1. Maanilviäisten esiintyminen Kuhmon ja Lohikosken näytealaverkostoissa. F = esiintymisalujen osuus tutkimusalueen näytealoista, N = esiintymisalujen lukumäärä.

Laji	Kuhmo		Lohikoski	
	F	N	F	N
Metsäetana (<i>Arion subfuscus</i>)	97,9	94	95,9	94
Kartiokotilo (<i>Euconulus fulvus</i>)	64,6	64	57,1	56
Ruskeakiiltokotilo (<i>Nesovitrea hammonis</i>)	34,4	33	64,3	63
Napakotilo (<i>Discus ruderratus</i>)	72,9	70	44,8	44
Peltoetana (<i>Deroceras agreste</i>)	–	–	28,5	28
Lasikiiltokotilo (<i>Nesovitrea petronella</i>)	20,8	20	26,5	26
Karheasiemenkotilo (<i>Columella aspera</i>)	5,2	5	16,3	16
Lasikotilo (<i>Vittrina pellucida</i>)	15,6	15	15,3	15
Varpukotilo (<i>Zoogenetes harpa</i>)	6,3	6	13,3	13
Ristisulkukotilo (<i>Clausilia cruciata</i>)	–	–	7,1	7
Ukkoetana (<i>Limax cinereoniger</i>)	–	–	7,1	7
Ruskeasiemenkotilo (<i>Vertigo ronnebyensis</i>)	–	–	2,0	2
Rantaetana (<i>Deroceras laeve</i>)	–	–	1,0	1
Silokotilo (<i>Cochlicopa lubrica</i>)	–	–	1,0	1
Valepeltoetana (<i>Deroceras reticulatum</i>)	–	–	1,0	1
Hampaaton siemenkotilo (<i>Columella edentula</i>)	1,0	1	–	–

Satunnaisesti valitut koealat eivät varmaankaan ole paras keino maakotiloiden löytämiseksi. Paremman kuvan alueen lajistosta saisi keskittymällä parhaisiin paikkoihin – esimerkiksi vanhojen haapojen aluskarikkeeseen, saniaisnotkoihin ja ojanvarsiin.

Kotiloiden laji- ja yksilömäärät olivat niin alhaisia, ettei niiden perusteella voida vetää luotettavia johtopäätöksiä lajiston ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelusta. Vertailtaessa toisaalta näytealoja, joilla oli runsaasti ja toisaalta niukasti tai ei ollenkaan nilviäislajeja, ei havaittu kovin monia niitä selkeästi erottavia tai yhdistäviä tekijöitä. Maahan kaatuneiden järeiden pitkälle lahonneiden haapojen ja raitojen esiintyminen alalla näytti lisäävän lajimäärää. Mahdollisesti yleiset metsän rakennetekijät eivät riitä sellaisenaan kuvaamaan nilviäisten elinvaatimuksia. Nilviäisten kannalta keskeisiä tekijöitä ovat mm. karikkeen määrä ja emäksisyys sekä paikan kosteusolot.

Lähteet

Babá, K. 1992: The influence of silviculture on the structure of snail assemblages. – Proc. 9th Intern. Malacol. Congr.:27–34.

Uhanalaisten eläinten ja kasvien seuranta-toimikunta 1992: Uhanalaisten eläinten ja kasvien seuranta-toimikunnan mietintö. – Komiteamietintö 1991:30, Ympäristöministeriö, Helsinki. 328 s.

Valovirta, I. 1997: Maanilviäislajiston monimuotoisuus. – Teoksessa: Raivio, S. (toim.), Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen toinen väli-raportti: tilanne metsänkäsiteltyä jälkeen:105–130. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 87.

— & Heino, M. 1994: Maanilviäiset ympäristön tilan seurannassa. – Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja A 185:1–60.

12 LAJISTON MONIMUOTOISUUDEN JA RAKENNEPIIRTEIDEN YHTEISVAIHTELU

Paula Siitonen & Antti Tanskanen

12.1 Johdanto

Luonnonsuojelun keskeisenä tavoitteena on säilyttää alueelle tunnusomaisten lajien populaatiot elinkelpoisina pitkällä aikajänteellä, ja turvata siten alueelle luonteenomaisten ekosysteemien toiminta. Nykyiset suojelualueet eivät todennäköisesti yksin pysty ylläpitämään metsäluonnolle tunnusomaisia lajeja, elinympäristöjä ja koko metsäekosysteemin biologista monimuotoisuutta (Virkkala 1996). Suojelualueiden verkostoa tulee siksi täydentää talousmetsien pienialaisilla säästökohteilla ja kevyemmin käsitellyillä suojavyöhykkeillä. Koska kaikkia metsiä ei ole mahdollista suojella, tulisi säästettävien metsien olla tarkoitukseen parhaiten soveltuvia ja suojelualueverkostoa tehokkaimmin täydentäviä.

Metsän luonnonsuojelullinen arvo riippuu pitkälti suojelun kansallisista ja alueellisista tavoitteista (Angelstam 1997). Alue-ekologisessa suunnittelussa on tavoitteena suunnata luonnonsuojelu ja metsien käsittely tukemaan toisiaan siten, että alueella luontaisesti esiintyvät lajit säilyisivät pitkällä aikajänteellä. Suojelukohteiden verkoston tulisi siis olla edustava ja kattava, eli siihen tulisi sisältyä riittävän laajalti ainakin sellaisten lajien elinympäristöjä, joita ei voida ylläpitää talousmetsissä. Tavoitteen tarkempi määrittely populaatioekologisesta näkökulmasta on ongelmallista, koska lajikohtaista tietoa pienimmän elinkelpoisen populaation koosta ja sen ylläpitämiseen tarvittavien elinympäristöjen ”riittävästä” määrästä ei juurikaan ole saatavilla. Suojelun pitkän tähtäimen tavoitteiden asettamisessa joudutaan pitkälti turvautumaan luonnonmetsän dynamiikan jäljittelyyn ja indikaattorilajeille sopivien elinympäristöjen ylläpitämiseen. Tavoitteiden asettaminen on välttämätöntä, jotta suojelun tuloksellisuutta voidaan arvioida.

Yksittäisten kohteiden luonnonsuojelullista arvoa mitataan yleensä niissä esiintyvien lajien, elinympäristöjen tai muiden haluttujen ominaisuuksien määrällä ja harvinaisuudella (ks. mm. Noss 1990, Shafer 1990, Spellerberg 1992, Williams

ym. 1996). Arvokkaimpina pidetään tuolloin kohteita, jonne on keskittynyt paljon lajeja, uhanalaisia lajeja tai muita haluttuja ominaisuuksia (biodiversity hot spots). Määrän maksimointiin perustuvien mallien heikkous on se että, toiseksi ja kolmanneksi parhailla kohteilla toistuu ensimmäisen kohteen ominaisuudet kun taas harvinaisia ominaisuuksia voi jäädä kokonaan pois.

Viime aikoina suojelukohteita on alettu arvioimaan myös osana suojelualueverkostoa. Nämä tarkastelut pohjautuvat erilaisiin optimointimenetelmiin, joilla voidaan valita toisiaan mahdollisimman hyvin täydentäviä kohteita (mm. Pressey & Nicholls 1989, Nicholls & Margules 1993, Saetersdal ym. 1993, Pressey ym. 1996, Williams ym. 1996, Csuti ym. 1997). Peräkkäisiä laskutoimituksia tekevillä algoritmeilla pyritään valitsemaan asetetut tavoitteet mahdollisimman tehokkaasti saavuttavien kohteiden verkosto. Tehokkuutta mitataan tarvittavien kohteiden määrällä, pinta-alalla ja muilla kustannuksilla. Heuristiset algoritmit jaetaan kahteen ryhmään kohteiden valintaperusteiden mukaan. Lisäävät (greedy algorithms) algoritmit valitsevat ensin kohteen jossa on eniten haluttuja ominaisuuksia ja lisäävät sen jälkeen yksi kerrallaan kohteita, joissa on eniten vielä valitsemattomia ominaisuuksia. Harvinaisuusalgoritmit (rarity algorithms) aloittavat kohteesta, jossa on eniten ainutlaatuisia ominaisuuksia ja lisäävät järjestyksessä kohteita, joissa on eniten vielä valitsemattomia harvinaisia ominaisuuksia. Heurististen optimointialgoritmien laskema tulos on lähes optimaalinen. Niiden ohella käytetään lineaarisia algoritmeja, jotka löytävät useimmiten täysin optimaalisen ratkaisun, mutta ovat hitautensa vuoksi epäkäytännöllisiä laajojen aineistojen analysoinnissa. (Cocks & Baird 1989, Saetersdal ym. 1993, Underhill 1994, Pressey ym. 1996)

Vaikka monimuotoisuuden arviointimenetelmiä käytetään laajasti päätöksenteon tukena, ei niitä ole juurikaan vertailtu samalta alueelta kerätyllä, useita eliöryhmiä kattavalla aineistolla. Empiiriseen tutkimukseen perustuvaa tietoa eri lajiryhmien yhteisvaihtelusta pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä on vain vähän. Lisätietoa lajiryhmien yhteisvaihtelusta ja mittausmenetelmien käyttökelpoisuudesta tarvitaan paitsi monimuotoisuuskeskittymien tunnistamiseen, myös indikaattorilajiryhmien ja lajiston monimuotoisuutta ilmentävien rakennepiirteiden valintaan.

Tässä luvussa tarkasteltiin putkilokasvien, sammalten, jäkälien, kääpien, kova-kuoriaisten, hämähäkkien ja kotiloiden lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelua. Monimuotoisuutta mitattiin lajimäärällä, yksilömäärällä, harvinaisuudella ja kahdella heuristisella optimointialgoritmilla. Tavoitteena oli selvittää 1) voidaan jonkin ryhmän avulla ennustaa jonkin muun ryhmän tai kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden lajiryhmien monimuotoisuutta, 2) minkälaiset metsät ovat usean ryhmän suhteen lajistoltaan monimuotoisia, 3) lajiryhmän ja lajiston monimuotoisuuden arviointimenetelmien vaikutusta kohteiden arvojärjestykseen sekä 4) voidaanko metsätyypin, metsän iän tai rakennepiirteiden avulla ennustaa tietyn lajiryhmän tai kokonaislajiston monimuotoisuutta.

Tässä luvussa käytetyn tutkimusaineiston ovat keränneet ja määrittäneet Tapani Järveläinen, Heikki Kotiranta, Mikko Kuusinen, Ilpo Mannerkoski, Erkki Lauri-

kainen, Timo Pajunen, Juha Pykälä, Mikko Siitonen, Paula Siitonen ja Harri Tu-
kia. Antti Tanskanen on kehittänyt aineiston analysointimenetelmiä (optimoin-
timenetelmät) ja tehnyt ATK-ajoja. Paula Siitonen on suunnitellut ja tehnyt ana-
lyyseja, tulkinnut tulokset ja kirjoittanut artikkelin.

12.2 Aineisto ja menetelmät

12.2.1 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto käsitti Kuhmon, Lohikosken ja Lohjansaaren tutkimusalueilta vuosina 1993–1994 kerätyt lajisto- ja rakennetekijätiedot. Havaintoyksikkönä käytettiin kolmen aarin näytealoja, joita oli Kuhmossa 96, Lohikoskella 98 ja Lohjansaaressa 52. Näytealoilta tutkittiin putkilokasvit, lehti- ja maksasammalet, epifyyttijäkälät, pohjakerroksen jäkälät, käävät, maakiitäjäiset, lahoppuukova-kuoriaiset (Kuhmo), muut kovakuoriaiset, hämähäkit ja maanilviäiset. Näytealoilta ja niiden ympäristöstä kartoitettiin elävään ja kuolleeseen puustoon, maaston kosteuteen, vesistöihin, maaston muotoihin sekä epifyyttien ja kääpien runsauteen liittyviä rakennepiirteitä. Lajiston ja rakennepiirteiden maastotutkimuksessa käytetyt menetelmät ja luokitukset on kuvattu luvuissa 2 ja 3.

12.2.2 Lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma

Lajimäärä kasvaa yksilömäärän ja pinta-alan kasvaessa, joten hyvin erikokoisten näytteiden vertailu on vaikeaa. Erikokoiset näytteet voidaan vakioida rarefaktio-
menetelmällä, joko pinta-alan tai yksilömäärän suhteen (Simberloff ym. 1978, Kouki & Haila 1985). Näytealan koko ja lajiston kartoitusmenetelmät vakioitiin lajiryhmittäin jo näytteenottovaiheessa. Lajimäärä tarkoittaa tässä yhteydessä kolmen aarin näytealalla havaittujen lajien lukumäärää.

Lajiston harvinaisuutta mitattiin harvinaisuusindeksisummalla (Williams ym. 1996). Näytealan harvinaisuusindeksisumma laskettiin tutkimusalueittain seuraavasti:

$$\sum (1/c_j)$$

$$\{i:c_j \neq 0, 1 \leq j \leq n\}$$

jossa c_j on niiden näytealojen lukumäärä, joissa laji j havaittiin.

Harvinaisuusindeksisumma kuvastaa näytealan lajiston harvinaisuutta suhteessa lajien yleisyyteen näytealaverkostossa. Se ei siis ota huomioon lajien valtakunnallista harvinaisuutta tai uhanalaisuutta. Lajiston valtakunnallista harvinaisuutta mitattiin kovakuoriaislajien frekvenssipisteiden summalla (Rassi 1993). Muista ryhmistä ei ole tehty vastaavaa valtakunnallista harvinaisuutta mittaavaa pisteytysjärjestelmää. Näytealoille osui niin vähän uhanalaisia lajeja, ettei niitä voitu käyttää näytealan lajiston valtakunnallisen harvinaisuuden mittauksessa.

Lajimäärän ja harvinaisuuden sekä eri lajiryhmien yhteisvaihtelun tarkasteluun käytettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiota.

12.2.3 Optimointimenetelmät

Lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma eivät ota huomioon lajien identiteettiä, vaan kohteiden arvojärjestys perustuu yksinomaan haluttujen ominaisuuksien määrään. Optimointialgoritmeilla voidaan valita kohdejoukkoja, joilla saavutetaan asetetut tavoitteet mahdollisimman tehokkaasti. Tehokkuutta mitataan esimerkiksi tarvittavien kohteiden määrällä, pinta-alalla tai muilla kustannuksilla. Optimointimenetelmiä käytetään enenevässä määrin suojelualueverkoston arvioinnissa ja kehittämisessä (Margules ym. 1988, Pressey & Logan 1989, Underhill 1994, Csuti ym. 1997).

Lajiston jakaantumista tarkasteltiin valitsemalla askeltavilla heuristisilla optimointialgoritmeilla pienin näytealayhdistelmä, johon saadaan sisällytettyä näytealaverkoston kaikki lajit vähintään kerran. Tätä pienintä näytealayhdistelmää nimitetään jatkossa minimipeitteeksi, vaikka tulos ei ole välttämättä pienin mahdollinen (Underhill 1994, Csuti ym. 1997). Näytealojen valintajärjestys minimipeitteeseen kuvastaa niiden keskinäistä painoarvoa. Näin saatuun kohteiden arvojärjestykseen on syytä suhtautua kriittisesti: valintajärjestys voi muuttua olennaisesti jos yksittäisiä kohteita lisätään tarkasteluun tai poistetaan siitä (ks. mm. Pressey ym. 1996).

Minimipeite laskettiin tutkimusalueiden lajistolle kahdella heuristisella askeltavalla algoritmilla. Ensimmäinen laskentamalli hylkää alat, joilla on vähiten harvinaisia lajeja (Tanskanen 1996a). Toinen malli lisää alat, joilla on eniten uusia lajeja (Tanskanen 1996b). Minimipeitteet laskettiin lajiryhmittäin ja kokonaislajistolle.

Vähiten harvinainen -algoritmi

Tarkastelussa ovat aluksi mukana kaikki alat. Ensivaiheessa lasketaan kunkin lajin havaintojen määrä näytealaverkostossa sekä lajimäärä näytealoittain. Sen jälkeen määritetään kunkin alan harvinaisin laji, eli se näytealan lajeista, josta on vähiten havaintoja näytealaverkostossa. Minimiverkosto luodaan poistamalla yksitellen näyteala, jonka harvinaisin laji on näytealaverkostossa yleisin. Usean eri näytealan harvinaisimmasta lajista voi olla yhtä monta havaintoa näytealaverkostossa. Tällöin poistetaan ala, jolla on vähiten lajeja. Havaintojen määrä näytealaverkostossa lasketaan uudelleen aina alan poistamisen jälkeen. Tämän jälkeen valitaan poistettavaksi seuraava ala, kunnes jäljellä ovat ainoastaan ne alat, jotka ovat välttämättömiä koko lajiston mukaan saamiseksi. Nämä alat muodostavat minimipeitteen.

Eniten uusia -algoritmi

Ensimmäiseksi valitaan näyteala, jolla on eniten lajeja. Sen jälkeen lisätään ala, joka tuo eniten uusia lajeja. Lisättävän alan valinnassa ei oteta huomioon lajien harvinaisuutta, vaan valinta tehdään yksinomaan uusien lajien määrän perusteella. Tämä laskenta-algoritmi on edellistä nopeampi. Algoritmi laittaa alat eräänlaiseen arvojärjestykseen lajimäärän ja uusien lajien määrän perusteella. Arvojärjestys on kuitenkin suhteellinen: jos jokin ala poistetaan, voi järjestys muuttua huomattavasti.

12.2.4 Rakennepiirteiden ja lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelu

Lajiston monimuotoisuuden ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelua ja riippuvuus-suhteita tarkasteltiin Spearmanin järjestyskorrelaatiolla, regressioanalyysillä sekä Mann-Whitneyn U-testillä (ks. mm. Ranta ym. 1989).

12.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

12.3.1 Lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman vaihtelu

Kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden eliöryhmien lajimäärän ja lajiston harvinaisuusindeksisummien mukaiset järjestysluvut korreloivat keskenään positiivisesti (taulukko 12.1). Lajirikkaimmilla aloilla tavattiin siis eniten tutkimusalueella harvinaista lajistoa. Korrelaatiokertoimet vaihtelivat välillä 0,587–0,944 eli korrelaatiot olivat melko voimakkaita. Tulos voi johtua osittain siitä, että lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma ovat jossain määrin toisistaan riippuvaisia: kahdesta näytealasta, joiden lajisto on yhtä harvinaista, on runsaslajisemman alan harvinaisuusindeksisumma korkeampi. Yhdenkin hyvin harvinaisen lajin esiintyminen näytealalla nostaa harvinaisuusindeksisummaa kuitenkin ratkaisevasti (ks. mm. Williams ym. 1996).

Näytealojen koko lajiston monimuotoisuutta mitattiin kokonaislajimäärällä, sen perusteella lasketulla harvinaisuusindeksisummalla sekä laskemalla yhteen eri lajiryhmille laskettujen vastaavien muuttujien järjestysluvut. Järjestysluvulla tarkoitetaan tässä näytealojen sijoittumista toisiinsa nähden. Näyteala, jolla on eniten lajeja tai korkein harvinaisuusindeksisumma saa sijaluvun yksi jne. Näytealan kokonaislajimäärään (kaikki lajit) ja kaikkien havaittujen lajien perusteella laskettuun harvinaisuusindeksisummaan perustuvat järjestysluvut korreloivat keskenään positiivisesti. Eri lajiryhmien lajimäärien järjestyslukujen summa (summa lajit) toi esille monen ryhmän suhteen lajirikkaat alat ja eri lajiryhmien harvinaisuusindeksisummien mukaisten järjestyslukujen summa vastaavasti monen ryhmän suhteen lajistoltaan harvinaiset alat. Myös nämä näytealojen monipuolisuutta kuvaavat eri lajiryhmien järjestyslukujen summat korreloivat positiivisesti ja hyvin merkitsevästi keskenään.

Taulukko 12.1. Näytealojen lajiston harvinaisuusindeksisumman ja lajimäärän järjestyskorrelaatiot (Spearman R_s) eliöryhmittäin ja kaikille lajeille. Kaikki korrelaatiot ovat hyvin merkitseviä ($p < 0,001$, Bonferronin korjauksen jälkeen). Ryhmät, joiden lajimääritys on kesken on merkitty viivalla (-). Kaikki lajit = kaikkien näytealalla havaittujen lajien määrän ja harvinaisuusindeksisumman järjestyskorrelaatio, summa lajit = eri ryhmien lajimäärien järjetyslukujen summan ja harvinaisuusindeksisummien mukaisten järjetyslukujen summan korrelaatio.

Lajiryhmä	Kuhmo (95 alaa)	Lohikoski (98 alaa)	Lohjansaari (52 alaa)
Putkilokasvit	0,886	0,730	0,758
Lehtisammalet	0,742	0,786	-
Maksasammalet	0,904	0,879	-
Kaikki sammalet	0,788	0,790	-
Epifyyttijäkälät	0,779	0,864	0,879
Muut jäkälät	0,927	0,906	0,909
Kaikki jäkälät	0,771	0,801	0,922
Käävät	0,741	0,866	0,951
Kovakuoriaiset	0,629	0,587	-
Maakiitäjäiset	0,865	0,790	0,826
Hämähäkit	0,835	0,723	0,835
Kotilot	0,944	0,900	-
Kaikki lajit	0,743	0,736	0,771
Summa lajit	0,720	0,820	0,825

Harvinaisuusindeksisumma mittaa näytealan lajiston harvinaisuutta suhteessa lajien yleisyyteen näytealaverkostossa. Siksi on syytä tarkastella myös harvinaisuusindeksisumman ja lajiston valtakunnallisen harvinaisuuden välistä suhdetta. Kovakuoriaisten harvinaisuusindeksisumma ja valtakunnallista harvinaisuutta kuvaava frekvenssipistesumma korreloivat positiivisesti ja voimakkaasti (taulukko 12.2). Harvinaisuusindeksisumma vaihtelee tulosten perusteella samansuuntaisesti kuin valtakunnallinen harvinaisuus eli sitä voidaan käyttää ainakin tämän aineiston perusteella lajiston harvinaisuuden mittana.

Taulukko 12.2. Kovakuoriaisten frekvenssipistesummien Spearmanin järjestyskorrelaatiot lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman kanssa Kuhmossa ja Lohikoskella. Luvut ovat järjestyskorrelaatiokertoimia. Kaikki korrelaatiot ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$). Kuoppapyydysnäytteitä oli Kuhmossa 95 ja Lohikoskella 98 alalla. Ikkunapyydysnäytteitä oli 64 Kuhmon näytealalla.

Kovakuoriaispyydys	Kuhmo		Lohikoski	
	Lajimäärä	Harvinaisuus	Lajimäärä	Harvinaisuus
Kuoppapyydys	0,838	0,744	0,700	0,721
Ikkunapyydys	0,871	0,622	-	-

Lajistoltaan ja rakenteeltaan mielenkiintoisia ovat näytealat, jotka sijoittuvat usean eri ryhmän lajimäärän ja harvinaisuuden perusteella korkealle, tai jotka tarvitaan monen eri ryhmän minimipeittoon. Taulukossa 12.3 on esitetty eri lajiryhmien, kokonaislajiston ja lajiryhmien järjetyslukujen summien mukaan parhaat 10 alaa. Kokonaislajiston (kaikki lajit) ja kaikkien lajiryhmien järjetyslukujen summan (summa lajit) mukaan parhaat alat sijoittuivat kymmenen parhaan alan joukkoon usean eri lajiryhmän perusteella. Usein toistuvien alojen lähempi tar-

kastelu osoitti, että korkealle sijoittuneet alat osuivat yleensä tutkimusalueella harvinaiseen biotooppiin tai usean rakennepiirteen yhdistelmään.

Kokonaislajistoltaan (*kaikki lajit*) eri menetelmien mukaisista kymmenestä parhaasta alasta oli Kuhmossa samoja viisi (alat 6, 7, 14, 22 ja 41), Lohikoskella neljä (37, 50, 81 ja 94) ja Lohjansaassa kolme (22, 27 ja 49). Kuhmon näyteala 41 sijaitsee Honkavaaran eteläpuolisen lähdepuron varrella ja alat 6, 7, 14 ja 22 Honkavaaran aarnimetsässä. Näistä kaksi viimeksi mainittua osuivat ympäristöään rehevämpiin painanteisiin ja aloilla 6 ja 7 esiintyi poikkeuksellisen paljon lahoppua. Lohikosken näyteala 50 sijaitsee rehevässä korpinotkossa, johon oli kaatunut vanha raita. Alan 94 halki virtaa puro, ala 81 on järven rannalla ja ala 37 Kokkolansalon aarnialueella jyrkanteen alla. Lohjansaaren alalla 22 oli kalkkikallio, alalla 27 poikkeuksellisen paljon puulajeja ja alalla 49 oli jyrkänne. Lajimäärän, harvinaisuuden ja minimipeiton suhteen parhaat alat sijaitsivat siten yleensä järven rannalla, puustoltaan monipuolisissa kohteissa, metsän tai pellon reunoissa sekä kohteissa, joissa yhdistyy monia jyrkanteiden, kosteikkojen, pienvesien ym. habitaattien rakennepiirteitä.

Lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman voimakkaista korrelaatiosta huolimatta näytealojen sijalukujen erotus oli korkeimmillaan 82 Kuhmossa (*summa lajit* ala 77) ja Lohikoskella 80 (lehtisammalet ala 3). Näytealat, joiden sijaluku oli lajimäärän mukaan korkea ja harvinaisuusindeksisumman mukaan alhainen olivat lajirikkaita, mutta niiden lajisto koostui yleisistä "jokapaikan lajeista". Tällainen olivat esimerkiksi Kuhmon ala 13 (kaikkien lajien sijalukujen ero 59). Harvinaisuusindeksisumman ja lajimäärän sijalukujen erotus oli suuri myös näytealoilla, joilla esiintyi vähän mutta harvinaisia lajeja. Tällaiset alat sijaitsivat tutkimusalueilla harvinaisissa, mutta niukkalajisissa biotoopeissa: harjuilla ja kallioilla. Tällainen oli esimerkiksi Kuhmon Louhivaarassa sijaitseva ala 68 (kaikkien lajien sijalukujen erotus 53). Nämä luonnonsuojelullisesti arvokkaat kohteet eivät tule esille pelkällä lajimäärällä.

12.3.2 *Eliöryhmien lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelu*

Korrelaatiotarkastelun perusteella minkään yksittäisen lajiryhmän lajimäärä tai harvinaisuus ei soveltunut kaikkien tai edes useimpien muiden tarkasteltujen lajiryhmien indikaattoriksi (taulukot 12.4 ja 12.5). Samaan tulokseen on päädytty trooppisessa sademetsässä tehdyssä tutkimuksessa (Lawton ym. 1998). Boreaalisessa havumetsävyöhykkeessä ei ole juurikaan tehty aikaisemmin samantapaisia, usean eri eliöryhmän yhteisvaihtelun tarkasteluja, joten tuloksille on vain vähän vertailuaineistoa.

Samasta resurssista riippuvaiset lajiryhmät vaihtelivat kuitenkin keskenään samansuuntaisesti. Kuhmossa käävät, maksasammalet, epifyyttijäkälät, lahoppukovuoriaiset ja muut kovakuoriaiset korreloivat positiivisesti ja merkitsevästi keskenään. Samansuuntainen vaihtelu johtui osittain siitä, että Kuhmon vanhoissa metsissä kasvoi epifyyttijäkälälajistoltaan rikkaita vanhoja haapoja ja raitoja sekä puulajiltaan, lahoasteeltaan, paksuudeltaan ja sienilajistoltaan vaihteleva lahoppuusto tarjosi elinympäristön monipuoliselle kääpä-, maksasammal- ja kovakuoriaislajistolle.

Lohikoskella epifyyttijäkälät, sammalet ja käävät eivät korreloineet merkitsevästi. Tämä voi johtua siitä, että tuoreilla uudistusaloilla, joilla epifyyttijäkälä ei ollut juuri lainkaan, kasvoi vielä hakkuuta edeltäneelle sulkeutuneelle metsälle tunnusomaista, todennäköisesti vähitellen häviävää kääpä- ja maksasammallajistoa. Lehtisammalten korkeat lajimäärät liittyivät Lohikoskella enemmän kasvupaikan rehevyyteen ja kosteuteen kuin lahoppuun määrään (ks. luku 5), mitä osoittaa myös lehtisammalten ja kaikkien sammalten merkitsevä korrelaatio putkilokasvien kanssa. Kovakuoriaisten ja sammalien välinen merkitsevä korrelaatio liittyy Lohikoskella kasvupaikan rehevyyteen ja kosteuteen, joka rikastuttaa molempien ryhmien lajistoa. Putkilokasvi- ja sammallajistoltaan monilajisilla aloilla tavattiin myös eniten kotilolajeja. Putkilokasvien ja jäkälien lajimäärien voimakas negatiivinen korrelaatio kuvastaa maassa ja kivien pinnoilla kasvavien jäkälien runsautta karuilla, putkilokasvilajistoltaan vaatimattomilla kasvupaikoilla.

Hämähäkkien lajimäärä korreloi negatiivisesti miltei kaikkien muiden ryhmien kanssa. Kuhmossa hämähäkkien lajimäärän negatiivinen korrelaatio maksasammalten, epifyyttien, kääpien ja kovakuoriaisten kanssa johtui vanhojen sulkeutuneiden metsien hämähäkkilajiston niukkuudesta verrattuna avoimiin biotooppiin. Tätä tukee hämähäkkien voimakas positiivinen korrelaatio avoimilla kasvupaikoilla runsaiden pohjakerroksen jäkälien kanssa. Pohjakerroksen jäkälien ohella hämähäkit korreloivat positiivisesti maakiitäjäisten kanssa Lohikoskella ja Lohjansaareissa, mutta Kuhmossa näiden ryhmien lajimäärien vaihtelun välillä ei havaittu yhteyttä.

Harvinaisuusindeksisummien korrelaatioanalyysi tuki lajimäärien perusteella saatua tulosta eli mikään yksittäinen ryhmä ei toiminut kaikkien muiden ryhmien lajiston harvinaisuuden indikaattorina. Kuhmossa maksasammalien ja epifyyttijäkälien harvinaisuusindeksisummat vaihtelivat samansuuntaisesti, mutta maakiitäjäiset ja hämähäkit korreloivat näiden lahoppuusta riippuvaisen ryhmien

kanssa negatiivisesti. Maakiitäjäisten ja hämähäkkien harvinaisuusindeksisummat vaihtelivat samansuuntaisesti myös Lohikoskella ja Lohjansaassa.

Kokonaislajimäärän ja kaikkien lajien perusteella lasketun harvinaisuusindeksisumman (*kaikki lajit*) vaihteluun vaikuttivat erityisesti runsaslajiset ryhmät kuten kovakuoriaiset ja hämähäkit. Kovakuoriaisten voimakas korrelaatio näytealan kokonaislajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman kanssa johtuikin todennäköisesti siitä, että miltei kolmasosa havaituista lajeista oli kovakuoriaisia. Putkilokasvien, kääpien ja sammalten positiiviset korrelaatiot vastaavien, koko lajiston diversiteettiä kuvaavien tunnusten kanssa ovat mielenkiintoisia, koska näihin lajiryhmiin kuuluu Kuhmossa ja Lohikoskella yhteensäkin vain noin neljännes kokonaislajimäärästä. Lohjansaassa putkilokasvien ja kokonaislajimäärän korrelaatio selittyy kuitenkin ainakin osittain putkilokasvien huomattavalla osuudella määritetyistä lajeista. Myös kotiloiden lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloi kaikkien lajien perusteella laskettujen vastaavien tunnuslukujen kanssa merkitsevästi.

Käävät ja putkilokasvit sekä toisaalta lehti- ja maksasammalet eivät korreloineet keskenään. Käävät ja maksasammalet vaihtelevat samansuuntaisesti muiden lahoppuista riippuvaisten ryhmien ja putkilokasvit ja lehtisammalet kasvupaikan kosteudesta ja rehevyydestä riippuvaisten ryhmien kanssa.

Eri lajiryhmien mukaisten järjestyslukujen summa toi kokonaislajimäärää ja sen perusteella laskettua harvinaisuusindeksisummaa paremmin esille näytealat, jotka sijoituivat korkealle usean eri lajiryhmän suhteen. Tällaiset alat olivat paitsi runsaslajisia myös lajistoltaan monipuolisia. Lajimäärän ja harvinaisuusindeksin mukaisten järjestyslukujen summa toi esille lajirikkaat näytealat, joiden lajisto oli lisäksi tutkimusalueella harvinaista. Kaikkien lajien mukaiset järjestysluvut ja lajiryhmien järjestyslukujen summat korreloivat kuitenkin voimakkaasti ja merkitsevästi. Kokonaislajimäärältään korkeat ja lajistoltaan harvinaiset alat olivat siis lajirikkaita ja lajistoltaan harvinaisia myös monen eri lajiryhmän perusteella.

Taulukko 12.4. Lajiryhmien ja koko lajiston lajimäärien järjestyskorrelaatiot (Spearman). Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot Bonferronin korjauksen jälkeen on lihavoitu. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Kaikki lajit = kaikkien lajien määrän mukainen järjestys, Summa lajit = eri lajiryhmien lajimäärien mukaisten järjestyslukujen summa, Summa yhteensä = lajimäärien ja harvinaisuusindeksien järjestyslukujen summa. Järjestyslukujen summassa eivät ole mukana "kaikki sammalet" ja "kaikki jäkälät".

