

Pro gradu -tutkielma

**Ympäristömuutos ja luontovaikutus –
Arvokkaat lehtokohteet ihmistoiminnan keskellä**

Pyry Mäkelä



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ympäristötiede ja -teknologia

15.1.2016

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Bio- ja ympäristötieteiden laitos
Ympäristötiede ja -teknologia

Mäkelä Pyry: Ympäristömuutos ja luontovaikutus -
Arvokkaat lehtokohteet ihmistoiminnan keskellä
Pro gradu -tutkielma: 83 s., 10 liitettä (25 s.)
Työn ohjaaja: Dosentti Elisa Vallius
Tarkastajat: FT Anssi Lensu, dosentti Elisa Vallius
Tammikuu 2016

Hakusanat: ihmisvaikutus, kasviyhteisö, luontokohde, maankäyttö

TIIVISTELMÄ

Suuri osa maapallon pinta-alasta on ihmisen muokkaamaa, ja maankäytön aiheuttamia ympäristömuutoksia pidetään yhtenä keskeisenä syynä ekosysteemien monimuotoisuuden vähenemiseen. Elinympäristöjen pienentyminen, pirstoutuminen ja heikentyminen ovat yksittäisiä esimerkkejä ihmistoiminnan seurauksista. Tässä Pro gradu -työssä tutkin maankäytön muuttumista arvokkaiden lehtokohteiden ympäristössä vanhojen ilmakuvien avulla vuosina 1965–2002. Lisäksi tarkastelin vanhojen maastokartoitusten perusteella, ovatko maankäytöstä seuranneet ympäristömuutokset aiheuttaneet näkyvän luontovaikutuksen tutkimusalueiden kasvilajistossa. Aineistoa tarkastelin paikkatietomenetelmillä, tilastollisilla testeillä sekä tutkimusaluekohtaisella tapaustutkimuksella. Tuloksista nähdään, että maankäyttö lehtokohteilla ja niiden ympäristössä muuttui tarkastelujaksolla, ja merkittävin muutos oli teiden merkittävä runsastuminen. Luontokohteiden kasvilajisto muuttui ennen kaikkea uusien, avoimuudesta hyötyvien lajien ilmestymisen myötä ja nämä muutokset ovat pääosin selitettävissä maankäytön muutoksilla. Maankäytön ohjauksen haasteena tulevaisuudessa on rajata arvokkaat luontokohteet ihmistoiminnan ulkopuolelle ja näin ehkäistä luonnon monimuotoisuuden vähentymistä.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Science
Department of Biological and Environmental Science
Environmental Science and Technology

Mäkelä Pyry: Environmental Impact and Ecological Effect –
Valued Grove Patterns in the middle of Human Activity
Master thesis: 83 p., 10 appendices (25 p.)
Supervisor: Docent Elisa Vallius
Inspectors: PhD Anssi Lensu, docent Elisa Vallius
January 2016

Key words: land use, plant community, valued ecosystem components

SUMMARY

Considerable part of the surface of the Earth is modified by man and the environmental impacts of land use are central reasons for the loss of biodiversity. Destruction, fragmentation and damaging of habitats are just a few examples of the result of human activity. In this master thesis, I studied land use changes around grove patterns during the years 1965–2002 using old aerial photographs. I also used old field inventory data to find out if land use changes have caused visible ecological impacts on the flora of grove patterns. The consequences show that land use changed in and around valued ecosystem components during the examined period. The key finding was that narrow roads became more frequent. The flora of valued ecosystem components changed above all by invasion of species that prefer open areas. Changes in grove patterns over time can be explained by land use changes. According to the results, the main challenge in the future is to restrict land use near valued ecosystem components to prevent the loss of biodiversity.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUKSEN TAUSTAA.....	3
2.1 Ympäristömuutos ja luontovaikutus	3
2.2 Lehdot	7
2.3 Kasviyhteisön koostumukseen vaikuttavat tekijät.....	9
3 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	11
3.1 Tutkimuskohteet.....	11
3.1.1 Tutkimuskohteiden valinta	11
3.1.2 Tutkimusalueiden perustietoja	12
3.2 Kasvillisuusaineisto	15
3.3 Paikkatietoaineisto ja maankäytön luokitus.....	18
3.3.1 Paikkatietoaineiston keruu.....	18
3.3.2 Maankäytön luokitus	18
3.3.3 Ilmakuvien käsittely ja maankäyttöluokkien tarkastelu.....	20
3.4 Lehtokohteissa tapahtuneiden muutosten selvittäminen	21
3.4.1 Maankäytön muutokset	21
3.4.2. Kasvillisuuden muutokset.....	23
3.5 Lehtokohtainen tarkastelu	24
4 TULOKSET	26
4.1 Maankäytön muutokset.....	26
4.1.1 Ihmiskäytössä olevan osuuden muutokset.....	26
4.1.2 Eri maankäyttömuotojen osuuksien muutokset	28
4.2 Lehtokasvillisuuden muuttuminen	29
4.3 Lehtokohtaiset muutokset.....	33
4.3.1 Mutalammen lehto	33
4.3.2 Mäyrämäen lehto	37
4.3.3 Nisulan puronvarsilehto.....	40
4.3.4 Rouvinmäen lehto.....	44
4.3.5 Tiaisen myllyn lehto	47
4.3.6 Vuorilammen laskupuron lehto	50
5 TULOSTEN TARKASTELO	53

5.1 Ihmiskäytössä olevan maa-alan osuus	53
5.2 Eri maankäyttömuotojen osuudet.....	55
5.3 Kasvillisuuden muuttuminen.....	60
5.4 Lehtokohtaiset ympäristömuutokset ja luontovaikutukset	63
5.4.1 Mutalammen lehto	63
5.4.2 Mäyrämäen lehto	64
5.4.3 Nisulan puronvarsilehto.....	66
5.4.4 Rouvinmäen lehto.....	67
5.4.5 Tiaisenselän myllyn lehto	68
5.4.6 Vuorilammen laskupuron lehto	70
5.5 Ympäristömuutos ja luontovaikutus	71
5.6 Tulosten luotettavuuden arviointi	74
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	77
Kiitokset.....	78
KIRJALLISUUS.....	79
LIITE 1. Keski-suomalaisien lehtojen saatavilla olevat kasvillisuustiedot 1980- ja 2000-luvulta	84
LIITE 2. Tutkimuskohteiden sijainnit.....	86
LIITE 3. Mäyrämäen lehdon maastolomakkeen tietoja	88
LIITE 4. Tutkimuksessa käytettyjen maankäyttöluokkien kuvaus.....	90
LIITE 5. ArcGIS-ohjelman käytön kuvaus tutkimuksen eri vaiheissa	92
LIITE 6. Nisulan puronvarsilehdon maankäyttö vuosina 1965, 1984 ja 2002.....	93
LIITE 7. Keski-suomessa esiintyvät vaateliaat putkilokasvilajit	94
LIITE 8. Maankäyttömuotojen muutokset lehtokohteissa	96
LIITE 9. Tilastollisten testien tulokset	100
LIITE 10. Muutokset kasvilajien esiintymisessä.....	106

1 JOHDANTO

Ihminen on muuttanut maapallon ekosysteemejä viimeisen 50 vuoden aikana nopeammin ja voimakkaammin kuin minään muuna aikana ihmiskunnan historiassa (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Planeettamme ilmasto on ollut kolmen edellisen vuosikymmenen ajan lämpimämpi kuin muina vuosikymmeninä vuodesta 1850 alkaneen seurannan aikana (IPCC 2014). Maapallon selkärankaisten eläinten populaatiot ovat puolittuneet viimeisen 40 vuoden aikana (WWF 2014).

Planeettamme tilaan perehtyneet laajat katsaukset kertovat merkittävästä muutoksesta viimeisten vuosikymmenten aikana. Ekosysteemien tila heikkenee ennen näkemättömällä tavalla, eikä muutoksen aiheuttajasta ole epäselvyyttä: Ihminen hyödyntää maapallon luonnonvaroja kestäättömällä tavalla ja köyhdyttää toiminnallaan ekosysteemejä (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Living Planet Report 2014). Syyt ja seuraukset luonnolle haitallisen ihmistoiminnan takana ovat usein mittakaavaltaan globaaleja (Foley ym. 2005). Esimerkiksi ilmastonmuutos koskettaa myös alueita, jotka eivät itse ole merkittäviä kasvihuonekaasupäästölähteitä (IPCC 2014). Vastaavasti kansainvälisen kaupan seurauksena moni ekosysteemi on valjastettu tuottamaan hyödykkeitä toisella puolella maapalloa asuville ihmisille (Living Planet Report 2014).

Vaikka ihmistoiminnan syyt ja seuraukset saattavatkin viedä toiselle puolelle maapalloa, moni vaikutus koetaan ennen kaikkea paikallisesti. Jokainen pelto, kaupunki ja tie hävittää, heikentää, pirstoo ja saastuttaa sitä ympäristöä, mikä samalla paikalla sijaitsi aikaisemmin (Treweek 1999, Ehrlich & Sodhi 2010). Koska ihminen on ottanut käyttöönsä hyvin suuren osan maapallon pinta-alasta, maankäytöstä aiheutuvia ympäristömuutoksia pidetään yhtenä merkittävimpana maapallon ekosysteemejä heikentävänä tekijänä (Forman 1995, Treweek 1999, Fahrig 2003, Millennium Ecosystem Assessment 2005, Ehrlich & Sodhi 2010, Bennett & Saunders 2010, Living Planet Report 2014).

Ihmisellä ei yleisesti katsota olevan oikeutta käyttää maapalloa muuta elämää kunnioittamatta ja esimerkiksi toiminnallaan aiheuttaa toisen eliölajin sukupuuttoa (Attfield 1999). Tämän eettisen ajatuksen lisäksi luonnon ja ympäristön huomioimista perustellaan ihmisen omalla hyödyllä. Ihmisten hyvinvointi on yhteydessä toimiviin ekosysteemeihin ja niiden tuottamiin palveluihin. Ympäristön huomioiminen, suojeleminen ja vahingoittamisen välttäminen tuottavat sekä materialistista että aineetonta hyötyä ihmisille (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Lähes kaikissa maailman maissa ympäristölainsäädäntö velvoittaa arvioimaan ihmistoiminnan ympäristövaikutukset etukäteen ja ehkäisemään merkittävät haitalliset vaikutukset (Glasson ym. 2013). Ympäristövaikutusten arviointi voi estää epätoivotut luontovaikutukset kuitenkin vain siinä tapauksessa, että arvioinnissa pystytään tunnistamaan vaikutukset oikein. Tässä ensiarvoisen tärkeää on riittävä tietämys ympäristömuutoksen ja sen aiheuttamien luontovaikutusten luonteesta sekä niistä luontokohteista, joihin vaikutusten arvioidaan kohdistuvan (Morris & Therivel 2009, Söderman 2012).

Tässä Pro Gradussa tutkin ympäristön muuttumista Keski-Suomessa 40 vuoden aikana. Lähestymistavaltaan retrospektiivinen tutkimus alkaa 1960-luvulta ja päättyy 2000-luvun alkuun. Tänä aikana tutkimusalueina toimivien kuuden lehtokuvion lähiympäristössä on tapahtunut monia maankäyttöön liittyviä muutoksia. Pää tavoitteenani oli selvittää, mitä nämä ympäristömuutokset ovat. Lisäksi tutkin, aiheuttavatko mahdolliset muutokset maankäytössä näkyviä luontovaikutuksia lehtojen kasvistossa. Pyrin myös selvittämään, voidaanko vaikutusten joukosta erottaa kumulatiivisia vaikutuksia ja millaisella aikaviiveellä tai maantieteellisellä laajuudella mahdolliset luontovaikutukset näkyvät. Tarkoitukseni oli näiden tutkimuskysymysten avulla tuottaa lisää tietoa ja ymmärrystä eri maankäyttömuotojen ympäristövaikutusten arvioimiseen ja -hallintaan.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTAA

2.1 Ympäristömuutos ja luontovaikutus

Ympäristömuutos on muutos tarkastelualueen fysikaalisissa, kemiallisissa tai biotillisissa ominaisuuksissa (Treweek 1999). Toisin sanoen ympäristömuutos voi olla melun lisääntyminen, maaperän suolaantuminen tai kasviyhteisön muuttuminen. Ympäristömuutoksella on aina luontovaikutus (Söderman 2003), joka voi olla esimerkiksi muutos kasviyhteisön lajisuhteissa (Treweek 1999). Ympäristömuutoksen alkuperä voi olla syyltään luonnollinen (esimerkiksi majavan rakentama pato) tai ihmisen aiheuttama (esimerkiksi tie) (Dale ym. 2000).