Kuhmo 95 näytealaa	Putkilo- kasvit	Lehti- sammalet	Maksa- sammalet	Kaikki sammalet	Epifyytti- jäkälät	Muut jäkä- lät	Kaikki jä- kälät	Käävät	Maa- kittäjäiset	Kovakuo- riaiset (i)	Kovakuo- riaiset (k)	Hämähäkit	Kotilot	Kaikki lajit	Summa lajit
Lehtisammalet	0,317														
Maksasammalet	0,234	0,446***													
Kaikki sammalet	0,323	0,851***	0,830***												
Epifyyttijäkälät	-0,069	0,354*	0,631***	0,563***											
Muut jäkälät	-0,045	-0,075	-0,536***	-0,338	-0,473***										
Kaikki jäkälät	-0,074	0,225	-0,053	0,106	0,346*	0,592***									
Käävät	0,001	0,291	0,521***	0,477***	0,407**	-0,587***	-0,333								
Maakittäjäiset	0,003	0,042	0,028	0,019	0,132	-0,083	0,025	0,132							
Kovakuoriaiset (i)	0,020	-0,133	0,150	0,015	0,129	-0,411**	-0,341	0,348	-0,013						
Kovakuoriaiset (k)	0,108	0,172	0,344*	0,306	0,307	-0,654***	-0,360*	0,428**	0,240	0,416**					
Hämähäkit	0,162	-0,236	-0,502***	-0,420**	-0,493***	0,488***	0,054	-0,380*	-0,045	-0,119	-0,418***				
Kotilot	0,227	0,098	0,064	0,102	0,011	-0,226	-0,231	0,190	0,254	0,216	0,289	0,175			
Kaikki lajit	0,499***	0,379*	0,438**	0,485***	0,240	-0,303	-0,122	0,433**	0,035	0,674***	0,485**	0,034	0,417***		
Summa lajit	0,503***	0,592***	0,539***	0,670***	0,346	-0,321	-0,076	0,563***	0,192	0,372	0,508***	-0,042	0,552***	0,849***	
Summa yhteensä	0,540***	0,564***	0,410**	0,586***	0,204	-0,191	-0,049	0,485***	0,226	0,345	0,413**	0,039	0,483***	0,831***	0,915***

Lohikoski 98 näytealaa	Putkilo- kasvit	Lehti- sammalet	Maksa- sammalet	Kaikki sammalet	Epifyytti- jäkälät	Muut jä- kälät	Kaikki jä- kälät	Käävät	Maa- kittäjäiset	Kovakuo- riaiset (k)	Hämähä- kit	Kotilot	Kaikki lajit	Summa lajit
Lehtisammalet	0,414**													
Maksasammalet	0,267	0,628***												
Kaikki sammalet	0,390**	0,941***	0,847***											
Epifyyttijäkälät	-0,114	0,097	0,327	0,210										
Muut jäkälät	-0,341*	-0,222	-0,334*	-0,305	0,023									
Kaikki jäkälät	-0,277	-0,047	0,119	0,019	0,837***	0,489***								
Käävät	0,114	0,214	0,246	0,244	0,155	-0,068	0,082							
Maakittäjäiset	0,254	0,165	-0,112	0,045	-0,204	0,063	-0,199	0,033						
Kovakuoriaiset (k)	0,222	0,418**	0,353*	0,437**	0,207	-0,269	-0,002	0,115	0,081					
Hämähäkit	-0,067	-0,219	-0,381	-0,321	-0,247	0,389**	-0,043	0,063	0,451***	-0,142				
Kotilot	0,354*	0,243	0,132	0,198	-0,051	-0,087	-0,131	0,153	0,200	0,242	0,120			
Kaikki lajit	0,505***	0,542***	0,366*	0,514***	0,224	0,076	0,196	0,342*	0,332	0,499***	0,396**	0,481***		
Summa lajit	0,457***	0,650***	0,488***	0,633***	0,258	0,052	0,192	0,438***	0,438**	0,537***	0,227	0,530***	0,905***	
Summa yhteensä	0,440**	0,600***	0,434**	0,575***	0,282	0,071	0,232	0,431***	0,431**	0,476***	0,269	0,526***	0,906***	0,943***

Lohjansaari 52 näytealaa	Putkilo- kasvit	Epifyyt- tijäkälät	Muut jä- kälät	Kaikki jäkälät	Käävät	Maakii- täjäiset	Hämä- häkit	Kaikki lajit	Summa lajit
Epifyyttijäkälät	-0,313								
Muut jäkälät	-0,138	0,456*							
Kaikki jäkälät	-0,289	0,976***	0,592***						
Käävät	0,129	-0,121	-0,063	-0,159					
Maakitäjäiset	0,247	-0,139	-0,321	-0,186	0,100				
Hämähäkit	0,079	0,112	0,291	0,141	0,108	0,376			
Kaikki lajit	0,579***	0,396	0,450*	0,438*	0,144	0,172	0,497**		
Summa lajit	0,408	0,353	0,430	0,385	0,321	0,445*	0,742***	0,842***	
Summa yhteensä	0,364	0,346	0,394	0,392	0,203	0,491*	0,743***	0,794***	0,939***

Taulukko 12.5. Lajiryhmien ja koko lajiston harvinaisuusindeksisummien järjestyskorrelaatiot (Spearman). Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot Bonferronin korjauksen jälkeen on lihavoitu. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Kaikki lajit = kaikkien lajien määrän mukainen järjestys. Summa harvinaisuus = eri lajiryhmien harvinaisuusindeksien järjestyslukujen summa, Summa yhteensä = lajiryhmien järjestyslukujen ja harvinaisuuden summa. Järjestyslukujen summissa eivät ole mukana "kaikki sammalet" ja "kaikki jäkälät".

Kuhmo 95 näytealaa	Putkilo- kasvit	Lehti- sammalet	Maksa- sammalet	Kaikki sammalet	Epifyytti- jäkälät	Muut jäkälät	Kaikki jäkälät	Käävät	Maa- kitäjäiset	Kovakuo- riaiset (i)	Kovakuo- riaiset (k)	Hämähä- kit	Kotilot	Kaikki lajit	Summa harvinaiset
Lehtisammalet	0,286														
Maksasammalet	0,310	0,342													
Kaikki sammalet	0,342	0,849***	0,732***												
Epifyyttijäkälät	0,078	0,239	0,378*	0,339											
Muut jäkälät	-0,056	0,179	-0,346	-0,033	-0,108										
Kaikki jäkälät	0,034	0,245	-0,013	0,166	0,594***	0,615***									
Käävät	0,169	0,069	0,167	0,154	0,086	-0,293	-0,125								
Maa-kitäjäiset	0,069	0,061	-0,213	-0,024	-0,457***	0,369*	-0,038	0,016							
Kovakuoriaiset (i)	0,088	-0,179	0,034	-0,099	-0,076	-0,182	-0,174	0,137	-0,015						
Kovakuoriaiset (k)	0,067	0,009	-0,009	0,038	-0,038	-0,245	-0,314	0,213	0,169	0,313					
Hämähäkit	0,064	0,002	-0,400*	-0,185	-0,360*	0,368*	0,112	-0,053	0,314	-0,116	-0,121				
Kotilot	0,127	-0,032	-0,004	0,021	-0,068	-0,249	-0,184	0,260	0,010	0,253	0,210	0,002			
Kaikki lajit	0,416**	0,171	0,228	0,281	0,033	-0,105	-0,058	0,380*	0,147	0,705***	0,519***	0,099	0,228		
Summa harvinaiset	0,562***	0,545***	0,328	0,582***	0,183	0,126	0,200	0,478***	0,339	0,269	0,408**	0,179	0,355*	0,719***	
Summa yhteensä	0,550***	0,453***	0,424**	0,552***	0,199	-0,095	0,053	0,511***	0,234	0,333	0,402**	0,058	0,482***	0,680***	0,927***

Lohikoski 98 näytealaa	Putkilo- kasvit	Lehti- sammalet	Maksa- sammalet	Kaikki sammalet	Epifyytti- jäkälät	Muut jäkälät	Kaikki jäkälät	Käävät	Maa- kiitäjaiset	Kovakuo- riaiset (k)	Hämähä- kit	Kotilot	Kaikki lajit	Summa harvinaiset
Lehtisammalet	0,215													
Maksasammalet	0,221	0,465***												
Kaikki sammalet	0,211	0,867***	0,766***											
Epifyyttijäkälät	-0,120	0,142	0,232	0,255										
Muut jäkälät	-0,153	-0,136	-0,326	-0,192	0,183									
Kaikki jäkälät	-0,100	0,013	-0,082	0,012	0,682***	0,658***								
Käävät	-0,086	0,193	0,105	0,145	0,124	-0,037	0,059							
Maakiitäjaiset	0,221	0,199	0,018	0,135	-0,141	-0,019	-0,046	0,095						
Kovakuoriaiset (k)	0,124	0,371*	0,165	0,299	-0,024	-0,165	-0,198	0,173	0,148					
Hämähäkit	0,024	0,051	-0,098	-0,009	-0,006	0,107	0,178	0,014	0,375**	0,008				
Kotilot	0,275	0,222	0,114	0,180	0,021	-0,045	-0,040	0,110	0,074	0,155	0,005			
Kaikki lajit	0,426**	0,566***	0,341*	0,535***	0,169	0,043	0,189	0,313	0,307	0,591***	0,440***	0,267		
Summa harvinaiset	0,401**	0,650***	0,445***	0,638***	0,330	0,123	0,269	0,388**	0,456***	0,468***	0,340	0,467***	0,848***	
Summa yhteensä	0,345	0,668***	0,448***	0,625***	0,340	0,034	0,231	0,409**	0,419**	0,451***	0,286	0,517***	0,787***	0,955***

Lohjansaari 52 näytealaa	Putkilokas- vit	Epifyytti- jäkälät	Muut jäkälät	Kaikki jäkälät	Käävät	Maakiitäji- set	Hämähäkit	Kaikki lajit	Summa harvinaiset
Epifyyttijäkälät	-0,046								
Muut jäkälät	0,171	0,355							
Kaikki jäkälät	-0,002	0,950***	0,556***						
Käävät	-0,148	-0,093	-0,087	-0,109					
Maakiitäjaiset	0,406	-0,056	0,057	-0,010	-0,135				
Hämähäkit	0,100	0,092	0,227	0,128	0,140	0,382			
Kaikki lajit	0,746***	0,408	0,446*	0,457*	-0,032	0,367	0,421*		
Summa harvinaiset	0,532***	0,449**	0,606***	0,548**	0,103	0,572***	0,647***	0,827***	
Summa yhteensä	0,465*	0,395	0,540*	0,493**	0,232	0,526**	0,686***	0,773***	0,957***

12.3.3 Menetelmien vertailu kattavan näytealajoukon valinnassa

Luonnonsuojelun suunnittelussa joudutaan yleensä valitsemaan laajasta kohdejoukosta arvokkaimmat. Valitun kohdejoukon tulisi kattaa mahdollisimman suuri osa lajeista tai muista halutuista ominaisuuksista riittävän monta kertaa. Lajimäärän, harvinaisuuden ja optimointialgoritmien käyttökelpoisuutta mahdollisimman kattavan näytealajoukon valinnassa vertailtiin laskemalla, kuinka suuri osa tutkimusalueen lajistosta saadaan mukaan, kun valitaan kymmenen parasta näytealaa eri menetelmillä (taulukko 12.6).

Eniten uusia -optimointialgoritmi oli tehokkain menetelmä kaikilla tutkimusalueilla (Kuhmossa keskimäärin 86 %, Lohikoskella 87 % ja Lohjansaassa 88 % lajeista) ja *harvinaisuus* seuraavaksi tehokkain (Kuhmo 82 %, Lohikoski 80 % ja Lohjansaari 83 % lajeista). *Lajimäärä* oli tehottomin menetelmä (Kuhmo 76 %, Lohikoski 76 % ja Lohjansaari 81 %). Menetelmien erot vaihtelivat kuitenkin huomattavasti lajiryhmästä riippuen. Kuhmossa suurin ero (23 prosenttiyksikköä) havaittiin käävillä. Lajimäärän tehottomuus valintaperusteena johtui todennäköisesti siitä, että näytealaverkostossa harvinaisista lajeista monet kasvoivat niukkalajisilla aloilla. Myös kääpien alhainen kokonaislajimäärä näytealoilla vaikutti tulokseen. Kokonaislajiston valinnassa menetelmät erosivat yllättävän vähän toisistaan (vrt. Williams ym. 1997).

Taulukossa 12.7 on esitetty, kuinka monta näytealaa vähintään tarvitaan, jotta kaikki lajit esiintyisivät näytealaverkostossa ainakin yhden kerran. Näytealojen valinta lajimäärän mukaisessa järjestyksessä osoittautui jälleen tehottomimmaksi menetelmäksi ja *Vähiten harvinainen* -optimointialgoritmi parhaimmaksi. *Vähiten harvinainen* ja *Eniten uusia* -algoritmit laskivat lähes samanlaiset minimipeitteet. Lajiston harvinaisuus sijoittui vertailussa lajimäärän ja optimointialgoritmien väliin. Menetelmien väliset erot olivat huomattavasti selvempiä kuin valittaessa 10 parasta alaa. Lajimäärän tehottomuus kaikki lajit yhden kerran sisältävän kohdejoukon valinnassa johtui siitä, että toiseksi ja kolmanneksi valittavilla aloilla toistuivat jo ensimmäisellä alalla esiintyneet lajit, kun taas monet vähälajiset, mutta lajistoltaan harvinaiset alat, jäivät valintajärjestyksessä viimeisiksi.

Kokonaislajiston tarkastelussa mielenkiintoisia ovat näytealat joita ei tarvittu minimipeittoon. Nämä alat (Kuhmossa alat 9, 38, 46, 47, 52, 53, 67, 70, 75, 76, 79, 81, 96), Lohikoskella alat 6, 8, 11, 26, 32, 34, 38, 44, 45, 48, 49, 54, 59, 64, 69, 74, 82, 85, 86, 93 ja Lohjansaassa alat 4, 9, 20, 26, 38, 45) sijaitsivat kaikilla tutkimusalueilla biotooppivalikoimaltaan tutkimusaineistossa tavanomaisissa kohteissa, lähinnä kasvatusmetsissä ja taimikoissa (näytealojen sijainti ks. kuvat 2.2–2.4). Esimerkiksi Kuhmon "tarpeettomista" aloista vain neljä sijaitsi metsätaloudellisesti yli-ikäisissä vanhoissa metsissä, vaikka näytealoista kaikkiaan 54 % osui niihin.

Taulukko 12.6. Lajimäärän, harvinaisuusindeksisumman ja Eniten uusia -optimointialgoritmin vertailu arvokkaiden näytealojen valinnassa Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaarella. Sarakkeen ensimmäinen luku ilmoittaa kymmenellä parhaalla alalla tavattujen lajien osuuden (%) kokonaislajimäärästä. Havaittujen lajien määrä on suluisissa.

10 alaa Esiintymien määrä (%)	Arviointimenetelmät		
	Lajimäärä	Harvinaisuus	"Eniten uusia"
Kuhmo			
Valittujen näytealojen lukumäärä (n = 96)	10 (10)	10 (10)	10 (10)
Putkilokasvit (n = 77)	81 (62)	92 (71)	94 (72)
Lehtisammalet (n = 59)	81 (48)	88 (52)	93 (55)
Maksasammalet (n = 39)	77 (30)	85 (33)	87 (34)
Sammalet (n = 98)	69 (68)	74 (73)	82 (80)
Epifyyttijäkälät (n = 43)	95 (41)	95 (41)	100 (43)
Muut jäkälät (n = 31)	97 (30)	100 (31)	100 (31)
Jäkälät (n = 68)	84 (57)	91 (62)	97 (66)
Käävät (n = 48)	50 (24)	69 (33)	73 (35)
Maakiitäjäiset (n = 32)	84 (27)	88 (28)	94 (30)
Kovakuoriaiset (i) (n = 239)	55 (131)	62 (143)	62 (149)
Kovakuoriaiset (k) (n = 164)	54 (88)	59 (97)	60 (99)
Hämähäkit (n = 109)	66 (72)	60 (65)	82 (89)
Kotilot (n = 11)	100 (11)	100 (11)	100 (11)
Kaikki lajit (n = 804)	54 (433)	59 (471)	60 (481)
Lohikoski			
Valittujen näytealojen lukumäärä (n = 98)	10 (10)	10 (10)	10 (10)
Putkilokasvit (n = 106)	74 (78)	84 (89)	89 (94)
Lehtisammalet (n = 64)	78 (50)	82 (53)	89 (57)
Maksasammalet (n = 35)	69 (24)	83 (29)	86 (30)
Sammalet (n = 99)	76 (75)	77 (76)	81 (80)
Epifyyttijäkälät (n = 31)	90 (28)	97 (30)	100 (31)
Muut jäkälät (n = 27)	85 (23)	85 (23)	100 (27)
Jäkälät (n = 52)	81 (42)	96 (50)	98 (51)
Käävät (n = 37)	70 (26)	68 (25)	73 (27)
Maakiitäjäiset (n = 47)	77 (36)	89 (42)	91 (43)
Kovakuoriaiset (k) (n = 181)	59 (106)	60 (108)	62 (114)
Hämähäkit (n = 145)	62 (90)	61 (88)	78 (113)
Kotilot (n = 16)	94 (15)	94 (15)	100 (16)
Kaikki lajit (n = 630)	60 (376)	64 (402)	65 (408)
Lohjansaari			
Valittujen näytealojen lukumäärä (n = 52)	20 (10)	20 (10)	20 (10)
Putkilokasvit (n = 279)	87 (245)	83 (234)	88 (247)
Epifyyttijäkälät (n = 130)	(102)	(111)	(113)
Muut jäkälät (n = 57)	89 (51)	91 (52)	93 (53)
Jäkälät (n = 179)	83 (149)	84 (151)	86 (154)
Käävät (n = 22)	77 (17)	86 (19)	91 (20)
Maakiitäjäiset (n = 45)	76 (34)	84 (38)	87 (39)
Hämähäkit (n = 129)	76 (98)	70 (90)	84 (109)
Kaikki lajit (n = 632)	76 (476)	72 (458)	77 (488)

Taulukko 12.7. Lajimäärän, optimointialgoritmien ja harvinaisuuden tehokkuuden vertailu Kuhmossa ja Lohikoskella. Luvut kertovat, kuinka monta prosenttia näytealoista tarvitaan, jotta kaikki lajit esiintyisivät valitussa näytealaverkostossa ainakin yhden kerran. Tarvittavien alojen lukumäärä on suluissa. Näytealat on valittu mittareiden mukaisessa paremmuusjärjestyksessä. Lajiryhmän nimen perässä on suluissa ryhmän lajimäärä. Keskiarvossa eivät ole mukana kokonaislajistoa (kaikki lajit) kuvaavat luvut.

Kuhmo (96 alaa)	Lajimäärä		"Eniten uusia"- algoritmi		"Vähiten harvinainen"- algoritmi		Harvinaisuus	
Putkilokasvit (77)	60	(58)	16	(15)	16	(15)	25	(24)
Lehtisammalet (59)	45	(44)	16	(15)	16	(15)	33	(32)
Maksasammalet (39)	49	(48)	16	(15)	15	(14)	25	(24)
Sammalet (98)	64	(61)	27	(26)	26	(25)	45	(44)
Epifyyttijäkälät (43)	59	(57)	9	(9)	9	(9)	24	(23)
Muut jäkälät (31)	58	(56)	6	(6)	6	(6)	73	(71)
Jäkälät (68)	70	(68)	13	(12)	14	(13)	31	(30)
Käävät (48)	90	(87)	23	(22)	22	(21)	33	(32)
Maakiitäjäiset (32)	52	(50)	13	(12)	11	(11)	20	(19)
Muut kovakuoriaiset (164)	96	(92)	54	(52)	52	(50)	72	(69)
Hämähäkit (109)	72	(69)	31	(30)	28	(27)	85	(82)
Kotilot (11)	4	(4)	3	(3)	3	(3)	5	(5)
Kaikki lajit (804)	98	(95)	86	(83)	86	(83)	98	(94)
Keskiarvo (% aloista)	59	(57)	19	(18)	18	(17)	40	(38)

Lohikoski (98 alaa)	Lajimäärä		"Eniten uusia"- algoritmi		"Vähiten harvinainen"- algoritmi		Harvinaisuus	
Putkilokasvit (106)	89	(87)	21	(21)	21	(21)	37	(36)
Lehtisammalet (64)	97	(95)	15	(15)	14	(14)	30	(29)
Maksasammalet (35)	47	(46)	15	(15)	10	(10)	30	(29)
Sammalet (99)	98	(96)	26	(25)	24	(24)	44	(43)
Epifyyttijäkälät (31)	30	(29)	7	(7)	7	(7)	12	(12)
Muut jäkälät (27)	33	(32)	8	(8)	8	(8)	15	(15)
Jäkälät (52)	59	(58)	11	(11)	11	(11)	21	(21)
Käävät (37)	68	(67)	20	(20)	19	(19)	33	(32)
Maakiitäjäiset (47)	71	(70)	14	(14)	14	(14)	18	(18)
Muut kovakuoriaiset (181)	95	(93)	47	(46)	48	(47)	77	(76)
Hämähäkit (145)	99	(97)	38	(37)	38	(37)	100	(98)
Kotilot (16)	16	(16)	6	(6)	6	(6)	20	(20)
Kaikki lajit (630)	99	(96)	80	(78)	79	(77)	99	(97)
Keskiarvo (% aloista)	65	(63)	19	(19)	19	(19)	37	(37)

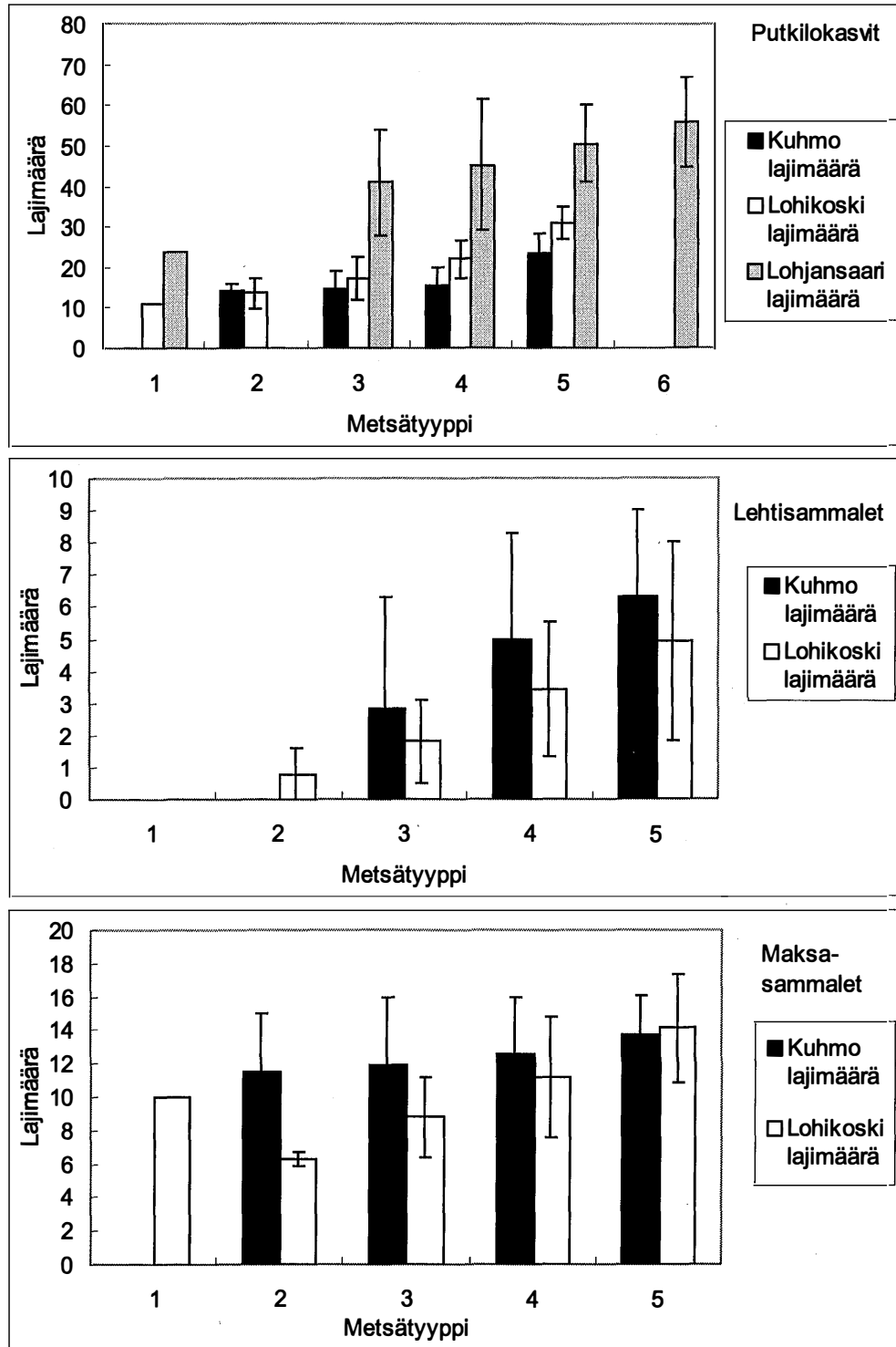
Lohjansaari (52 alaa)	Lajimäärä		"Eniten uusia"- algoritmi		"Vähiten harvinainen"- algoritmi		Harvinaisuus	
Putkilokasvit (279)	63	(33)	56	(29)	56	(29)	54	(28)
Epifyyttijäkälät (130)	82	(42)	48	(25)	48	(25)	73	(38)
Muut jäkälät (57)	63	(33)	27	(14)	27	(14)	42	(22)
Jäkälät (179)	86	(45)	54	(28)	54	(28)	63	(33)
Käävät (22)	51	(27)	23	(12)	23	(12)	27	(14)
Maakiitäjäiset (45)	62	(32)	31	(16)	31	(16)	38	(20)
Hämähäkit (129)	83	(43)	46	(24)	46	(24)	100	(52)
Kaikki lajit (632)	98	(51)	88	(46)	87	(45)	96	(50)
Keskiarvo (% aloista)	67	(35)	39	(20)	39	(20)	56	(29)

12.3.4 Metsäkasvillisuustyypin vaikutus laji- ja yksilömääriin

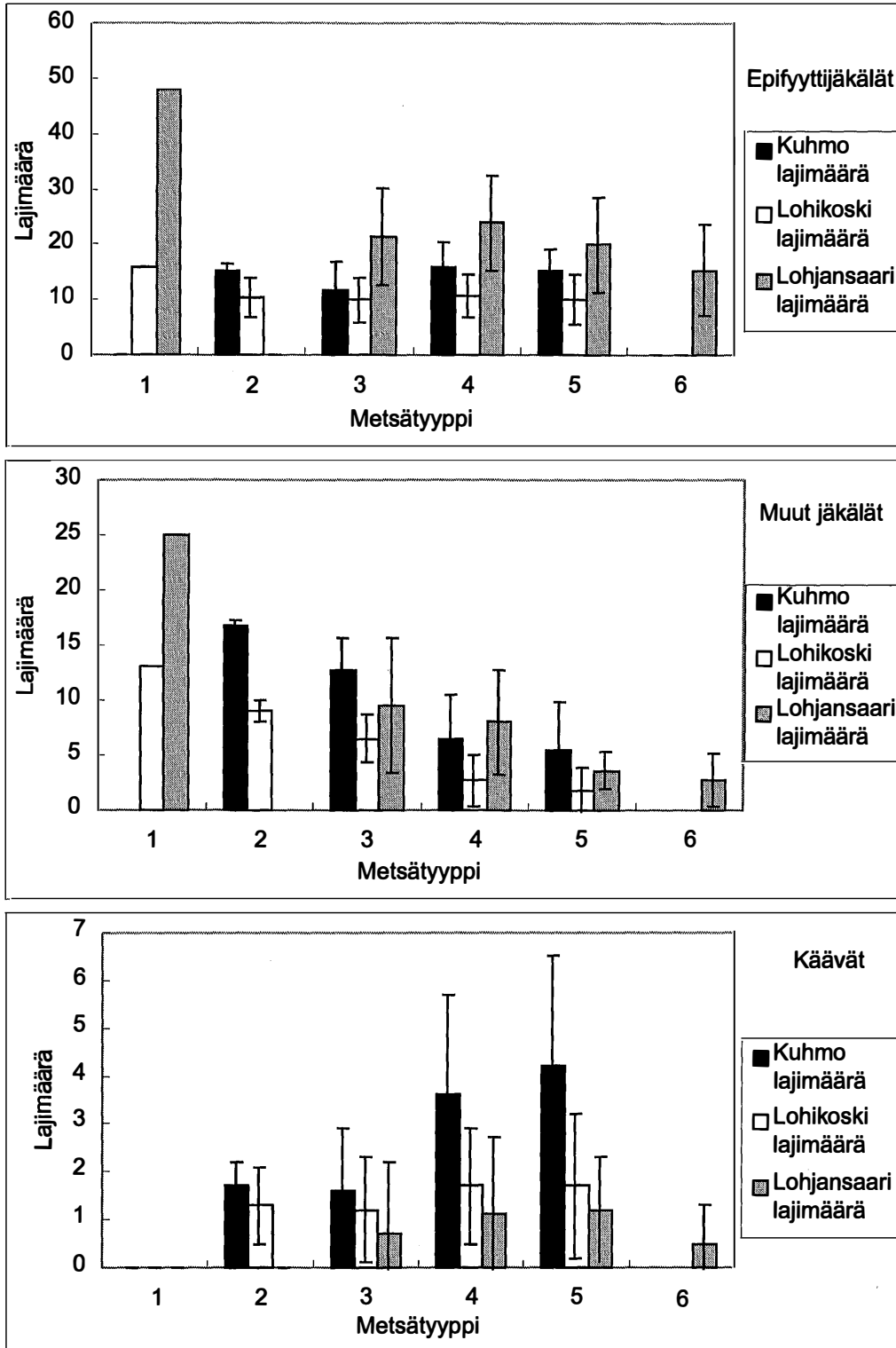
Kokonaislajimäärä oli keskimäärin suurempi rehevissä metsätyypeissä kuin karuissa. Lohjansaaressa lehtomaisissa kangasmetsissä tavattiin kuitenkin keskimäärin enemmän lajeja kuin lehdoissa (kuva 12.1).

Putkilokasvien, lehtisammalten, kovakuoriaisten ja kotiloiden laji- ja yksilömäärät olivat sekä Kuhmossa että Lohikoskella korkeampia lehtomaisissa kangasmetsissä kuin kuivilla kankailla. Lohikoskella lehtomaisilla kankailla tavattiin maksasammallajeja muutama enemmän kuin kuivilla kankailla. Kuhmon lehtomaisissa kangasmetsissä tavattiin myös enemmän ikkunapyödyksillä saatuja kovakuoriaislajeja ja -yksilöitä sekä kääpälajeja kuin karummissa metsissä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tulos johtuu todennäköisesti lehtipuulajien – erityisesti haavan – ja sitä kautta elinympäristöjen suuremmasta määrästä. Epifyyttikälien, maakiitäjäisten ja hämähäkkien laji- ja yksilömääriin metsätyypillä ei ollut juurikaan vaikutusta.

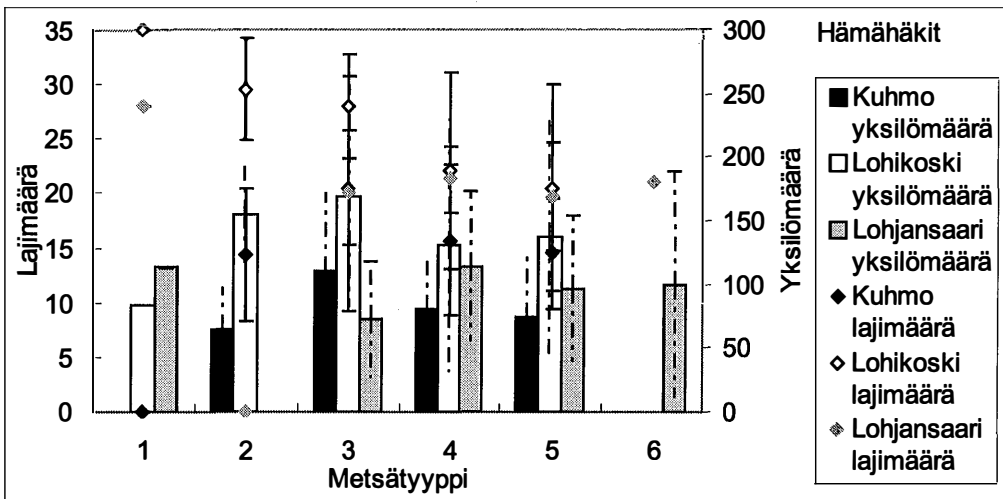
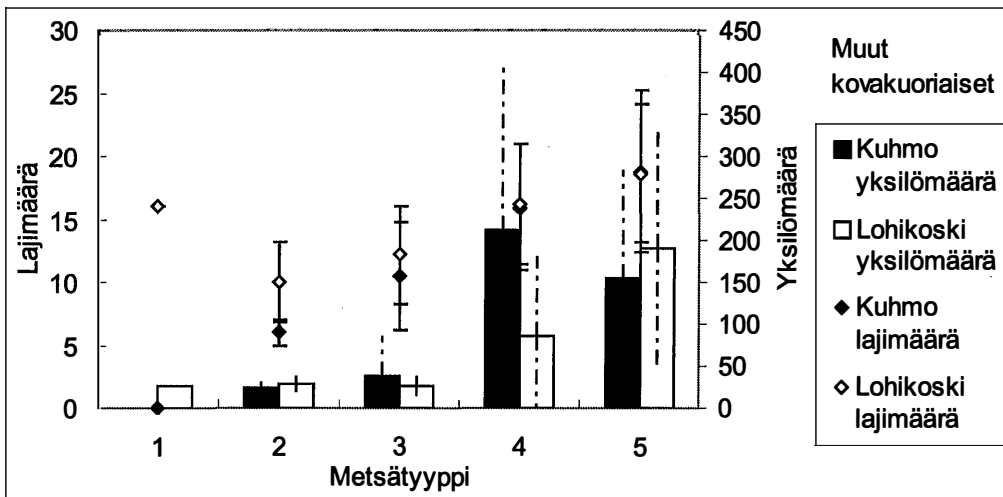
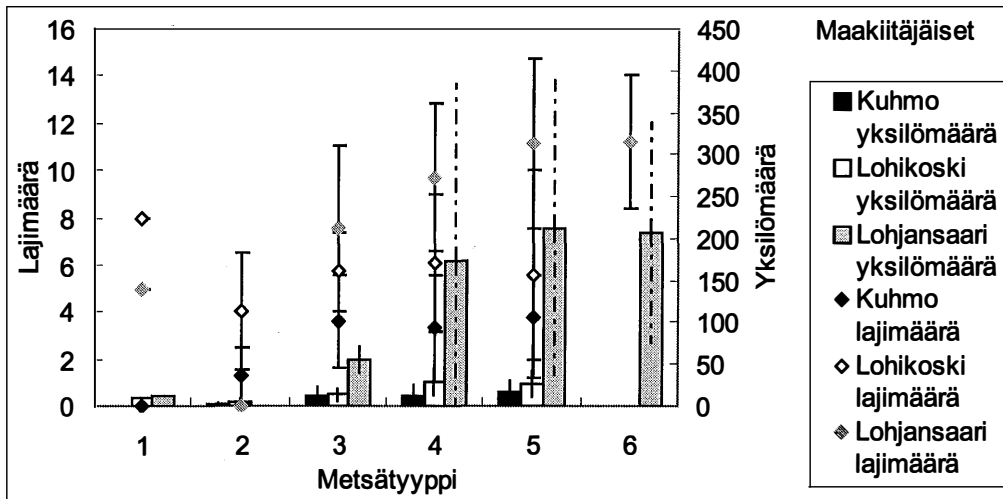
Lohjansaaressa laji- ja yksilömäärien vaihteluun vaikutti kallio- ja maaperän korkea kalkkipitoisuus sekä metsien kulttuurivaikutteisuus. Esimerkiksi putkilokasvien korkea lajimäärä kuivilla kankailla johtui yhden näytealan osumisesta kalkkikalliolle.



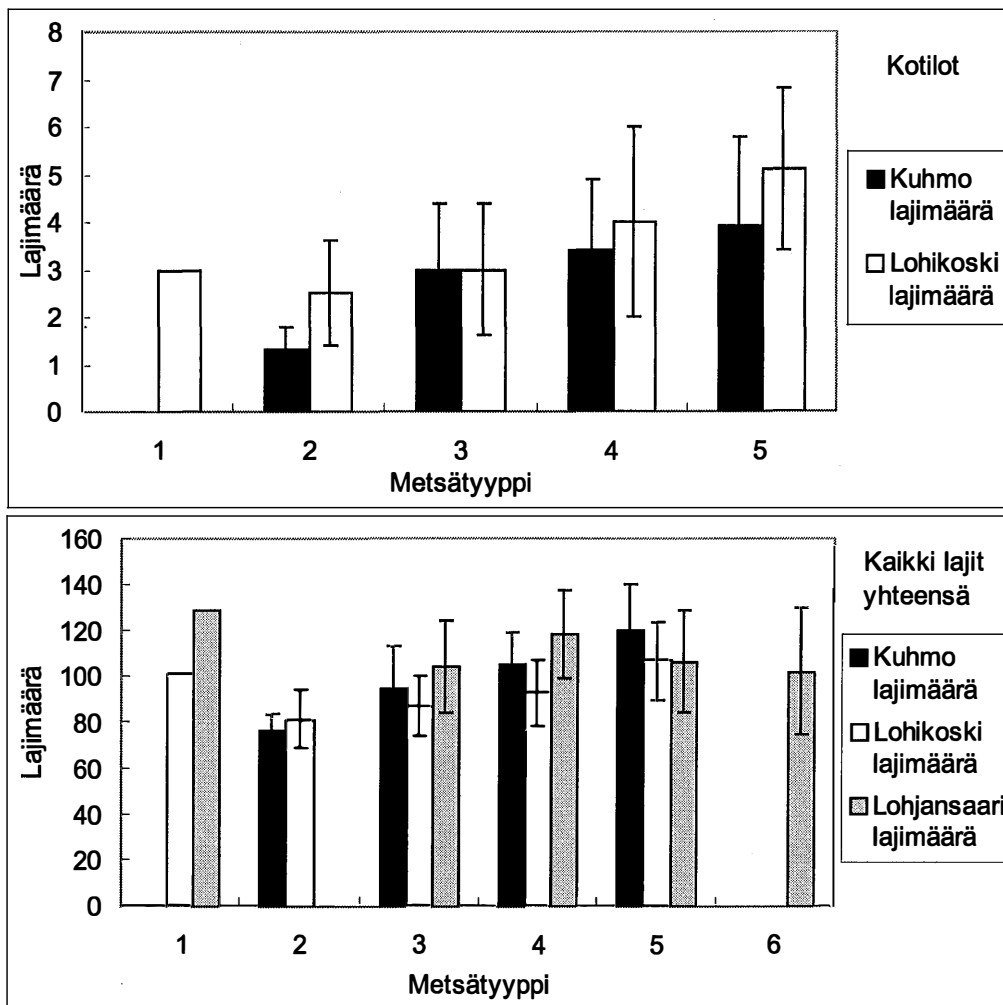
Kuva 12.1a. Putkilokasvien, lehtisammalten ja maksasammalten lajimäärät eri metsäkasvillisuustyy-
peissä. Metsäkasvillisuustyytit: 1 = karukkokangas, 2 = kuiva kangas, 3 = kuivahko kangas, 4 = tuore
kangas, 5 = lehtomainen kangas, 6 = lehto. Lehtisammalten tiedot Lohikosken tutkimusalueen karukko-
kankailla puuttuvat. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri metsätyypeissä (ks.
kuva 3.1).



Kuva 12.1b. Epifyyttijäkälien, muiden jäkälien ja kääpien lajimäärät eri metsäkasvillisuustyypeissä. Kääpiä ei tavattu karukkokankailla. Metsäkasvillisuustyypit: 1 = karukkokangas, 2 = kuiva kangas, 3 = kuivahko kangas, 4 = tuore kangas, 5 = lehtomainen kangas, 6 = lehto. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri metsätyypeissä (ks. kuva 3.1).



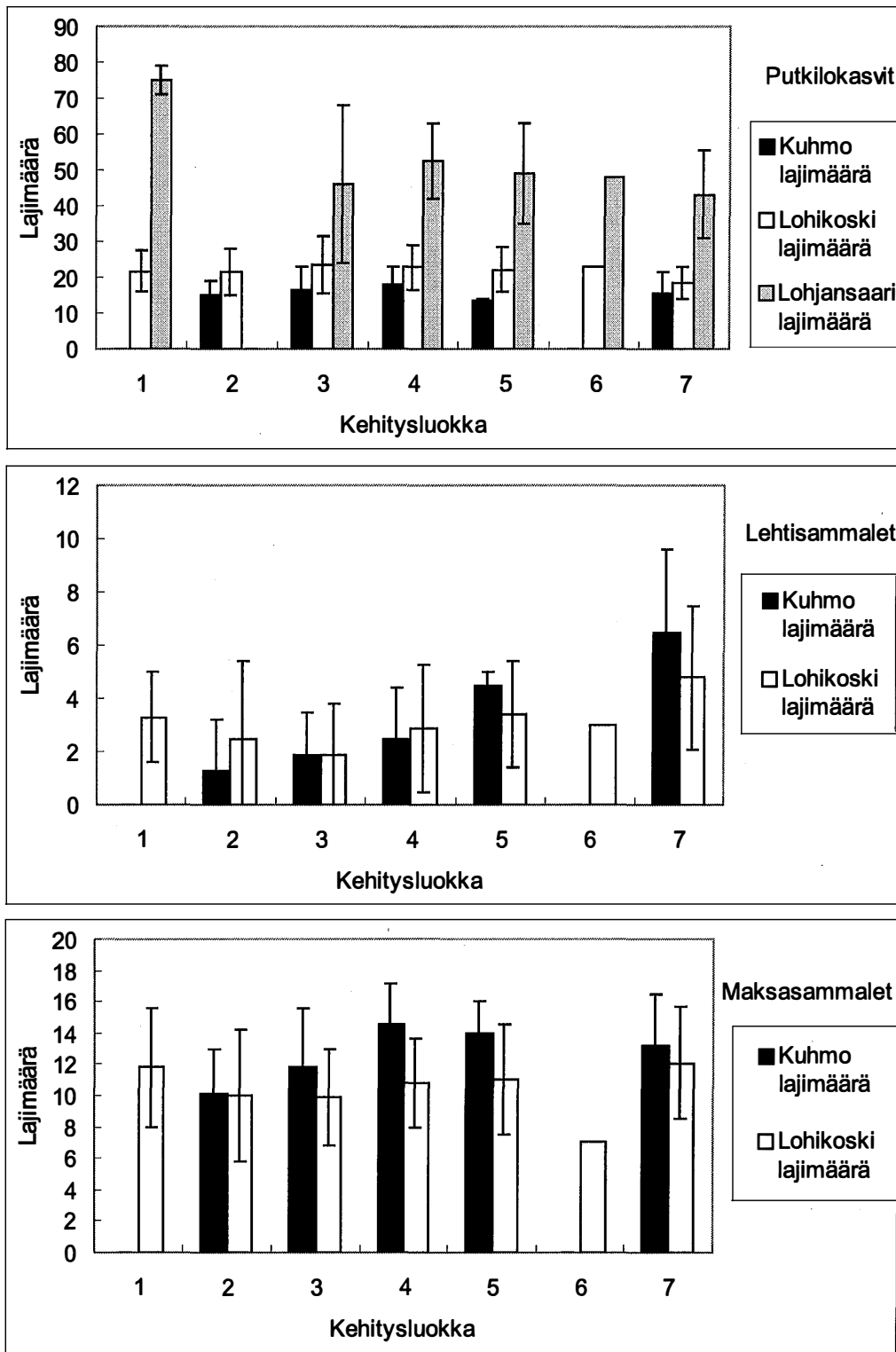
Kuva 12.1c. Maakiitäjäisten, muiden kovakuoriaisten ja hämähäkkien laji- ja yksilömäärät eri metsäkasvillisuustyypeissä. Metsäkasvillisuustyypit: 1 = karukkokangas, 2 = kuiva kangas, 3 = kuivahko kangas, 4 = tuore kangas, 5 = lehtomainen kangas, 6 = lehto. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri metsätyypeissä (ks. kuva 3.1).



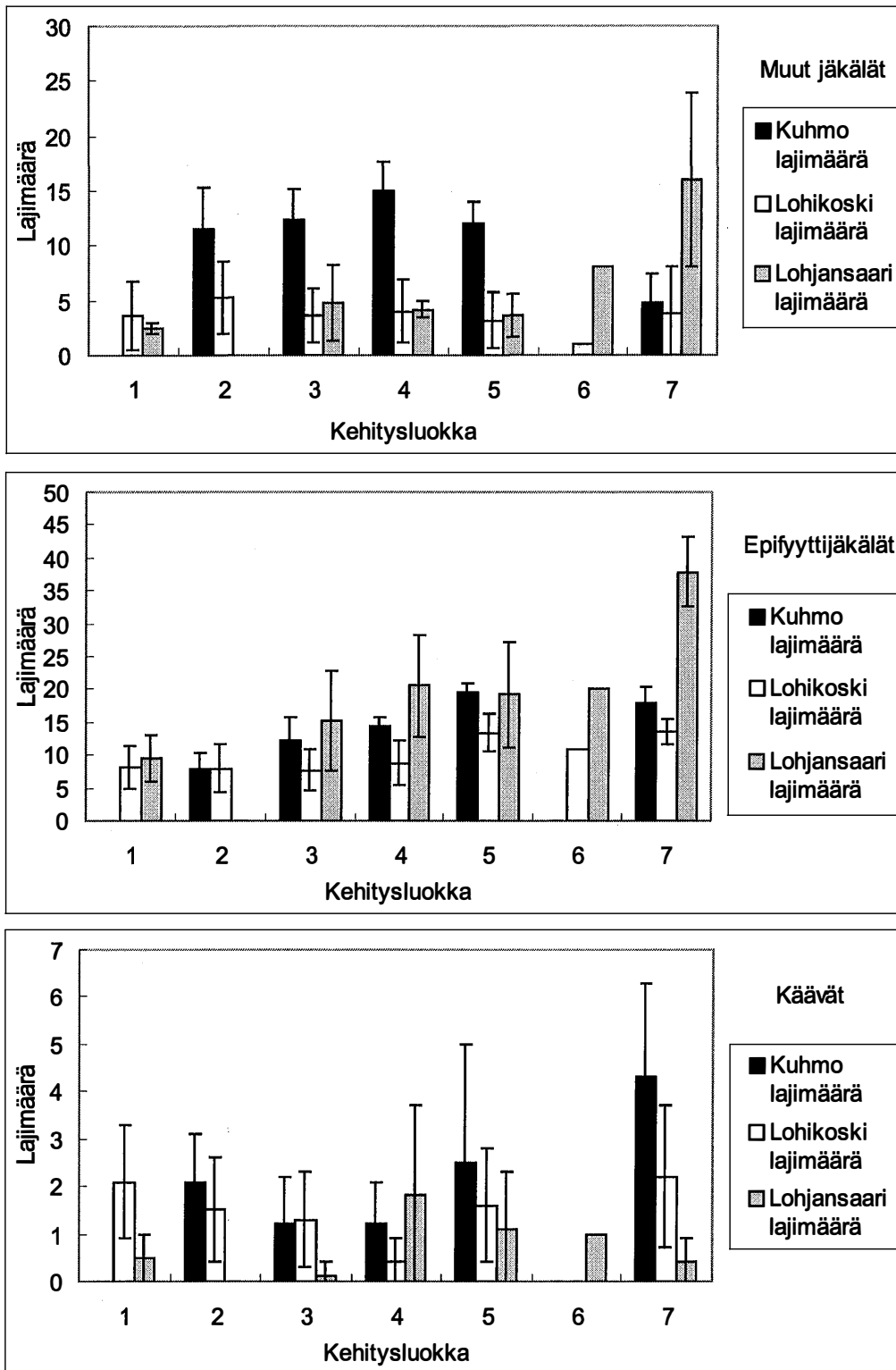
Kuva 12.1d. Kotiloiden lajimäärä ja tutkimusalueiden kokonaislajimäärä eri metsäkasvillisuustyy-
peissä. Metsäkasvillisuustyytit: 1 = karukkokangas, 2 = kuiva kangas, 3 = kuivahko kangas, 4 = tuore
kangas, 5 = lehtomainen kangas, 6 = lehto. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja
eri metsätyypeissä (ks. kuva 3.1).

12.3.5 Kehitysluokan vaikutus laji- ja yksilömääriin

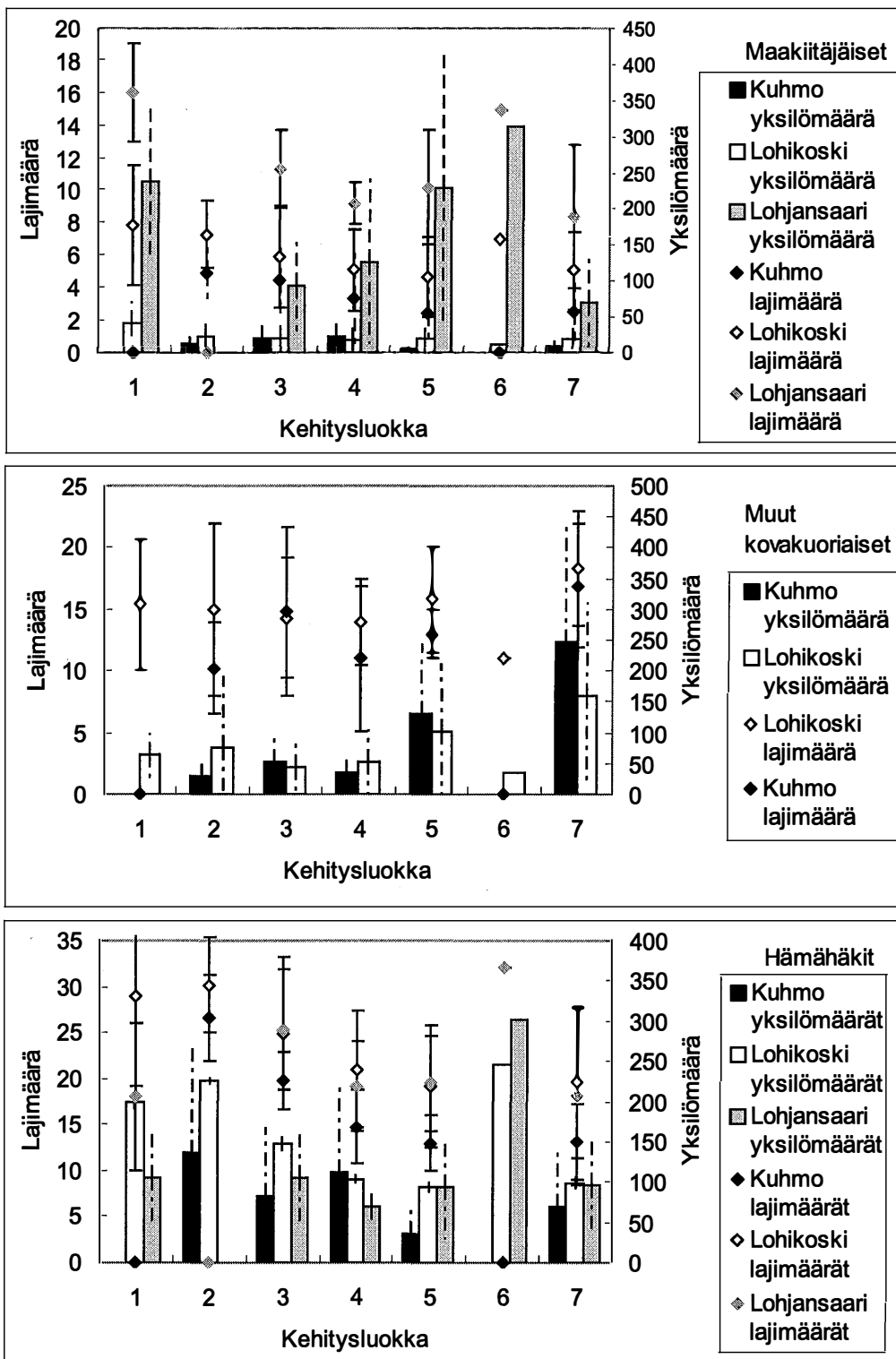
Kokonaislajimäärä vaihteli vain vähän eri kehitysluokkien metsissä (kuva 12.2). Kuhmon vanhoissa metsissä lajeja oli hiukan enemmän kuin nuoremmista met-
sissä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Lohjansaaren nuorissa metsissä
oli eniten lajeja, koska yksi taimikkoala osui kalkkikalliolle. Kokonaislajimäärän
vähäinen vaihtelu johtuu siitä, että tutkimuksessa oli mukana tasapuolisesti eri
elinympäristöihin erikoistuneita lajeja.



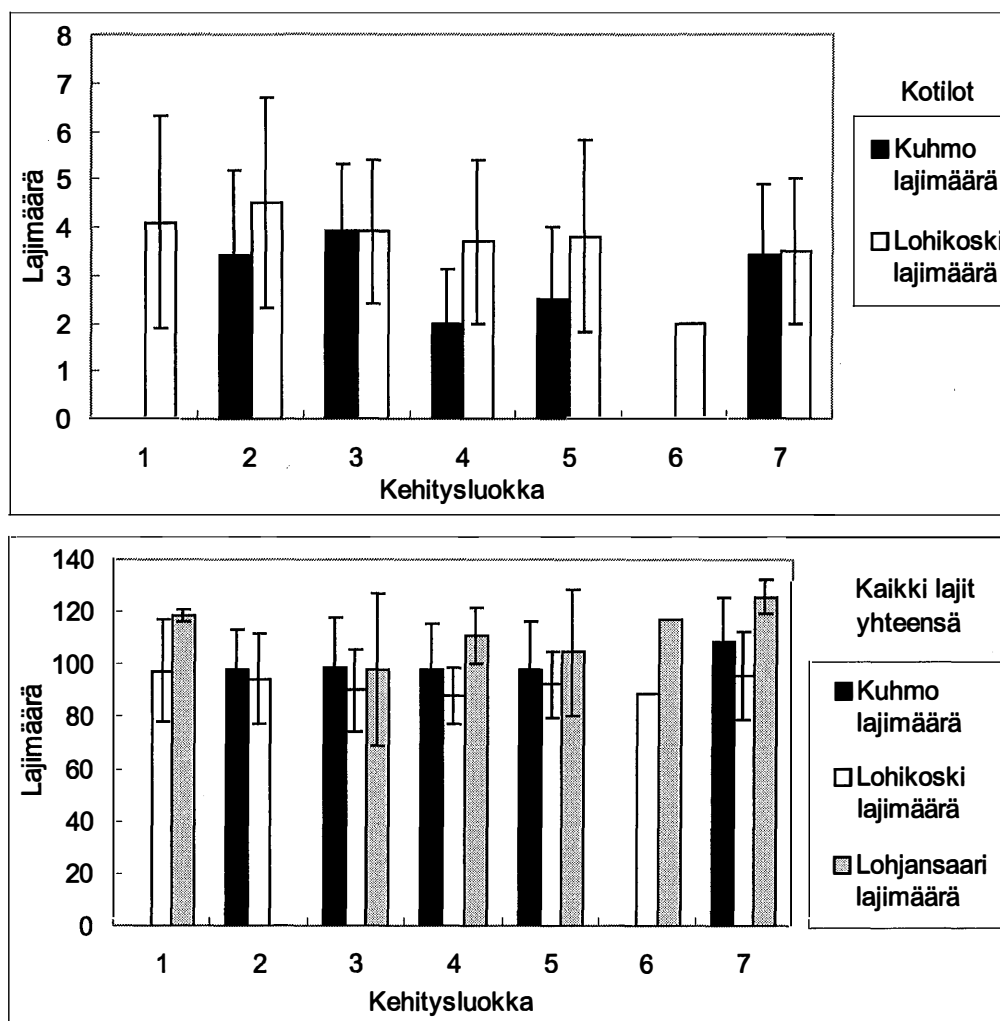
Kuva 12.2a. Putkilokasvien, lehtisammalten ja maksasammalet laji- ja yksilömäärä eri kehitysluokissa. Kehitysluokat: 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä, 6 = siemenpuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri kehitysluokissa (ks. kuva 3.2).



Kuva 12.2b. Epifyyttijäkälien, muiden jäkälien ja kääpien lajimäärä eri kehitysluokissa. Kehitysluokat: 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä, 6 = siemenpuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri kehitysluokissa (ks. kuva 3.2).



Kuva 12.2c. Maakiitäjäisten, muiden kovakuoriaiset ja hämähäkkien laji- ja yksilömäärä eri kehitysluokissa. Kehitysluokat: 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä, 6 = siemenpuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri kehitysluokissa (ks. kuva 3.2).



Kuva 12.2d. Kotiloiden lajimäärä ja tutkimusalueiden kokonaislajimäärä eri kehitysluokissa. Kehitysluokat: 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = vanha kasvatusmetsä, 6 = siemenpuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä. Huomaa, että eri tutkimusalueilla on eri määrä näytealoja eri kehitysluokissa (ks. kuva 3.2).

Lahopuun ja elävän puuston jatkuvuudesta sekä kosteasta pienilmastosta riippuvaiset lajiryhmät – käävät, maksasammalet ja epifyyttijäkälät – olivat hyvin edustettuina erityisesti Kuhmon vanhoissa metsissä, missä sopivia elinympäristöjä oli runsaasti tarjolla. Lohikoskella erot olivat pienempiä kuin Kuhmossa. Hämähäkki- ja maakiitäjäislajeja sekä -yksilöitä tavattiin kaikilla tutkimusalueilla eniten nuorissa metsissä.

Metsän ikä ei vaikuttanut havaittavasti putkilokasvien, lehtisammalten ja kova-kuoriaisten lajimääriin. Vaikka kuoppapyydyksillä pyydystettyjen kovakuoriaisten lajimäärät erosivat vain vähän eri kehitysluokissa, havaittiin yksilöitä Kuhmon vanhoissa metsissä keskimäärin jopa kymmenen kertaa enemmän kuin nuorissa taimikoissa. Ikkunapyydyksillä pyydystettyjen kovakuoriaisten laji- ja

yksilömäärät eivät eronneet eri kehitysluokissa tilastollisesti. Kuhmossa nilviäislajeja oli runsaimmin vanhoissa metsissä, mutta Lohikoskella kehitysluokalla ei ollut vaikutusta lajimäärään. Kuhmon tulos johtunee osaltaan järeiden elävien ja kuolleiden haapojen runsaudesta vanhoissa metsissä.

12.3.6 Lajimäärien, harvinaisuuden ja rakennepiirteiden yhteisvaihtelu

Lajiston ja yksittäisten rakennepiirteiden yhteisvaihtelua tarkasteltiin vain Kuhmossa ja Lohikoskella (taulukot 12.8–12.13). Kokonaislajimäärä (*kaikki lajit*) korreloi Kuhmossa merkitsevästi ainoastaan elävien haapojen ja kuusten tilavuuden kanssa. Lohikoskella kokonaislajimäärää ei voitu ennustaa minkään yksittäisen rakennepiirteiden avulla. Lajimäärien järjestyslukujen summa (*summa lajit*) korreloi Kuhmossa merkitsevästi elävien kuusten tilavuuden ($R_s = 0,398$, $N = 96$, $p < 0,05$) ja Lohikoskella kääpäisten maapuiden lukumäärään ($R_s = 0,402$, $N = 98$, $p < 0,05$) kanssa. Kokonaislajiston perusteella laskettu harvinaisuusindeksisumma ja eri lajiryhmien harvinaisuusindeksisummien järjestyslukujen summa eivät korreloineet merkitsevästi minkään yksittäisen rakennepiirteiden kanssa.

Myös yksittäisten lajiryhmien ja rakennepiirteiden välillä havaittiin Bonferronin korjauksen jälkeen melko vähän merkitseviä korrelaatioita. Putkilokasvien lajimäärä korreloi merkitsevästi vain muutamien puustoon liittyvien rakennepiirteiden kanssa. Lohikoskella lajimäärä korreloi merkitsevästi elävien ja kuolleiden koivujen runkoluvun ja Kuhmossa elävien raitojen tilavuuden kanssa. Samat muuttujat selittivät eteenpäin askeltavan regressioanalyysin mukaan lajimäärää parhaiten (taulukko 12.12). Tulos oli odotettu, koska lehtipuita ja yleensä puulajeja kasvaa runsaimmin rehevillä kasvupaikoilla. Putkilokasvilajeja esiintyi odotetusti vähän karuilla, mäntyvaltaisilla kasvupaikoilla. Lajimäärän negatiivinen korrelaatio lahoppuun määrään ja järeyden kanssa kertoo vanhojen metsien putkilokasvilajiston niukkuudesta.

Putkilokasvien lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma oli keskimäärin korkeampi näytealoilla, joilla esiintyi kosteikkoja ja/tai pienvesiä kuin muilla näytealoilla (taulukko 12.13). Kuhmossa esimerkiksi Louhivaaran lähteikön (ala 51) ja Honkavaaran eteläpuolisen soistuneen puronvarren (ala 41) lajistosta 33 % esiintyi alle 5 % tutkimusalueen näytealoista. Elävien raitojen tilavuuden selitysarvo johtuu mahdollisesti siitä, että kookkaita raitoja kasvoi Kuhmossa usein metsän ja kosteikon rajalla tai kosteissa painanteissa, joissa putkilokasvidiversiteetti oli elinympäristöjen monipuolisuuden vuoksi ympäristöä korkeampi (taulukko 12.13).

Taulukko 12.8. Lajimäärien ja rakennepiirteiden Spearmanin järjestyskorrelaatiot Kuhmossa. Merkitsevyystasot Bonferonin korjauksen jälkeen. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. $i =$ ikkunapyydyksillä ja $k =$ kuoppapyydyksillä saadut kovakuoriaiset.