Elinympäristöjen tuhoutuminen, pirstoutuminen ja muuttuminen ovat haitallisia ensisijaisesti ihmisen maankäytöstä seuraavia ympäristömuutoksia (Forman 1995, Treweek 1999). Muita ihmisen aiheuttamia erityisen merkittäviä ympäristömuutoksia ovat elinympäristöjen heikentäminen, häiriöiden lisääminen, luonnonvarojen ylikäyttö, vieraslajien leviämisen edistäminen sekä ilmastonmuutos (Treweek 1999, Ehrlich & Sodhi 2010). Yksittäinenkin ihmistoiminta voi lisätä kaikkia mainittuja muutoksia joko suoraan tai välillisesti. Lisäksi usea toiminta yhdessä voi aiheuttaa ajassa tai tilassa kasautuvan kumulatiivisen vaikutuksen. Huomionarvoista on myös eri muutosten kantaman vaihtelu eri toimintojen ja ympäristöjen kohdalla (Taulukko 1) (Treweek 1999, Morris & Therivel 2009).

Taulukko 1. Esimerkkejä erilaisista ihmistoiminnoista ja niiden aiheuttamista ympäristömuutoksista (Morris & Therivel 2009 mukailten).

Ympäristömuutos	Ihmistoiminta					
	Linjamaiset rakenteet	Asuminen	Turismi	Kaivos-toiminta	Jätehuolto	Maanviljely ja metsätalous
Elinympäristön tuhoutuminen ja pirstoutuminen	++	++	+	++	?	++
Elinympäristön heikentyminen	++	++	+	++	+	+
Häiriöiden lisääntyminen	++	++	++	+	+	+
Suora kuolleisuuden lisääntyminen	++	+	+	+	+	+
Saastuminen	++	++	+	+	++	++
Muutokset alueen vesitaloudessa	++	++	+	++	++	++

+ = muutos yleensä pieni ja/tai paikallinen, ++ = muutos yleensä suuri ja/tai laaja, ? = riippuu suuresti maan aikaisemmasta käytöstavasta

Ympäristömuutos vaikuttaa ensisijaisesti eliöyksilöihin, joiden kautta muutoksen luontovaikutus ilmenee (Ricklefs & Miller 2000, Freeman & Herron 2007). Yksilön ominaisuudet vaikuttavat vasteeseen, mutta suurin merkitys on yksilön edustaman lajin yleisillä ominaisuuksilla. Eri lajeissa muutoksen vaikutukset näkyvät eri tavoin: vaikutuksen suunta, voimakkuus, viive ja maantieteellinen laajuus riippuvat lajien biologiasta ja herkkyydestä tarkasteltavalle ympäristömuutokselle (Trewick 1999, Ricklefs & Miller 2000, Freeman & Herron 2007). Vaikka ympäristömuutoksen luontovaikutus riippuukin lajien ominaisuuksista, erilaisilla ympäristömuutoksilla on todettu olevan yleistettävissä olevia vaikutustyyppisiä (Taulukko 2).

Taulukko 2. Esimerkkejä erilaisten ympäristömuutosten aiheuttamista yleisistä luontovaikutuksista (Treweek 1999 mukailten).

Ympäristömuutos	Mahdollinen luontovaikutus
Kasvipeitteen tuhoaminen	Kasvilajit häviävät pysyvästi tai tilapäisesti
Maaperän rakenteen muuttaminen esimerkiksi raskaalla työkoneella	Kasvillisuus muuttuu ja köyhtyy
Maaperän eroosio	Maaperän eliöstö heikkenee, muutoksia vesistöjen eläimistössä ja kasvillisuudessa
Vesitalouden muutokset	Muutokset kasvillisuudessa, suoekosysteemit ja kosteikot voivat muuttua tai hävitä
Linjamaisten esteiden rakentaminen	Geneettisen monimuotoisuuden ja populaatioiden elinkyvyn heikentyminen
Ilmastonmuutos	Monia erilaisia muutoksia ekosysteemeihin, kasvillisuuteen ja eläimistöön
Infrastruktuurin käyttö	Reviirien rikkoutuminen, kuolleisuuden lisääntyminen, eläimistön häiriintyminen tai häviäminen pysyvästi tai tilapäisesti

Ihmisen aiheuttama elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstoutuminen ovat keskeinen syy maailmanlaajuiseen luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen (Treweek 1999, Fahrig 2003, Bennett & Saunders 2010, Laurance 2010). Elinympäristön muuttaminen aiheuttaa monessa tilanteessa tuhottavan alueen eliöiden katoamisen (Treweek 1999, Söderman 2003) ja tämän lisäksi jäljelle jääneet esiintymisaluet eivät riitä elinympäristöksi yhtä suurelle eliöjoukolle kuin alkuperäinen alue. Tämä jo 1700-luvulla tunnettu ilmiö, laji-pinta-ala -suhde (Rosenzweig 1995), liittyy läheisesti saarimaantieteen teoriaan, joka kuvaa pienten elinympäristölaikkujen populaatiodynamiikkaa ja selittää osaltaan pirstoutumisen ja elinympäristöjen pienenemisen aiheuttamia luontovaikutuksia (MacArthur & Wilson 1967).

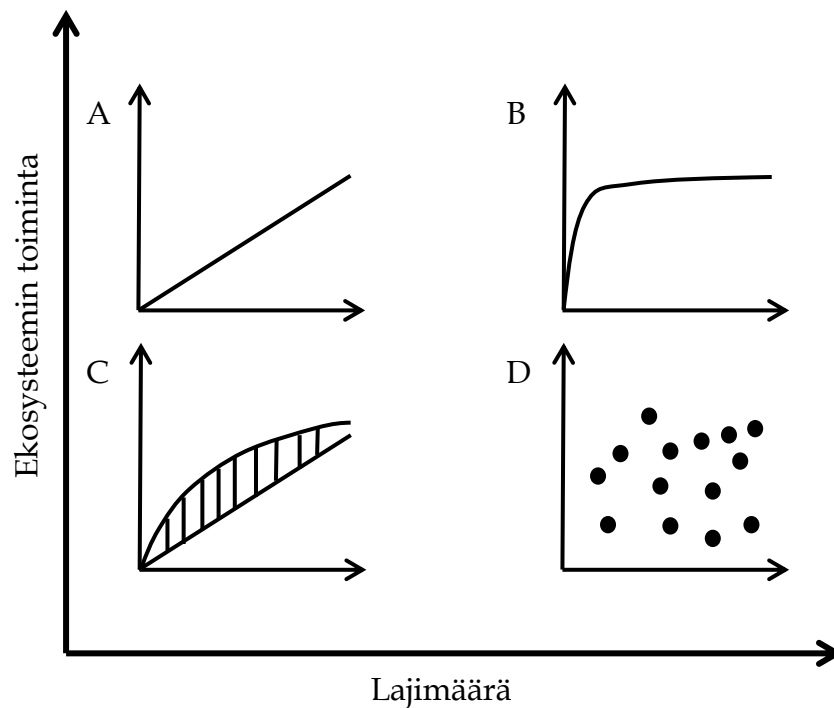
Laji-pinta-ala -suhde kertoo, kuinka paljon eri lajeja tavataan tietyn kokoisella alueella ja sitä voidaan käyttää myös ennustamaan elinympäristön tuhoutumisen vaikutusta. Nyrkkisääntönä voidaan esittää, että mantereella sijaitsevan elinympäristön väheneminen puoleen vähentää lajimäärää yhden kymmenesosan (Rosenzweig 1995, Mönkkönen 2004). Lajien häviäminen ei tapahdu hetkessä, vaan elinympäristö jää sukupuuttovelkaan. Tämä tarkoittaa sitä, että osa eliölajeista tulee häviämään vääjäämättä tulevaisuudessa, mikäli sopivan elinympäristön määrä ei lisäännä (Tilman ym. 1994, Pimm & Askins 1995). Myös muut ympäristömuutokset voivat aiheuttaa eri mekanismien kautta viiveellä tapahtuvia vakavia luontovaikutuksia (Treweek 1999, Söderman 2003).

Ympäristömuutoksien vaikutuksia eri lajeihin ja eliöyhteisöihin on tutkittu laajasti (Tylianakis ym. 2008). Lisäksi useiden hanketyyppien – muun muassa teiden (Forman & Alexander 1998) – aiheuttamista ympäristömuutoksista ja luontovaikutuksista on paljon tietoa. Kuitenkaan uusien hankkeiden luontovaikutusten arvioinnissa ei olla varmallalla pohjalla. Söderman (2012) tutki väitöskirjassaan luontovaikutusten tunnistamista suomalaisessa ympäristövaikutusten arviointimenetelyssä ja totesi suurimmiksi puutteiksi muun muassa kumulatiivisten vaikutusten tunnistamattomuuden ja seurannan puutteen. Söderman totesi myös, ettei monien hanketyyppien todellisia ympäristömuutoksista tunneta.

Södermanin (2012) mukaan yksi kompastuskivi luontovaikutusten arvioinnissa on myös puutteelliset tiedot ekosysteemien toiminnasta. Arvioinnin kohteeksi valitaan usein yksittäisiä lakisääteisesti suojeltuja eliölajeja, eikä arviota laajenneta koskemaan koko muutoksen alaista ekosysteemiä. Yksittäisten lajien merkitys ekosysteemille ei ole yksinkertainen asia, mikä vaikeuttaa esimerkiksi ympäristömuutosten luontovaikutusten merkittävyyden arviointia (Söderman 2012).

Lajien merkitystä ekosysteemeille ovat lähestyneet muun muassa Johnson ym. (1996) (Kuva 1). Heidän mukaansa a) jokaisella lajilla on yhtä suuri merkitys ekosysteemin toiminnassa, b) ekosysteemin toiminnasta vastaa monta eri lajia, eikä ekosysteemin toiminta häiriinny ennen kuin suuri joukko lajeja on hävinnyt, c) jokaisella lajilla on yhtä suuri merkitys ekosysteemin toiminnalle, mutta ekosys-

teemin toiminnan ja lajimäärän suhde ei ole suoraviivainen tai d) ekosysteemin toiminnan ja eliölajien monimuotoisuuden välillä ei ole yhteyttä, vaan jokaisen lajin häviämisellä on arvaamaton seuraus ekosysteemille. Kaikki nämä teoriat ovat saaneet tukea tutkimuksista (Hooper ym. 2005). Yksittäisen lajin käyttö arviointikohteena on kuitenkin perusteltua siinä tapauksessa, että valittu laji on niin sanottu indikaattori-, avain- tai sateenvarjolaji. Tällöin arvioinnin tuloksista voidaan tehdä johtopäätöksiä laajemmin tarkasteltavaan ekosysteemiin (Mönkkönen 2004).



Kuva 1. Lajimäärän ja ekosysteemin toiminnan välinen yhteys. A) diversiteetti-vakaus -hypoteesi, B) redundanssihypoteesi, C) niittihypoteesi ja D) idiosynkraattinen hypoteesi (Johnson ym. 1996).

2.2 Lehdot

Suomessa on ollut jo pitkään käytäntönä luokitella metsäkuvioita eri metsätyyppeihin (Cajander 1925). Metsätyypiteorian pohjana on ajatus, että kasvillisuus ilmentää alueen kasvupaikkatekijöitä. Saman metsätyypin metsäkuvioilla odotetaan olevan samat kasvupaikkatekijät, jotka johtavat kasviyhteisöltään ja ekologiselta luonteeltaan samankaltaiseen tilaan metsän saavuttaessa sukkession loppuvaiheen. Metsätyyppejä ovat esimerkiksi kotkansiipityyppi (MattT) ja puolukka-tyyppi (VT) (Cajander 1925, Hotanen ym. 2008).

Metsätyyppejä on paljon, eikä niiden tunnistaminen ole helppoa asiaan perehtymättömälle. Tämän vuoksi metsätyypit luokiteltiin jo varhaisessa vaiheessa kasvupaikkatyyppeihin, jotka kuvaavat ennen kaikkea metsän ravinteikkuutta (Cajander 1925). Nykyään käytössä on yleisesti kuusi kasvupaikkatyyppiä: karukkokankaat, kuivat kankaat, kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, lehtomaiset kankaat ja lehdot (Hotanen ym. 2008).