Kuhmo lajimäärä	Putkilo- kasvit	Lehti- sammalet	Maksa- sammalet	Epifyytti- jäkälat	Muut jäkälat	Käävät	Maakiitäjäiset	Lahopuukova- kuoriaiset	Kovakuoriaiset (i)	Kovakuoriaiset (k)	Hämähäkit	Kotilot	Kaikki lajit
Elävä puusto tilavuus	-0,080	0,298	0,698***	0,751***	-0,684***	0,648***	-0,335	0,673***	0,220	0,517***	-0,706***	0,105	0,345
Elävä puusto rkl	-0,023	0,094	0,394	0,461**	-0,250	0,077	-0,186	0,273	0,094	0,326	-0,388	0,002	0,183
Mänty tilavuus	-0,234	-0,102	0,030	0,398	-0,137	-0,055	-0,179	0,272	0,122	0,163	-0,158	-0,042	-0,096
Kuusi tilavuus	0,023	0,375	0,739***	0,706***	-0,716***	0,701***	-0,372	0,545***	0,118	0,555***	-0,685***	0,130	0,429*
Koivu tilavuus	0,131	0,184	0,453**	0,325	-0,344	0,134	-0,135	0,340	0,103	0,309	-0,447**	0,068	0,242
Haapa tilavuus	0,135	0,163	0,296	0,289	-0,323	0,370	-0,048	0,373	0,254	0,384*	-0,229	0,302	0,449**
Raita tilavuus	0,192	0,198	0,085	0,204	0,098	-0,130	0,015	-0,077	-0,052	0,045	0,054	0,226	0,210
Elävät puulajit lkm	0,197	0,166	0,150	0,321	-0,135	-0,051	-0,143	0,090	0,095	0,289	-0,088	0,208	0,332
Elävä mänty rkl	-0,114	-0,140	-0,540***	-0,394	0,517***	-0,456**	0,358	-0,287	-0,063	-0,268	0,327	-0,078	-0,243
Elävä kuusi rkl	-0,221	0,169	0,576***	0,674***	-0,471**	0,520***	-0,310	0,537***	0,207	0,352	-0,492***	-0,098	0,182
Elävä koivu rkl	0,019	-0,139	-0,272	-0,349	0,302	-0,354	0,256	-0,272	-0,041	-0,128	0,279	0,077	0,037
Elävä muu lehtipuu rkl	0,054	-0,081	0,058	0,192	-0,140	0,037	-0,233	0,168	0,183	0,214	-0,089	0,013	0,215
Kuollut pystyvuon tilavuus	-0,137	0,191	0,556***	0,629***	-0,672***	0,564***	-0,405*	0,528***	0,142	0,410*	-0,667***	-0,055	0,171
Kuolleet pystyvuot rkl	-0,200	0,160	0,564***	0,659***	-0,615***	0,568***	-0,402*	0,558***	0,166	0,383	-0,629***	-0,057	0,142
Maapuu tilavuus	-0,042	0,205	0,185	0,193	-0,261	0,448**	0,134	0,353	0,248	0,298	-0,244	0,220	0,350
Maapuu rkl	-0,013	0,137	0,061	-0,078	-0,058	0,305	0,272	0,218	0,291	0,085	-0,011	0,201	0,348
Maapuu mänty tilavuus	-0,076	-0,032	-0,160	-0,030	0,170	-0,053	0,179	0,040	0,207	-0,109	0,153	0,130	0,010
Maapuu kuusi tilavuus	0,044	0,191	0,441**	0,312	-0,526***	0,656***	-0,120	0,369	0,238	0,291	-0,242	0,105	0,389
Maapuu koivu tilavuus	0,023	0,167	0,100	-0,011	-0,166	0,202	0,297	0,171	0,032	0,409*	-0,176	0,283	0,280
Maapuu haapa tilavuus	0,112	0,238	0,168	0,037	-0,029	0,256	0,130	0,057	-0,042	0,120	-0,039	0,336	0,283
Maapuiden lajimäärä	0,007	0,191	0,107	0,009	0,003	0,213	0,205	0,017	0,054	0,025	0,061	0,355*	0,245
Maapuu mänty rkl	-0,190	-0,119	-0,298	-0,117	0,296	-0,214	0,196	-0,116	0,087	-0,237	0,274	0,069	-0,100
Maapuu kuusi rkl	-0,052	0,102	0,313	0,100	-0,342	0,515***	-0,023	0,309	0,299	0,137	-0,119	0,139	0,342
Maapuu koivu rkl	0,077	0,062	-0,105	-0,243	0,048	-0,004	0,383	-0,093	-0,060	0,192	0,037	0,195	0,145
Maapuu muu lehtipuut rkl	0,137	0,263	0,095	-0,033	0,134	0,100	0,127	-0,085	-0,157	0,062	0,037	0,299	0,269
Maapuu lahoaste 1	-0,211	-0,004	-0,010	0,098	-0,082	0,096	-0,024	0,021	-0,076	0,020	-0,021	-0,034	-0,120
Maapuu lahoaste 2	-0,238	-0,024	0,300	0,306	-0,425*	0,387	-0,146	0,542***	0,332	0,305	-0,340	0,111	0,168
Maapuu lahoaste 3	-0,083	0,021	0,257	0,180	-0,315	0,477**	-0,161	0,274	0,109	0,047	-0,143	0,032	0,043
Maapuu lahoaste 4	-0,019	0,155	0,180	0,138	-0,186	0,382	0,083	0,260	0,266	0,036	-0,085	0,132	0,271
Maapuu lahoaste 5	-0,037	0,232	0,134	0,014	-0,011	0,245	0,173	0,180	0,169	0,152	-0,135	0,213	0,240
Maapuu lahoaste 6	-0,055	-0,012	-0,180	-0,117	0,042	-0,009	0,418*	-0,003	0,098	0,174	-0,052	0,106	0,068
Maapuut halk. > 25 cm	-0,023	0,154	0,060	0,095	-0,151	0,335	0,171	0,257	0,208	0,219	-0,160	0,232	0,272
Kääpäiset maapuut lkm	0,012	0,151	0,335	0,220	-0,491**	0,645***	-0,149	0,238	0,041	0,278	-0,297	0,212	0,274
Naavamaiset epifyytit	-0,147	0,246	0,635***	0,677***	-0,607***	0,566***	-0,434**	0,466**	0,053	0,370	-0,652***	-0,041	0,133
Kääpäiset pystyvuot lkm	-0,125	0,256	0,506***	0,496***	-0,560***	0,605***	-0,294	0,354	0,003	0,369	-0,444**	0,115	0,244
Epifyyttien runsaus	-0,158	0,270	0,621***	0,658***	-0,459**	0,403*	-0,334	0,515***	0,103	0,339	-0,685***	-0,060	0,088

Taulukko 12.9. Lajimäärien ja rakennepiirteiden Spearmanin järjestyskorrelaatiot Lohikoskella. Merkitsevyystasot Bonferonin korjauksen jälkeen. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Lohikoski lajimäärä	Putkilokasvit	Lehtisammalet	Maksasammalet	Epifyyttijäkälät	Muut jäkälät	Käävät	Maakiitäjäiset	Kovakuoriaiset	Hämähäkit	Kotilot	Kaikki lajit
Elävä puusto tilavuus	-0,019	0,132	0,369	0,655***	-0,172	0,006	-0,355	0,191	-0,589***	-0,121	-0,026
Elävä puusto rkl	0,151	0,001	0,040	0,150	-0,140	-0,263	-0,176	0,036	-0,387***	-0,077	-0,140
Mänty tilavuus	-0,202	0,019	0,068	0,487***	0,167	-0,031	-0,094	0,015	-0,198	-0,066	-0,022
Kuusi tilavuus	0,132	0,225	0,438**	0,548***	-0,341	0,053	-0,320	0,269	-0,639***	-0,039	0,025
Koivu tilavuus	0,162	0,042	0,280	0,373	-0,106	-0,064	-0,214	0,052	-0,271	-0,178	0,040
Haapa tilavuus	0,118	0,225	0,170	0,017	0,091	-0,125	-0,085	0,136	-0,198	0,181	0,105
Raita tilavuus	0,123	0,006	0,023	-0,078	0,080	0,011	-0,230	-0,002	-0,107	0,174	0,032
Elävät puulajit lkm	0,293	0,167	0,066	0,281	0,067	-0,119	-0,029	0,082	-0,228	0,051	0,177
Elävä mänty rkl	-0,211	-0,132	-0,230	0,118	0,248	-0,245	-0,034	-0,120	-0,024	-0,147	-0,180
Elävä kuusi rkl	0,104	0,170	0,370	0,504***	-0,408*	-0,047	-0,291	0,261	-0,621***	-0,061	-0,046
Elävä koivu rkl	0,407*	0,073	0,090	0,061	-0,056	-0,024	-0,005	0,006	-0,047	0,033	0,201
Elävä muu lehtipuu rkl	0,378	0,219	0,033	0,116	0,003	-0,100	0,108	0,163	-0,136	0,141	0,254
Kuollut pystypuu tilavuus	-0,144	-0,060	0,171	0,475***	0,010	0,049	-0,137	0,067	-0,208	-0,053	0,031
Kuolleet pystypuut rkl	-0,160	-0,028	0,203	0,465***	-0,042	0,005	-0,159	0,055	-0,288	-0,074	-0,055
Maapuu tilavuus	-0,201	0,253	0,305	0,272	0,109	0,430**	-0,110	0,088	0,004	0,038	0,189
Maapuu rkl	-0,015	0,162	0,115	0,027	0,030	0,183	-0,110	0,062	-0,095	0,010	0,067
Maapuu mänty tilavuus	-0,347	-0,039	-0,017	0,216	0,402*	0,199	0,055	-0,128	0,113	-0,011	0,021
Maapuu kuusi tilavuus	0,115	0,295	0,345	0,122	-0,259	0,236	-0,115	0,236	-0,135	-0,058	0,155
Maapuu koivu tilavuus	0,027	0,098	0,164	0,078	-0,166	0,292	-0,152	-0,043	0,015	-0,003	0,021
Maapuu haapa tilavuus	0,068	0,076	-0,069	-0,175	0,071	-0,002	0,218	-0,079	0,252	0,262	0,151
Maapuiden lajimäärä	0,070	0,169	0,168	0,126	-0,099	0,197	0,088	-0,019	0,055	0,013	0,141
Maapuu mänty rkl	-0,361	-0,106	-0,134	0,129	0,498***	0,052	0,057	-0,266	0,187	0,013	-0,045
Maapuu kuusi rkl	0,129	0,157	0,168	0,010	-0,214	0,105	-0,109	0,178	-0,135	-0,072	0,073
Maapuu koivu rkl	0,407*	0,073	0,090	0,061	-0,056	-0,024	-0,005	0,006	-0,047	0,033	0,201
Maapuu muu lehtipuut rkl	0,229	0,181	-0,050	0,069	-0,051	-0,002	0,343	0,019	0,120	0,114	0,213
Maapuu lahoaste 1	0,061	0,094	0,105	0,105	-0,002	0,089	-0,021	0,116	-0,120	-0,023	0,097
Maapuu lahoaste 2	-0,156	0,103	0,003	0,044	0,121	0,168	0,123	0,071	0,151	0,017	0,173
Maapuu lahoaste 3	-0,162	0,137	0,177	0,150	0,058	0,166	0,049	0,174	0,116	0,130	0,185
Maapuu lahoaste 4	0,028	0,136	0,187	0,057	-0,113	0,275	-0,025	-0,011	-0,061	0,137	0,087
Maapuu lahoaste 5	0,016	-0,080	0,104	-0,117	-0,059	0,148	-0,222	-0,090	-0,113	0,065	-0,112
Maapuu lahoaste 6	-0,063	-0,037	-0,011	0,006	-0,168	-0,212	-0,118	0,031	-0,329	-0,031	-0,258
Maapuut halk. > 25 cm	-0,130	0,181	0,211	0,106	0,065	0,313	-0,002	0,061	0,127	0,142	0,194
Kääpäiset maapuut lkm	0,210	0,191	0,252	0,148	-0,128	0,481***	0,053	0,081	0,079	0,199	0,338
Kääpäiset pystypuut lkm	0,015	0,052	0,200	0,397*	-0,173	0,157	-0,169	0,009	-0,248	0,005	-0,021
Epifyyttien runsaus	-0,040	0,091	0,311	0,526***	-0,054	-0,014	-0,290	0,083	-0,443**	-0,125	-0,014
Naavamaiset epifyytit	-0,139	0,070	0,125	0,365	-0,154	0,116	-0,237	-0,002	-0,161	-0,080	0,030

Taulukko 12.10. Harvinaisuusindeksisummien ja rakennepiirteiden Spearmanin järjestyskorrelaatiot Kuhmossa. Merkitsevyytasot Bonferonin korjauksen jälkeen. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Frekvenssi = kovakuoriaisten frekvenssipistesumma (Rassi ym. 1993).

Kuhmo harvinaisuus	Putkikasvit	Lehtisammalet	Maksasammalet	Epifyyttijäkälät	Käävät	Maakiitäjaiset	Kovakuoriaiset (i)	Frekvenssi (i)	Kovakuoriaiset (k)	Frekvenssi (k)	Hämähäkit	Kotilot	Kaikkilajit
Elävä puusto tilavuus	0,063	0,100	0,593***	0,509***	0,328	-0,401*	-0,068	0,635***	0,143	0,389	-0,603***	0,090	0,124
Elävä puusto rkl	-0,010	-0,166	0,310	0,375	-0,019	-0,286	0,003	0,272	-0,002	0,196	-0,404*	-0,019	-0,018
Mänty tilavuus	-0,231	-0,087	0,026	0,295	-0,095	-0,294	-0,007	0,273	0,034	0,095	-0,158	-0,063	-0,178
Kuusi tilavuus	0,151	0,158	0,628***	0,454**	0,352	-0,414*	-0,095	0,517***	0,158	0,441**	-0,588***	0,139	0,200
Koivu tilavuus	0,153	0,003	0,370	0,241	-0,031	-0,154	0,037	0,268	-0,039	0,266	-0,387	-0,004	0,018
Haapa tilavuus	0,148	-0,022	0,275	0,262	0,231	-0,048	0,074	0,313	0,239	0,340	-0,211	0,246	0,285
Raita tilavuus	0,058	0,104	0,046	0,259	-0,054	-0,056	-0,011	-0,034	0,008	-0,003	-0,116	0,206	0,028
Elävät puulajit lkm	0,114	0,029	0,132	0,398*	-0,022	-0,183	0,059	0,082	0,102	0,236	-0,160	0,164	0,143
Elävä mänty rkl	-0,179	-0,118	-0,485**	-0,228	-0,168	0,266	0,059	-0,252	-0,026	-0,188	0,199	-0,062	-0,146
Elävä kuusi rkl	-0,090	0,025	0,509***	0,531***	0,266	-0,340	-0,037	0,535***	0,110	0,161	-0,452**	-0,105	0,082
Elävä koivu rkl	-0,031	-0,172	-0,195	-0,210	-0,122	0,259	0,134	-0,282	0,085	-0,007	0,143	0,081	0,090
Elävä muu lehtipuu rkl	0,018	-0,112	0,058	0,317	0,017	-0,161	0,154	0,130	0,175	0,146	-0,114	0,005	0,277
Kuollut pystypuu tilavuus	-0,009	-0,001	0,481***	0,336	0,184	-0,385	-0,054	0,494***	-0,005	0,263	-0,557***	-0,059	0,051
Kuolleet pystypuut rkl	-0,029	-0,052	0,499***	0,382	0,240	-0,391	-0,042	0,519***	-0,015	0,217	-0,521***	-0,064	0,033
Maapuu tilavuus	-0,043	0,031	0,174	0,139	0,342	0,110	0,109	0,253	0,253	0,285	-0,258	0,176	0,242
Maapuu rkl	-0,058	-0,022	0,091	-0,030	0,375	0,252	0,149	0,106	0,165	0,137	-0,110	0,128	0,232
Maapuu mänty tilavuus	-0,138	-0,096	-0,124	-0,016	0,074	0,032	0,245	0,029	-0,013	-0,040	0,093	0,098	-0,007
Maapuu kuusi tilavuus	0,104	0,159	0,375	0,115	0,300	-0,077	0,066	0,312	0,225	0,278	-0,236	0,056	0,325
Maapuu koivu tilavuus	-0,019	-0,028	0,075	-0,042	0,245	0,160	-0,041	0,072	0,311	0,370	-0,194	0,251	0,119
Maapuu haapa tilavuus	0,091	0,064	0,171	0,079	0,276	0,128	-0,104	-0,035	0,024	0,154	-0,036	0,289	0,092
Maapuiden lajimäärä	-0,046	0,067	0,128	-0,021	0,329	0,104	0,012	-0,024	0,113	0,118	0,003	0,303	0,117
Maapuu mänty rkl	-0,267	-0,117	-0,223	-0,090	-0,029	0,102	0,155	-0,099	-0,085	-0,177	0,202	0,035	-0,093
Maapuu kuusi rkl	0,021	0,041	0,275	-0,026	0,260	0,020	0,177	0,241	0,161	0,215	-0,189	0,077	0,305
Maapuu koivu rkl	-0,026	-0,101	-0,050	-0,162	0,171	0,255	-0,075	-0,191	0,144	0,234	-0,046	0,148	-0,001
Maapuu muu lehtipuut rkl	0,120	0,118	0,088	0,108	0,242	0,143	-0,146	-0,120	0,091	0,111	0,010	0,307	0,100
Maapuu lahoaste 1	-0,227	-0,020	-0,037	0,028	-0,022	-0,046	0,061	-0,073	-0,042	0,027	0,045	-0,020	-0,051
Maapuu lahoaste 2	-0,176	-0,116	0,200	0,245	0,151	-0,166	0,108	0,477***	0,229	0,289	-0,326	0,069	0,088
Maapuu lahoaste 3	-0,079	0,037	0,241	0,084	0,302	-0,086	-0,098	0,266	0,111	0,031	-0,147	0,009	0,077
Maapuu lahoaste 4	0,021	0,011	0,192	0,092	0,326	0,119	0,139	0,245	-0,003	-0,037	-0,161	0,103	0,199
Maapuu lahoaste 5	-0,036	0,110	0,140	0,025	0,186	0,136	0,147	0,100	0,232	0,226	-0,125	0,168	0,170
Maapuu lahoaste 6	-0,091	-0,087	-0,187	-0,039	0,097	0,225	0,038	-0,078	0,146	0,197	-0,098	0,064	-0,030
Maapuut halk. > 25 cm	-0,031	0,054	0,046	0,079	0,292	0,143	0,164	0,171	0,258	0,252	-0,182	0,200	0,244
Kääpäiset maapuut lkm	0,086	0,008	0,265	0,000	0,404*	-0,107	-0,051	0,181	0,159	0,219	-0,222	0,200	0,265
Naavamaiset epifyytit	-0,034	0,061	0,551***	0,421*	0,256	-0,425*	-0,139	0,446**	0,020	0,198	-0,486***	-0,082	0,051
Kääpäiset pystypuut lkm	-0,047	0,048	0,437*	0,331	0,307	-0,334	-0,193	0,288	0,032	0,248	-0,439**	0,080	0,038
Epifyyttien runsaus	-0,036	0,032	0,529***	0,441**	0,172	-0,392	-0,142	0,456**	-0,027	0,190	-0,582***	-0,110	-0,083

Taulukko 12.11. Harvinaisuusindeksisummien ja rakennepiirteiden Spearmannin järjestyskorrelaatiot Lohikoskella. Merkitsevyystasot Bonferonin korjauksen jälkeen.
 * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Frekvenssi = kovakuoriaisten frekvenssipistesumma (Rassi ym. 1993).

Lohikoski harvinaisuus	Putkilo- kasvit	Lehti- sammalet	Maksa- sammalet	Epifyyttijäkälät	Muut jäkälät	Käävät	Maakittäjäiset	Kovakuoriaiset	Frekvenssi (k)	Hämähäkit	Kotilot	Kaikki
Elävä puusto tilavuus	-0,044	0,079	0,337	0,545***	-0,103	0,033	-0,416*	-0,101	-0,093	-0,396*	0,015	-0,064
Elävä puusto rkl	0,107	-0,049	0,090	0,077	-0,131	-0,159	-0,213	-0,074	-0,066	-0,293	-0,006	-0,148
Mänty tilavuus	-0,057	0,037	0,058	0,484***	0,047	-0,031	-0,151	-0,180	-0,056	-0,139	0,035	-0,054
Kuusi tilavuus	-0,005	0,146	0,422**	0,403*	-0,214	0,094	-0,394*	-0,023	-0,026	-0,458**	0,056	-0,057
Koivu tilavuus	0,142	0,072	0,304	0,296	-0,056	-0,082	-0,176	0,067	-0,083	-0,172	-0,095	0,052
Haapa tilavuus	-0,011	0,099	0,231	0,067	0,068	-0,078	-0,111	0,081	0,024	-0,192	0,138	0,041
Raita tilavuus	0,086	-0,048	0,023	-0,035	0,033	-0,021	-0,199	-0,007	-0,101	-0,174	0,164	-0,091
Elävät puulajit lkm	0,239	0,105	0,136	0,255	0,043	-0,095	-0,045	0,003	-0,014	-0,258	0,157	0,027
Elävä mänty rkl	0,005	-0,093	-0,166	0,165	0,114	-0,222	-0,010	-0,164	-0,042	-0,036	-0,098	-0,111
Elävä kuusi rkl	-0,010	0,099	0,372	0,346	-0,300	0,013	-0,347	-0,016	-0,081	-0,402*	0,023	-0,092
Elävä koivu rkl	0,411*	0,096	0,181	0,077	-0,032	-0,037	0,056	0,125	0,042	-0,052	0,011	0,171
Elävä muu lehtipuu rkl	0,212	0,114	0,062	0,061	0,008	-0,045	0,003	0,094	0,091	-0,224	0,236	0,055
Kuollut pystypuu tilavuus	-0,119	-0,085	0,118	0,407*	0,003	0,025	-0,211	-0,095	0,000	-0,089	0,022	-0,028
Kuolleet pystypuut rkl	-0,139	-0,082	0,156	0,379	-0,057	-0,005	-0,242	-0,096	-0,046	-0,134	-0,007	-0,075
Maapuu tilavuus	-0,207	0,275	0,190	0,297	0,104	0,395*	-0,148	0,149	0,053	-0,043	0,018	0,250
Maapuu rkl	-0,093	0,120	0,122	0,064	0,149	0,198	-0,074	0,045	0,029	-0,197	-0,049	0,070
Maapuu mänty tilavuus	-0,205	0,035	-0,039	0,258	0,270	0,222	0,016	-0,144	-0,024	0,114	-0,002	0,096
Maapuu kuusi tilavuus	-0,033	0,185	0,270	0,102	-0,128	0,230	-0,093	0,107	0,156	-0,208	-0,076	0,073
Maapuu koivu tilavuus	-0,047	0,081	0,155	0,067	-0,072	0,215	-0,169	0,136	-0,059	-0,175	-0,029	0,022
Maapuu haapa tilavuus	0,010	0,065	-0,087	-0,166	0,004	-0,043	0,064	0,124	0,156	0,070	0,195	0,089
Maapuiden lajimäärä	0,048	0,130	0,185	0,121	-0,061	0,192	0,042	0,105	0,076	-0,149	0,001	0,082
Maapuu mänty rkl	-0,163	-0,020	-0,130	0,216	0,405*	0,108	0,103	-0,281	-0,137	0,153	-0,004	0,047
Maapuu kuusi rkl	-0,019	0,070	0,185	0,007	-0,024	0,115	-0,059	0,093	0,127	-0,202	-0,102	-0,004
Maapuu koivu rkl	0,411*	0,096	0,181	0,077	-0,032	-0,037	0,056	0,125	0,022	-0,052	0,011	0,171
Maapuu muu lehtipuut rkl	0,182	0,177	-0,033	0,027	-0,102	-0,016	0,164	0,145	0,046	-0,115	0,140	0,094
Maapuu lahoaste 1	-0,010	-0,001	0,105	0,111	0,214	0,113	0,005	0,032	0,096	-0,008	-0,033	0,080
Maapuu lahoaste 2	-0,070	0,208	-0,025	0,017	0,101	0,170	0,086	0,099	0,223	0,053	-0,002	0,213
Maapuu lahoaste 3	-0,150	0,129	0,149	0,231	0,042	0,183	0,046	0,127	0,192	0,068	0,031	0,236
Maapuu lahoaste 4	-0,109	0,002	0,137	0,131	-0,030	0,233	-0,079	0,065	-0,055	-0,104	0,061	0,062
Maapuu lahoaste 5	0,055	-0,021	0,075	-0,151	-0,033	0,128	-0,286	0,022	-0,204	-0,018	0,096	-0,011
Maapuu lahoaste 6	0,016	-0,123	0,049	-0,084	-0,074	-0,092	-0,070	-0,049	-0,145	-0,150	0,002	-0,159
Maapuut halk. > 25 cm	-0,073	0,169	0,063	0,113	0,068	0,262	-0,062	0,059	0,138	0,091	0,144	0,209
Kääpäiset maapuut lkm	0,020	0,125	0,133	0,150	-0,065	0,418**	-0,067	0,188	0,108	-0,022	0,174	0,257
Kääpäiset pystypuut lkm	-0,110	0,034	0,053	0,217	-0,043	0,153	-0,188	-0,085	-0,114	-0,098	0,106	-0,100
Epifyyttien runsaus	-0,057	0,011	0,250	0,455**	0,009	0,011	-0,340	-0,069	-0,119	-0,267	-0,006	-0,039
Naavamaiset epifyytit	-0,109	0,128	0,082	0,309	-0,029	0,130	-0,177	0,070	-0,025	0,019	-0,032	0,100

Taulukko 12.12. Askeltavan regressioanalyysin tulokset Kuhmon ja Lohikosken tutkimusalueilla. Selitysasteeltaan vahvimmat yksittäiset muuttujat on esitetty yhden selittävän muuttujan malleina. Lisäksi on esitetty selitysasteeltaan parhaat monimuuttujamallit. Y = lajimäärä, R^2 = selitetty vaihtelu, t = testimuuttuja, F = testimuuttuja, p = merkitsevyystaso.

Kuhmo	Lohikoski
Putkilokasvit Yhden selittävän muuttujan mallit $Y = 0,01ERATIL + 15,8$ $R^2 = 0,10$ $F = 10$ $p = 0,002$	Putkilokasvit Yhden selittävän muuttujan mallit $Y = 0,38BETO + 20,24$ $R^2 = 0,10$ $F = 11$ $p = 0,001$ Monimuuttujamalli $Y = 0,28BETO + 0,32DEC0 + 3,97KOST + 19,92$ $R^2 = 0,22$ $F = 10$ $p = 0,000$ (t/p: 2,6/0,010, 3,3/0,001, 3,0/0,003)
Lehtisammalet Yhden selittävän muuttujan mallit $Y = 0,39EPIF4 + 11,6$ $R^2 = 0,16$ $F = 18$ $p = 0,000$ Monimuuttujamalli $Y = 0,329EPIF4 + 0,001EHATIL + 0,001LAHO5 + 10,9$ $R^2 = 0,23$ $F = 10$ $p = 0,000$ (t/p: 4,1/0,000, 2,0/0,046, 1,9/0,05) Monimuuttujamalli (Lohikoski) $Y = 0,36 \times ELOTILA + 0,32 \times MPICITIL + 1,88$ $R^2 = 0,22$ $F = 14$ $p = 0,001$	Lehtisammalet Yhden selittävän muuttujan mallit $Y = 0,004MPICITIL$ $R^2 = 0,18$ $F = 21$ $p = 0,000$
Maksasammalet Yhden selittävän muuttujan mallit $Y = 0,6DCA1 - 0,119$ $R^2 = 0,45$ $F = 77$ $p = 0,000$ $Y = 0,001ELOTILA + 1,95$ $R^2 = 0,38$ $F = 58$ $p = 0,000$ $Y = 0,10LUPYH + 2,6$ $R^2 = 0,28$ $F = 38$ $p = 0,000$ $Y = 0,003EHATIL + 3,93$ $R^2 = 0,17$ $F = 20$ $p = 0,000$ Monimuuttujamalli $Y = 0,01ELOTILA \times 0,001EHATIL + 0,278PIC20 + 1,8$ $R^2 = 0,46$ $F = 27$ $p = 0,000$ (t/p: 3,8/0,000, 1,7/0,09, 3,6/0,001)	Maksasammalet Yhden selittävän muuttujan mallit $Y = 0,04DCA2 + 0,536$ $R^2 = 0,14$ $F = 17$ $p = 0,000$ $Y = 0,001ELOTILA + 2,32$ $R^2 = 0,13$ $F = 15$ $p = 0,000$ $Y = 0,002MPICITIL + 2,70$ $R^2 = 0,10$ $F = 11$ $p = 0,001$ Monimuuttujamalli $Y = 0,000 ELOTILA + 0,002MPICITIL + 1,88$ $R^2 = 0,22$ $F = 14$ $p = 0,001$ (t/p: 4,0/0,000, 3,6/0,001)

Taulukko 12.12 (jatkoa edelliseltä sivulta)

Kuhmo	Lohikoski
Epifyyttijäkälät Yhden selittävän muuttujan mallit Y = 0,103DCA1 - 5,78 R ² =0,60 F= 140 p= 0,000 Y = 0,001ELOTILA + 9,45 R ² = 0,51 F= 97 p= 0,000 Y = 0,20LUPYH + 10,56 R ² = 0,41 F= 65 p= 0,000 Y = 0,004EHATIL + 13,22 R ² = 0,13 F= 15 p= 0,000 Y = 0,015ERATIL + 13,72 R ² = 0,11 F= 12 p= 0,001 Monimuuttujamalli Y = 0,001ELOTILA + 1,47PYLKM + 0,39PIC20 + 4,39 R ² = 0,65 F= 58 p= 0,000 (t/p: 7,2/0,000, 5,2/0,000, 4,0/0,000) Y = 0,145LUPPYH+ 1,74PYLKM + 0,44PIC20 + 4,11 R ² = 0,62 F= 51 p= 0,000 (t/p: 6,4/0,000, 6,0/0,000, 4,5/0,000)	Epifyyttijäkälät Yhden selittävän muuttujan mallit Y = 0,09DCA2 + 4,21 R ² = 0,22 F= 29 p= 0,000 Y = 0,001ELOTILA + 7,43 R ² = 0,43 F= 73 p= 0,000 Y = 0,007KUOTILA + 9,54 R ² = 0,10 F= 13 p= 0,001 Y = 0,13EPIFYH + 8,53 R ² = 0,21 F= 27 p= 0,000 Y = 3,13KAAYH + 9,6 R ² = 0,12 F= 14 p= 0,000 Y = 0,92PYLKM + 7,28 R ² = 0,12 F= 14 p= 0,000 Monimuuttujamalli Y = 0,001ELOTILA + 0,004PYLKM + 7,2 R ² = 0,47 F= 43 p= 0,000 (t/p: 8,11/0,000, 2,72/0,008)
Käävät Yhden selittävän muuttujan mallit Y = 0,000ELOTILA + 1,50 R ² = 0,43 F= 71 p= 0,000 Y = 0,61MKAAYH + 2,0 R ² = 0,43 F= 70 p= 0,000 Y = 0,85KAAYH + 2,50 R ² = 0,34 F= 49 p= 0,000 Y = 0,03DCA1 + 0,91 R ² = 0,28 F= 37 p= 0,000 Y = 0,002EHATIL + 2,77 R ² = 0,23 F= 29 p= 0,000 Y = 0,069LUPYH + 2,16 R ² = 0,22 F= 28 p= 0,000 Y = 0,003LAHO3 + 2,60 R ² = 0,20 F= 25 p= 0,000 Y = 0,001MTILA + 2,20 R ² = 0,16 F= 18 p= 0,000 Y = 0,001KUOTILA + 2,62 R ² = 0,15 F= 17 p= 0,000 Monimuuttujamalli Y = 0,000ELOTILA + 0,002LAHO3 + 0,317MKAAYH + 0,362KAAYH + 0,996 R ² = 0,70 F= 55 p= 0,000 (t/p: 5,08/0,000, 4,02/0,000, 3,67/0,000, 5,1/0,000) Y = 0,47MKAAYH + 0,57KAAYH + 1,76 R ² = 0,56 F= 59 p= 0,000 (t/p: 6,7/0,000, 5,3/0,000) Y = 0,000ELOTILA + 0,002LAHO3 + 1,83 R ² = 0,54 F= 55 p= 0,000 (t/p: 8,2/0,000, 4,8/0,000)	Käävät Yhden selittävän muuttujan mallit Y = 0,23MKAAYH + 1,17 R ² = 0,23 F= 30 p= 0,000 Y = 0,021DCA2 + 0,17 R ² = 0,14 F= 17 p= 0,000 Monimuuttujamalli Y = 0,001KUOTILA + 0,238MKAAYH + 1,04 R ² = 0,27 F= 19 p= 0,000 (t/p: 2,38/0,000, 5,74/0,000)

Taulukko 12.12 (jatkoa edelliseltä sivulta)

Kuhmo	Lohikoski
<p>Muut kovakuoriaiset Yhden selittävän muuttujan mallit</p> <p>Y = 0,001ELOTILA + 11,44 R² = 0,22 F = 27 p = 0,000 Y = 0,06DCA1 + 10,06 R² = 0,16 F = 19 p = 0,000 Y = 4,43METSAT , 2,30 R² = 0,24 F = 30 p = 0,000</p> <p>Monimuuttujamalli</p> <p>Y = 0,48PIC20 + 3,80MBET20 + 11,67 R² = 0,28 F = 19 p = 0,000 (t/p: 3,73/0,000, 4,95/0,000) Y = 0,001ELOTILA + 3,305MBET20 + 10,52 R² = 0,36 F = 27 p = 0,000 (t/p: 5,14/0,000, 4,55/0,000)</p>	<p>Muut kovakuoriaiset Ei tilastollisesti merkitsevää mallia</p>
<p>Maakiitäjäiset Yhden selittävän muuttujan mallit</p> <p>Y = -0,027DCA1 + 5,65 R² = 0,27 F = 35 p = 0,000 Y = 0,524MDEC0 + 3,22 R² = 0,11 F = 13 p = 0,001 Y = 0,001LAHO6 + 3,02 R² = 0,11 F = 12 p = 0,001</p>	<p>Maakiitäjäiset Ei tilastollisesti merkitsevää mallia</p>
<p>Hämähäkit Yhden selittävän muuttujan mallit</p> <p>Y = -0,001ELOTILA + 22,03 R² = 0,43 F = 71 p = 0,000 Y = -0,105DCA1 + 25,22 R² = 0,40 F = 64 p = 0,000 Y = 0,662PIN0 + 14,23 R² = 0,28 F = 37 p = 0,000</p>	<p>Hämähäkit Yhden selittävän muuttujan mallit</p> <p>Y = -0,001ELOTILA + 29 R² = 0,29 F = 40 p = 0,000 Y = 0,105DCA1 + 14,95 R² = 0,20 F = 25 p = 0,000 Y = -0,79PIC10 + 26,96 R² = 0,32 F = 46 p = 0,000</p>
<p>Lahopuukovakuoriaiset Yhden selittävän muuttujan mallit</p> <p>Y = 0,001ELOTILA + 6,571 R² = 0,37 F = 39 p = 0,000 Y = 0,08DCA1 + 5,45 R² = 0,20 F = 17 p = 0,000 Y = 0,17LUPYH + 9,4 R² = 0,15 F = 12 p = 0,001 Y = 0,005EHATIL + 11,25 R² = 0,14 F = 12 p = 0,001 Y = 1,34MPIC10 + 10,85 R² = 0,10 F = 8 p = 0,005</p> <p>Monimuuttujamalli</p> <p>Y = 0,003EHATIL + 0,23PIC10 + 7,36PIN40 + 8,7 R² = 0,33 F = 11 p = 0,000 (t/p: 2,70/0,000, 2,72/0,000, 2,93/0,000)</p>	

Lehtisammalten ja maksasammalten lajimäärät ja harvinaisuusindeksisummat olivat korkeampia näytealoilla, joilla esiintyi kosteikko tai soistuma kuin muilla aloilla (taulukko 12.13). Lehtisammalten lajimäärä korreloi Kuhmossa merkitsevästi maahan kaatuneiden haapojen ja kuusten tilavuuden kanssa. Eteenpäin askeltavan regressioanalyysin mukaan lajimäärää selittävät yksittäisistä puustoon liittyvistä muuttujista parhaiten epifyyttien runsaus ja maapuukuusten tilavuus. Kuhmossa lehtisammalten lajimäärän vaihtelusta 23 % voitiin selittää monimuuttujamallilla, jossa selittävinä muuttujina olivat epifyyttijäkäljen runsaus sekä elävien haapojen ja läpilahon maapuun tilavuus. Lohikoskella vaihtelusta 22 % voitiin selittää elävän puuston kokonaistilavuudella ja maapuukuusten tilavuudella (taulukko 12.12).