Lehto on kasvupaikkatyypeistä ravinteikkain, mikä näkyy muun muassa kasvilajien runsaana lukumääränä, suurien ruohojen esiintymisenä sekä varpujen ja jäkälien harvalukuisuutena (Tonteri ym. 2008, Hotanen ym. 2008). Metsän kosteuden mukaan lehdot jaetaan kosteisiin, tuoreisiin ja kuiviin lehtoihin ja näiden alatyypien sisällä vielä runsas- ja keskiravinteisiin lehtoihin. Lehdon maannos on ravinteikasta multaa, johon on sekoittunut savea tai humusta. Yleensä maannos lehdossa on vain hieman hapan. Tyypillisiä esiintymispaikkoja lehdolle ovat kalli-
onseinämien ja harjujen juuret, suurten vesistöjen rannat, savimaat sekä puronvarret ja lähteiköt. Lehtoja esiintyy koko maassa, mutta runsaimpina ne ovat edustettuina niin kutsutuissa lehtokeskuksissa (Tonteri ym. 2008, Hotanen ym. 2008).

Lehto on luokiteltu Suomessa vaarantuneeksi luontotyyppiksi (Tonteri ym. 2008). Eri lehtotyyppien uhanalaisuustaso vaihtelee tammilehtojen äärimmäisestä uhanalaisuudesta kosteiden keskiravinteisten lehtojen silmälläpidettävään tasoon. Lehtojen eliölajisto on monipuolinen ja sisältää useita nimenomaan lehtoihin erikoistuneita lajeja (Tonteri ym. 2008). Kaikista uhanalaisista metsälajeista 47,1 prosenttia elää ensisijaisesti lehdossa (Rassi ym. 2010).

Etenkin Etelä-Suomessa lehtojen määrä on huomattavasti vähentynyt alkuperäisestä ja jäljelle jääneet lehdot ovat pirstoutuneet. Merkittävin syy tähän on lehtojen raivaus pelloiksi (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982, Hotanen ym. 2008, Tonteri ym. 2008). Jäljelle jääneet lehtokohteet puolestaan ovat heikentyneet huomattavasti metsätalouden seurauksena. Esimerkiksi kuusen suosiminen metsätalospuuna lisää maannoksen happamuutta ja metsätaloudessa käytettävät raskaat työkonet voivat sekoittaa lehtojen multavan maannoksen kivennäismaan joukkoon (Tonteri ym. 2008). Lehtojen sijoittuminen kulttuuriympäristöön on johtanut myös monen

lehtokohteen käyttöön metsälaitumena tai hakamaana (Hotanen ym. 2008). Lehtoja uhkaa nykyään metsätalouden lisäksi rakentaminen, ojitukset ja vieraslajit. Etelä-Suomen lehdoista oli suojeltu vuonna 2008 viisi prosenttia ja Pohjois-Suomen lehdoista 57 prosenttia (Tonteri ym. 2008).

2.3 Kasviyhteisön koostumukseen vaikuttavat tekijät

Eliöyhteisöllä tarkoitetaan samalla alueella samaan aikaan esiintyvien lajipopulaatioiden joukkoa. Usein eliöyhteisö rajataan tiettyyn elinympäristöön (esimerkiksi suon eliöyhteisö) ja mahdollisesti vielä tiettyyn eliöluokkaan (esimerkiksi suon hyönteisyhteisö). Yksi ekologian keskeisimmistä tutkimussuuntauksista on, miksi eliöyhteisöt ovat sellaisia kuin ovat (Ricklefs & Miller 2000).

Kasviyhteisöjen lajikoostumukseen vaikuttavista tekijöistä on erilaisia näkemyksiä (Huston 1979). Yleinen näkemys kuitenkin on, että tietyn kasvilajin esiintyminen jollakin alueella selittyy ennen kaikkea lajin tyypillisillä sietorajoilla eri abioottisille ympäristötekijöille. Koska kasviyhteisöjen rakenne ei kuitenkaan ole identtinen, kaikilla samat abioottiset ominaisuudet omaavilla kasvupaikoilla, kasviyhteisöjen lajikoostumusta selittävät myös muut tekijät. Esimerkiksi erot kasvien leviämiskyvyissä sekä elinalueen luontainen häiriödynamiikka vaikuttavat kasviyhteisöjen lajikoostumukseen. Myös sattuman vaikutus on nostettu yhdeksi kasviyhteisöjen koostumusta selittäväksi tekijäksi (Huston 1979, Salonen 2006).

Kasviyhteisöt eivät ole ajassa vakaita ja muuttumattomia. Esimerkiksi latvuksen sulkeutuminen sukkession edetessä muuttaa metsänpohjan abioottisia ominaisuuksia ja voi näin vaikuttaa kenttäkerroksen lajien elinmahdollisuuksiin (Salonen 2006). Abioottisten tekijöiden muuttumisen lisäksi kasviyhteisöön kuuluvien lajien erilaiset elinkiertostrategiat ohjaavat lajikoostumuksen muuttumista: joki laji pärjää resurssikilpailussa paremmin kuin toinen laji, joka puolestaan saattaa olla ensimmäistä parempi häiriöidensietäjä (Grime 2006).

Gerstner ym. (2014) selvittivät meta-analyysissään eri ihmisperäisten maankäyttömuotojen vaikutusta kasviyhteisöjen monipuolisuuteen. Tuloksista ilmenee, että

ihmistoiminnan intensiivisyydellä on pääosin negatiivinen vaikutus kasvilajien runsauteen, mutta poikkeuksiakin esiintyy. Esimerkiksi metsätalouden havaittiin lisäävän kasvilajien runsautta (Gerstner ym. 2014). Luontainen lajirunsaus on suurin sukkession keskivaiheessa, kun tarjolla on monipuolisesti erilaisia kasvuympäristöjä (Ricklefs & Miller 2000, Mönkkönen 2004, Salonen 2006). Myös pienen mittakaavan ympäristömuutosten on todettu vaikuttavan positiivisesti lajirunsauteen (Siitonen & Hanski 2004), mihin myös Gerstnerin ym. (2014) havainto metsätalouden vaikutuksista viittaa. Luonnon monimuotoisuuden suojelussa suuri kasvilajimäärä ei kuitenkaan ole aina tavoiteltava asia, sillä esimerkiksi Suomen uhanalaisista metsälajeista 35 prosenttia on erikoistunut elämään esisijaisesti vanhoissa ja sulkeutuneissa metsissä (Rassi ym. 2010).

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Tutkimuskohteet

3.1.1 Tutkimuskohteiden valinta

Valitsin tutkimusalueiksi kuusi lehtokuvia lähiympäristöineen. Lehtokuviot ovat pieniä ja selvärajaisia, mikä mahdollisti yhtenäisen tarkastelualueen muodostamisen. Lisäksi lehtokasvilajisto on vaatealiasta kasvupaikkatekijöiden suhteen (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982, Hotanen ym. 2008, Tonteri ym. 2008), minkä arvioin tarkoittavan herkkää vastetta ympäristömuutokseen. Kasvilajit taas katsoin muihin eliöryhmiin verrattuna paremmiksi luontokohteen muutoksen indikaattoreiksi, sillä kasvien liikkuminen on huomattavan rajoitettua eläimiin verrattuna (Brunet & von Oheimb 1998, Salonen 2006).

Retrospektiivinen tutkimusasetelma ohjasi voimakkaasti tutkimusalueiden valintaa, sillä minun piti turvautua jo olemassa olevaan aineistoon. Etenin tutkimukseen sopivien lehtokuvioiden valinnassa selvittämällä ensimmäiseksi lehtokohteista löytyvien kasvitietojen saatavuuden, sillä arvioin niiden olevan suurempi rajoite maankäytön muutoksesta kertoviin lähteisiin verrattuna. Tässä kohtaa rajasin tutkimukseni Keski-Suomeen supistaakseni esitarkasteluun valittavien lehtokohteiden lukumäärän mielekkäälle tasolle.

Kasvillisuustietojen vertailua varten tarvitsin tutkimukseen valittavista lehtokohteista kasvillisuustiedot vähintään kahdelta eri ajankohdalta. Keski-Suomen liiton arkistosta löysin 33 alkuperäisen maastolomakkeen kopiot vuosina 1982–1987 toteutetuista lehtokasvillisuuden inventoinneista. Tässä inventoinnissa tutkitut 21 lehtokuvia esitellään Keski-Suomen lehtoalueselvityksessä (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisu (Välivaara 2007) sisältää kohdekuvauksen monista Keski-Suomen arvokkaista luontokohteista ja mukana on myös joukko lehtokuvioita. 28 lehtokohteen vaatealias kasvilajisto esitellään julkaisun liitteenä kasvulistana (Liite 1).

Kuudelta keskisuomalaiselta lehtokohteelta löytyy kohdekuvaus 1980- ja 2000-luvuilta, vuoden 1982 inventoinnin maastolomake sekä Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisussa oleva lehtokasvillisuuden ilmentäjälajien listaus (Liite 1). Varmistettuani maankäytön tarkasteluun soveltuvien lähteiden saatavuuden näiden kuuden lehdon - Tiaisen myllyn lehdon, Rouvinmäen lehdon, Mäyrämäen lehdon, Mutalammen lehdon, Vuorilammen laskupuron lehdon ja Nisulan puronvarsilehdon - ympäristöstä, valitsin ne lopullisiksi tutkimusalueiksi.

3.1.2 Tutkimusalueiden perustietoja

Tutkimuskohteiksi valituista kuudesta lehdosta viisi sijaitsee maantieteellisesti lähellä toisiaan Etelä-Jyväskylässä ja Toivakassa. Yksi lehdoista sijaitsee Jyväskylän pohjoispuolella Äänekoskella (Liite 2). Kaikkien tutkimusalueiden lehdot olivat vuonna 1982 yksityisessä omistuksessa. Keskisuomalaiset lehdot ovat tyypillisesti saniaistyyppin puronvarsilehtoja (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982), eivätkä tutkimusalueideni lehdot tee tässä poikkeusta (Taulukko 3).

Taulukko 3. Tutkimusalueiden lehtokuvioiden luokittelu eri tekijöiden mukaan Keski-Suomen seutukaavaliiton (1982) mukaan. Metsätyyppitiedot ovat inventointien maastolomakkeista.

Lehto	Arvo- luokka	Metsätyyppi	Lehto- tyyppi	Kulttuurivaiku- tuksen määrä
Mutalammen lehto	II	FT	1	+
Mäyrämäen lehto	II	FT	1	-
Nisulan puronvarsi- lehto	II	FT	1	-
Rouvinmäen lehto	II	FT	1	-
Tiaisen myllyn lehto	II	FT	1	-
Vuorilammen lasku- puron lehto	I	FT, OMat	1, 2	-

Arvoluokka: I = valtakunnallisesti merkittävä, II = maakunnallisesti merkittävä. Metsätyyppi: FT = saniaistyyppi, OMat = käenkaali-oravanmarjatyypin. Lehtotyyppi: 1 = puronvarsilehto, 2 = rinnelehto. Kulttuurivaikutuksen määrä: + = selvästi kulttuurivaikutteinen, - = luonnontilainen tai ei selvästi kulttuurivaikutteinen.

Lehtokohteiden pinta-alat ovat vuoden 1982 inventoinnin mukaan 0,4–2,4 hehtaaria (Taulukko 4). Lehtojen rajaukset on piirretty maastolomakkeiden peruskartoille (1:20 000) (Liite 3) lehtokasvillisuuden ja muun kasvillisuuden välisen rajan mukaisesti (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Valitsin nämä rajaukset tarkasteluni lähtökohdaksi ja jäljensin ne digitaaliseen muotoon Maanmittauslaitoksen peruskartalle (2014) ArcGIS 10.2 -paikkatieto-ohjelmalla. Käytin apunani jäljennöstyössä ennen kaikkea korkeuskäyriä sekä suuria kiviä, jotka olivat silmämääräisesti identtiset vuoden 1982 maastolomakkeiden kartassa ja käyttämässäni peruskartassa.

Taulukko 4. Lehtorajausten pinta-alat vuoden 1982 maastolomakkeessa ja rajauksen jäljennöksessä Maanmittauslaitoksen vuoden 2014 maastokorttaan sekä rajausten erotus. Pinta-alat ovat hehtaareina.

Lehto	Pinta-ala maastolomakkeessa	Pinta-ala kartta- rajauksen jäljennöksessä	Rajausten pinta- alojen erotus
Tiaisen myllyn lehto	0,4	0,4	0
Rouvinmäen lehto	2,0	2,0	0
Mäyrämäen lehto	1,1	1,4	0,3
Mutalammen lehto	2,4	2,3	-0,1
Vuorilammen laskupuron lehto	0,6	0,6	0
Nisulan puronvarsi-lehto	2,1	2,2	0,1

Rajausten jälkeen tarkistin omien rajausjäljennösteni pinta-alat ja vertasin niitä maastolomakkeissa esitettyihin pinta-aloihin. Pääsääntöisesti pinta-alat olivat yhtä suuret, mutta erojakin esiintyi (Taulukko 4). Pinta-alaerojen syiden selvittämiseksi tarkistin rajaukseni uudelleen. Mitään korjattavaa en kuitenkaan löytänyt, vaan jäljennökset vastasivat silmämääräisesti tarkasti vuoden 1982 rajauksia. Rajausten pinta-alaerot jäivät näin ollen alkuperäisen suuruiseksi. Oletan, että erot pinta-aloissa selittyvät virheellisistä laskuista vuonna 1982. Kun jokaisen lehdon rajausjäljennöksen ympärille rajattiin 300 metrin tarkasteluvyöhyke, tutkimusalueiden yhteispinta-alaksi muodostui 312 hehtaaria.

3.2 Kasvillisuusaineisto

Tutkimuskohteiden valinnan jälkeen etsin jo löytämiäni kasvitietoja täydentäviä lähteitä, mutta niitä ei löytynyt. Keski-Suomessa ei ole tehty yhtenäistä ja kattavaa lehtoselvitystä ennen vuoden 1982 julkaisua (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Vuosien 1982–2007 väliin sijoittuneita lehtoinventointeja ei tiettävästi ole julkaistu (Välivaara 2007), kuten ei myöskään vuoden 2007 jälkeen mahdollisesti tehtyjä lehtokartoituksia. Yksi mahdollisista julkaisemattomista kasvitietojen lähteistä olisi voinut olla ympäristöhallinnon Hertta-eliölajirekisteri. Keski-Suomen Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta saamani rekisteriin kirjatut tiedot eivät kuitenkaan sisältäneet uutta tietoa verrattuna Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisuun.

Näin ollen tutkimuksen kasviaineistoksi valikoituivat julkaisemattomat lehtoinventointien maastolomakkeet 1980-luvulta, Keski-Suomen lehtoaluekartoitus -julkaisu (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982) sekä Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisu (Välivaara 2007). 2000-luvun kasvitietoja täydensin lisäksi julkaisemattomilla maastomuistiinpanoilla ja maastoinventoinnit toteuttaneen henkilön haastattelulla.

Keski-Suomen seutukaavaliitto toimitti Keski-Suomen ensimmäisen lehtokasvillisuuden järjestelmällisen inventoinnin 1980-luvun alussa. Hankkeen maastoinventoinnit toteutti tutkija Veikko Salonen kesinä 1981 ja 1982. Lehtokohteilla havaittujen putkilokasvilajien esiintyminen kirjattiin 159 eri kasvilajia sisältävään kasvikorttiin viisiportaisella runsausasteikolla (Liite 3). Kasvikortin lisäksi maastolomakkeet sisältävät huomioita alueen yleisilasta, kasvillisuudesta sekä ihmistoiminnan vaikutuksesta. Maastoinventointien pohjalta kirjoitettiin Keski-Suomen lehtoalueselvitys (Keski-Suomen seutuvaakaliitto 1982).

Mutalammen lehdon kohdalla on ristiriita maastolomakkeen kasvikortin ja Keski-Suomen lehtoalueselvitys -julkaisun tiedoissa: kasvikortin mukaan lehdossa ei havaittu punaherukkaa (*Ribes spicatum*), metsäruusua (*Rosa majalis*), lehtoarhoa (*Moehringia trinervia*) ja lehtopähkämöä (*Stachys sylvatica*), mutta nämä lajit esitel-

lään kuuluvaksi lehdon lajistoon Keski-Suomen lehtoalueselvityksessä. Vastaavaa ristiriitaa ei esiinny minkään muun tutkimuksessa mukana olevan lehtokohteen kohdalla. Tässä kohtaa tulkitsin edellä mainitut lajit kuuluneiksi lehtolajistoon. Perusteluna tälle tulkinnalle oletan, että julkaisuun painetut tiedot on tarkistettu paremmin kuin henkilökohtaiseksi muistiinpanoksi tarkoitettu kasvikortti ja näin ollen julkaisua voi pitää virheettömämpänä lähteenä. Julkaisua kirjoitettaessa muisti- tai valokuvat lehdon lajistosta ovat saattaneet kertoa lajien esiintyvän lehdossa ja tällöin ristiriita kasvikortin tietoihin on todennäköisesti huomattu.

Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelalueiden nykytilan inventointi -julkaisua (Välivaara 2007) varten tiedot kerättiin kesien 2003 ja 2004 aikana Reima Välivaaran johdolla. Kyseessä ei ollut 1980-luvun inventointien tarkkuuteen yltävä tutkimus, vaan tarkoituksena oli kartoittaa suojelalueiden luonnontilaisuus ja vaateliikat ilmentäjälajit. Julkaisun kohdekuvaauksissa kuvataan kohteiden yleisilme, luontotyyppi, ihmisvaikutuksen näkyminen ja merkittävien lajien luettelo. Julkaisun liitteissä esitetään lisäksi lista lehtokohteilla havaituista ilmentäjälajeista.

Vuosien 2003 ja 2004 maastotutkimusten tietojen hyödyntäminen tässä tutkimuksessa olisi ollut hyvin hankalaa käyttäen vain niiden pohjalta kirjoitettua julkaisua. Erityinen ongelma oli 0-havaintojen puute: kohteen ilmentäjäkasviluettelossa ja kuvaustekstissä mainitaan kyllä maastotutkimuksessa havaitut lehtolajit, mutta vain muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta julkaisusta ei selviä, mitä lajeja kohteilla ei havaittu. Lisäksi julkaisussa mainitut lajit edustivat vain lehtolajeja, eikä kasvupaikkansa suhteen vähemmän vaativia lajeja mainita. Nämä kaksi puutetta vaikeuttivat vuoden 1982 aineiston vertaamista 2000-luvun alun aineistoon.

Ratkaisin ongelman haastattelemalla sähköpostitse 2000-luvun maastotutkimukset tehnyttä Välivaaraa. Sain häneltä listan kasvilajeista, jotka hän oli merkinnyt omiin muistiinpanoihinsa eri lehtokohteilla. Nämä tiedot sisälsivät runsaasti julkaisusta puuttuneita lajeja. Pyysin myös Välivaaraa arvioimaan, millä todennäköisyydellä hän olisi merkinnyt 1980-luvulla havaitut kasvilajit muistiin maastotutkimuksen aikana 2000-luvun alussa. Vastauksessaan Välivaara oli jaotellut kasvilajit neljään luokkaan (taulukko 5).

Taulukko 5. Väливаaran luokitus tutkimusalueilla vuonna 1982 havaituista lajeista, joista ei ollut mainintaa Keski-Suomen liiton julkaisussa (2007). Selitteet ovat suoria lainauksia Väливаaran sähköpostiviestistä (20.11.2014).

Luokka	Selite
I	Löytyvät minun muistiinpanoistani
II	Saattoivat aivan hyvin kuulua (todennäköisesti kuuluivat?) lajistoon, koivuja en merkinnyt lajilleen, jos en sattunut jostain kumman syystä erikseen katsomaan lajilleen ja mäntyyn en kiinnittänyt huomiota, jos puustossa ei ollut erityisen hallitsevia suuria yksilöitä
III	Ovat lajeja, jotka kirjasin aina kun havaitsin. Eli niihin kiinnitettiin kyllä erityistä huomiota (kuuluvat ns. ilmentäjälajeihin, joista pyrin kirjamaan myös runsauden), mutta harvalukuisia lajejahan ei kaikkia välttämättä aina havaitse
IV	Ovat lajeja, jotka normaalisti ylös kirjasin, mutta III ryhmän lajien puuttuminen on minusta selvästi todennäköisemmin merkitsevämpää kuin näiden lajien (näistä lajeista joku voi unohtua kirjata)

Väливаaran luokituksessa suurin osa lajeista, joista ei ollut mainintaa muistiinpanoissa, päätyi IV luokkaan. Tällaisia lajeja olivat esimerkiksi metsäimarre (*Gymnocarpium dryopteris*) ja vadelma (*Rubus idaeus*). Luokan II lajeja olivat esimerkiksi puolukka (*Vaccinium vitis-idea*) ja mänty (*Pinus sylvestris*). III luokan lajit olivat tyypillisiä lehtokasvillisuuden ilmentäjiä, joihin maastotutkimus 2000-luvulla keskittyi. Tällaisia lajeja olivat esimerkiksi metsäruusu ja koiranvehnä (*Elymys caninus*). Väливаaran antaman vastauksen perusteella merkitsin luokan I ja II lajit havaituiksi 2000-luvun maastotutkimuksessa ja III luokan lajit merkitsin 0-havainnoiksi. IV luokan lajit jätin vaille havaintotietoa.

Taulukoin kokoamani kasvitiedot lehtokohteittain taulukkoon, joka sisälsi tiedot kaikista niistä lajeista, joista oli 0- tai 1-havainto sekä vuoden 1982 että 2000-luvun alun maastotutkimuksista. Valmiissa taulukossa järjestin lajit kolmeen eri ryhmään: hävinneisiin, ilmestyneisiin ja säilyneisiin lajeihin.

3.3 Paikkatietoaineisto ja maankäytön luokitus

3.3.1 Paikkatietoaineiston keruu

Aiemmissä tutkimuksissa menneitä maankäyttömuotoja on selvitetty Suomen puolustusvoimien ilmakuviin avulla (Jaakkola 2014). Myös itse arvioin vanhat ilmakuvat parhaaksi mahdolliseksi tavaksi tutkia tutkimusalueilla esiintyneitä maankäyttömuotoja ja tiedustelin puolustusvoimilta ilmakuviin saatavuutta. Puolustusvoimien tiedustelulaitoksen ilmakuva-arkistosta löytyi korkealentoilmakuvat tutkimusalueiden ympäristöstä vuosilta 1965, 1967, 1984 ja 2002. Näistä valitsin tarkasteluun kasvitietojen kanssa parhaiten yhteensopivat kuvausvuodet, jotka olivat 1984 ja 2002. Näiden lisäksi otin tarkasteluun mukaan maankäytön muutosten osalta myös vuoden 1965 lisäämään tutkimuksen luotettavuutta.

Ilmakuvat olivat mustavalkoisia ja mittakaavaltaan 1:60 000. Jokainen ilmakuva kattoi neliönmuotoisen alueen, jonka sivun pituus oli noin 14 kilometriä. Ilmakuviin keskiosat olivat hyvin tarkkoja ja helposti tulkittavia, kun taas reuna-alueet olivat pääosin tummia ja epätarkkoja. Tästä syystä yhteyshenkilöni tiedustelulaitokselta valitsi minulle kuvat, joissa tutkimuskohde on mahdollisimman keskellä kuvaa. Yhteensä kuvia tarvittiin neljä kappaletta kultakin vuodelta. Yhteyshenkilöni digitoi ilmakuvat tiff-muotoon. Skannaus osoittautui niin tarkaksi, että ilmakuvia oli mahdollista suurentaa digitaalisessa muodossa jopa mittakaavaan 1:500 kuvan säilyttäessä yhä tulkittavuutensa.

3.3.2 Maankäytön luokitus

Loin itse tässä tutkimuksessa käyttämäni maankäyttöluokituksen. Luokituksen pohjana minulla oli omakohtainen kokemus suomalaisen maaseudun maankäyttömuodoista. Luokitin kaikki maanpinnat, joissa ajattelin ihmistoiminnan näkyvän. Toisin sanoen kaikki muut maanpeitteet kuin sulkeutuneet metsät ja vesistöjen rantahietikot, -kalliot ja -luhdat saivat oman maankäyttöluokkansa. Vesistöt nostin omaksi maankäyttöluokakseen, sillä myöhemmässä maankäyttöluokkien tarkastelussa vesistöt rajattiin tarkasteltavan alueen ulkopuolelle.

Luokitukseni maankäyttöluokat voidaan jakaa piste-, linja- ja aluemuotoisiin kohteisiin (Taulukko 6). Hahmottelin maankäyttöluokkien kuvaukset pääpiirteissään jo ennen kuin aloin luokitaa tutkimusalueita, mutta täydensin kuvauksia luokituksen aikana aina kun valinta kahden eri maankäyttöluokan välillä oli mahdollista aikaisemman kuvauksen perusteella (Liite 4).