Maksasammalten lajimäärää ja harvinaisuusindeksisummaa selitti molemmilla alueilla parhaiten vanhaa luonnontilaista metsää – erityisesti elävän ja kuolleen puuston määrää, monipuolisuutta ja jatkuvuutta – kuvaavat rakennepiirretyhdistelmät (Kuhmossa rakennepiirteiden oordinaatioanalyysin DCA1-akseli ja Lohikoskella DCA2-akseli, ks. luku 3). Yksittäisistä muuttujista maksasammalten lajimäärää selittivät parhaiten elävän puuston tilavuus, maapuukuusten tilavuus, elävien haapojen tilavuus ja naavamaisten epifyyttien runsaus (taulukko 12.12).

Maksasammalten lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat molemmilla alueilla elävän puuston kokonaistilavuutta voimakkaammin elävien kuusten ja maapuukuusten tilavuuden kanssa (taulukot 12.8–12.11). Lajisto oli siis rikkainta kuusivaltaisissa vanhoissa metsissä. Elävien haapojen tilavuuden ja lajimäärän merkitsevä korrelaatio (taulukko 12.8) ja selitysaste regressioanalyysissä (taulukko 12.12) kuvastavat haavalle erikoistuneen maksasammallajiston monipuolisuutta. Kuolleen pystypuun kokonaistilavuus ja –runkoluku sekä kääpäisten ja runsasepifyyttisten runkojen määrä korreloivat merkitsevästi maksasammalten lajimäärän kanssa ainoastaan Kuhmossa. Kuolleiden pystypuiden ja lajiston korrelaatio johtui todennäköisesti siitä, että vanhoissa lajistoltaan rikkaissa metsissä oli paljon kuolleita pystypuita. Kuolleet pystypuut ovat itsessään vanhan luonnontilaisen metsän indikaattoreita.

Epifyyttijäkäljen lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma vaihtelivat samansuuntaisesti metsän iän sekä kasvualustojen määrän ja laadun kanssa. Lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat merkitsevästi elävän puuston kokonaistilavuuden, elävien mäntyjen ja kuusten tilavuuden, kuolleen puuston tilavuuden ja runkoluvun sekä epifyyttien ja pystypuulla havaittujen kääpien runsauden kanssa. Osa näistä rakennepiirteistä korreloi voimakkaasti keskenään, joten yksittäisten rakennetekijöiden vaikutusta oli vaikea arvioida. Lajimäärä korreloi molemmilla alueilla vanhan metsän ominaisuuksia kuvaavan DCA-muuttujan kanssa. Regressioanalyysissä lajimäärää ja harvinaisuusindeksisummaa selittivät parhaiten edellä mainittujen muuttujien ohella elävien haapojen ja raitojen tilavuus sekä puulajien määrä (taulukko 12.12). Lohikoskella elävien puiden lajimäärän selitysarvo kuvastaa lajiston monimuotoisuuden riippuvuutta erilaisten kasvualustojen – lähinnä haavan tai raidan – esiintymisestä.

Myös kääpäisten pystypuiden lukumäärä sekä kuolleiden pystypuiden runkoluku ja tilavuus korreloivat merkitsevästi epifyyttijäkälkien lajimäärän kanssa. Yhteisvaihtelua saattoi osaltaan selittää lahosukcession keskivaiheen maapuiden rikas *Cladonia* -lajisto. Yhteisvaihtelu johtui ainakin osittain siitä, että vanhoissa epifyyttilajistoltaan rikkaissa metsissä esiintyi myös paljon kuolleita pystypuita, joilla kasvoi runsaasti kääpiä.

Kääpien lajimäärää ja lajiston harvinaisuutta selittivät parhaiten metsän jatkuvuuteen, lahopuun laatuun ja määrään sekä kääpäisyyteen liittyvät rakennepiirteet. Kuhmossa kääpien lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat merkitsevästi metsän jatkuvuutta kuvastavan rakennepiirreyhdistelmän (DCA1), elävän puuston, kuolleiden pystypuiden ja maapuiden kokonaistilavuuden sekä puolilahojen maapuiden tilavuuden kanssa (taulukko 12.8). Lohikoskella lajimäärä korreloi ainoastaan lahopuujatkumoa kuvaavan rakennetekijäyhdistelmän (DCA2) ja maapuiden kokonaistilavuuden kanssa. Tutkimusalueiden ero johtui siitä, että muutama Lohikosken näyteala osui juuri kaadetulle avohakkuulle, joiden lahopuusto ja kääpälaajisto vastasivat hakkuuta edeltäneen vanhan metsän tilannetta. Samasta syystä elävän puuston tilavuus ei Lohikoskella korreloinut kääpien lajimäärän kanssa (taulukko 12.9). Kääpien lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat molemmilla alueilla merkitsevästi kääpäisten maapuiden lukumäärän kanssa. Kuhmossa lajimäärä vaihteli lisäksi samansuuntaisesti kuin kääpäisten pystypuiden runsaus sekä naavamaisten epifyyttien ja muiden epifyyttien runsaus.

Maakiitäjäisten lajiston monipuolisuutta selitti regressioanalyysin tulosten perusteella parhaiten elinympäristön avoimuus ja rehevyys. Maakiitäjäislajeja tavattiin sekä Kuhmossa että Lohikoskella eniten nuorissa metsissä. Kuhmossa tätä kuvastivat negatiiviset korrelaatiot rakennepiirreyhdistelmän (DCA1), kuolleen puuston tilavuuden ja runkoluvun sekä naavamaisten epifyyttien runsauden kanssa. Puustomuuttujista maakiitäjäisten lajimäärä korreloi merkitsevästi alle 10 cm paksujen mäntyjen tilavuuden ($R_s = 0,444$, $p < 0,01$, Bonferronin korjauksen jälkeen). On syytä huomata, että nuorten koivujen ja mäntyjen tilavuudet vaihtelivat saman suuntaisesti ($R_s = 0,67$, $N = 96$, $p < 0,001$). Myös lähes maatuoneen maapuun ja maakiitäjäisten lajimäärän välillä vallitsi Kuhmossa selkeä positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä korrelaatio. Lohikoskella maakiitäjäisten lajimäärä vaihteli samansuuntaisesti maapuuhaapojen tilavuuden kanssa, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Lahopuukovakuoriaisia tarkasteltiin erillisenä ryhmänä ainoastaan Kuhmossa, koska Lohikoskella ei ollut mahdollisuutta käyttää ikkunapyydyksiä kovakuoriaislajiston pyyntiin. Lahopuukovakuoriaisia tavattiin regressio- ja korrelaatioanalyysien perusteella eniten järeäpuustoisissa vanhoissa metsissä, joissa oli runsaasti kuollutta puuta (taulukot 12.8 ja 12.12). Lajimäärää selittivät parhaiten rakennetekijäyhdistelmä DCA1, elävän puuston tilavuus, elävien haapojen tilavuus ja naavamaisten epifyyttien runsaus (taulukko 12.12). Lahopuukovakuoriaisten lajimäärät korreloivat merkitsevästi lahosukcession alkuvaiheen maapuun, erityisesti kuusimaapuiden, tilavuuden sekä kuolleiden pystypuiden tilavuuden ja runkoluvun kanssa. Maa- ja pystypuiden kääpäisyys sekä epifyyttien

runsaus vaihtelivat samansuuntaisesti lajimäärän kanssa myös korrelaatioanalyysin perusteella (taulukko 12.8).

Ikkunapyydyksillä pyydystettyjen kovakuoriaisten kokonaislajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma eivät korreloineet merkitsevästi minkään yksittäisen rakennetekijän kanssa. Kovakuoriaislajiston harvinaisuutta mitattiin lisäksi frekvenssipistesummalla (Rassi 1993). Frekvenssipistesumma vaihteli samansuuntaisesti samojen muuttujien kanssa kuin lahopuukovakuoriaisten lajimäärä (taulukko 12.10). Nämä muuttujat olivat myös regressioanalyysissä selitysvoimaisimpia.

Kuhmossa kuoppapyydyksillä saatujen kovakuoriaisten lajimäärä korreloi positiivisesti elävien kuusten ja haapojen tilavuuksien sekä kuolleiden pystypuiden ja koivumaapuiden tilavuuksien kanssa. Samat rakennepiirteet olivat myös selitysteeltään vahvimpia regressioanalyysin perusteella (taulukot 12.8 ja 12.12). Lajimäärää selitti myös metsän jatkuvuutta kuvaava DCA1 rakennepiirreyhdistelmä. Harvinaisuusindeksisumma ei korreloinut Kuhmossa merkitsevästi minkään rakennepiirteiden kanssa mutta frekvenssipistesumman ja elävien kuusten tilavuuden välillä vallitsi merkitsevä korrelaatio. Lohikoskella lajimäärä, harvinaisuusindeksisumma ja frekvenssipistesumma eivät korreloineet merkitsevästi minkään rakennepiirteiden kanssa (taulukot 12.9 ja 12.11).

Hämähäkkilajien määrää ja harvinaisuutta voitiin selittää parhaiten metsän ikää ja elävän puuston määrää kuvaavilla tunnuksilla. Lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat molemmilla alueilla negatiivisesti elävän puuston tilavuuteen ja epifyyttien runsauteen liittyvien rakennepiirteiden kanssa. Kuhmossa hämähäkkien lajimäärä korreloi negatiivisesti myös vanhan metsän piirteitä kuvaavan DCA1-akselin sekä kuolleen puuston tilavuuden ja runkoluvun kanssa. Tulosten perusteella hämähäkkilajisto oli monipuolisinta nuorissa metsissä.

Nilviäisten lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat positiivisesti molemmilla tutkimusalueilla maapuuhaapojen ja muiden lehtipuiden kuin koivun (erityisesti haapojen) tilavuuden sekä maapuiden puulajien määrän kanssa (taulukot 12.8–12.12). Korrelaatiot olivat kuitenkin melko heikkoja ja ainoa tilastollisesti merkitsevä korrelaatio Bonferronin korjauksen jälkeen vallitsi Kuhmossa maapuiden lajimäärän ja nilviäisten lajimäärän välillä (taulukko 12.8). Harvinaisia ja vaateliaita nilviäislajeja tavattiin eniten näytealoilla, joissa esiintyi yksikin kookas maapuuharpa tai raita. Vaateliaan lajiston esiintymiseen liittyi usein maaperän kosteus. Nilviäisten yksilö- ja lajimäärät olivat koko tutkimusaineistossa melko alhaisia. Aineiston perusteella ei voitu siksi tehdä kovin pitkälle vietyjä johtopäätöksiä.

Taulukko 12.13. Lajimäärien ja harvinaisuusindeksisummien mediaanien erot näytealoilla, joilla esiintyi kosteikko ja/tai pienvesi verrattuna aloihin joilla niitä ei esiintynyt. Taulukossa ovat mukana ainoastaan ne lajiryhmät, joissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero joko Kuhmossa tai Lohikoskella. Näytealojen lukumäärien alla on järjestyslukujen summat. U = Mann-Withneyn testimuuttajan arvo, P = merkitsevyytaso: Ns = $p > 0,05$ = ei merkitsevä, * = $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Df = 1

Lajiryhmä	Lohikoski			U	P	Kuhmo		
	Ei kosteikkoa (60 alaa)	Kosteikko (38 alaa)				Ei kosteikkoa (47 alaa)	Kosteikko (47 alaa)	U
Putkilokasvit								
Lajimäärä	2 590,5	2 260,5	760,5	**	1 776,0	2 689,0	648,0	***
Harvinaisuusindeksisumma	2 491,5	2 359,5	661,5	***	1 750,0	2 715,0	622,0	***
Lehtisammalet								
Lajimäärä	2 629,0	2 222,0	799,0	*	Ei merkitsevä			Ns
Harvinaisuusindeksisumma	2 661,5	2 189,5	831,5	*	1 971,5	2 493,0	843,5	*
Maksasammalet								
Lajimäärä	2 581,0	2 270,0	751,0	**	1 969,0	2 496,0	841,0	*
Harvinaisuusindeksisumma	2 347,5	2 308,5	636,5	***	Ei merkitsevä			Ns
Kokonaislajimäärä	Ei merkitsevä			Ns	1 761,0	2 703,0	633,5	***
Kaikkien lajien harvinaisuusindeksisumma	Ei merkitsevä			Ns	1 775,0	2 690,0	647,0	**
Lajiryhmä	Ei pienvettä (78 alaa)	Pienvesi (20 alaa)	U	P	Ei pienvettä (77 alaa)	Pienvesi (170 alaa)	U	P
Putkilokasvit								
Lajimäärä	3 579,0	1 272,0	498,0	*	3 308,5	1 156,5	305,0	***
Harvinaisuusindeksisumma	3 338,0	1 513,0	257,0	***	3 262,5	1 202,5	259,5	***

12.4 Tulosten tarkastelu

12.4.1 Lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman yhteisvaihtelu

Alueellista harvinaisuutta kuvaava harvinaisuusindeksisumma ja kokonaislajimäärä vaihtelivat samansuuntaisesti kaikissa lajiryhmissä ja kaikilla tutkimusalueilla. Tulos voi johtua osittain niiden keskinäisestä suhteesta. Harvinaisuusindeksisumma oli korkeampi näytealoilla, joilla oli paljon lajeja kuin aloilla, joilla oli yhtä harvinaisia lajeja vähemmän. Yhdenkin harvinaisen lajin esiintyminen nosti kuitenkin näytealan harvinaisuusindeksisummaa ratkaisevasti. Lajimäärä ja harvinaisuus vaihtelivat samansuuntaisesti myös kovakuoriaislajiston frekvenssipisteiden perusteella lasketun valtakunnallisen harvinaisuuden kanssa. Helsingin edustan saariston putkilokasviaineistosta tehty vastaava analyysi antoi järjestyslukujen korrelaatioksi peräti 0,99, Vantaan neliökilometriruuduittain karotetun putkilokasviaineiston järjestyslukujen korrelaatio oli 0,68 (Ranta ym. 1997) ja Suomen lintuatlaksen 0,77 (Tanskanen 1997).

Luonnonsuojellisesti arvokkaita ovat monen ryhmän lajimäärän ja/tai harvinaisten lajien keskittymät sekä toisiaan lajistoltaan parhaiten täydentävät kohteet. Lajimäärän, harvinaisuuden ja optimointimenetelmien mukaan parhaat alat sijoittuivat kaikilla alueilla ympäristöstään poikkeaviin pienbiotooppiin: puronvarsiin, korpinoitkoihin, lähteikköihin, suon ja kangasmetsän rajalle tai poikkeuksellisiin lahoppuutihentymiin. Useilla aloilla esiintyi lisäksi kookas raita tai haapa, Lohjansaareissa jaloja lehtipuita.

Harvinaiset pienbiotoopit tulivat esille sekä talousmetsässä että vanhan metsän alueiden sisällä. Arvokkaat kohteet painottuivat pienbiotooppeihin myös lajiryhmittäisessä tarkastelussa. Tulos kuvastaa suomalaisen metsäluonnon pienipiirteistä vaihtelua: erityisesti Lohikosken intensiivisesti käsitellyillä metsäalueilla pienikin rakenteellinen poikkeavuus ympäristöstä näkyi heti lajistossa. Tulosten perusteella esimerkiksi metsälakikohteet olivat lajistoltaan usean ryhmän mukaan monimuotoisia. Kohteen biotooppivalikoiman monipuolisuus ja alueellinen harvinaisuus soveltuvat lajirikkauden ja lajiston harvinaisuuden indikaattoreiksi ainakin tässä aineistossa. Harvinaisuusindeksisumman ja lajiston valtakunnallisen harvinaisuuden ja uhanalaisuuden suhdetta tulisi tarkastella laajemmin myös muiden lajiryhmien kuin kovakuoriaisten osalta. Koska uhanalaisia lajeja osui näytealaverkostoon vain vähän, ei tällainen tarkastelu ollut tämän aineiston perusteella mielekäästä.

Vaikka lajimäärä ja harvinaisten lajien määrä korreloivatkin keskenään, ei lajimäärällä pystytty tunnistamaan esimerkiksi kohteita, joissa esiintyi vähän mutta harvinaisia lajeja. Tällaisten kohteiden tunnistamiseen soveltui yksinkertaisimmillaan harvinaisten lajien määrä tai lajimäärän ja harvinaisten lajien määrän järjestyslukujen erotus. Vastaavia tuloksia on saatu Suomessa lintuatlaksen (Tanskanen 1997) ja Englannissa lintuaineiston perusteella (Williams ym. 1996). Vaikka lajimäärän, harvinaisuuden ja runsaussuhteiden vaihtelua on toisinaan yhdistetty yhdeksi indeksiksi, parantaa monimuotoisuuden eri osien tarkastelu toisistaan erillään tulosten käyttökelpoisuutta huomattavasti.

12.4.2 Lajiryhmien yhteisvaihtelu

Mikään yksittäinen lajiryhmä ei tulosten perusteella sovellu kaikkien tai useampien muiden ryhmien monimuotoisuuden indikaattoriksi. Vastaavaan tulokseen on päädytty muissa elinympäristöissä tehdyissä tutkimuksissa (Lawton ym. 1998, Oliver & Beattie 1996). Pohjoisessa havumetsässä tehtyjä vastaavia tutkimuksia, joissa tarkastellaan samanaikaisesti useiden lajiryhmien vaihtelua erikäisissä ja tyyppisissä metsissä ei ole julkaistu juuri lainkaan, joten näiltä osin tuloksille on vain vähän vertailuaineistoa (ks. mm. Saetersdal ym. 1993, Haila ym. 1994, Nilsson ym. 1994, Raivio 1995, 1997, Niemelä ym. 1996).

Eri lajiryhmien lajimäärien ja harvinaisten lajien määrien vaihtelu tutkimusaineistossa toi esille samasta resurssista joko suoraan tai välillisesti riippuvaisia lajiryhmiä. Putkilokasvien, lehtisammalten ja kotiloiden vaihtelua selittivät kasvupaikan rehevyys, lehtipuuvaltaisuus, pienvedet ja kosteikot. Maksasammalissa, lahoppukovakuoriaisissa, epifyyttijäkälissä ja käävissä oli monia isäntäpuista sekä ns. vanhan metsän piirteistä, kuten lahoppuun määrästä ja laadusta sekä kosteasta ja pysyvästä pienilmastosta, riippuvaisia lajeja. Näiden lajiryhmien korrelaatio oli voimakkain Kuhmon aineistossa, jossa vanhoihin, melko luonnontilaisiin metsiin osui enemmän aloja kuin Lohikoskella.

Erityisen kiinnostava tulos oli kokonaislajiston positiivinen korrelaatio putkilokasvien ja kääpien sekä toisaalta lehti- ja maksasammalien kanssa. Putkilokasvit

ja käävät eivät korreloineet keskenään, joten ryhmät ilmentävät kokonaislajiston eri osia. Tulosten perusteella kääpiä ja maksasammalia voitaisiin pitää lahoppuulla elävien muiden ryhmien lajiston monimuotoisuuden indikaattoreina ja lehtisammalia sekä putkilokasveja maaperän kosteudesta ja rehevyydestä riippuvaisten ryhmien indikaattoreina.

Todellisuudessa lajien esiintyminen on riippuvainen populaatioiden sisäisestä rakenteesta ja dynamiikasta sekä lukuisista ulkoisista ympäristötekijöistä. Esimerkiksi maakiitäjäisten ja hämähäkkien lajimäärien ja harvinaisuusindeksisummien merkitsevä yhteisvaihtelu Lohikoskella selittyy osaltaan petoniveljal-kaisten keskinäisistä suhteista. Hämähäkkejä ja maakiitäjäisiä on yleensä vähän vanhoissa kuusikoissa, joissa on suuria kekomuurahaisyhdyskuntia (Niemelä ym. 1996). Maakiitäjäiset ja hämähäkit korreloivat negatiivisesti melkein kaikkien muiden ryhmien kanssa. Hämähäkkien ja pohjakerroksen jäkälien (muut jäkälät) positiivinen korrelaatio kuvastaa molempien ryhmien runsautta avoimissa biotoopeissa, vaikka ryhmien välillä ei vallitsisikaan todellista riippuvuussuhdetta.

Lajiryhmän indikaattoriarvoon vaikuttaa selitysasteen ohella havaittavuus maastossa ja tiedon saatavuus muista lähteistä. Tutkimuksessa mukana olleista eliöryhmistä maastossa helpoimmin tunnistettavia ovat putkilokasvit ja käävät. Nämä lajiryhmät soveltuvat vaikeammin maastossa havaittavien, niiden kanssa samansuuntaisesti vaihtelevien ryhmien indikaattoreiksi. Kääpien lajimäärä ja harvinaisuus ilmentää tulosten perusteella kovakuoriaisten, maksasammalien ja osittain myös epifyyttijäkäliden monimuotoisuutta. Putkilokasvit toimivat vastavasti kotiloiden ja lehtisammalten monipuolisuuden ilmentäjinä. Käävät ilmentävät aikaisempienkin tutkimusten perusteella ainakin kovakuoriaisten (Kaila ym. 1994, Siitonen 1994, Økland ym. 1996,) ja maksasammalien monimuotoisuutta. Putkilokasvilajistoa on käytetty pitkään kasvupaikan rehevyyden kuvaajana.

Yhteisvaihtelu ei välttämättä kuvasta lajiryhmien välistä todellista riippuvuutta (maksasammalten lisääminen ei tuo lisää kääpiä), vaan ainoastaan lajirikkauden ja harvinaisuuden osumista samoihin kohtiin. Todellisen riippuvuussuhteen (esim. kääpien itiöemillä elävät kovakuoriaiset) sijaan yhteisvaihtelu selittyy usein molemmille ryhmille tärkeän elinympäristön (esim. lahoppu) vaihtelulla. Tällaisen rakennepiirteen mittaaminen maastossa on useimmiten huomattavasti helpompaa kuin lajiston kartoitus.

Lajit reagoivat ympäristön muutoksiin eripituisella aikaviiveellä. Yhtenä tai parina perättäisenä vuotena havaittu yhteisvaihtelu voi siksi johtaa harhaan. Vaikka monivuotiset käävät ja epifyytit kuvaavat hyvin metsän jatkuvuutta, niitä voi esiintyä yksilöiden pitkäikäisyyden vuoksi vielä vuosia elinympäristön jo muuttua niille epäsuotuisaksi. Pitkäikäisten vanhan metsän indikaattorikääpien esiintyminen tuoreilla avohakkuilla ei siksi tarkoita sitä, että alue soveltuisi edelleen muiden vanhan metsän lajien elinympäristöksi. Lyhytikäiset lajiryhmät, kuten hyönteiset, voivat olla hyviä muutoksen indikaattoreita, mutta samalla alttiita vuosien väliselle, esimerkiksi sääoloista johtuvalle vaihtelulle. Hyönteisnäytteiden kerääminen ja määrittäminen laajoilta alueilta useana perättäisenä

vuotena on useimmiten liian kallista, jotta niitä voitaisiin käyttää monimuotoisuusarvioinnin indikaattoreina osana metsäsuunnittelua.

Tutkimusaineistossa oli kaikkiaan melko vähän kääpähavaintoja johtuen kivistä kesästä. Aineiston perusteella ei siksi voida tehdä johtopäätöksiä yksittäisten lajien indikaattoriarvosta. Monet monivuotiset lajit reagoivat elinympäristön muutokseen viiveellä. Osa vuonna 1993 läsnä olleista lajeista voi ilmentää yhtä hyvin aikaisempaa suotuisaa tilannetta kuin nykyisen elinympäristön soveltuvuutta. Tulosten perusteella vaikuttaa kuitenkin siltä, että kääpien lajimäärä ilmentää hyvin muiden lahoppuulla elävien lajin monimuotoisuutta. Erityisesti monivuotiset käävät reagoivat ympäristön muutoksiin viiveellä, joten niiden antama kuva metsän soveltuvuudesta lyhytikäisten lajien elinympäristöksi voi olla virheellinen. Lajistokartoitusten ohella on siksi syytä tarkastella myös rakenteellisissa ominaisuuksissa tapahtuneita muutoksia.

12.4.3 Menetelmien tehokkuuden vertailu

Kohteiden asettaminen arvojärjestykseen niissä esiintyvien haluttujen ominaisuuksien perusteella on metsäsuunnittelun vaikeimpia kysymyksiä. Kohteen suojeluarvo riippuu suojelun tavoitteista eli siitä mitä halutaan sekä toisaalta käytettävistä mittareista ja mittakaavoista. Luonnonsuojelun yhtenä keskeisenä tavoitteena on luoda edustava ja kattava säästökohteiden verkosto. Säästettävien kohteiden tulee siis täydentää toisiaan mahdollisimman hyvin sekä laadullisesti, määrällisesti että alueellisesti.

Lajimäärän, harvinaisuuden ja optimointimenetelmien vertailu mahdollisimman kattavan kohdejoukon valinnassa toi esille lajimäärän puutteet monimuotoisuuden mittarina. Kohteiden valinta lajimäärän mukaisessa järjestyksessä johti kaikissa eliöryhmissä ja kaikilla alueilla yleisen lajiston toistumiseen kohdeverkostossa erilaisina yhdistelminä, kun taas harvinaisten lajien esiintymistä vain pieni osa saatiin mukaan. Harvinaisuusindeksisummaan perustuva valintajärjestys suosi aloja, joilla on paljon harvinaisia lajeja. Ensin valittavilla aloilla toistui kuitenkin samat harvinaiset lajit, kun taas hyvin niukkalajisten alojen harvinaisuudet jäivät pois. Valittaessa tietty määrä kohteita lajimäärän mukaisessa järjestyksessä saatiin kohdeverkostoon sisällytettyä selvästi vähemmän lajeja ja harvinaisia lajeja kuin valittaessa kohteet harvinaisuusindeksisumman tai optimointimenetelmien mukaisessa järjestyksessä. Eniten lajeja vakiomäärällä kohteita saatiin mukaan tarkoitusta varten suunnitelluilla optimointialgoritmeilla. Tulos johtuu siitä, että lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma ottavat huomioon ainoastaan tavoiteltujen ominaisuuksien määrän, kun taas optimointimenetelmät ottavat huomioon myös lajien identiteetin. Optimointimenetelmät soveltuvat tulosten perusteella lajimäärää ja harvinaisuutta paremmin suojelukohteiden valintaan.

Lajien tulisi esiintyä suojelukohdeverkostossa useammin kuin yhden kerran, koska erityisesti harvinaisten lajien esiintymää voi tulla mukaan liian vähän. Elinkelpoisten populaatioiden säilyminen edellyttää useiden osa-populaatioiden

esiintymistä samanaikaisesti ja riittävän lähellä toisiaan. Nykyiset suojelualueet eivät muodosta ainakaan Etelä-Suomessa nämä kriteerit täyttävää edustavaa ja kattavaa verkostoa (Virkkala 1996). Pitkällä tähtäimellä verkostoon kannattaa lisätä kohteita, jotka ovat nykyisin aliedustettuina tai puuttuvat kokonaan. Käytännössä tämä edellyttää moniulotteista optimointia, jossa haetaan asetetut tavoitteet mahdollisimman hyvin saavuttavien kohteiden joukkoa (Siitonen & Tanskanen 1999). Kohdejoukkoon voidaan valita ennakkoon mukaan esimerkiksi kaikki suojelualueet, minkä jälkeen optimointialgoritmi valitsee kohteita, jotka tuovat eniten lisää haluttuja ominaisuuksia. Vaihtoehtoisesti voidaan valita tietty osuus jonkin lajin populaatiosta tai elinympäristön pinta-alasta (ks. mm. Winston & Angermeier 1995). Kohteen sisäisen rakenteen ja siinä havaittujen lajien ohella voidaan optimointiperusteena käyttää kohteen sijaintia. Esimerkiksi minimoimalla etäisyyttä lähimpiin samantyyppisiin kohteisiin saadaan tunnistettua mahdollisimman vähän pirstoutunut kohdejoukko (Nicholls & Margules 1993). Samalla periaatteella voidaan vertailla toisiinsa säästökohdeverkostoja tai alueekologisia suunnitelmia.

12.4.4 Metsätyypin ja kehitysluokan vaikutus lajistoon

Kokonaislajimäärä oli kaikilla alueilla keskimäärin hiukan suurempi rehevissä kuin karuissa metsissä. Rehevissä metsissä tavattiin keskimäärin enemmän kasvi-, kovakuoriais- ja kotilolajeja kuin karuissa metsätyypeissä, suuremmasta elinympäristövalikoimasta johtuen. Epifyyttijäkälien lajimääriin metsätyypillä ei tässä aineistossa hiukan yllättävästi juurikaan ollut vaikutusta, vaan lajistokoostumus oli enemmänkin riippuvainen metsän jatkuvuudesta. Rehevien metsien monipuolisempi puulajivalikoima tarjoaa kasvualustan monipuoliselle jäkälälajistolle (mm. Kuusinen 1995, Esseen ym. 1997). Tulos voi johtua siitä, että lähes luonnontilaisissa vanhoissa metsissä kasvoi nuorempia talousmetsiä enemmän epifyyttijäkälälajistoltaan monipuolisia vanhoja haapoja ja raitoja. Pohjakerroksen valoa vaativia ja kivien pinnoilla kasvavia jäkälälajeja tavattiin odotetusti enemmän karuissa metsätyypeissä. Maakiitäjäis- ja hämähäkkilajeja ja -yksilöitä tavattiin rehevissä metsätyypeissä hieman enemmän kuin karuissa, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Yhteenvetona voidaan todeta, että rehevien metsien suurempi kosteus ja monipuolisempi elinympäristövalikoima tarjosi elinmahdollisuudet monipuolisemmalle lajistolle useimmissa ryhmissä.

Metsän ikä vaikutti kokonaislajimäärään vain vähän, koska tutkimuksessa oli mukana hyvin erilaisissa elinympäristöissä viihtyviä lajeja. Eri ikäisten metsien erot tulivat voimakkaammin esille tarkasteltaessa yksittäisiä lajiryhmiä. Metsän jatkuvuudesta, kosteasta pienilmastosta ja runsaasta lahoppuvalikoimasta hyötyvien lajiryhmien – kääpien, maksasammalten ja epifyyttijäkälien – laji- ja yksilömäärät olivat korkeimpia vanhoissa metsissä. Erot olivat suurempia Kuhmossa. Kääpälajeja tavattiin Lohikosken eri ikäisissä metsissä suunnilleen yhtä paljon. Tuoreiden hakkuuaukkojen rikas kääpälajisto koostui kantojen ja hakkuutahteiden pioneerilajistosta sekä hakkuuta edeltäneen vanhan metsän lajistosta, joka ei ollut vielä ehtinyt reagoida muuttuneisiin olosuhteisiin. Kääpälajeja tavattiin sekä Kuhmossa että Lohikoskella vähiten nuorissa kasvatusmetsissä.

Vanhan metsän lajit olivat näistä metsistä jo ehtineet hävitä, koska vanhojen runkojen maaduttua ei uusia sopivia kasvupaikkoja ollut syntynyt.

Maakiitäjäis- ja hämähäkkilajeja tavattiin eniten nuorissa avoimissa metsissä. Tulos oli odotettu, koska avoimien maiden lajit asuttavat nopeasti uudet elinympäristöt. Lisäksi avoimien elinympäristöjen lajeja tavattiin aineistossa enemmän kuin sulkeutuneiden metsien. Monet avomaiden lajeista pärjäävät lisäksi sulkeutuneissa metsissä ja taimikoissa. Aarniometsissä elää monia niihin erikoistuneista lajeja, jotka eivät menesty muualla (Niemelä ym. 1995, 1996). Maakiitäjäis- ja hämähäkkilajeja tavataan vähän vanhoissa kuusivaltaisissa metsissä, missä on runsaita kekomuurahaispopulaatioita. Hämähäkkiaineiston edustavuuteen vaikuttaa pyyntimenetelmä ja lajien aktiivisuus. Kuoppapyödykset pyydystävät tehokkaasti ainoastaan maan pinnalla, karikkeessa ja maaperässä eläviä lajeja, kun taas ylempänä kasvillisuudessa eläviä lajeja saadaan vain satunnaisesti. Pyydyksiin osuu myös enemmän suurikokoisia aktiivisesti liikkuvia lajeja kuin pieniä verkonkutojia (Pajunen 1997).

Kovakuoriaisten lajimäärien vähäiset erot kehitysluokkien välillä johtuivat siitä, että ryhmään kuuluu sekä avomaiden että vanhojen metsien lajeja. Kuhmon vanhoihin luonnonmetsiin rajautuvissa taimikoissa tavattiin myös satunnaisesti muutamia yksilöitä vanhoihin metsiin erikoistuneita lajeja. Kehitysluokkien erot näkyivät paremmin verrattaessa yksilömääriä. Kuhmon vanhoista metsistä saatiin yli kymmenen kertaa enemmän yksilöitä kuin taimikoista. Ikkunapyödyksillä saatiin yksilöitä eniten vanhoista metsistä ja nuorista taimikoista. Viimeksi mainituista suurin osa oli kaarnakuoriaisia. Vähiten lajeja havaittiin nuorissa kasvatusmetsissä, joista puuttuivat sekä hakkuuta edeltäneen vanhan metsän lajit että välittömästi hakkuun jälkeen ilmestyvät kaarankuoriaiset. Vastaaviin tuloksiin on päädytty myös aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Siitonen 1994, 1998, Esseen ym. 1997, Raivio & Mannerkoski 1997)

Maakotilolajeja tavattiin selvästi eniten vanhoissa metsissä, joissa kostea ja pysyvä pienilmasto mahdollisti vaatelioidenkin lajien säilymisen. Putkilokasvien ja lehtisammalten lajimääriin metsän iällä ei ollut vaikutusta.