Taulukko 6. Tutkimuksessa käytetty maankäytön luokitus

Kohteen tyyppi	Maankäyttöluokat
Pistemäiset kohteet	Puhelinmasto
Linjamaiset kohteet	Voimalinja
	Oja
	Monitoimikoneen ura
	Kapea tie
Aluemuotoiset kohteet	Leveä tie
	Rakennus ja piha-alue
	Teollisuusalue
	Pelto
	Avohakkuu
	Harvennettu metsä tai taimikko
	Vesistö

Valitsemani maankäyttöluokat kattavat kaikki tutkimusalueideni ympäristöjen ihmisen vaikutuksen alaisena olevat alueet, eikä luokituksen aikana ilmennyt tar-

vetta uusille luokille. Luokituksen aikana kuitenkin huomasin, että osaa maankäyttöluokista ei voi havaita ilmakuvasta. Tällaisia olivat esimerkiksi monitoimikoneen ura sekä puhelinmastot. Osaa maankäyttöluokistani taas ei esiintynyt minikään tutkimusalueeni lähimaastossa. Tällaisia luokkia olivat esimerkiksi ojat ja teollisuusalueet.

3.3.3 Ilmakuvien käsittely ja maankäyttöluokkien tarkastelu

Saamani ilmakuvat eivät sisältäneet paikkatietoa, joten minun piti georeferoimalla liittää kuviin tieto koordinaatistosta ja projektiosta. Toteutin georeferoinnin ilmakuville ArcGIS 10.2 -paikkatieto-ohjelmalla (Liite 5). Laskennallisesti täydellisen georeferoinnin Total RMS Error -arvo on 0 (ESRI 2014). Aineistossani Total RMS Error -arvo oli useimpien kuvien kohdalla kuitenkin 10–90. Tämä johtui ennen kaikkea kuvien reuna-alueiden vääristymisestä. Koska syy suurelle virhearvolla oli ilmeinen, keskityin georeferoinnissa siihen, että tutkimusalueiden lähiympäristöjen geometria vastaisi silmämääräisesti arvioiden mahdollisimman tarkasti vuoden 2012 ilmakuvaa. Georeferoinnin onnistumista tarkastelin lisäksi vertaamalla kiinteiden rakennelmien pinta-aloja georeferoiduissa ilmakuvissa ja Maanmittauslaitoksen orto-ilmakuvassa ja havaitsin ne yhteneviksi.

Rajasin kunkin maankäyttöluokan ilmakuvan päälle omaksi aluemuotoiseksi tasokseen. Tarkastelualue kattoi kunkin lehtokohteen ympäristön vähintään 300 metrin etäisyydeltä lehtorajauksesta. Toteutin kunkin tutkimuskohteen ympäristön luokituksen kerrallaan ja aloitin tarkastelun 1960-luvun ilmakuvasta. Maankäyttömuotojen rajaamisen jälkeen loin oman tason myös sille maa-alalle, joka ei ollut ollut missään näkyvässä ihmiskäytössä koko tarkastelujakson aikana (Liitteet 5 ja 6).

Helppoimpia luokiteltavia olivat rakennukset ja pihapiirit, tiet sekä järvet ja pellot. Haastavimpia olivat puolestaan eri metsänkäsittelymuotojen tunnistaminen. Selvärajainen, juuri tehty avohakkuu oli helppo tunnistaa, mutta esimerkiksi muutamien vuosien takaisen avohakkuun ja nuoren taimikon rajaaminen oli ajoittain haastavaa. Edellisen kaltaisia vaikeita valintoja oli vain muutama ja niiden kohdal-

la tein ratkaisun nojaten maaston oletettuun avoimuuteen. Apuna maankäyttömuotojen tunnistamisessa käytin Maanmittauslaitoksen maastokarttaa, josta oli apua muun muassa kallio- ja louhikkoalueiden tunnistamisessa.

Tarkastelin maankäyttöä erikseen eri etäisyyksillä lehtorajauksesta selvittääkseni maankäytön ja sen aiheuttaman ympäristömuutoksen maantieteellistä ulottuvuutta. Tarkasteluvyöhykkeiksi valitsin 300, 200, 100 ja 50 metrin alueen lehtorajauksen reunasta niin, että jokaisen rajausta sisältää kaikki sen sisäpuolelle ulottuvat maankäyttörajaukset. Näiden lisäksi tarkastelin erikseen maankäyttömuotoja myös lehtorajauksen sisällä (Liite 5).

Laskin jokaisen maankäyttöluokan sekä tarkasteluvyöhykkeen pinta-alan (Liite 5) ja siirsin saamani 708 pinta-alatietoa ArcGIS-ohjelmasta Microsoft Excel 2010 -ohjelmaan. Koska käytin maankäyttömuotojen rajauksessa mittakaavaa 1:2000, ei lopullisia maankäyttömuotojen pinta-aloja voinut pitää aivan tarkkoina. Testasin tarkkuutta ArcGIS:n mittatoiminnolla ja havaitsin hiiren osoittimen liikkuva käytetyssä mittakaavassa noin kahden metrin tarkkuudella. Tästä syystä pyöristin maankäyttömuotojen pinta-alat lähimpään kymmeneen neliömetriin.

Vähensin jokaisen tarkasteluvyöhykkeen pinta-alasta siihen kuuluneen vesistöluokan pinta-alan. Jätin vesistöt tarkastelun ulkopuolelle, sillä niihin ei kohdistu samanlaisia maankäyttöön liittyviä kysymyksiä kuin maaekosysteemeissä. Tämän jälkeen laskin jokaisen maankäyttömuodon suhteellisen osuuden kunkin tarkasteluvyöhykkeen maapinta-alasta tarkasteluvuosittain. Lisäksi laskin ihmiskäytön ulkopuolella koko tarkastelujakson ajan olleiden alueiden osuuden lehtokohteittain eri tarkasteluvyöhykkeillä.

3.4 Lehtokohteissa tapahtuneiden muutosten selvittäminen

3.4.1 Maankäytön muutokset

Tutkin maankäytön keskimääräisiä muutoksia kahdessa osassa: Ensin paneuduin koko ihmisvaikutuksen alaisen maa-alan muutoksiin ja sen jälkeen kunkin maan-

käyttömuodon sisällä tapahtuneisiin muutoksiin. Ihmiskäytössä olevan kokonaispinta-alan osuuden sain laskemalla yhteen kaikkien yksittäisten maankäyttömuotojen osuudet tarkasteluvyöhyke ja -vuosikohtaisesti. Keskimääräisen kokonaisosuuden selvitin laskemalla kuuden lehtokohteen osuuden keskiarvon ja Studentin t -jakauman mukaisen 95 prosentin luottamusvälin kullekin tarkasteluvyöhykkeelle ja -vuodelle.

Ihmiskäytössä olevien kokonaisosuuksien eroja eri vuosien tai tarkasteluvyöhykkeiden välillä oli mahdollista tutkia parametrisillä testeillä, sillä arvot olivat normaalijakautuneita. Koska samojen alueiden tutkiminen eri tarkasteluvuosina samoin kuin saman alueen tutkiminen eri vyöhykkeillä johtaa otosten riippuvuuteen, tilastolliseksi testiksi valitsin parametrisen riippuvien otosten parivertailuun soveltuvan parittaisten otosten t -testin. Tutkin valitulla testillä kokonaisuomaankäytön osuuksien keskiarvojen erojen merkitsevyyttä eri tarkasteluvyöhykkeiden välillä kunkin tarkasteluvuoden sisällä, sekä eri tarkasteluvuosien välillä kunkin tarkasteluvyöhykkeen sisällä. Testit toteutin IBM SPSS (versio 22) -ohjelmalla.

Maankäyttöluokakohtaisessa tarkastelussa toteutin samat työvaiheet kuin kokonaisuomaankäyttöä selvittäessäni: ensin laskin kunkin maankäyttömuodon keskimääräisen osuuden tarkasteluvuosittain jokaisella tarkasteluvyöhykkeellä kuuden lehdon keskiarvona. Lisäksi laskin tulosten 95 prosentin luottamusvälin (Studentin t -jakauma) helpottamaan keskiarvotuloksen tulkintaa. Keskiarvotarkastelun lisäksi tutkin kunkin maankäyttöluokan keskiarvojen erojen merkitsevyyttä tilastollisella testillä eri tarkasteluvyöhykkeiden välillä tarkasteluvuosittain sekä eri vuosien välillä tarkasteluvyöhykkeittäin. Kaikkien maankäyttöluokkien osuuksien arvot eivät noudattaneet normaalijakaumaa (esimerkiksi 50 metrin tarkasteluvyöhykkeellä kapea tie vuonna 1984, Shapiro-Wilkin normaalisuustesti: $W = 0,507$, $df = 6$, $p = <0,001$). Koska erilaiset muunnokset eivät muuttaneet tilannetta, kysymykseen tulivat vain parametrittomat testit. Näistä valitsin käytettäväksi parittaisten otosten vertailuun sopivan Wilcoxonin merkkitestin.

3.4.2. Kasvillisuuden muutokset

Keski-Suomen lehdoissa esiintyi 1980-luvun alussa 37 vaateliasta putkilokasvilajia (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982) (Liite 7). 2000-luvun inventoinnissa päähuomio oli juuri näiden lehtojen ilmentäjälajien havainnoinnissa ja näin ollen maastokartoituksen kasvitiedoista löytyy esiintyvyystieto lähes kaikille vuonna 1982 havaitulle vaateliaalle kasvilajille. Näiden lajien kohdalta saatoin laskea luotettavat arviot hävinneiden, ilmestyneiden ja säilyneiden lajien keskimääräisistä määristä sekä keskiarvon 95 prosentin luottamusvälin (Studentin *t*-jakauma). Ainoa poikkeus vaatelioiden putkilokasvilajien esiintyvyystiedoissa oli Tiaisen myllyn letohorsma (*Epilobium montanum*), jonka Väливаara asetti luokkaan IV (Taulukko 5). Epävarmuuden välttämiseksi jätin Tiaisen myllyn lehdon letohorsman pois laskuista keskimääräisiä tuloksia koskevista laskuista.

Kaikkien kasvilajien säilymisestä tai häviämisestä ei ollut mielekäästä laskea tarkkoja lukuarvoja, sillä käytössä oleva aineisto ei ole aina kattava. Toisin sanoen usea IV luokan (Taulukko 5) laji saattaa kuulua joko hävinneisiin tai säilyneisiin lajeihin, mutta tarkan tiedon puuttuessa ne täytyi jättää tutkimuksessani tarkastelun ulkopuolelle. Monen kasvilajin kohdalla esiintymistieto molempien inventointien osalta kuitenkin löytyy ja ne antavat tärkeää tietoa lehtokohteiden mahdollisten muutosten ilmentäjinä. Näiden lajien kohdalla laskin, kuinka monella kohteella ne ovat säilyneet, ilmestyneet tai hävinneet tarkastelujakson aikana.

Kaikkien ilmestyneiden lajien lukumääräinen tarkastelu on kuitenkin mahdollista, sillä oletan vuoden 1982 inventoinnin sisältävän myös 0-havainnot. Ilmestyneiden lajien määriä arvioitaessa on kuitenkin syystä muistaa niiden olevan vähimmäisarvoja: ei voida olettaa, että inventoinnin erilaisesta luonteesta johtuen 2000-luvulla olisi kiinnitetty huomio kaikkiin vuoden 1982 kasvukortissa mainittuun 159 lajiin ja näin ollen osa vuonna 1982 0-havainnon saaneista lajeista on saattanut jäädä merkitsemättä muistiin 2000-luvun inventoinnissa, vaikka se olisikin alueelle ilmestynyt. Havaittuja ilmestyneitä lajeja voidaan kuitenkin pitää todellisina ja laskea niiden pohjalta keskimääräinen ilmestyneiden kasvilajien lukumäärä ja keskiarvon 95 prosentin luottamusväli (Studentin *t*-jakauma).

3.5 Lehtokohtainen tarkastelu

Maankäyttöluokkien pinta-alaosuuksien keskiarvot ja luottamusvälit sekä tilastolliset testit eri maankäyttöluokkien ja tarkasteluvyöhykkeiden erojen merkitsevyydestä antavat kuvan siitä, miltä suomalainen maalaismaisema on näyttänyt ja mitä siellä on tapahtunut 40 tarkasteluvuoden aikana tutkimuksessani mukana olevien kuuden lehtokohteen ympäristön perusteella. Lehtojen kasvitietojen yleistäminen taas auttaa ymmärtämään lehtokasvillisuudessa keskimäärin tapahtuneita muutoksia. Kuitenkin jokainen muutos ja esiintynyt maankäyttömuoto ovat tosiasioita huolimatta siitä, millaisia muutoksia alueella on yleisesti tarkastellen tapahtunut. Toisin sanoen, mikäli jonkin lehtokuvion läpi rakennetaan tie, se muuttaa aidosti alueen ympäristöä, vaikka tiet eivät olisikaan tilastollisesti merkitsevästi lisääntyneet kyseisenä ajankohtana. Samoin muutokset kasvilajistossa ovat todellisia vain siellä, missä ne ovat todella tapahtuneet.

Tästä syystä jokaisen tutkimuslehdon maankäyttömuotojen ja kasvillisuustietojen läpikäynti tapaustutkimusperiaatteella oli keskeinen osa tutkimustani. Tutkimuskohteiden yksityiskohtaisessa tarkastelussa pyrin rakentamaan mahdollisimman todellisen kuvauksen siitä, mitä jokaisella tutkimuskohteella on tapahtunut, ja ymmärtämään muutosten syitä ja vaikutuksia.

Lehtokohtaisessa tarkastelussa hyödynsin kaikkia käytössä olevia aineistoja. Aloitin tarkastelun listaamalla kaikista kirjallisista materiaaleista löytyvät maininnat lehtokohteen luonnontilaisuudesta, havaituista muutoksista, kohteen ominaispiirteistä sekä mahdollisista tulevaisuuden ennakkoinneista. Seuraavaksi tutkin tekemäni maankäyttöluokituksen avulla, mitä tutkimusalueilla oli tapahtunut ilmakuvien valossa ja pyrin yhdistämään havaitut muutokset kirjallisten kuvausten tietoihin. Samalla pyrin havainnoimaan, mitkä maankäytön muutokset voisivat liittyä toisiinsa sekä mitkä maankäytön muutokset ilmenevät vain ilmakuvatarkastelussa. Tässä kohtaa otin tarkasteluun myös kokonaan ihmiskäytön ulkopuolella olleiden alueiden osuudet. Kolmannessa vaiheessa yhdistin kasvillisuusinventointien antamat tiedot kahden ensimmäisen vaiheen perusteella rakennettuun kuvaan maankäytön muutoksista. Lopputuloksena sain aikasarjan, joka kuvaa ym-

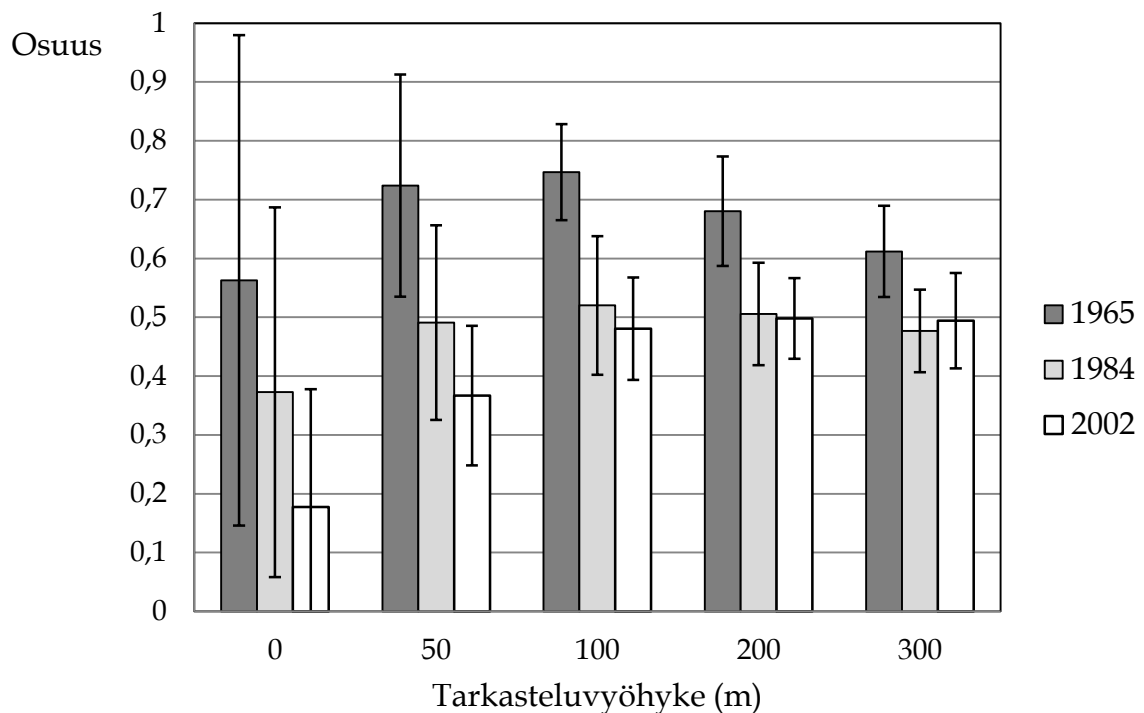
päristön muuttumista lehtoalueella ja sen ympäristössä sekä tiedon, miten lehdon kasvillisuus on muuttunut vuosina 1982–2003 (2004).

4 TULOKSET

4.1 Maankäytön muutokset

4.1.1 Ihmiskäytössä olevan osuuden muutokset

Ihmiskäytössä olevien alueiden kokonaisuus näyttää keskiarvojen perusteella eroavan eri tarkasteluvyöhykkeiden välillä saman tarkasteluvuoden sisällä (Kuva 2). Vaihtelu eri lehtolaikkujen välillä on kuitenkin suurta etenkin lehtokuvion sisällä, mutta myös muilla tarkasteluvyöhykkeellä. Tilastollisesti merkitsevä ero ihmiskäytössä olevassa maa-alassa eri tarkasteluvyöhykkeiden välillä kunkin tarkasteluvuoden sisällä havaitaan muun muassa vuonna 2002 lehtokasvillisuusrajausten (tarkasteluvyöhyke 0) ja tarkasteluvyöhykkeiden 100–300 metriä välillä (Taulukko 7).



Kuva 2. Ihmiskäytössä olevan maa-alan kokonaisuus tarkasteluvyöhykkeen maapinta-alasta kolmena tutkimusvuotena. Tarkasteluvyöhyke 0 tarkoittaa vuoden 1982 inventoinnin aikana tehtyä lehtokasvillisuuden rajausta. Kuvaaja esittää maankäytön keskiarvot ja 95 prosentin luottamusvälit. $N = 6$.

Taulukko 7. Ihmiskäytössä olevan maapinta-alan kokonaisuudessa havaittujen erojen merkitsevyys eri tarkasteluvyöhykkeillä vuosittain (parittaisten otosten t -testi, $df = 5$). Tilastollisesti merkitsevät p -arvot on merkitty tähdellä (*).

Verrattavat tarkastelu- vyöhykkeet	Tarkasteluvuosikohtaiset testisuureet ja p -arvot					
	1965		1984		2002	
	t	p	t	p	t	p
Lehtorajaus/50 m	-1,408	0,218	-1,089	0,326	-2,438	0,059
Lehtorajaus/100 m	-1,319	0,244	-1,055	0,340	-3,579	0,016*
Lehtorajaus/200 m	-0,853	0,433	-0,996	0,365	-3,806	0,013*
Lehtorajaus/300 m	-0,340	0,747	-0,772	0,475	-4,248	0,008*
50 m/100 m	-0,509	0,632	-0,601	0,574	-5,160	0,004*
50 m/200 m	0,954	0,384	-0,266	0,801	-2,542	0,052
50 m/300 m	1,846	0,124	0,248	0,814	-2,179	0,081
100 m/200 m	3,008	0,030*	0,705	0,512	-0,447	0,673
100 m/300 m	4,073	0,010*	1,262	0,263	-0,293	0,782
200 m/300 m	1,965	0,107	1,800	0,132	0,103	0,922

Vuonna 1965 ihmiskäytössä oleva maapinta-ala kattoi keskimäärin yli puolet lehtolaikkujen sisäosista sekä niiden ulkopuolille ulottuvista tarkasteluvyöhykkeiden maapinta-aloista. Muina tarkasteluvuosina ihmiskäytössä olevan pinta-alan osuus näyttää keskiarvojen perusteella olevan vähäisempää kaikilla tarkasteluvyöhykkeillä (Kuva 2). Vuosien 1965 ja 1984 sekä 1965 ja 2002 välillä havaitaan tilastollisesti merkitsevä ero parittaisten otosten t -testillä kaikilla lehtoalueen ulkopuolelle ulottuvilla tarkasteluvyöhykkeillä (Taulukko 8). Vuosien 1984–2002 välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa millään tarkasteluvyöhykkeellä.

Taulukko 8. Ihmiskäytössä olevan maapinta-alan kokonaisuudessa havaittujen erojen merkitsevyys eri tarkasteluvuosina tarkasteluvyöhykkeittäin (parittaisten otosten t -testi, $df = 5$). Tilastollisesti merkitsevät p -arvot on merkitty tähdellä (*).

Tarkasteluvyöhyke	Testisuure ja p -arvo	Verrattavat vuodet		
		1965/1984	1984/2002	1965/2002
Lehtorajaus	t	1,873	1,260	2,403
	p	0,120	0,263	0,061
50 m vyöhyke	t	2,722	1,567	4,755
	p	0,042*	0,178	0,005*
100 m vyöhyke	t	3,413	0,791	6,554
	p	0,019*	0,465	0,001*
200 m vyöhyke	t	3,082	0,232	3,416
	p	0,027*	0,826	0,019*
300 m vyöhyke	t	3,505	-0,479	2,722
	p	0,017*	0,652	0,042*

4.1.2 Eri maankäyttömuotojen osuuksien muutokset

Eri maankäyttömuodot kattavat keskimäärin hyvin erisuuruisia osuuksia tarkasteluvyöhykkeiden maapinta-aloista (Liite 8). Voimalinjojen peittämän alueen keskimääräinen osuus on vain 0,5 prosenttia kaikilla tarkasteluvyöhykkeillä ja -ajankohdilla, ja se edustaa pinta-alallisesti kaikista vähäisintä maankäyttöä. Harvennettu metsä tai taimikko -luokka taas kattaa keskimäärin noin 40 prosenttia vuonna 1965 ja vuosina 1984 ja 2002 vielä noin 15 prosenttia tarkasteluvyöhykkeiden maapinta-alasta.

Monen maankäyttöluokan kattama osuus näyttää pysyvän likimain samana eri tarkasteluvyöhykkeillä, vaikka eroja tarkasteluvyöhykekohtaisissa keskiarvoissa esiintyykin (Liite 8). Osa maankäyttöluokista sen sijaan näyttää esiintyvän pääosin vain lehtorajauksen ulkopuolella. Wilcoxonin merkkitestin mukaan tilastollisesti merkitsevä ero eri tarkasteluvyöhykkeiden välillä havaitaan pelto ja harvennettu metsä tai taimikko -maankäyttöluokkien kohdalla (Liite 9). Peltoa esiintyy vähemmän lehtorajauksen sisäpuolella kuin yli 50 metrin etäisyydellä lehtokohteesta kaikkien tarkasteluvuosien kohdalla. Harvennettua metsää tai taimikkoa puolestaan esiintyy vuonna 2002 vähemmän lehtorajauksen sisällä kuin yli 50 metrin etäisyydellä lehtoalueen reunasta sekä alle 50 metrin etäisyydellä lehtokohteen reunasta kuin 50–200 metrin etäisyydellä lehtoalueen reunasta. Muiden maankäyttöluokkien esiintyminen ei riipu tarkasteluvyöhykkeestä (Liite 9).

Joidenkin maankäyttöluokkien kohdalla näyttää olevan eroja eri tarkasteluvuosien välillä ja eroihin näyttää vaikuttavan tarkasteluvyöhyke (Liite 8). Etenkin harvennettu metsä tai taimikko -luokassa sekä maankäyttöluokissa kapea tie ja avohakkuu erot olivat tilastollisesti merkitseviä (Liite 9). Havaitut tilastollisesti merkitsevät erot havaitaan pääosin vuosien 1965–1984 ja 1965–2002 välillä, mikä vastaa myös silmämääräisen arvioinnin tulosta (Liite 8).

4.2 Lehtokasvillisuuden muuttuminen

Tutkimusalueiden lehtokohteilla esiintyneiden vaatelioiden putkilokasvilajien määrä oli vuonna 1982 11–17 ja vuonna 2003 tai 2004 9–18 kappaletta (Taulukko 9). Tiaisen myllyn lehdon vaatelioiden kasvilajien lukumäärä vuonna 2003 on epätarkka, sillä kohteella vuonna 1982 havaitusta lehtohorsmasta ei ole tarkkaa esiintymistietoa sen päädyttyä Välivaaran luokituksessa IV kategoriaan (Taulukko 5). Keskimäärin lehtokohteilla esiintyi vuonna 1982 13,2 (95 prosentin luottamusväli 10,8–15,5) ja vuonna 2003 tai 2004 13,5 (95 prosentin luottamusväli 10,1–16,9) vaateliasta putkilokasvilajia 37 listatusta lajista (Liite 7).