12.4.5 Rakennepiirteiden ja lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelu

Yksittäisillä rakennepiirteillä ei tulosten perusteella juurikaan voida ennustaa kaikkien mukana olleiden lajiryhmien kokonaislajimäärän vaihtelua. Kokonaislajimäärä korreloi merkitsevästi ainoastaan Kuhmossa, elävien kuusten ja haapojen tilavuuden kanssa. Kuhmossa kaikkien lajiryhmien lajimäärien järjestyslukujen summa korreloi ainoastaan elävien kuusten tilavuuden ja Lohikoskella kääpäisten maapuiden määrän kanssa. Koko lajiston harvinaisuutta kuvaavat tunnuksiset eivät korreloineet kummallakaan alueella merkitsevästi minkään rakennepiirteiden kanssa.

Kokonaislajimäärän vaihtelua määrasivät runsaslajiset ryhmät, kun taas järjestyslukujen summa mittaa alojen sijoittumista usean ryhmän lajirikauden tai

harvinaisuuden suhteen. Elävien haapojen ja kokonaislajiston positiivinen korrelaatio johtunee haavalla elävästä rikkaasta hyönteis-, sieni-, epifyytti- ja nilviäislajistosta (Siitonen & Martikainen 1994, Kuusinen 1996, Esseen ym. 1997). Kookkaita eläviä haapoja tavattiin eniten Kuhmon kuusivaltaisissa vanhoissa metsissä, joissa on eniten myös kuolleita haapoja sekä muita elinympäristöjä, joten tulos voi osaltaan johtua autokorrelaatiosta. Lohikoskella haapojen tilavuus ei korreloinut merkitsevästi kokonaislajiston kanssa.

Korrelaatio- ja regressionanalyysien tuloksena voitiin kuitenkin erottaa samasta resurssista joko suoraan tai välillisesti riippuvaisia lajiryhmiä. Putkilokasvien, lehtisammalten ja kotiloiden lajimäärä sekä harvinaisuus vaihteli samansuuntaisesti metsän rehevyyttä ja kosteutta kuvaavien rakennepiirteiden, kuten lehtipuiden määrän ja maaston kosteuden, kanssa. Kääpien, maksasammalten ja lahoppuukovakuoriaisten lajiston monimuotoisuus korreloi puuston monipuolisuutta ja jatkuvuutta kuvaavien tunnusten, kuten lahoppuun määrää ja laatua, elävän puuston määrää ja kääpäisyyttä kuvaavien rakennepiirteiden, kanssa. Epifyyttijäkälien lajimäärä ja lajiston harvinaisuus liittyi ennen kaikkea elävän puuston jatkuvuuteen ja kasvualustojen määrään. Hämähäkki- ja maakiitäjäislajiston monimuotoisuus vaihteli eri suuntaisesti useimpien muiden ryhmien kanssa.

Näytealoilla, joilla esiintyi kosteikko tai soistuma tavattiin keskimäärin selvästi enemmän ja harvinaisempia putkilokasvi-, lehti- ja maksasammallajeja kuin muilla aloilla. Kosteat ja veden vaivaamat painanteet liittyivät usein lähteikköisiin ja ympäristöään rehevämpiin painanteisiin, jotka tarjoavat elinympäristön myös vaateliaille kasveille. Putkilokasvidiversiteetti oli selvästi korkeampi myös näytealoilla, joilla tavattiin pienvesiä. Tällaisten ympäristöstä poikkeavien pienelinympäristöjen osuminen näytealalle lisäsi elinympäristöjen ja lajien määrää. Toisaalta pienvesissä ja kosteissa painanteissa elää niihin erikoistunutta, tutkimusaineistossa harvinaista lajistoa.

Lahoppuuta ja elävää puustoa kuvaavien rakennepiirteiden voimakkaiden korrelaatioiden vuoksi oli vaikea erottaa yksittäisten rakennepiirteiden osuutta erityisesti Kuhmossa. Lohikoskella kuollut puusto ja elävä puusto eivät vaihdelleet samansuuntaisesti. Vertaamalla lajiryhmien käyttäytymistä Kuhmossa ja Lohikoskella saatiin viitteitä myös yksittäisten rakennepiirteiden vaikutuksesta.

Epifyyttijäkälien lajimäärä ja harvinaisuus liittyivät tulosten perusteella ensisijaisesti metsän jatkuvuuteen sekä kasvualustojen määrään, erityisesti raidan ja haavan esiintymiseen. Epifyyttijäkälälajiston herkkyyys metsän iälle ja käsittelylle johtuu siitä, että monet jäkälälajit kasvavat hitaasti ja ovat siksi riippuvaisia olosuhteiden jatkuvuudesta sekä kosteasta ja pysyvästä pienilmastosta ja vanhoille luonnontilaisille metsille tunnusomaisista kasvupaikoista (Kuusinen 1996, Esseen ym. 1997) Talousmetsien hakkuukierto on erityisesti hitaasti kasvaville epifyyttijäkälille (esim. *Usnea longissima* ja *Allectorina sarmentosa*) liian nopea. Myös yleisiä lajeja esiintyy nuorissa metsissä niukemmin kuin vanhoissa. Esseenin ym. (1996) mukaan epifyyttijäkälien biomassa oli poimintahakatuissa 170–250 vuotiaissa talousmetsissä kuusi kertaa alhaisempi kuin 170–250 vuotiaissa luonnonmetsissä. Epifyyttien biomassa oli saman tutkimuksen mukaan voimakkaasti riippuvainen

puiden iästä. Esimerkiksi kuusten täytyi olla vähintään 120–130 vuotiaita tarjotakseen kasvualustan runsaille lehtijäkäläkasvustoille. Järeäpuustoisten metsien korkea lajistodiversiteettiä ilmensi Kuhmon ja Lohikosken aineistoissa merkitsevä positiivinen korrelaatio elävien puiden tilavuuden ja negatiivinen tai heikko korrelaatio runkoluvun kanssa. Runkoja oli hehtaaria kohden enemmän nuorissa metsissä kuin vanhoissa, joissa puuston kokonaistilavuus oli vastaavasti muutamien paksujen runkojen ansiosta suurempi. Epifyyttijäkälälajiston riippuvuutta metsän jatkuvuudesta kuvasti molemmilla alueilla positiivinen korrelaatio kuolleiden pystypuiden kanssa, joita oli eniten käsittelyn ulkopuolelle jätetyissä metsissä, kuten kalliomäillä ja rotkolaaksoissa sekä suojelualueilla.

Epifyyttijäkälien runsauden voimakas ja merkitsevä korrelaatio epifyyttijäkälien lajimäärän ja harvinaisuusindeksisumman kanssa sekä tilastollisesti merkitsevä selitysarvo voidaan osittain selittää runsaiden epifyyttikasvustojen todennäköisyydellä koostua useista lajeista. Epifyyttien ja naavamaisten jäkälien runsausmuuttujat kuvastavat kuitenkin ennen kaikkea kookkaiden naavamaisten epifyyttien määrää sekä muiden epifyyttijäkälien peittävyyttä ja kokoa. Koska runkojäkälät kasvavat hitaasti, kuvaa niiden koko metsän ikää ja puuston jatkuvuutta. Korrelaatioanalyysin tulokset voidaan tulkita myös siten, että metsät, joissa kasvaa kookkaita runkojäkäläitä ovat lajirikkaita ja lajistoltaan harvinaisia, koska niissä menestyy myös hitaasti kasvavia, talousmetsistä puuttuvia jäkälälajeja (ks. mm. taulukko 12.10).

Yksittäisistä puulajeista epifyyttijäkälien lajimäärää ja harvinaisuusindeksisummaa selittivät Kuhmossa parhaiten haapa ja raita. Raita on boreaalisen vyöhykkeen puulajeista jäkälälajistoltaan kuudenneksi rikkain ja haapa lajistoltaan ainutlaatuisin. Haavalla ja raidalla kasvaa monia niihin erikoistuneita lajeja kuten raidankeuhkojäkälä (*Lobaria pulmonaria*) joita tavataan vain harvoin muilla puulajeilla (Kuusinen 1996). Lohikoskella elävien puiden lajimäärä kuvastaa kasvu- alustojen määrää ja erityisesti haavan tai raidan läsnäoloa (taulukko 12.12).

Lahopuusta suoraan tai välillisesti riippuvaisten lajiryhmien – kääpien, maksasammalten ja lahoppukovakuoriaisten – lajimäärät ja harvinaisuusindeksisummat vaihtelivat varsin odotetusti samansuuntaisesti kuolleen puuston määrän ja laadun kanssa. Kuolleen pystypuun tilavuus osoittautui Kuhmossa maapuun kokonaistilavuutta paremmaksi indikaattoriksi useimpien ryhmien osalta todennäköisesti siksi, että metsissä joissa oli runsaasti kuollutta pystypuuta oli aina myös kuollutta maapuuta. Lohikoskella kuollut ja elävä puusto eivät vaihdelleet samansuuntaisesti.

Elävien ja maahan kaatuneiden kuusten tilavuus korreloi kääpien ja maksasammalten lajiston monipuolisuuden kanssa voimakkaammin kuin elävän ja maapuuston kokonaistilavuudet. Järeillä, pitkään kosteutensa säilyttävillä kuusi- maapuilla elää aikaisempienkin tutkimusten mukaan rikkaampi lahottajasieni- ja maksasammallajisto kuin muilla puulajeilla. Monet lajit eivät menesty muilla puulajeilla tai ohuemmilla kuusen rungoilla. Erityisesti uhanalaisista lajeista monet ovat pitkälle erikoistuneet puulajin, paksuuden, lahoasteluokan, lahon alkamistavan ja jopa lahottamisprosessin aloittaneiden sienilajien suhteen (Söder-

ström 1988, Renvall & Niemelä 1994, Kotiranta & Niemelä 1996). Kääpien lajimäärän merkitsevä positiivinen korrelaatio puolilahojen maapuiden tilavuuden sekä runkojen järeyden kanssa on tullut esille monissa aikaisemmissakin tutkimuksissa (ks. mm. Renvall & Niemelä 1994, Bader ym. 1995). Myös maksasammallajisto on rikkainta lahosukcession keskivaiheen maapuilla (Söderström 1988). Monipuolisen maksasammal- ja lahottajasienilajiston edellytys on paksuudeltaan, lahoasteeltaan ja puulajiltaan vaihteleva runsas lahopuusto sekä elävä puusto, josta aikanaan syntyy kuollutta puuainesta.

Elävien haapojen tilavuudella voitiin Kuhmossa selittää regressioanalyysin perusteella 23 % kääpien lajimäärän vaihtelusta (taulukko 12.12). Tulos johtui haavalle erikoistuneesta kääpälajistosta (mm. haavankääpä ja haavanmarinakääpä) sekä vanhojen haapojen runsaudesta lahopuurikkaissa, kääpälajistoltaan monipuolisissa vanhoissa metsissä.

Kääpäisten maa- ja pystypuiden lukumäärä korreloi merkitsevästi sekä kääpien kokonaislajimäärän että lajiston harvinaisuuden kanssa. Kääpäisten maapuiden lukumäärällä voitiin Kuhmossa selittää jopa 43 % kääpien lajimäärän vaihtelusta (taulukko 12.12). Kääpäisyys selitti aineiston vaihtelusta suuremman osan kuin lahopuun määrään ja laatuun liittyvät rakennepiirteet. Lajiston harvinaisuuden ja kääpäisyyden yhteisvaihtelu Kuhmossa voi johtua sekä todellisesta riippuvuussuhteesta että runsaan itiöemämäärän suuremmasta todennäköisyydestä koostua usean eri lajin itiöemistä. Monet lahosukcession loppuvaiheen harvinaiset seuraajalajit menestyvät ainoastaan tietyn edeltäjälajin lahottamilla rungoilla (Niemelä ym. 1995), joten edeltäjälajien runsaus on edellytys seuraajalajien esiintymiselle.

Epifyyttien ja luppojen runsaus korreloi Kuhmossa kääpien lajirikkauden kanssa. Kookkaiden epifyyttien esiintyminen kuvastaa puuston jatkuvuutta, joka on myös lahottajasienille elinympäristötekijä.

Lahopuukovakuoriaisten lajimäärä ja frekvenssipistesumma olivat tulosten perusteella korkeimpia kuusivaltaisissa vanhoissa metsissä, joissa oli runsaasti kuolleita pystypuita, lahosukcession alkuvaiheen maapuuta, erityisesti kuusi- maapuuta ja runsaasti epifyyttejä. Tulos ei ollut yllättävä, koska kuusella elää aikaisempienkin tutkimusten mukaan rikkaampi kovakuoriaislajisto kuin esimerkiksi männällä (Esseen ym. 1997). Kovakuoriaislajeja tavataan eniten lahosukcession alkuvaiheen maapuilla ja kuolleilla pystypuilla (Siitonen 1994, Esseen ym. 1997). Lahopuulla elävistä kovakuoriaisista suurin osa käyttää ravintonaan rungossa ja kaarnassa elävää sienirihmastoja ja osa lajeista elää kääpien itiöemillä (Kaila ym. 1994, Økland ym. 1996).

Kuoppapyydyksillä pyydystetyt kovakuoriaiset muodostivat elinympäristövaatimuksiltaan hyvin laaja-alaisen ryhmän, mikä osaltaan selittänee heikkoja korrelaatioita ja merkitsevien korrelaatioiden puuttumista Lohikoskella. Kuhmon tulos osoittaa, että vanhoissa kuusivaltaisissa metsissä oli paljon lajeja, joista monet ovat harvinaisia, mutta yksittäisten rakennepiirteiden vaikutus ei ole selkeä. Koivumaapuiden tilavuuden ja kovakuoriaisten lajimäärän positiivinen korre-

laatio voi kuvastaa kovakuoriaislajiston monipuolisuutta rehevissä metsätyypeissä. Kovakuoriaislajiston rikkaus rehevissä metsätyypeissä tuli esille myös verrattaessa lajimäärien ja yksilömäärien keskiarvoja toisiinsa.

Maakiitäjäisten ja hämähäkkien lajimäärät ja harvinaisuusindeksisummat olivat tulosten perusteella selvästi korkeimpia nuorissa metsissä. Tulos johtuu aikaisemmin mainituista petoniveljalkaisten keskinäisistä suhteista, eli hämähäkkejä ja muurahaisia on yleensä vähän vanhoissa kuusikoissa, joissa elää runsaita kekokuurahaisyhdyskuntia. Maakiitäjäisten lajimäärän ja läpilahon maapuun tilavuuden merkitsevä positiivinen korrelaatio voi johtua autokorrelaatiosta tai maapuun tarjoamista elinympäristöistä ja saalislajeista.

Maanilviäisten esiintymistä määrää aikaisempien tutkimusten mukaan kosteus ja elinympäristön pysyvyys. Kuoppapyydyys, karike- ja lyöntihaavinäytteillä ei tehokkaasti löydetä pienialaisissa biotoopeissa esiintyviä lajeja, joten tulosten perusteella ei voida vetää kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Kotiloiden lajimäärää voitiin selittää ainoastaan maapuiden lajimäärällä, mikä tarkoittaa käytännössä haavan tai raidan esiintymistä. Esimerkiksi haavan karikkeella ja kuoren alla elää monia lajeja, jotka eivät menesty muilla puulajeilla.

Lähteet

- Angelstam, P. 1997: Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity. – *Ecological Bulletins* 46:140–170.
- Bader, P., Jansson & Jonsson, B. G. 1995: Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests. – *Biological Conservation* 72:355–362.
- Cocks, K. D. & Baird, I. A. 1989: Using mathematical programming to address the multiple reserve selection problem: an example from the Eyre Peninsula, South Australia. – *Biological Conservation* 49:113–130.
- Csuti, B., Polasky, S., Williams, P. H., Pressey, R. L., Camm, J. D., Kereshaw, M., Kiester, A. R., Downs, B., Hamilton, R., Huso, M. & Sahr, K. 1997: A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. – *Biological conservation* 80:83–97.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997: Boreal forests. – *Ecological Bulletins* 46:16–47.
- Haila, Y., Kouki, J., Niemelä, J., Niemelä, P. 1994: Metsätalouden vaikutukset boreaalisisessa havumetsässä: tutkimustuloksista käytännön suosituksiin. – *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 482:7–17.

- Kaila, L., Martikainen, P., Punntila, P. & Yakolev, E. 1994: Saproxylic beetles (Coleoptera) on dead birch trunks decayed by different popypore species. – *Annales Zoologica Fennici* 31:97–107.
- Kotiranta, H. & Niemelä, T. 1996: Uhanalaiset käävät Suomessa. – *Ympäristöopas* 10. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 184 s.
- Kouki, J. & Haila, Y. 1985: Lajimäärä, näytekoko ja rarefaktio- lajimäärän vertailun ongelma. – *Luonnon Tutkija* 89:156–159.
- Kuusinen, M. 1996: Epiphytic flora and diversity on basal trunks of six old-growth forest tree species in southern and middle boreal Finland. – *Lichenologist* 28:443–463.
- Lawton, J. H., Bignell, D. E., Bolton, B., Bloemers, G. F., Eggleton, P., Hammond, P. M., Hodda, M., Holt, R. D., Larsen, T. B., Mawdsley, N. A., Stork, N. E., Srivastava, D. S. & Watt, A. D. 1998: Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. – *Nature* 391:72–76.
- Margules, C. R., Nicholls, A. O. & Pressey, R. L. 1988: Selecting networks of reserves to maximise biological diversity. – *Biological Conservation* 43:63–76.
- Nicholls, A. O. & Margules, C. R. 1993: An upgraded reserve selection algorithm. – *Biological Conservation* 64:165–169.
- Niemelä, J., Haila, Y. & Punntila, P. 1996: The importance of small-scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest-floor invertebrates across the succession gradient. – *Ecography* 19:352–368.
- Niemelä, T., Renvall, P., & Penttilä, R. 1995: Interactions of fungi at late stages of wood decomposition. – *Annales Botanici Fennici* 32:141–152.
- Nilsson, S. G., Arup, U., Baranowski, R. & Ekman, S. 1994: Tree dependent lichens and beetles as indicators in conservation forests. – *Conservation Biology* 9:5:1208–1215.
- Noss, R. F. 1990: Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. – *Conservation biology* 4:355–364.
- Oliver, I. & Beattie, A. J. 1996: Designing a cost effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. – *Ecological Applications* 6:2:594–607.
- Pajunen, T. 1997: Metsänkäsittelyjen vaikutus hämähäkkien esiintymiseen. – *Teoksessa: Raivio, S. (toim.), Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen toinen väliraportti: tilanne metsän käsittelyn jälkeen:81–90. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 87.*

- , Haila, Y., Halme, E., Niemelä, J. and Punttila, P. 1995: Ground-dwelling spiders (Arachnida, Araneae) in fragmented old forests and surrounding managed forests in southern Finland. – *Ecography* 18:67–72.
- Pressey, R. L. & Nicholls, A. O. 1989: Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. – *Biological conservation* 50:199–218.
- , Possingham, H. P. & Margules, C. R. 1996: Optimality in reserve election algorithms: when does it matter and how much? – *Biological conservation* 76:259–267.
- Raivio, S. (toim.) 1995: Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen väliraportti. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 43. 147 s.
- 1997: Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen toinen väliraportti: tilanne metsän käsittelyn jälkeen. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 87. 168 s.
- & Mannerkoski, I. 1997: Kovakuoriaiset. – Teoksessa: Raivio, S. (toim.), Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen toinen väliraportti: tilanne metsän käsittelyn jälkeen:55–70. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 87.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989: *Biometria*. – Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.
- Ranta, P., Tanskanen, A. & Siitonen, M. 1997: Vantaan kasvit: kaupunkiekologia, monimuotoisuus ja suojelu. – *Lutukka* 3:67–87.
- Rassi, P. (toim.) 1993: Suomen kovakuoriaisten (Coleoptera) frekvenssipisteet 1.1.1996–1.1.1990. – *Maailman Luonnon Säätiön (WWF) Suomen rahaston raportteja* 6. 136 s.
- Renvall, P. & Niemelä, T. 1994: Lahoamistavat – sienilajiston monimuotoisuutta kaatuneissa puunrungoissa. – *Luonnon Tutkija* 5:186–193.
- Sætersdal, M., Line, J. M. & Birks, H. J. 1993: How to maximize biological diversity in nature reserve selection: vascular plants and breeding birds in deciduous woodlands, western Norway. – *Biological Conservation* 66:131–138.
- Shafer, G. L. 1990: *Nature reserves: island theory and conservation practise*. – Smithsonian Institution Press, Washington. 189 s.
- Siitonen, J. 1994: Lahopuu ja lahottajasienet kovakuoriaisten elinympäristönä. – *Luonnon Tutkija* 5:180–185.
- 1998: Lahopuun merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle – kirjallisuuskatsaus. – Teoksessa: Annala, E (toim.), *Monimuotoinen metsä*. Met-

- säluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705:131–161.
- & Martikainen, P. 1994: Occurrence of rare and threatened insects living on decaying *Populus tremula*: A comparison between Finnish and Russian Karealia. – *Skandinavian Journal of Forest Research* 9:185–191.
- Siitonen, P. & Tanskanen, A. 1999: Monimuotoisuuden arviointimenetelmä (MoniWin). – Käsikirjoitus, Metsähallituksen metsätalouden arkisto, Vantaa.
- Simberloff, D. S. 1978: Use of rarefaction and related methods in ecology. – Teoksessa: Dickson, K. L., Garins, J. Jr., & Livingston, R. J. (eds), *Biological data in water pollution assessment: Quantitative and statistical analysis*:150–165. American society for Testing and materials, STP 652.
- Spellerberg, I. F. 1994: Evaluation and assessment for conservation. – Chapman & Hall, Lontoo. 260 s.
- Söderström, L. 1988: The occurrence of epixylic bryophytes and lichen species in an old managed and natural forest stands in northern Sweden. – *Biological conservation* 45:169–178.
- Tanskanen, A. 1996a: Säästäkää edes nämä! – *Linnut* 6:31–33.
- 1996b: Mistä bongaan Suomen pesimälinnut? – *Linnut* 5:12–15.
- 1997: Määrää vai laatua? – *Linnut* 1:28–29.
- Underhill, L. G. 1994: Optimal and suboptimal reserve selection algorithms. – *Biological Conservation* 70:85–7.
- Williams, P., Gibbons, D., Margules, C., Rebelo, A., Humphries, C. & Pressey, R. 1996: A comparison of richness hotspots, rarity hotspots and complementary areas for choosing diversity of British birds. – *Conservation biology* 10:155–174.
- Winston, M. R. & Angermeier, P. 1995: Assessing conservation value using centers of population density. – *Conservation biology* 9:1518–1527.
- Virkkala, R. 1996: Metsien suojelualueverkon rakenne ja kehittämistarpeet – ekologinen lähestymistapa. – Suomen ympäristö 16. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 53 s.
- Økland, B., Bakke, A., Hågvar, S. & Kvamme, T. 1996: What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. – *Biodiversity and conservation* 5:75–100.

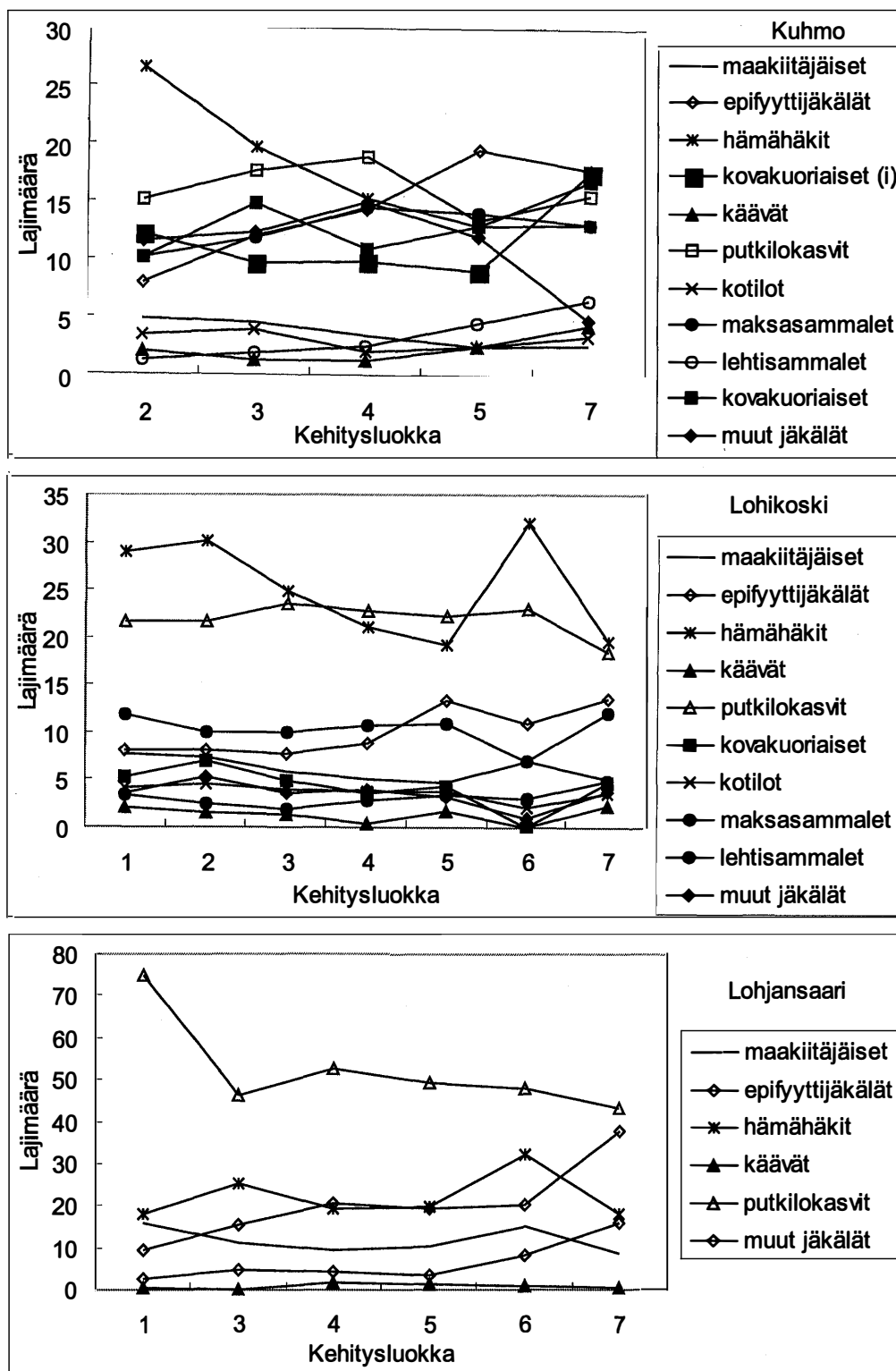
13 JOHTOPÄÄTÖKSET

Paula Siitonen

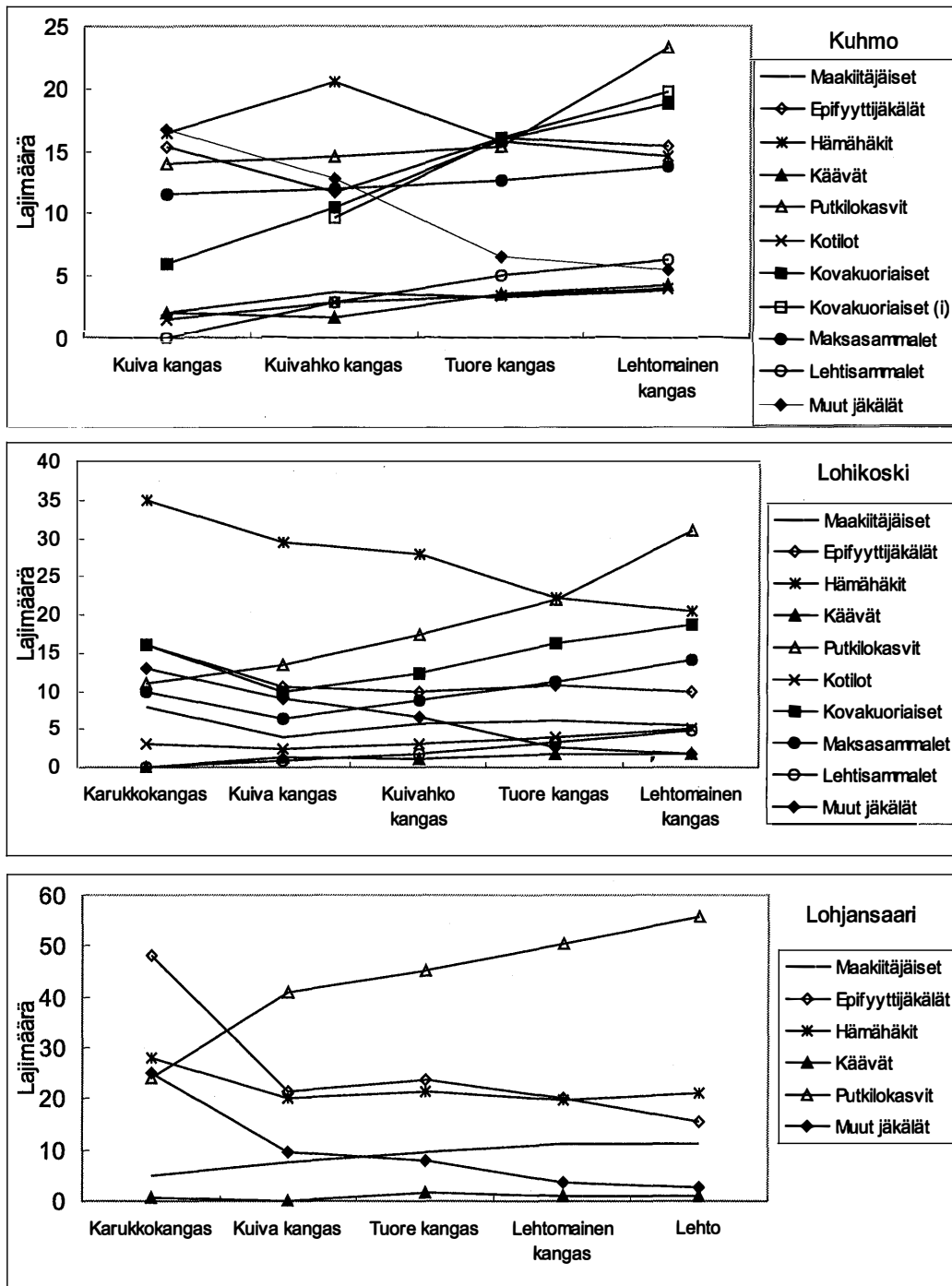
Tutkimuksessa tarkasteltiin putkilokasvien, sammalten, jäkälien, kääpien, kova-kuoriaisten, hämähäkkien ja maanilviäisten sekä rakennepiirteiden yhteisvaihtelua Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaassa. Tavoitteena oli arvioida lajiryhmien ja rakennepiirteiden soveltuvuutta yhden tai useamman lajiryhmän monimuotoisuuden indikaattoreiksi sekä vertailla monimuotoisuuden mittaamenetelmiä toisiinsa. Tulosten perusteella voidaan vetää seuraavat johtopäätökset:

13.1 Lajiryhmät indikaattoreina

Mikään yksittäinen lajiryhmä ei sovellu yksinään kokonaislajiston monimuotoisuuden indikaattoriksi millään tässä tutkimuksessa käytetyllä monimuotoisuuden mittarilla. Samasta resurssista suoraan tai välillisesti riippuvaiset ryhmät vaihtelivat kuitenkin samansuuntaisesti. Putkilokasvien ja kääpien sekä toisaalta lehti- ja maksasammalien monimuotoisuus vaihteli samansuuntaisesti kokonaislajiston kanssa (kuvat 13.1 ja 13.2). Putkilokasvit ja lehtisammalet ilmensivät ennen kaikkea kasvupaikan rehevyyttä ja kosteutta, kun taas kääpien ja maksasammalien monimuotoisuus oli riippuvainen lähinnä elävän ja kuolleen puuston jatkuvuudesta, monipuolisuudesta ja pienilmaston pysyvyydestä. Näitä lajiryhmäpareja voitaisiin ainakin tämän tutkimusaineiston perusteella käyttää samoista resursseista riippuvaisten, mutta vaikeammin havaittavien lajiryhmien monimuotoisuuden ilmentäjinä. Tulosten yleistettävyyden testaaminen on vaikeaa, koska vastaavantyyppisiä laajoja useista lajiryhmistä koostuvia aineistoja ei juurikaan ole (Raivio 1995, 1997, Niemelä ym. 1996).



13.1. Eri kehitysluokan metsissä olleiden näytealojen lajimäärien keskiarvot Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaarella. Kehitysluokkien koodit: 1 = aukea, 2 = nuori taimikko, 3 = varttunut taimikko, 4 = nuori kasvatusmetsä, 5 = uudistuskypsä metsä, 6 = siemenpuuasento, 7 = metsätaloudellisesti yli-ikäinen metsä



13.2. Eri metsäkasvillisuustyypin metsissä olleiden näytealojen lajimäärien keskiarvot Kuhmossa, Lohikoskella ja Lohjansaarella.

13.2 Rakennepiirteiden indikaattoriarvo

Rakennepiirteiden ja lajiston monimuotoisuuden yhteisvaihtelun tarkastelu tuki pitkälti aikaisempien tutkimusten tuloksia (ks. mm. Esseen ym. 1997). Lahopuusta riippuvaisten lajiryhmien – kääpien, maksasammalten ja lahoppuukova-kuoriaisten – monimuotoisuus vaihteli odotetusti samansuuntaisesti lahoppuun määrän ja monipuolisuuden, kääpäisyyden sekä muiden metsän jatkuvuutta kuvaavien rakennepiirteiden kanssa. Epifyyttijäkälät olivat ennen kaikkea riippuvaisia kasvualustojen (puulajien) määrästä sekä metsän pienilmaston ja muiden olosuhteiden jatkuvuudesta. Putkilokasvien ja lehtisammalten sekä jossain määrin myös kotiloiden ja kovakuoriaisten lajiston monipuolisuus vaihteli samansuuntaisesti metsän rehevyyden, kosteuden ja pienvesien esiintymisen kanssa. Hämähäkkien ja maakiitäjäisten lajimäärä ja harvinaisuus vaihtelivat samansuuntaisesti lähinnä ympäristön avoimuus- ja rehevyysakselilla. Naavamaisten epifyyttien ja kääpien itiöemien runsaus ilmensi tulosten perusteella hyvin metsän jatkuvuudesta ja pienilmaston pysyvyydestä riippuvaisten ryhmien monipuolisuutta.

Indikaattorien valinta yksivuotisen lajistotutkimuksen perusteella johtaa helposti harhaisiin tuloksiin, koska lajisto reagoi ympäristön muuttumiseen eripituisella viiveellä ja lajiston runsaussuhteet vaihtelevat vuosittain. Rakennetekijöiden voimakkaiden keskinäisten korrelaatioiden vuoksi on vaikea osoittaa, mitkä rakennepiirteet ovat kunkin lajin tai lajiryhmän kannalta keskeinen resurssi. Pelkän yhteisvaihtelun ja todellisten riippuvuussuhteiden erottaminen vaatii tuekseen monivuotisia lajikohtaisia tutkimuksia. Esimerkiksi kääpien suosio indikaattoreina perustuu niiden ekologian hyvään tuntemukseen (Kotiranta & Niemelä 1996). Elinvaatimuksiltaan hyvin tunnetut käävät ilmentävät lahoppuulla eläville lajiryhmille yhteisen resurssin monimuotoisuutta ja toimivat samalla monien kovakuoriaisten isäntänä (Kaila ym. 1994). Todellinen riippuvuus selittää siten ainakin osan tässä tutkimuksessa havaitusta kääpäisyyden ja lahoppuulla elävien lajiryhmien yhteisvaihtelusta.

Tässä käsitelty tutkimusaineisto on ainutlaatuinen, koska vastaavia usean ryhmän yhteisvaihtelun tarkasteluja on tehty hyvin vähän. Tulosten perusteella voidaan esimerkiksi kohdentaa tarkempia lajikohtaisia tutkimuksia. Saatuja tuloksia voidaan soveltaa monimuotoisuuden arvioinnissa, kun aineiston alueelliset ja ajalliset rajoitukset otetaan huomioon. Tutkimusaineiston jatkoanalysointi tuottaa todennäköisesti lisätietoa aiheesta.

13.3 Monimuotoisuuden mittarin vaikutus kohteiden arvojärjestykseen

Lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma korreloivat merkitsevästi ja voimakkaasti keskenään kaikissa lajiryhmissä ja kaikilla alueilla. Kovakuoriaisten valtakunnallista harvinaisuutta mittaavan frekvenssipistesumman ja harvinaisuusindeksisumman merkitsevä korrelaatio osoitti, että harvinaisuusindeksisumma on käyttökelpoinen harvinaisuuden mittari ainakin tässä aineistossa.

Kohteiden arvojärjestys oli voimakkaasti riippuvainen käytetystä monimuotoisuuden mittarista. Tulos johtuu siitä, että lajimäärä ja harvinaisuusindeksisumma eivät tunnista lajeja, vaan pyrkivät ainoastaan maksimoimaan joko lajeja tai harvinaisia lajeja jokaisella kohteella. Yksioikoinen lajimäärän tai harvinaisten lajien määrän maksimointi ei ole luonnonsuojelun kannalta järkevä monimuotoisuuden mittari, koska se johtaa samojen lajien toistumiseen arvokkaimmissa kohteissa ja osan lajeista puuttumiseen kokonaan. Optimointimenetelmissä kohteiden arvoon vaikuttavat samanaikaisesti sekä lajimäärä että identiteetti, joten niiden avulla voidaan tehokkaasti valita toisiaan täydentäviä kohteita ja varmistaa kaikkien lajien esiintyminen kohdeverkostossa. Optimointimenetelmät mittaavat kohteiden arvoa alueellisella tasolla suhteessa muihin kohteisiin. Monimuotoisuuden indikaattoreita valittaessa ja käytettäessä onkin syytä kiinnittää erityistä huomiota siihen, mitä monimuotoisuuden osaa niiden toivotaan ilmentävän.

13.4 Luonnonsuojelun tavoitteet – määrää vai laatua ?

Kohteiden arvojärjestys riippuu voimakkaasti käytetystä lajiryhmästä, monimuotoisuuden mittarista ja alueellisesta mittakaavasta. Yleisen, kaikkiin tilanteisiin soveltuvan monimuotoisuusindeksin kehittäminen ei siksi ole mielekäästä. ”Paljon hyvää joka paikassa” -ajattelun sijaan monimuotoisuutta tulisi arvioida suhteessa sen suojelulle asetettuihin alueellisiin tavoitteisiin. Tällöin saadaan kohdennettua suojelu niin talousmetsissä kuin suojelualueillakin siten, että se tehokkaasti edistää asetettujen tavoitteiden saavuttamista. Pitkällä aikajänteellä suunnitelmallinen monimuotoisuuden suojelu on sekä ekologisesti että taloudellisesti kannattavaa.

Monimuotoisuuden suojelun pitkän tähtäimen tavoite on ylläpitää *alueelle* tunnusomaisten lajien populaatiot elinvoimaisina. Tavoite sisältää vaatimuksen alueellisesta tarkastelusta, koska yksittäinen metsikkö pystyy vain harvoin ylläpitämään jonkin lajin elinkelpoisen populaation pitkällä aikajänteellä. Yksittäisten kohteiden sijaan tulisikin arvioida metsiköitä osana suojelualueiden ja talousmetsien muodostamaa kokonaisuutta. Luonnonsuojelulle tulisi asettaa pitkän ja lyhyen tähtäimen tavoitteita sekä muodostaa niiden pohjalta vaihtoehtoisia suunnitelmia, joissa määritellään eri elinympäristöille ja populaatioille tavoiteosuudet alkuperäisestä elinympäristön määrästä tai populaation koosta. Arvokkaimpia ovat tuolloin kohteet, joiden avulla saavutetaan asetetut tavoitteet tehokkaimmin.

Kohteiden valinta yksioikoisesti lajien tai harvinaisten lajien määrän mukaisessa järjestyksessä ei ole tulosten perusteella ekologisesti eikä taloudellisesti tehokas menetelmä tavoitteen saavuttamiseksi (Siitonen & Tanskanen 1999). Tavoitteet parhaiten saavuttavien kohteiden valintaan, suunnitelmavaihtoehtojen vertailuun ja suojelun tehokkuuden arviointiin soveltuvat parhaiten erilaiset optimointimenetelmät. Niitä onkin viime vuosina alettu entistä enemmän sovelta-
maan suojelualueverkoston kattavuuden arvioinnissa ja alueellisessa metsäsuunnittelussa (mm. Pressey & Nicholls 1989, Nicholls & Margules 1993, Sæters-

dal ym. 1993, Pressey ym. 1996, Williams ym. 1996, Csuti ym. 1997, Siitonen 1998, Siitonen & Tanskanen 1999).

Luonnonsuojelun tavoitteiden asettamista varten tarvitaan tietoa eri lajien elinvoimaisen populaation koosta ja elinympäristövaatimuksista. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää niihin lajeihin ja elinympäristöihin, joiden ylläpitäminen vaatii erityisiä suojelualueita tai talousmetsien kevyempää käsittelyä kuten säästökohteita, suojavyöhykkeitä ja ekologisia yhteyksiä. Riittävää tietoa ei ole tällä hetkellä saatavilla ainoastakaan metsälajista. Myös metsän luontaista dynamiikkaa koskeva tietämys on puutteellista. Jatkotutkimuksissa on syytä keskittyä toisaalta indikaattorilajien ekologian selvittämiseen ja luonnonmetsän dynamiikan mallintamiseen sekä monitavoitteisen alue-ekologisen suunnittelun menetelmien kehittämiseen. Suomen Akatemian biodiversiteettiohjelman, maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön myötävaikutuksella on viime vuosina käynnistynyt monia näitä aihepiirejä tutkivia hankkeita.

Lähteet

- Csuti, B., Polasky, S., Williams, P. H., Pressey, R. L., Camm, J. D., Kereshaw, M., Kiester, A. R., Downs, B., Hamilton, R., Huso, M. & Sahr, K. 1997: A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. – *Biological conservation* 80:83–97.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997: Boreal forests. – *Ecological bulletins* 46:16–47.
- Kaila, L., Martikainen, P., Punttila, P. & Yakolev, E. 1994: Saproxyllic beetles (Coleoptera) on dead birch trunks decayed by different popypore species. – *Annales Zoologici Fennici* 31:97–107.
- Kotiranta, H. & Niemelä, T. 1996: Uhanalaiset käävät Suomessa. – *Ympäristöopas* 10. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 184 s.
- Nicholls, A. O. & Margules, C. R. 1993: An upgraded reserve selection algorithm. – *Biological conservation* 64:165–169.
- Niemelä, J., Haila, Y. & Punttila, P. 1996: The importance of small-scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest-floor invertebrates across the succession gradient. – *Ecography* 19:352–368.
- Pressey, R. L. & Nicholls, A. O. 1989: Efficiency in conservation evaluation: scoring versus iterative approaches. – *Biological conservation* 50:199–218.
- , Possingham, H. P. & Margules, C. R. 1996: Optimality in reserve election algorithms: when does it matter and how much? – *Biological conservation* 76:259–267.

- Raivio, S. (toim.) 1995: Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen väliraportti. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 43. 147 s.
- 1997: Talousmetsien luonnonsuojelu -yhteistutkimushankkeen toinen väliraportti: tilanne metsän käsittelyn jälkeen. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 87. 168 s.
- Sætersdal, M., Line, J. M. & Birks, H. J. 1993: How to maximize biological diversity in nature reserve selection: vascular plants and breeding birds in deciduous woodlands, western Norway. – *Biological Conservation* 66:131–138.
- Siitonen, P. 1998: Alue-ekologisen suunnittelun menetelmän ekologiset perusteet ja käytännön menetelmät. – *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 685:77–82.
- Siitonen, P. & Tanskanen, A. 1999: Monimuotoisuuden arviointimenetelmä (MoniWin). – Käsikirjoitus, Metsähallituksen metsätalouden arkisto, Vantaa.
- Williams, P., Gibbons, D., Margules, C., Rebelo, A., Humphries, C. & Pressey, R. 1996: A comparison of richness hotspots, rarity hotspots and complementary areas for choosing diversity of British birds. – *Conservation biology* 10:155–174.

KIITOKSET

Monimuotoisuuden arviointimenetelmät -tutkimushankkeen ovat rahoittaneet Metsähallituksen luontopalvelut ja metsätalous, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio sekä maa- ja metsätalousministeriö. Suomen ympäristökeskus on tarjonnut tutkimuksen käyttöön työtilat ja analyysivälineet.

Kiitän tutkimusta ja tutkimusraporttia eri vaiheissa kommentoineita FT Risto Heikkistä (SYKE), professori Jari Koukia (Joensuun yliopisto), yksikön päällikkö Anneli Leivoa ja erikoissuunnittelija Erkki Hallmania (Metsähallitus), professori Jari Niemelää (Helsingin yliopisto), FT Suvi Raiviota (Metsäteollisuus ry) ja tutkimusprofessori Heikki Toivosta (SYKE) hyvistä neuvoista. Avusta käytännön tutkimusjärjestelyissä Kuhmossa ja Lohikoskella haluan kiittää Metsähallituksen Kuhmon ja Savonlinnan yksiköiden sekä Pohjanmaa-Kainuun ja Itä-Suomen luontopalveluiden työntekijöitä, erityisesti alueiden silloisia johtajia Jarmo Väisästä, Kari Pelkosta, Rainer Sundmania ja Anja Finneä, Ystävyysdenpuiston tutkimusaseman johtajaa FT Raimo Heikkilää sekä muita tutkimuskeskuksen työntekijöitä. Lohjansaaren tutkimusten käytönnönjärjestelyistä kiitän paikallista metsänhoitoyhdistystä, metsäkeskusta ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiota. Kiitän myös Lohjansaaren yksityisiä maanomistajia, jotka suhtautuivat maillaan tehtyihin tutkimuksiin erittäin myötämieleisesti sekä kaikkia muitakin tutkimukseen tavalla tai toisella osallistuneita henkilöitä.

METSIIEN MONIMUOTOISUUDEN MITTAAMINEN – Maastotyölomake koealojen inventointia varten.

I YLEISTIEDOT

Tutkimusalueen nimi ja numero: _____,

Koealan numero: _____

Tutkimuspäivät: _____

Tutkijat: _____

Näytealan sijainti yhtenäiskoordinaatistossa: x= _____ y= _____

II RAKENNETEKIJÄT

1. Topografinen sijainti:

jyrkäne, ylärinne, keskirinne, alarinne, lakialue, notkelma, tasamaa, _____

2. Rinteen kaltevuus: 0, 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75, 75-90, > 90

3. Rinteen suunta: pohjoinen, koillinen, itä, kaakko, etelä, lounas, länsi, luode

Tarkempi kuvaus topografiasta: _____

4. Jyrkänteet on/ei

Koealalla on jyrkäne: _____

Koeala on jyrkänteen vaikutusalueella: _____

Jyrkänteen pienin etäisyys koealan keskipisteestä: _____ m

Jyrkänteen korkeus: _____ m

Jyrkänteen suunta: pohjoinen, koillinen, itä, kaakko, etelä, lounas, länsi, luode

Ylikaltevia pintoja: _____

Valuvesikallioita: _____

Kalliohyllyjä (portaittainen): _____

Kallionaluslouhikko: _____

Jyrkänteen kivilajit:

happamia, emäksisiä

Merkittävää pysty- tai vaakarakoilua, lohkeilua: _____

Kuru, murros- tai siirros linja: _____

Muuta: _____

Tarkempi selitys jyrkänteestä: _____

3. Koealan ja sen lähiympäristön mikrotopografia

Mättäinen, kivinen, louhikkoinen, aurattu, tasainen, _____

Siirtolohkareita: _____ kpl

Kivikon tai louhikon reunan etäisyys koealan keskipisteestä: _____ m

Siirtolohkareiden etäisyys koealan keskipisteestä: _____ m

Siirtolohkareiden läpimitat _____, _____; _____; _____ m

Tarkempi kuvaus mikrotopografiasta: _____

4. KALLIOPERÄ

Karttatulkintaan/maastohavaintoihin perustuva

Kivilaji(t): _____

5. MAAPERÄ

Karttatulkintaan/maastohavaintoihin perustuva

Kallio, louhikko, kivikko, sora, karkea moreeni, hieno moreeni, hiekka, hiesu, savi, turve,

6. VEDET	on/ei
6.1. Virtaavat vedet	on/ei
Kaivettu oja koealalla	on/ei
Koeala on kaivetun ojan vaikutusalueella	on/ei
Perattu luonnonpuro koealalla	on/ei
Koeala on peratun luonnonpuron vaikutusalueella	on/ei
Perkaamaton luonnonpuro koealalla	on/ei
Koeala on perkaamattoman luonnonpuron vaikutusalueella	on/ei
Uoman pienin etäisyys koealan keskipisteestä: _____ m	
Koskimainen paikka	on/ei

Tarkempi kuvaus: _____

6.2. Seisovat vedet	on/ei
Lampi tai pieni järvi koealalla	on/ei
Koeala lammen tai pienen järven vaikutusalueella	on/ei
Suuri järvi koealalla	on/ei
Koeala on suuren järven vaikutusalueella	on/ei
Koealan keskipisteen lyhin etäisyys rantaviivasta	_____ m
Järven tai lammen koko: _____ ha	
Veden laatu:	kirkas, ruskea, samea
Tyyppi:	oligotrofinen, dystrofinen, eutrofinen
Rantaviivan maaperä:	turve, moreeni, hiekka, kallio

Tarkempi kuvaus: _____

6.3. Lähteet	Koealalla on lähde	on/ei
	Koeala on lähteen vaikutusalueella	on/ei
	Lähteen lyhyin etäisyys koealan keskipisteestä:	_____ m

Tarkempi kuvaus: _____

7. KOSTEIKOT	on/ei
7.1. Korvet ja painannesoistumat	on/ei
Koealalla korpimainen alue	on/ei
Koeala korpimaisen alueen vaikutusalueella	on/ei
Korven vallitseva kasvillisuustyyppi: _____	
Korven muut kasvillisuustyyppit: _____	
Luonnontilaisuus: turvekangas, muuttuma, ojikko, ojittamaton, _____	
Korpimaisen alueen kokonaisala: _____ ha	
Korven reunan lyhin etäisyys koealan keskipisteestä: _____ m	

Tarkempi kuvaus: _____

7.2. Rantasuot	on/ei
Koealalla rantaviivaan liittyvä suo	on/ei
Koeala on rantaviivaan liittyvän suon vaikutusalueella	on/ei
Rantasuon tyyppi: rämemäinen, korpimainen, _____	
Luonnontilaisuus: turvekangas, muuttuma, ojikko, ojittamaton, _____	
Lyhin etäisyys rantaviivaan liittyvän suon reunasta koealan keskipisteeseen: _____ m	

Tarkempi kuvaus: _____

IV LUONNONTILAISUUSASTE**1. Luonnontilaisuus**

Hakkuuaukea, istutustaimikko, kylvö tai luonnontaimikko, varttunut talousmetsä, lähes luonnontilainen metsä, luonnontilainen metsä, _____

2. Metsätaloustoimenpiteet

Hakkuut: ei toimenpiteitä, poiminta- ja kotitarvehakkuut, ylispuuhakkuu, suojuspuuhakkuu, kasvatushakkuu, avohakkuu (myös siemenpuuasentoon hakattu metsä)

Muut toimenpiteet: ei muita toimenpiteitä, kaulaus, mekaaninen raivaus, äestys, mätästys, kulotus, ojitus, auraus, muu muokkaus

Taimikonhoito: ei toimenpiteitä, tasaus, perkaus, harvennus

3. Uudistustapa luontainen tai kylvö, istutus,**V KUOLLUT PUUSTO**

Maapuita koealalla	on/ei
Maapuita lähimaastossa	on/ei
Keloja koealalla	on/ei
Keloja lähimaastossa	on/ei
Pökkelöitä koealalla	on/ei
Pökkelöitä lähimaastossa	on/ei
Palokorot koealalla	on/ei
Palokorot lähimaastossa	on/ei
Sahattuja kantoja koealalla	on/ei
Sahattuja kantoja lähiympäristössä	on/ei
Luontaisesti katkenneiden puiden kantoja koealalla	on/ei
Luontaisesti katkenneiden puiden kantoja lähimaastossa	on/ei
Kuolleita pystypuita yhteensä koealalla:	_____ kpl
Kuolleita maapuita yhteensä koealalla:	_____ kpl
Tarkempi selitys koealan puustosta:	_____

NÄYTEALOJEN PUUSTOKARTOITUKSEN KOODIT

Metsien monimuotoisuuden mittaaminen 1993

1. PUULAJI

1=mä, 2=ku, 3=ko, 4=te, 5=har, 6=pi, 7=ha, 8=ka, 9=ra, 10=_____, 11=_____

2. PUUN KUNTO

1=terve, 2=sairas, 3= eläintuho, 4=mekaaninen vaurio, 5=monituho, 6=kuollut, 7=_____

3. PUULUOKKA

1=ylispuu, 2=valtapuu, 3=välipuu, 4=aluspuu, 5=alikasvos

4. LAHOASTE

1=tuore, 2=kova, 3=hiukan laho, 4=puolilaho, 5=läpilaho, 6=lähes maatonut

5. LAATU

1=elävä pystypuu, 2=kelo, 3=pökkelö, 4=maapuu, 5=irrationaalinen oksa, 6=palanut, 7=kanto, 8=hakkuutähde, 9=_____

6. EPIFYTTIEN RUNSAUS

1=ei epifyyttejä, 2= vähän epifyyttejä, 3=kohtalaisesti epifyyttejä, 4=runsaasti epifyyttejä

7. KÄÄVÄKKÄIDEN RUNSAUS

1=ei kääväkkäitä, 2=yksi kääväkkäslaji, 3=kaksi tai useampia kääväkkäslajeja

8. LUPPOJA JA NAAVOJA

1=ei loppoja tai naavoja, 2=vähän loppoja tai naavoja, 3=kohtalaisesti loppoja tai naavoja, 4= runsaasti loppoja tai naavoja

Analyseissä käytetyt rakennetekijät

Lyhenne	Selitys
Maapuut	
MTILA	Maapuun kokonaistilavuus näytealalla
MRKL	Maapuiden runkoluku näytealalla
MAALKM	Maapuiden puulajien lukumäärä näytealalla
MAA0	Rinnankorkeusläpimitaltaan 5-9,9 cm maapuiden tilavuus
MAA10	Rinnankorkeusläpimitaltaan 10-19,9 cm maapuiden tilavuus
MAA20	Rinnankorkeusläpimitaltaan 20-29,9 cm maapuiden tilavuus
MAA30	Rinnankorkeusläpimitaltaan 30-39,9 cm maapuiden tilavuus
MAA40	Rinnankorkeusläpimitaltaan 40-49,9 cm maapuiden tilavuus
MAA50	Rinnankorkeusläpimitaltaan 50-59,9 cm maapuiden tilavuus
MAA25	Rinnankorkeusläpimitaltaan 20-59,9 cm maapuiden tilavuus
MHATIL	Maapuuhaapojen tilavuus näytealalla
MRATIL	Maapuuraitojen tilavuus näytealalla
MPICTIL	Maapuukuusien tilavuus näytealalla
MPIN0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm maapuumäntyjen runkoluku näytealalla
MPIN10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm maapuumäntyjen runkoluku näytealalla
MPIN20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm maapuumäntyjen runkoluku näytealalla
MPIN30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm maapuumäntyjen runkoluku näytealalla
MPIN40	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 40-49,9 cm maapuumäntyjen runkoluku näytealalla
MPIC0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm maapuukuusten runkoluku näytealalla
MPIC10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm maapuukuusten runkoluku näytealalla
MPIC20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm maapuukuusten runkoluku näytealalla
MPIC30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm maapuukuusten runkoluku näytealalla
MBET0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm maapuukoivujen runkoluku näytealalla
MBET10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm maapuukoivujen runkoluku näytealalla
MBET20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm maapuukoivujen runkoluku näytealalla
MBET30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm maapuukoivujen runkoluku näytealalla
MDEC0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 0-9,9 cm muiden lehtipuulajien maapuiden runkoluku näytealalla
MDEC10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm muiden lehtipuulajien maapuiden runkoluku näytealalla
MDEC20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm muiden lehtipuulajien maapuiden runkoluku näytealalla
MDEC30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm muiden lehtipuulajien maapuiden runkoluku näytealalla
LAHO1	Tuoreiden maapuiden (lahoasteluokka 1) tilavuus näytealalla
LAHO2	Kovien maapuiden (lahoasteluokka 2) tilavuus näytealalla
LAHO3	Hiukan lahojen maapuiden (lahoasteluokka 3) tilavuus näytealalla
LAHO4	Puolilahojen maapuiden (lahoasteluokka 4) tilavuus näytealalla
LAHO5	Läpilahojen maapuiden (lahoasteluokka 5) tilavuus näytealalla
LAHO6	Lähes maastuneiden maapuiden (lahoasteluokka 6) tilavuus näytealalla
Kuolleet pystypuut	
KUOTILA	Kuolleiden pystypuiden tilavuus näytealalla
KUORKL	Kuolleiden pystypuiden runkoluku näytealalla
Elävät puut	
ELOTILA	Elävien puiden tilavuus näytealalla
ELORKL	Elävien puiden runkoluku näytealalla
PYLKM	Elävien puiden puulajien lukumäärä näytealalla
PIN0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm elävien mäntyjen runkoluku näytealalla
PIN10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm elävien mäntyjen runkoluku näytealalla
PIN20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm elävien mäntyjen runkoluku näytealalla
PIN30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm elävien mäntyjen runkoluku näytealalla

Elävät puut

PIN40	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 40-49,9 cm elävien mäntyjen runkoluku näytealalla
PIN50	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 50-59,9 cm elävien mäntyjen runkoluku näytealalla
PIC0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm elävien kuusten runkoluku näytealalla
PIC10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm elävien kuusten runkoluku näytealalla
PIC20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm elävien kuusten runkoluku näytealalla
PIC30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm elävien kuusten runkoluku näytealalla
PIC40	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 40-49,9 cm elävien kuusten runkoluku näytealalla
BET0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm elävien koivujen runkoluku näytealalla
BET10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm elävien koivujen runkoluku näytealalla
BET20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm elävien koivujen runkoluku näytealalla
BET30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm elävien koivujen runkoluku näytealalla
DEC0	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 5-9,9 cm elävien muiden lehtipuiden runkoluku näytealalla
DEC10	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 10-19,9 cm elävien muiden lehtipuiden runkoluku näytealalla
DEC20	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 20-29,9 cm elävien muiden lehtipuiden runkoluku näytealalla
DEC30	Rinnankorkeus-/keskiläpimitaltaan 30-39,9 cm elävien muiden lehtipuiden runkoluku näytealalla
EHATIL	Elävien haapojen tilavuus näytealalla
ERATIL	Elävien raitojen tilavuus näytealalla

Kääpäisyys

KAAYH	Kääpäisten pystypuiden runkoluku näytealalla
KAA2	Yhden kääpälajin asuttamien pystypuiden runkojen lukumäärä näytealalla (havaitut lajit)
KAA3	Kahden tai useamman kääpälajin asuttamien runkojen lukumäärä näytealalla (havaitut lajit)
MKAAYH	Kääpäisten maapuiden runkoluku näytealalla
MKAA2	Yhden kääpälajin asuttamien maapuiden runkojen lukumäärä näytealalla (havaitut lajit)
MKAA3	Kahden tai useamman kääpälajin asuttamien runkojen lukumäärä näytealalla (havaitut lajit)

Epifyyttien runsaus

EPIFYH	Kohtalaisesti tai runsaasti epifyyttejä kasvavien pystypuiden runkoluku näytealalla
EPIF3	Kohtalaisesti epifyyttejä kasvavien pystypuiden runkoluku näytealalla
EPIF4	Runsaasti epifyyttejä kasvavien pystypuiden runkoluku näytealalla
LUPYH	Kohtalaisesti tai runsaasti naavamaisia epifyyttejä kasvavien pystypuiden runkoluku näytealalla
LUP3	Kohtalaisesti naavamaisia epifyyttejä kasvavien pystypuiden runkoluku näytealalla
LUP4	Runsaasti naavamaisia epifyyttejä kasvavien pystypuiden runkoluku näytealalla

Yleistiedot

KEHL	Kehitysluokka: 0 = aukea tai siemenpuuasento, 1 = nuori taimikko, 2 = varttunut taimikko, 3 = nuori kasvatusmetsä, 4 = varttunut kasvatusmetsä/uudistuskypsä metsä, 5 = suojuspuuasento, 6 = metsäta-loudellisesti yli-ikäinen metsä.
METSA	Metsätyyppi: 1 = karukkokangas, 2 = kuiva kangas, 3 = kuivahko kangas, 4 = tuore kangas, 5 = lehtomainen kangas, 6 = lehto
VEDET	1= pienvesiä näytealalla tai sen lähiympäristössä < 50 metriä näytealan keskipisteestä, 0 = ei vesiä
KOST	1 = korpia, rämeitä tai muita soita näytealalla tai < 50 metriä näytealan keskipisteestä, 0 = ei soita
TOPO	Topografia: 1 = jyrkänne, 2 = ylärinne, 3 = keskirinne, 4 = alarinne, 5 = lakialue, 6 = notkelma, 7 = tasa-maa
RINKALT	Rinteen kaltevuus: 1 = 0°, 2 = 0–15°, 3 = 15–30°, 4 = 30–90°, 5 ≥ 90°
RINS	Rinteen suunta: 1 = pohjoinen, 2 = koillinen, 3 = itä, 4 = kaakko, 5 = etelä, 6 = lounas, 7 = länsi, 8 = luode
JYRKAN	Jyrkänneitä näytealalla tai < 50 metrin etäisyydellä näytealan keskipisteestä: 1 = on, 0 = ei

Putkilokasvilajisto Kuhmon (Ku), Lohikosken (Lo) ja Lohjansaaren (Ls) näytealaverkostoissa

Luku kertoo, kuinka monella prosentilla tutkimusalueen näytealoista laji esiintyy.