Taulukko 9. 1980-luvun inventoinnissa havaittujen kasvilajien kokonaislukumäärä kasvukortin 159 lajista, havaittujen vaatelioiden putkilokasvien lukumäärät 1980- ja 2000-lukujen inventoinneissa sekä maastokäyntien ajankohdat 1980- ja 2000-luvuilla.

Lehto	Maastokäynti 1980-luvulla	Lajimäärä 1982	Vaatelioiden putkilokasvien määrä 1982	Maastokäynti 2000-luvulla	Vaatelioiden putkilokasvien määrä 2003 (2004)
Mutalammen lehto	11.7.1982	66	17	25.6.2003, 22.8.2003	18
Mäyrämäen lehto	11.7.1982	44	13	25.6.2003	14
Nisulan puronvarsi-lehto	25.7.1982	53	11	22.6.2004	11
Rouvinmäen lehto	11.7.1982	57	13	25.6.2003	13
Tiaisen myllyn lehto	11.7.1982	43	11	25.6.2003	9*
Vuorilammen laskupuron lehto	30.7.1982	62	14	3.8.2004	16

* Tiaisen myllyn vaatelioiden putkilokasvien määrä vuonna 2003 sisältää oletuksen, että kohteella ei esiinny letohorsmaa.

Suurin osa lehtokohteiden vaateliasta putkilokasvilajeista säilyi samoina läpi tarkastelujakson, mutta myös lajien häviämisiä sekä ilmestymisiä tapahtui (Taulukko 10). Keskimäärin lehdoilta hävisi 1,3 ja lehdoille ilmestyi 1,8 vaateliasta putkilokasvilajia. Eroa näissä keskiarvoissa ei kuitenkaan voi pitää tilastollisesti merkitseväenä, sillä keskiarvojen 95 prosentin luottamusvälit asettuvat toistensa päälle.

Taulukko 10. Lehtokohteilla säilyneiden, niiltä hävinneiden ja niille ilmestyneiden vaatelioiden putkilokasvilajien lukumäärät lehtokohteittain. Viimeisellä rivillä on esitetty keskiarvo sekä 95 prosentin luottamusväli kullekin luokalle. Laskuissa ei ole mukana Tiaisen myllyn lehtohorsmaa.

Lehto	Lukumäärä		
	Säilyneet lajit	Hävinneet lajit	Ilmestyneet lajit
Mutalammen lehto	15	2	3
Mäyrämäen lehto	13	0	1
Nisulan puronvarsilehto	8	3	3
Rouvinmäen lehto	12	1	1
Tiaisen myllyn lehto	9	1	0
Vuorilammen laskupuron lehto	13	1	3
keskiarvo	11,7	1,3	1,8
95 % luottamusväli	(8,9-14,5)	(0,2-2,4)	(0,4-3,2)

Kaikkien kasvilajien kohdalla vastaavia tuloksia on turha esittää numeerisessa muodossa aineiston luonteen vuoksi. Sen sijaan listaus eri kasvilajien säilymisestä, ilmestymisestä ja häviämisestä lehtokohteilla tarjoaa mahdollisuuden tarkastella muutoksia juuri niiden lajien osalta, joista on luotettavaa tietoa (Liite 10). Kasvilajikohtainen listaus näyttää esimerkiksi, että kotkansiipi (*Matteuccia struthiopteris*) säilyi viidellä ja hävisi yhdeltä lehtokuvialta. Vastaavasti ojakellukka (*Geum rivale*) säilyi viidellä lehtokohteella ja ilmestyi tarkastelujakson aikana viimeisellekin tutkimuksessa mukana olleelle lehdolle.

Listauksen mukaan lehtokohteilta olisi hävinnyt yhteensä 12 eri kasvilajia, mutta tätä lukua ei voi pitää tarkkana aineiston rajoitteista johtuen. Listaukseen on kuitenkin otettu mukaan vain ne kasvilajit, joilta löytyy luotettava esiintymistieto. Näin ollen voidaan pitää todennäköisenä, ettei listatun 12 hävinneen lajin lisäksi

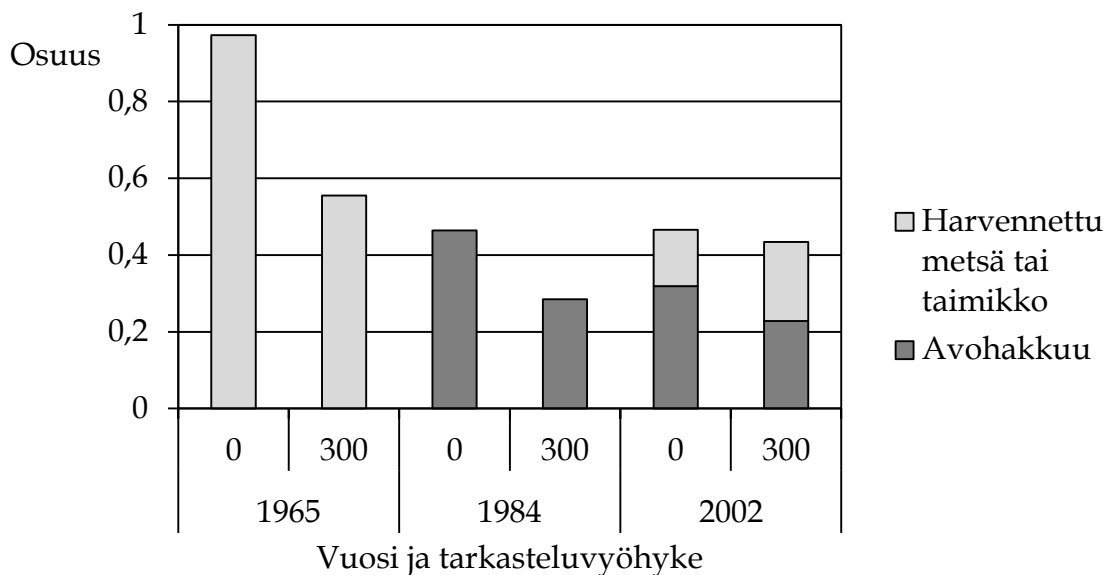
ole hävinnyt mitään muuta listattua lajia. Tilanne on vastaava myös säilyneiden lajien kohdalla (Liite 10).

Toisin kuin kaikille säilyneille ja hävinneille kasvilajeille, lehtokohteille ilmestyneille lajeille voi laskea keskimääräisen muutoksen: Tarkastelujakson aikana lehtokohteille ilmestyi keskimäärin 7,5 (95 prosentin luottamusväli 5,0–10,0) uutta kasvilajia. Tämän tuloksen kohdalla on tärkeää muistaa sen koskevan kaikkia kasvilajeja ja edustavan todellisuudessa ilmestyneiden lajien vähimmäismäärää. Yhteensä lehtokohteille ilmestyi aineiston mukaan 33 eri kasvilajia. Tyypillisin ilmestynyt laji on korpiorvokki (*Viola epipsila*), joka ilmestyi yhteensä viidelle lehtokuvialle. Suurin osa ilmestyneistä lajeista ilmaantui kuitenkin vain yhdelle lehtokuvialle (Liite 10).