Laji	Ku	Lo	Ls	Laji	Ku	Lo	Ls
<i>Acer platanoides</i> vaahtera	0	0	46,3	<i>Carex digitata</i> sormisara	0	11,0	83,3
<i>Achillea millefolium</i> siankärsämö	0	0	16,7	<i>Carex echinata</i> tähtisara	2,1	0	1,9
<i>Achillea ptarmica</i> ojakärsämö	0	0	1,9	<i>Carex elongata</i> pitkäpääsara	0	0	3,7
<i>Actaea spicata</i> mustakonna-marja	0	0	33,3	<i>Carex globularis</i> pallosara	27,1	32,0	0
<i>Aegopodium podagraria</i> vuohenputki	0	2,0	35,2	<i>Carex lasiocarpa</i> jouhisara	0	2,0	0
<i>Agrimonia eupatoria</i> maarianverijuuri	0	0	1,9	<i>Carex magellanica</i> riippasara	1,0	0	0
<i>Agrostis canina</i> luhtarölli	1,0	1,0	11,1	<i>Carex muricata</i> törrösara	0	0	1,9
<i>Agrostis capillaris</i> nurmirölli	6,3	11,0	72,2	<i>Carex nigra</i> jokapaikansara	0	0	1,9
<i>Agrostis stolonifera</i> rönsyrölli	0	1,0	1,9	<i>Carex ovalis</i> jänönsara	0	1,0	3,7
<i>Ajuga pyramidalis</i> kartioakankaali	0	0	16,7	<i>Carex pallescens</i> kalvassara	0	0	35,2
<i>Alchemilla acutiloba</i> piennarpoimulehti	0	0	7,4	<i>Carex panicea</i> hirssisara	0	0	7,4
<i>Alchemilla filicaulis</i> punatyvipoimulehti	0	0	1,9	<i>Carex plulifera</i> virnasara	0	0	42,6
<i>Alchemilla glaucescens</i> harmaapoimulehti	0	0	7,4	<i>Carex rostrata</i> pullosara	2,1	3,0	0
<i>Alchemilla monticola</i> laidunpoimulehti	0	0	7,4	<i>Carex vesicaria</i> luhtasara	0	0	1,9
<i>Alchemilla obtusa</i> tylppähampaspoimulehti	0	0	1,9	<i>Centaurea jacea</i> ahdekaunokki	0	0	5,6
<i>Alchemilla</i> sp.	0	0	1,9	<i>Cerastium arvense</i> ketohärkki	0	0	1,9
<i>Alisma plantago-aquatica</i> ratamosarpio	0	0	1,9	<i>Cerastium fontanum</i> nurmihärkki	0	0	9,3
<i>Allium schoenoprasum</i> ruoholaukka	0	0	1,9	<i>Chamaedaphne calyculata</i> vaivero	1,0	9,0	0
<i>Alnus glutinosa</i> tervaleppä	0	4	13,0	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> kevätlinnunsilmä	0	0	5,6
<i>Alnus incana</i> harmaaleppä	4,2	33,0	40,7	<i>Circaea alpina</i> velholehti	0	1,0	9,3
<i>Alopecurus pratensis</i> nurmipuntarpää	0	0	1,9	<i>Cirsium arvense</i> pelto-ohdake	0	0	9,3
<i>Andromeda polifolia</i> suokukka	3,1	2,0	0	<i>Cirsium helenioides</i> huopaohdake	4,2	0	11,1
<i>Anemone nemorosa</i> valkokuokko	0	0	64,8	<i>Cirsium palustre</i> suo-ohdake	0	2,0	7,4
<i>Angelica sylvestris</i> karhunputki	3,1	8,0	35,2	<i>Cirsium vulgare</i> piikkiohdake	0	0	1,9
<i>Antennaria dioica</i> kissankäpälä	2,1	2,0	3,7	<i>Convallaria majalis</i> kielo	2,1	46,0	42,6
<i>Anthemis tinctoria</i> keltasauramo	0	0	1,9	<i>Cornus suecica</i> ruohokanukka	13,5	0	0
<i>Anthoxanthum odoratum</i> tuokusumake	0	0	16,7	<i>Corylus avellana</i> pähkinäpensas	0	0	40,7
<i>Anthriscus sylvestris</i> koiranputki	0	0	40,7	<i>Crepis paludosa</i> suokeltto	1	0	0
<i>Arabidopsis thaliana</i> lituruoho	0	0	1,9	<i>Cystopteris fragilis</i> haurasloikko	0	0	5,6
<i>Arabis hirsuta</i> jäykkäpitkäpalko	0	0	1,9	<i>Dactylis glomerata</i> koiranheinä	0	0	50,0
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> sianpuolukka	0	2,0	0	<i>Dactylorhiza maculata</i> maariankämmekekä	1,0	3,0	0
<i>Arenaria serpyllifolia</i> mäkiarho	0	0	3,7	<i>Daphne mezereum</i> näsiä	0	0	1,9
<i>Artemisia vulgaris</i> pujo	0	0	3,7	<i>Deschampsia cespitosa</i> nurmilauha	1,0	6,0	57,4
<i>Athyrium filix-femina</i> hiirenporras	0	15,0	37,0	<i>Deschampsia flexuosa</i> metsälauha	83,3	76	63,0
<i>Barbarea vulgaris</i> peltokanankaali	0	0	1,9	<i>Diphazium complanatum</i> keltalieko	1,0	3,0	0
<i>Betula nana</i> vaivaiskoivu	2,1	1,0	0	<i>Dryopteris filix-mas</i> kivikkoalvejuuri	0	0	35,2
<i>Betula pendula</i> rauduskoivu	11,5	67,0	77,8	<i>Dryopteris carthusiana</i> metsäalvejuuri	4,2	48	63,0
<i>Betula pubescens</i> hieskoivu	94,8	75,0	29,6	<i>Dryopteris dilatata</i> etelänalvejuuri	0	0	3,7
<i>Bidens tripartita</i> tummarusokki	0	0	1,9	<i>Dryopteris expansa</i> isoalvejuuri	1,0	11,0	3,7
<i>Blechnum spicant</i> kampasaniainen	0	1,0	0	<i>Elymus caninus</i> koiranvehnä	0	0	5,6
<i>Calamagrostis arundinacea</i> metsäkastikka	3,1	84,0	13,0	<i>Elymus repens</i> juolavehänä	0	0	3,7
<i>Calamagrostis canescens</i> viitakastikka	3,1	10,0	0	<i>Empetrum nigrum</i> variksenmarja	49,0	7,0	0
<i>Calamagrostis epigejos</i> hietakastikka	0	20,0	14,8	<i>Epilobium adenocaulon</i> amerikanhorsma	0	0	7,4
<i>Calamagrostis purpurea</i> korpikastikka	6,3	15,0	3,7	<i>Epilobium angustifolium</i> maitohorsma	40,6	53,0	37,0
<i>Calla palustris</i> vehka	0	1,0	1,9	<i>Epilobium collinum</i> mäkihorsma	0	0	1,9
<i>Callitriche cophocarpa</i> isovesitähti	0	0	1,9	<i>Epilobium montanum</i> lehtohorsma	0	0	13,0
<i>Calluna vulgaris</i> kanerva	36,5	44,0	9,3	<i>Epilobium palustre</i> suohorsma	0	2,0	0
<i>Caltha palustris</i> rentukka	0	0	7,4	<i>Epilobium</i> sp.	0	0	1,9
<i>Campanula glomerata</i> peurankello	0	0	1,9	<i>Epipactis helleborine</i> lehtoneidonvaippa	0	0	1,9
<i>Campanula patula</i> harakankello	0	0	9,3	<i>Equisetum arvense</i> peltokorte	0	1,0	14,8
<i>Campanula persicifolia</i> kurjenkello	0	0	50	<i>Equisetum fluviatile</i> järvikorte	0	0	1,9
<i>Campanula rotundifolia</i> kissankello	0	0	31,5	<i>Equisetum palustre</i> suokorte	1,0	0	0
<i>Cardamine pratensis</i> luhtalitukka	0	0	7,4	<i>Equisetum sylvaticum</i> metsäkorte	12,5	18,0	16,7

Laji	Ku	Lo	Ls	Laji	Ku	Lo	Ls
<i>Carex acuta</i> viiltosara	0	0	5,6	<i>Eriophorum angustifolium</i> luhtavilla	1,0	1,0	0
<i>Carex brunnescens</i> polkusara	0	0	1,9	<i>Eriophorum vaginatum</i> tupasvilla	2,1	0	0
<i>Carex canescens</i> harmaasara	1,0	1,0	3,7	<i>Erophila verna</i> kevätkynsimö	0	0	1,9
<i>Carex cespitosa</i> mätässara	0	0	1,9	<i>Fallopia</i> sp. kierto	0	0	1,9
<i>Festuca ovina</i> lampaannata	0	2,0	55,6	<i>Melampyrum sylvaticum</i> metsämaitikka	17,7	41,0	44,4
<i>Festuca pratensis</i> nurminata	0	0	1,9	<i>Melica nutans</i> nuokkuhelmikkä	7,3	13,0	79,6
<i>Festuca rubra</i> punanata	0	0	13	<i>Mentha arvensis</i> rantaminttu	0	0	11,1
<i>Filipendula ulmaria</i> mesiangervo	1,0	0	22,2	<i>Mercurialis perennis</i> lehtosinijuuri	0	0	3,7
<i>Fragaria vesca</i> ahomansikka	0	1,0	79,6	<i>Milium effusum</i> tesma	0	0	1,9
<i>Fraxinus excelsior</i> saarni	0	0	1,9	<i>Moehringia trinervia</i> lehtoarho	0	0	27,8
<i>Galeopsis speciosa</i> kirjopillike	0	0	1,9	<i>Molinia caerulea</i> siniheinä	0	2,0	0
<i>Galeopsis bifida</i> peltopillike	0	1,0	0	<i>Moneses uniflora</i> tähtitalvikki	0	0	9,3
<i>Galium album</i> ahomatara	0	0	20,4	<i>Monotropa hypopitys</i> mäntykukka	0	2,0	1,9
<i>Galium boreale</i> paimenmatara	0	1,0	68,5	<i>Mycelis muralis</i> jänönsalaatti	0	0	46,3
<i>Galium palustre</i> rantamatara	1,0	3,0	24,1	<i>Myosotis arvensis</i> peltolemmikki	0	0	1,9
<i>Galium pomeranicum</i> piennarmatara	0	0	1,9	<i>Myosotis laxa</i> rantalemmikki	0	0	1,9
<i>Galium uliginosum</i> luhtamatara	0	0	22,2	<i>Myosotis ramosissima</i> mäkillemmikki	0	0	1,9
<i>Galium verum</i> keltamatara	0	0	3,7	<i>Myosotis scorpioides</i> luhtalemmikki	0	0	1,9
<i>Geranium pusillum</i> pihakurjenpolvi	0	0	1,9	<i>Myosotis stricta</i> hietalemmikki	0	0	1,9
<i>Geranium robertianum</i> haisukurjenpolvi	0	0	5,6	<i>Myosoton aquaticum</i> vata	0	0	1,9
<i>Geranium sylvaticum</i> metsäkurjenpolvi	9,4	0	22,2	<i>Orithilia secunda</i> nuokkotalvikki	17,7	30,0	57,4
<i>Geum rivale</i> niittykellukka	0	3,0	38,9	<i>Oxalis acetosella</i> käenkaali	0	20,0	72,2
<i>Geum urbanum</i> kyläkellukka	0	0	7,4	<i>Paris quadrifolia</i> sudenmarja	0	1,0	37
<i>Gnaphalium sylvaticum</i> ahojäkkärä	0	0	1,9	<i>Peucedanum palustre</i> suoputki	0	2,0	0
<i>Goodyera repens</i> yövilkkä	12,5	19,0	5,6	<i>Phalaris arundinacea</i> ruokohelppi	0	0	1,9
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> metsäimarre	21,9	22,0	33,3	<i>Phleum pratense</i> timotei	0	0	9,3
<i>Hepatica nobilis</i> sinivuokko	0	0	70,4	<i>Phragmites australis</i> järviruoko	0	0	1,9
<i>Hieracium</i> sp, keltanot	3,1	7,0	51,9	<i>Picea abies</i> kuusi	93,8	98,0	92,6
<i>Hieracium umbellatum</i> sarjakeltano	1,0	3,0	7,4	<i>Pilosella officinarum</i> huopakeltano	0	0	9,3
<i>Hierochloa australis</i> metsämaarianheinä	0	0	7,4	<i>Pilosella</i> sp. keltano	0	0	1,9
<i>Huperzia selago</i> ketunlieko	0	0	3,7	<i>Pimpinella saxifraga</i> pukinjuuri	0	0	11,1
<i>Hypericum maculatum</i> särämäkuisma	0	1,0	44,4	<i>Pinus sylvestris</i> mänty	83,3	80,0	42,6
<i>Hypericum perforatum</i> mäkikuisma	0	0	13,0	<i>Plantago major</i> piharatamo	0	0	3,7
<i>Hypochoeris maculata</i> häränsilmä	0	0	1,9	<i>Platanthera bifolia</i> valkolehdoikki	0	6,0	24,1
<i>Juncus articulatus</i> solmuvihvilä	0	0	1,9	<i>Poa annua</i> pihanurmikka	0	0	14,8
<i>Juncus conglomeratus</i> keräpäävihvilä	0	0	3,7	<i>Poa compressa</i> litteänurmikka	0	0	1,9
<i>Juncus filiformis</i> jousivihvilä	0	1,0	1,9	<i>Poa nemoralis</i> lehtanurmikka	0	2,0	38,9
<i>Juniperus communis</i> kataja	60,4	37,0	42,6	<i>Poa palustris</i> rantanurmikka	0	0	1,9
<i>Lathyrus pratensis</i> niittynätkelmä	0	0	16,7	<i>Poa pratensis</i> niittynurmikka	0	1,0	1,9
<i>Lathyrus vernus</i> kevätlinnunherne	0	0	5,6	<i>Poa trivialis</i> karheanurmikka	0	0	16,7
<i>Ledum palustre</i> suopursu	17,7	11,0	0	<i>Polygonatum odoratum</i> kalliokielo	0	0	13,0
<i>Lemna minor</i> pikkulimaska	0	0	1,9	<i>Polygonum aviculare</i> pihatatar	0	0	1,9
<i>Leucanthemum vulgare</i> päivänkakkara	0	0	3,7	<i>Polygonum hydropiper</i> katkeratatar	0	0	3,7
<i>Linaria vulgaris</i> kannusruoho	0	0	1,9	<i>Polygonum viviparum</i> nurmitatar	0	0	1,9
<i>Linnæa borealis</i> vanamo	55,2	57,0	1,9	<i>Polypodium vulgare</i> kalliioimarre	0	7,0	20,4
<i>Listera cordata</i> herttakaksikko	3,1	1,0	0	<i>Populus tremula</i> haapa	64,6	52,0	27,8
<i>Lonicera xylosteum</i> lehtokuusama	0	0	18,5	<i>Potentillaacrantzii</i> kevätanhikki	0	0	1,9
<i>Luzula multiflora</i> nurmipiippo	0	0	14,8	<i>Potentilla argentea</i> hopeahanhikki	0	0	3,7
<i>Luzula pallescens</i> kalvaspiippo	0	0	9,3	<i>Potentilla erecta</i> rätvänä	0	0	53,7
<i>Luzula pilosa</i> kevätpiippo	60,4	72,0	90,7	<i>Potentilla palustris</i> kurjenjalka	2,1	1,0	5,6
<i>Lychnis flos-cuculi</i> käenkukka	0	0	3,7	<i>Prunella vulgaris</i> maahumala	0	0	14,8
<i>Lychnis viscaria</i> mäkitervakko	0	0	5,6	<i>Prunus padus</i> tuomi	0	1,0	48,1
<i>Lycopodium annotinum</i> riidenlieko	21,9	23,0	11,1	<i>Pteridium aquilinum</i> sananjalka	0	12,0	59,3
<i>Lycopodium clavatum</i> katinlieko	1,0	0	0	<i>Pyrola minor</i> pikkotalvikki	0	3,0	11,1
<i>Lycopus europaeus</i> rantayrtti	0	0	1,9	<i>Pyrola rotundifolia</i> isotalvikki	1,0	7,0	9,3
<i>Lysimachia thysiflora</i> terttuaipe	0	0	1,9	<i>Quercus robur</i> tammi	0	0	63,0
<i>Lysimachia vulgaris</i> ranta-alpi	0	2,0	9,3	<i>Ranunculus acris</i> niittyleinikki	0	0	35,2
<i>Lythrum salicaria</i> rantakukka	0	0	1,9	<i>Ranunculus auricomus</i> kevätleinikki	0	0	9,3
<i>Maianthemum bifolium</i> oravanmarja	43,8	64,0	83,3	<i>Ranunculus fallax</i> kevätlehtleinikki	0	0	7,4

Laji	Ku	Lo	Ls	Laji	Ku	Lo	Ls
<i>Malus domestica</i> tarhaomenapuu	0	0	3,7	<i>Ranunculus flammula</i> ojaleinikki	0	0	7,4
<i>Melampyrum nemorosum</i> lehtomaitikka	0	0	1,9	<i>Ranunculus polyanthemus</i> aholeinikki	0	0	13
<i>Melampyrum pratense</i> kangasmaitikka	65,6	76,0	13,0	<i>Ranunculus repens</i> rönsyleinikki	0	0	35,2
<i>Rhamnus frangula</i> paatsama	0	14,0	64,8	<i>Stellaria media</i> pihatähtimö	0	0	1,9
<i>Ribes alpinum</i> taikinamarja	0	0	35,2	<i>Succisa pratensis</i> purtojuuri	0	0	9,3
<i>Ribes nigrum</i> mustaherukka	0	0	3,7	<i>Taraxacum</i> sp. voikukka	0	0	37
<i>Ribes spicatum</i> punaherukka	0	0	42,6	<i>Thalictrum flavum</i> keltaängelmä	0	0	5,6
<i>Rosa dumalis</i> orjanruusu	0	0	9,3	<i>Thelypteris phegopteris</i> korpi-imarre	1,0	5,0	9,3
<i>Rubus arcticus</i> mesimarja	0	2,0	1,9	<i>Thymus serpyllum</i> kangasajuruoho	0	0	3,7
<i>Rubus chamaemorus</i> muurain	12,5	3,0	0	<i>Tilia cordata</i> metsälehmus	0	1,0	3,7
<i>Rubus idaeus</i> vadelma	0	33,0	64,8	<i>Trientalis europaea</i> metsätähti	36,5	74,0	66,7
<i>Rubus saxatilis</i> lillukka	5,2	55,0	48,1	<i>Trifolium arvense</i> jänönapila	0	0	1,9
<i>Rumex acetosa</i> niittysuolaheinä	0	0	1,9	<i>Trifolium hybridum</i> alsikeapila	0	0	1,9
<i>Rumex acetosella</i> ahosuolaheinä	0	0	9,3	<i>Trifolium medium</i> metsäapila	0	0	9,3
<i>Sagina procumbens</i> rentohaarikko	0	0	1,9	<i>Trifolium pratense</i> puna-apila	0	0	1,9
<i>Salix aurita</i> virpajau	2,1	4,0	1,9	<i>Trifolium repens</i> valkoapila	0	0	11,1
<i>Salix caprea</i> raita	53,1	41,0	53,7	<i>Tripleurospermum inodorum</i> peltosaunio	0	0	1,9
<i>Salix cinerea</i> tuhkapaju	3,1	3,0	0	<i>Trollius europaeus</i> kullero	1,0	0	0
<i>Salix cinerea</i> x <i>phylicifolia</i>	0	0	1,9	<i>Tussilago farfara</i> leskenlehti	0	0	13,0
<i>Salix myrsinifolia</i> mustuvapaju	0	3,0	1,9	<i>Ulmus glabra</i> vuorijalava	0	0	1,9
<i>Salix myrsinifolia</i> x <i>phylicifolia</i>	0	0	1,9	<i>Urtica dioica</i> nokkonen	0	0	25,9
<i>Salix pentandra</i> halava	0	0	3,7	<i>Vaccinium microcarpum</i> pikkukarpalo	1,0	0	0
<i>Salix phylicifolia</i> kiiltopaju	13,5	13,0	3,7	<i>Vaccinium myrtillus</i> mustikka	95,8	95,0	83,3
<i>Salix starkeana</i> ahopaju	1,0	0	0	<i>Vaccinium oxycocceus</i> isokarpalo	1,0	0	0
<i>Sambucus racemosa</i> terttuselja	0	0	1,9	<i>Vaccinium uliginosum</i> juolukka	30,2	9	0
<i>Satureja acinos</i> ketokäenminttu	0	0	3,7	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> puolukka	99,0	98,0	75,9
<i>Satureja vulgaris</i> mäkiminttu	0	0	3,7	<i>Valeriana officinalis</i> rohtovirmajuuri	0	0	16,7
<i>Saxifraga adscendens</i> kalliorikko	0	0	1,9	<i>Veronica chamaedrys</i> nurmitädyke	0	0	63,0
<i>Scirpus sylvaticus</i> korpikaisla	0	0	1,9	<i>Veronica officinalis</i> rohtotädyke	0	1,0	68,5
<i>Scleranthus annuus</i> vaaleajäsenruoho	0	0	1,9	<i>Veronica scutellata</i> luhtatädyke	0	0	1,9
<i>Scrophularia nodosa</i> syyläjuuri	0	0	5,6	<i>Veronica serpyllifolia</i> orvontädyke	0	0	5,6
<i>Scutellaria galericulata</i> luhtavuohennokka	0	0	13,0	<i>Veronica verna</i> kevättädyke	0	0	1,9
<i>Sedum acre</i> keltamaksaruoho	0	0	3,7	<i>Viburnum opulus</i> koiranheisi	0	0	11,1
<i>Sedum telephium</i> isomaksaruoho	0	0	7,4	<i>Vicia cracca</i> hiirenvirna	0	0	9,3
<i>Silene dioica</i> puna-ailakki	0	0	1,9	<i>Vicia sepium</i> aitovirna	0	0	13
<i>Solanum dulcamara</i> punakoiso	0	0	1,9	<i>Vicia tetrasperma</i> mäkivirvilä	0	0	3,7
<i>Solidago virgaurea</i> kultapiisku	64,6	72,0	68,5	<i>Viola canina</i> aho-orvokki	0	0	24,1
<i>Sorbus aucuparia</i> pihlaja	71,9	86,0	92,6	<i>Viola canina</i> x <i>riviniiana</i>	0	0	11,1
<i>Sparganium glomeratum</i> palleropalpakko	0	0	1,9	<i>Viola mirabilis</i> lehto-orvokki	0	0	1,9
<i>Spiraea billiardii</i> rusopajuangervo	0	0	1,9	<i>Viola palustris</i> suo-orvokki	0	4,0	13,0
<i>Stachys palustris</i> peltopähkämö	0	0	3,7	<i>Viola riviniana</i> metsäorvokki	0	5,0	92,6
<i>Stellaria graminea</i> heinätahtimö	0	0	18,5	<i>Woodstia ilvensis</i> karvakiviyrtti	0	0	1,9
<i>Stellaria longifolia</i> metsätähtimö	0	1,0	0				

Hämähäkkiaineisto

Alueet 1= Kuhmo, 2= Lohikoski, 3= Lohjansaari

Laji	Alue	1	2	3	Yht.	Laji	Alue	1	2	3	Yht.
Agelenidae:						Hahniidae:					
<i>Cryphoea silvicola</i>		33	27	6	66	<i>Hahnna nava</i>		0	4	0	4
<i>Tuberta arietina</i>		0	0	5	5	<i>Hahnna onodinum</i>		7	24	5	36
Anyphaenidae:						<i>Hahnna pusilla</i>		1	5	2	8
<i>Anyphaena accentuata</i>		0	0	4	4	Linyphiidae:					
Araneidae:						<i>Abacoproeces saltuum</i>		1	14	2	17
<i>Araneus omoedus</i>		0	1	3	4	<i>Agyneta cauta</i>		45	13	7	65
<i>Araniella displicata</i>		0	1	0	1	<i>Agyneta conigera</i>		11	33	78	122
<i>Cercidia prominens</i>		0	3	0	3	<i>Agyneta olivacea</i>		2	0	0	2
<i>Cyclosa conica</i>		0	0	1	1	<i>Agyneta ramosa</i>		25	8	26	59
Clubionidae:						<i>Agyneta subtilis</i>		25	10	21	56
<i>Cheiracanthium virescens</i>		0	1	0	1	<i>Agyneta suecica</i>		1	5	0	6
<i>Clubiona frutetorum</i>		0	2	0	2	<i>Allomengea scopigera</i>		0	0	3	3
<i>Clubiona kulczynskii</i>		0	1	1	2	<i>Araeoncus humilis</i>		1	0	0	1
<i>Clubiona lutescens</i>		0	3	14	17	<i>Astenargus paganus</i>		23	5	0	28
<i>Clubiona neglecta</i>		0	0	1	1	<i>Bathyphantes gracilis</i>		0	1	0	1
<i>Clubiona pallidula</i>		0	0	3	3	<i>Bathyphantes nigrinus</i>		0	0	4	4
<i>Clubiona phragmitis</i>		0	0	1	1	<i>Bathyphantes parvulus</i>		0	78	144	222
<i>Clubiona subsultans</i>		6	15	11	32	<i>Centromerus arcanus</i>		299	348	264	911
Gnaphosidae:						<i>Centromerus incilium</i>		5	17	4	26
<i>Callilepis nocturna</i>		0	11	0	11	<i>Centromerus sylvaticus</i>		2	6	5	13
<i>Drassodes pubescens</i>		53	64	26	143	<i>Ceratinella brevis</i>		0	11	7	18
<i>Gnaphosa bicolor</i>		140	166	10	316	<i>Ceratinella scabrosa</i>		0	0	6	6
<i>Gnaphosa microps</i>		5	0	0	5	<i>Ceratinops pectinata</i>		1	11	0	12
<i>Gnaphosa montana</i>		11	5	0	16	<i>Cnephalocotes obscurus</i>		20	46	0	66
<i>Gnaphosa muscorum</i>		1	0	0	1	<i>Dicymbium nigrum</i>		1	0	0	1
<i>Haplodrassus cognatus</i>		1	0	1	2	<i>Dicymbium tibiale</i>		8	117	104	229
<i>Haplodrassus moderatus</i>		1	1	0	2	<i>Diplocentria bidentata</i>		33	39	3	75
<i>Haplodrassus signifer</i>		90	146	16	252	<i>Diplocephalus latifrons</i>		0	19	87	106
<i>Haplodrassus silvestris</i>		0	3	16	19	<i>Diplocephalus picinus</i>		0	1	12	13
<i>Haplodrassus soerenseni</i>		183	177	124	484	<i>Diplostyla concolor</i>		81	216	335	632
<i>Haplodrassus umbratilis</i>		0	0	1	1	<i>Dismoticus bifrons</i>		0	0	1	1
<i>Micaria aenea</i>		13	77	21	111	<i>Dismoticus elevatus</i>		0	3	0	3
<i>Micaria fulgens</i>		0	0	9	9	<i>Drapetisca socialis</i>		0	0	1	1
<i>Micaria pulicaria</i>		5	21	12	38	<i>Entelecara congenera</i>		0	0	1	1
<i>Micaria silesiaca</i>		0	1	1	2	<i>Erigonella hiemalis</i>		3	19	8	30
<i>Zelotes clivicolus</i>		86	154	48	288	<i>Evansia merens</i>		0	1	0	1
<i>Zelotes latreillei</i>		11	27	17	55	<i>Gonatium rubellum</i>		1	0	15	16
<i>Zelotes petrensis</i>		0	5	5	10	<i>Gonatium rubens</i>		2	6	2	10
<i>Zelotes praeficus</i>		0	0	1	1	<i>Gongyliidiellum rufipes</i>		0	1	3	4
<i>Zelotes pusillus</i>		0	26	4	30	<i>Hilaira herniosa</i>		84	0	0	84
<i>Zelotes subterraneus</i>		3	17	6	26	<i>Hilaira nubigena</i>		6	0	0	6
						<i>Latithorax faustus</i>		7	6	1	14

Laji	Alue	1	2	3	Yht.
<i>Lepthyphantes alacris</i>	307	222	201	730	
<i>Lepthyphantes angulatus</i>	13	7	8	28	
<i>Lepthyphantes angulipalpis</i>	0	13	21	34	
<i>Lepthyph. antroniensis</i>	31	18	0	49	
<i>Lepthyphantes cristatus</i>	0	5	1	6	
<i>Lepthyphantes kochiellus</i>	0	0	1	1	
<i>Lepthyphantes mengei</i>	3	13	3	19	
<i>Lepthyphantes obscurus</i>	0	2	0	2	
<i>Lepthyphantes pallidus</i>	1	10	11	22	
<i>Lepthyphantes tenebricola</i>	13	59	318	390	
<i>Lophomma punctatum</i>	0	1	0	1	
<i>Macrargus boreus</i>	0	0	2	2	
<i>Macrargus carpenteri</i>	2	6	0	8	
<i>Macrargus rufus</i>	161	104	111	376	
<i>Maso sundevalli</i>	0	1	6	7	
<i>Meioneta beata</i>	3	24	1	28	
<i>Meioneta gulosa</i>	1	0	0	1	
<i>Micrargus apertus</i>	17	21	8	46	
<i>Micrargus herbigradus</i>	4	24	4	32	
<i>Microneta viaria</i>	43	54	44	141	
<i>Minicia marginella</i>	0	2	0	2	
<i>Minyriolus pusillus</i>	2	11	4	17	
<i>Neriere clathrata</i>	0	5	3	8	
<i>Neriere montana</i>	0	2	5	7	
<i>Neriere peltata</i>	0	1	4	5	
<i>Oedothorax gibbosus</i>	0	2	24	26	
<i>Oreonetides vaginatus</i>	84	3	0	87	
<i>Panamomops mengei</i>	0	0	12	12	
<i>Pityhyophantes phrygianus</i>	2	5	16	23	
<i>Pocadicnemis pumila</i>	21	82	19	122	
<i>Poecilonea globosa</i>	0	0	11	11	
<i>Porrhomma pallidum</i>	6	21	6	33	
<i>Porrhomma cambridgei</i>	0	0	1	1	
<i>Porrhomma pygmaeum</i>	0	0	1	1	
<i>Silometopus incurvatus</i>	0	1	0	1	
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	1	9	1	11	
<i>Tallusia expertus</i>	0	2	0	2	
<i>Tapinocyba pallens</i>	37	159	26	222	
<i>Thyreostenius biovatus</i>	0	1	1	2	
<i>Thyreostenius parasiticus</i>	0	1	1	2	
<i>Tibioplus arcuatus</i>	1	0	0	1	
<i>Tibioplus diversus</i>	3	0	0	3	
<i>Trichopterna mengei</i>	2	2	0	4	
<i>Troxochrus nasutus</i>	0	2	1	3	
<i>Walckenaeria antica</i>	48	115	18	181	
<i>Walckenaeria cucullata</i>	35	137	36	208	
<i>Walckenaeria cuspidata</i>	17	6	0	23	
<i>Walckenaeria dysteroides</i>	7	23	19	49	
<i>Walckenaeria furcillata</i>	0	2	0	2	
<i>Walckenaeria holmi</i>	11	0	0	11	
<i>Walcken. melanocephala</i>	12	2	39	53	

Laji	Alue	1	2	3	Yht.
<i>Walckenaeria mitrata</i>	2	3	0	5	
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	12	3	0	15	
<i>Walckenaeria obtusa</i>	26	46	0	72	
<i>Walckenaeria unicornis</i>	0	1	0	1	
<i>Zornella cultrigera</i>	49	27	0	76	
Liocranidae:					
<i>Agroeca bunnea</i>	39	102	46	187	
<i>Agroeca proxima</i>	2	1	3	6	
<i>Phrurolithus festivus</i>	0	55	0	55	
<i>Scotina palliardi</i>	0	1	0	1	
Lycosidae:					
<i>Acantholycosa lignaria</i>	12	9	0	21	
<i>Alopecosa aculeata</i>	210	206	368	784	
<i>Alopecosa inquilina</i>	0	0	1	1	
<i>Alopecosa pinetorum</i>	3	18	1	22	
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	14	203	45	262	
<i>Hygrolycosa rubrofasciata</i>	1	0	0	1	
<i>Pardosa amentata</i>	0	4	4	8	
<i>Pardosa fulvipes</i>	0	0	119	119	
<i>Pardosa hyperborea</i>	25	1	0	26	
<i>Pardosa lugubris</i>	331	479	1603	2413	
<i>Pardosa paludicola</i>	0	0	2	2	
<i>Pardosa palustris</i>	19	0	0	19	
<i>Pardosa pullata</i>	1	39	13	53	
<i>Pardosa riparia</i>	197	228	71	496	
<i>Pardosa sphagnicola</i>	15	48	0	63	
<i>Pirata hygrophilus</i>	22	16	116	154	
<i>Pirata piraticus</i>	0	2	1	3	
<i>Pirata uliginosus</i>	8	6	0	14	
<i>Trochosa spinipalpis</i>	10	33	4	47	
<i>Trochosa terricola</i>	84	214	80	378	
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	42	58	6	106	
Metidae:					
<i>Metellina mengei</i>	0	1	2	3	
Mimetidae:					
<i>Ero furcata</i>	2	3	4	9	
Oxyopidae:					
<i>Oxyopes ramosus</i>	0	1	0	1	
Philodromidae:					
<i>Philodromus collinus</i>	0	0	2	2	
<i>Philodromus poecilus</i>	0	0	3	3	
<i>Tibellus oblongus</i>	0	2	0	2	

Laji	Alue	1	2	3	Yht.
Salticidae:					
<i>Bianor aurocinctus</i>		0	2	0	2
<i>Euophrys aequipes</i>		0	3	0	3
<i>Euophrys errata</i>		0	1	0	1
<i>Euophrys frontalis</i>		0	12	12	24
<i>Evarcha falcata</i>		21	31	11	63
<i>Neon reticulatus</i>		2	8	4	14
<i>Phlegra fasciata</i>		0	0	1	1
Tetragnathidae:					
<i>Pachygnatha listeri</i>		0	2	13	15
Theridiidae:					
<i>Crustulina guttata</i>		0	2	2	4
<i>Dipoena prona</i>		0	1	0	1
<i>Euryopsis flavomaculata</i>		10	60	21	91
<i>Robertus lividus</i>		84	57	16	157
<i>Robertus lyrifer</i>		1	1	0	2
<i>Robertus scoticus</i>		17	4	1	22
<i>Steatoda phalerata</i>		7	0	0	7
Xysticidae:					
<i>Oxyptila atomaria</i>		6	0	2	8
<i>Oxyptila brevipes</i>		0	0	1	1
<i>Oxyptila praticola</i>		0	0	17	17
<i>Oxyptila trux</i>		2	21	66	89
<i>Xysticus audax</i>		3	16	5	24
<i>Xysticus lineatus</i>		1	30	7	38
<i>Xysticus luctuosus</i>		28	29	4	61
<i>Xysticus obscurus</i>		4	16	0	20
<i>Xysticus ulmi</i>		0	3	1	4
<i>Zora nemoralis</i>		93	152	40	285
<i>Zora silvestris</i>		0	0	2	2
<i>Zora spinimana</i>		55	130	47	232
Yht.		3685	5593	5274	14552
Lajeja		110	145	135	194

Vuonna 1999 ilmestyneet Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

- No 95 Aapala, Kaisu & Lindholm, Tapio 1999: Suojelusoiden ekologinen rajaaminen. 153 s. (80,-)
- No 96 Kajala, Liisa (toim.) 1999: Pöyrisjärven erämaa-alueen sekä Pöyrisvuoman ja Saaravuoman-Kuoskisenvuoman soidensuojelualueiden luonto ja käyttö. 166 s. (80,-)
- No 97 Pahtamaa, Tuukka 1999: Pohjoisen Merenkurkun saaristolinnusto. 91 s. (60,-)
- No 98 Koskimies, Pertti 1999: Siikalahden linnusto. 137 s. (80,-)
- No 99 Siitonen, Paula & Lehtinen, Antti 1999: Metsien monimuotoisuuden arviointi. Osa 2: Metsäalue. 47 s. (60,-)
- No 100 Päivinen, Jussi, Suomi, Tiina, Ahlroth, Petri, Hyvärinen, Esko, Korkeamäki, Esa, Mattila, Jaakko, Rintala, Teemu & Suhonen, Jukka 1999: Keski-Suomen suojeltujen vanhojen metsien hyönteiset ja käävät. 63 s. (70,-)
- No 101 Sihvonen, Pasi 1999: Koloveden kansallispuiston perhoset. 53 s. (60,-)
- No 102 Hynynen, Juhani & Veijola, Heikki 1999: Siikalahden kasvillisuus vuonna 1996. 39 s. (60,-)

Sarja B

- No 49 Metsähallitus 1999: Valtavaaran ja Pyhävaaran luonnonsuojelualan runko-suunnitelma. 39 s. (60,-)
- No 50 Metsähallitus 1999: Kemihaaran erämaa-alueen hoito- ja käyttösuunnitelma. 51 s. (60,-)
- No 51 Below, Antti & Vauramo, Anu 1999: Metsähallituksen luonnonsuojelu. Vuosikertomus 1998. 80 s. (maksuton)
- No 52 Niemelä, Marika 1999: Oulangan kansallispuiston perinnemaisemakohteiden hoitosuunnitelma. 68 s. (60,-)