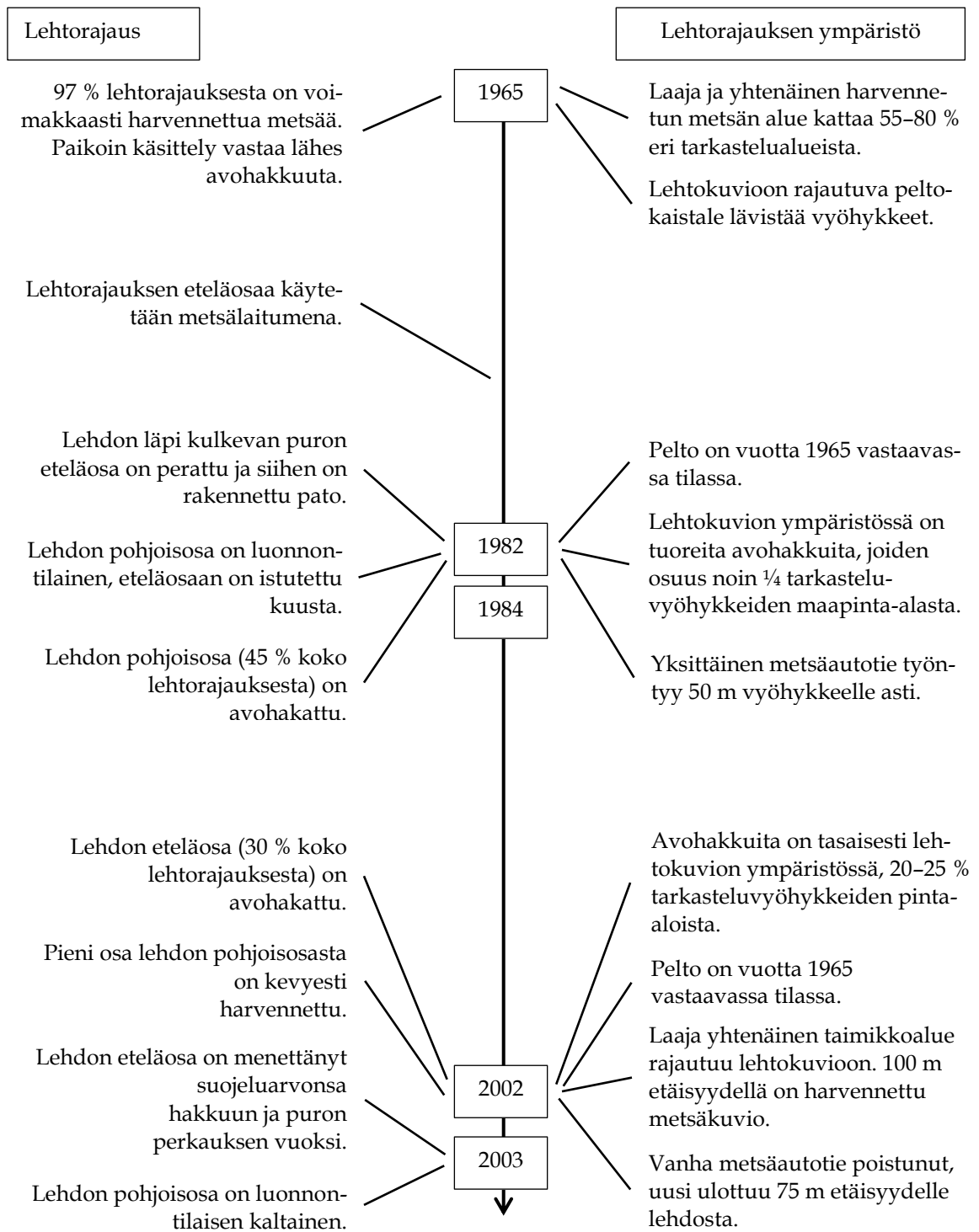
4.3 Lehtokohtaiset muutokset

4.3.1 Mutalammen lehto

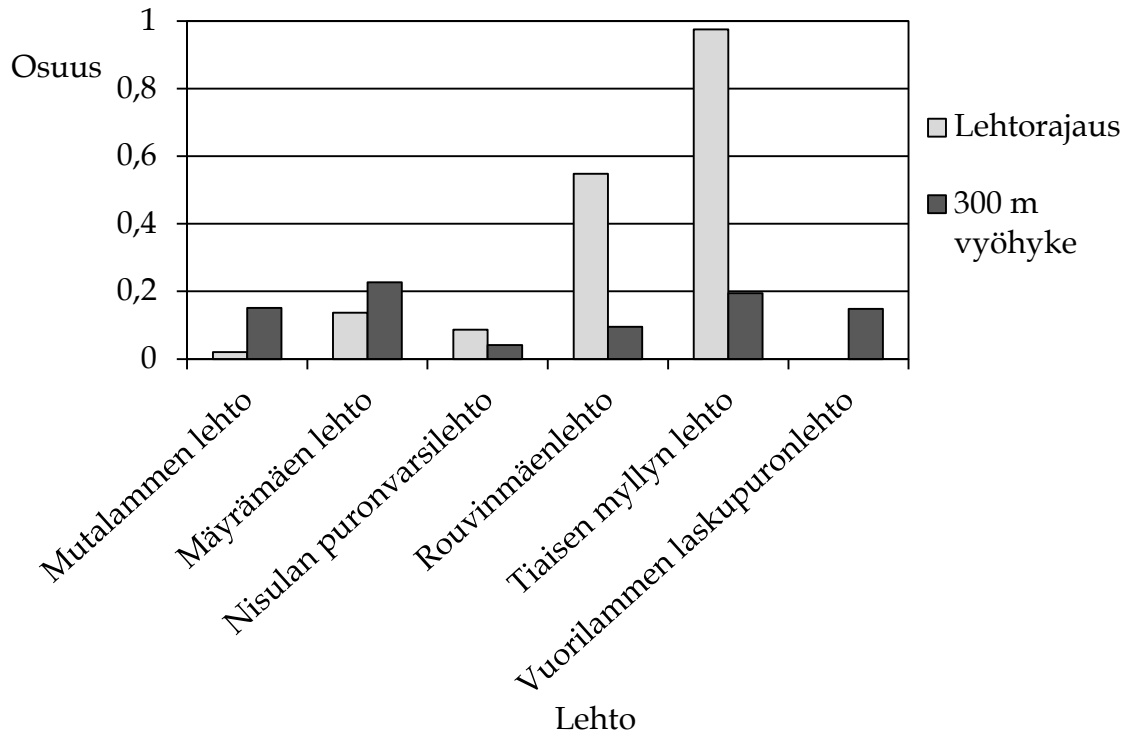
Mutalammen lehdon ympäristön pinta-alallisesti suurimmat muutokset liittyivät metsänkäsittelyyn. Vuonna 1965 metsä lähiympäristössä oli voimakkaasti harvennettua ja vuonna 1984 avohakkuu nousi keskeisimmäksi maankäyttömuodoksi. Metsänkäsittely ulottui kaikkina tarkasteluvuosina myös lehtokuvion sisälle (Kuva 3). Muita maankäyttöluokkia Mutalammen lehdon ympärillä olivat muun muassa pelto ja kapea tie (Kuva 4). Kaiken kaikkiaan Mutalammen lehdosta 2 prosenttia ja sen ympäristöstä 15 prosenttia on ollut ihmiskäytön ulkopuolella koko tarkastelujakson ajan 1965–2002 (Kuva 5).



Kuva 3. Mutalammen lehdon metsien käsittely tarkasteluvuosina. Kuvassa on esitetty harvennetun metsän tai taimikon sekä avohakkuun osuus lehtokuviolla (tarkasteluvyöhyke 0) ja 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä.



Kuva 4. Mutalammen lehdon ja sen ympäristön maankäyttö vuosina 1965–2003. Vuosiin 1965, 1984 ja 2002 viittaavat tiedot ovat peräisin ilmakuvatarkastelusta. Vuoteen 1982 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen lehtoalueselvityksestä ja inventointien maastolomakkeista. Vuoteen 2003 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisusta (Välivaara 2007).



Kuva 5. Koko tarkasteluajan ihmiskäytön ulkopuolella olleiden alueiden osuudet maapinta-alasta 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä ja lehtorajauksen sisällä lehtokohteittain. Osuuksien keskiarvo lehtorajauksen sisällä on 0,29 (95 % luottamusväli -0,11–0,70) ja 300 metrin vyöhykkeellä 0,14 (95 % luottamusväli 0,07–0,21).

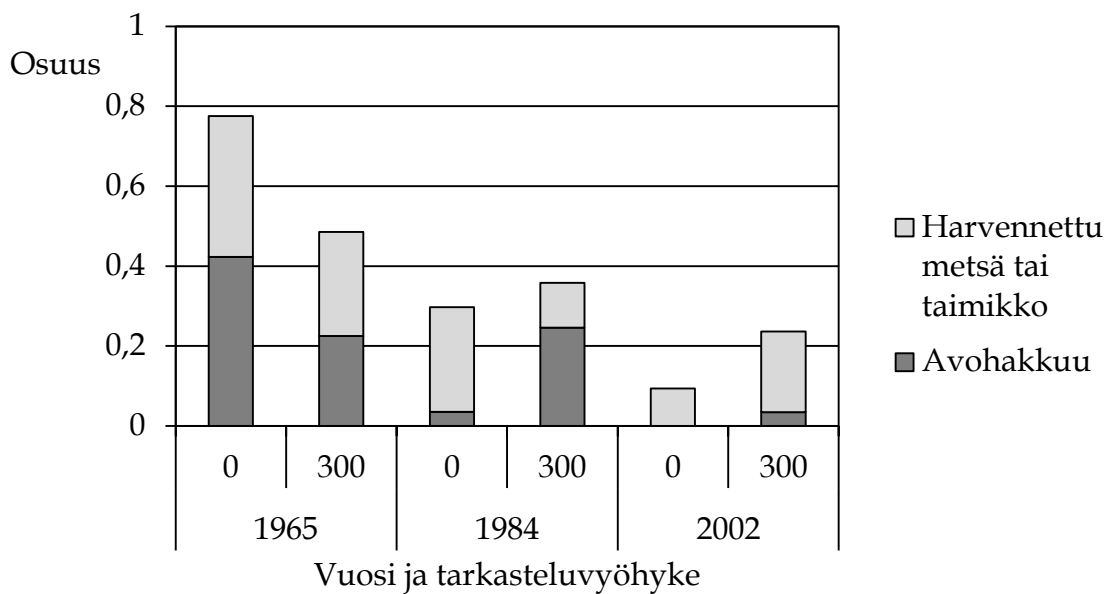
Vuonna 1982 Mutalammen lehdon pensaskerrosta kuvataan runsaaksi. Valtalajeina olivat näsiä (*Daphne mezereum*) ja lehtokuusama (*Lonicera xylosteum*). Musta- ja punaherukkaa (*Ribes nigrum* ja *spicatum*) sekä metsäruusua tavataan harvinaisempana. Lehdossa tavataan runsaasti saniaisia ja myös muu kenttäkerroksen kasvillisuus on monipuolista (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Myös vuonna 2003 lehdon kasvilajisto todettiin monipuoliseksi ja vaateliaaksi. Huomiota kiinnitetään tosin myös siihen, että lehdon eteläosa on kärsinyt metsätalouden seurauksena ja suurin osa lehtolajeista sijaitsee lehdon pohjoisosassa (Välivaara 2007). Vaateliaista putkilokasvilajeista lehdestä on hävinnyt muun muassa mustaherukka ja sinne on ilmestynyt vuorijalava (Taulukko 11).

Taulukko 11. Mutalammen lehdosta hävinneet ja sinne ilmestyneet kasvilajit, sekä tiedossa oleva lajien runsaus havaintohetkellä asteikolla 1–5. Vaateliaat putkilokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

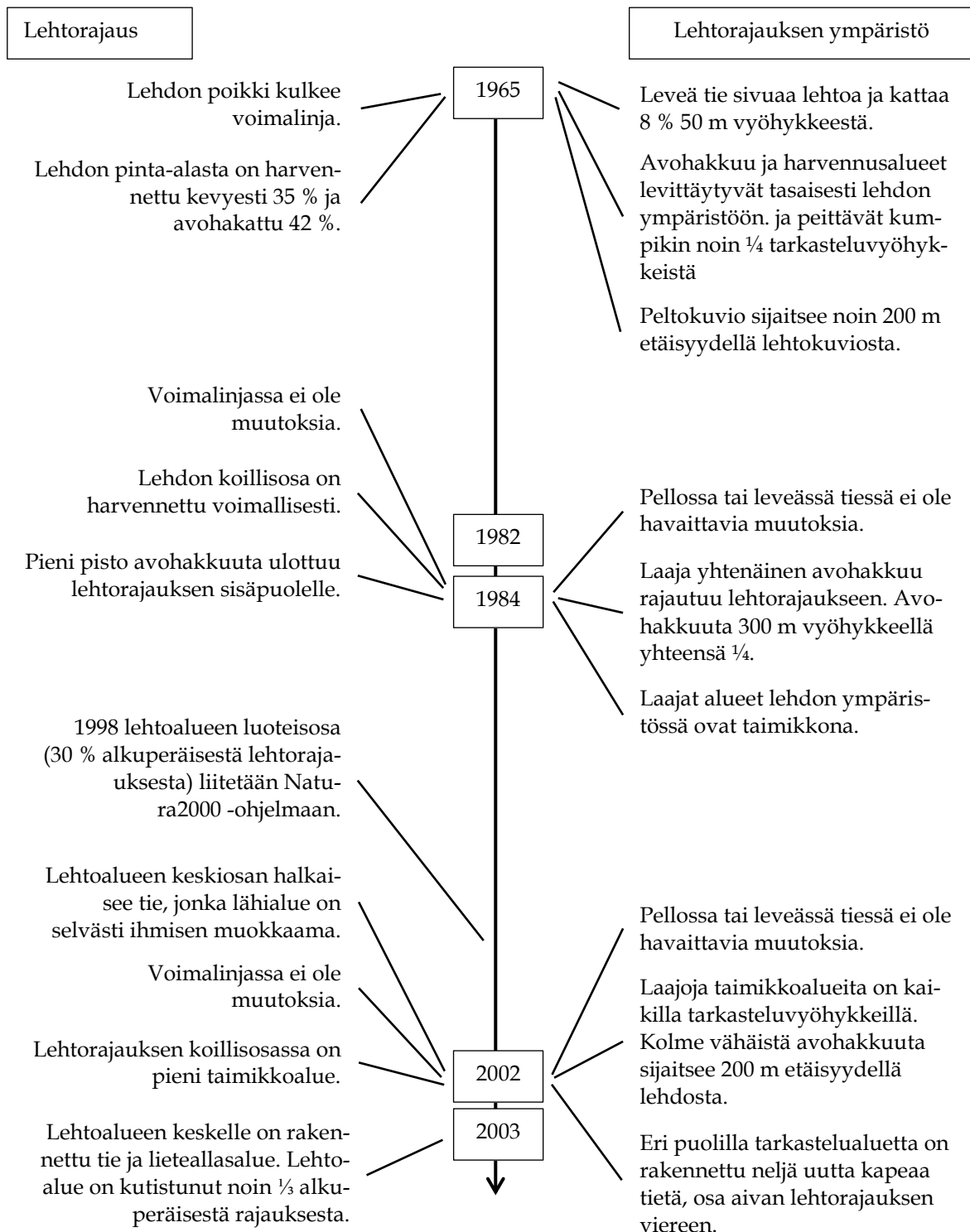
Muutos	Laji		Runsaus
Hävinnyt	mustaherukka*	<i>Ribes nigrum</i>	2
	koiranvehnä*	<i>Elymys caninus</i>	1
	maariankämme	<i>Dactylorhiza maculata</i>	1
	kevätlinnunherne	<i>Lathyrus vernus</i>	2
	valkolehdokki	<i>Platanthera bifolia</i>	1
Ilmestynyt	harmaaleppä	<i>Alnus incana</i>	
	vuorijalava*	<i>Ulmus glabra</i>	
	metsäkorte	<i>Equisetum sylvaticum</i>	
	sananjalka	<i>Pteridium aquilinum</i>	
	corpikaisla	<i>Scirpus sylvaticum</i>	
	karhunputki	<i>Angelica sylvestris</i>	
	letohorsma*	<i>Epilobium montanum</i>	
	leskenlehti	<i>Tussilago farfara</i>	
	rohtotädyke	<i>Veronica officinalis</i>	
	kaiheorvokki*	<i>Viola selkirkii</i>	3

4.3.2 Mäyrämäen lehto

Pinta-alallisesti suurimmat muutokset Mäyrämäen lehdon ympäristössä tapahtuivat metsänkäsitteilyä kuvaavissa maankäyttöluokissa (Kuva 6). Mäyrämäen lehtoa reunustavan leveän tien sijainnissa tai pinta-alassa ei tapahtunut muutoksia 1984–2002. Myös lehdon läpi kulkeva voimalinja sekä noin 100 metrin päähän lehtokuvioista rajoittuva pelto pysyivät muuttumattomina koko tarkastelujakson ajan (Kuva 7).



Kuva 6 Mäyrämäen lehdon metsienkäsitteily tarkasteluvuosina. Kuvassa on esitetty harvennetun metsän tai taimikon sekä avohakkuun osuus lehtokuvioilla (tarkasteluvyöhyke 0) ja 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä.



Kuva 7. Mäyrämäen lehdon ja sen ympäristön maankäyttö vuosina 1965–2003. Vuosiin 1965, 1984 ja 2002 viittaavat tiedot ovat peräisin ilmakuvatarkastelusta. Vuoteen 1982 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen lehtoalueselvityksestä ja inventointien maastolomakkeista. Vuoteen 2003 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisusta (Välivaara 2007).

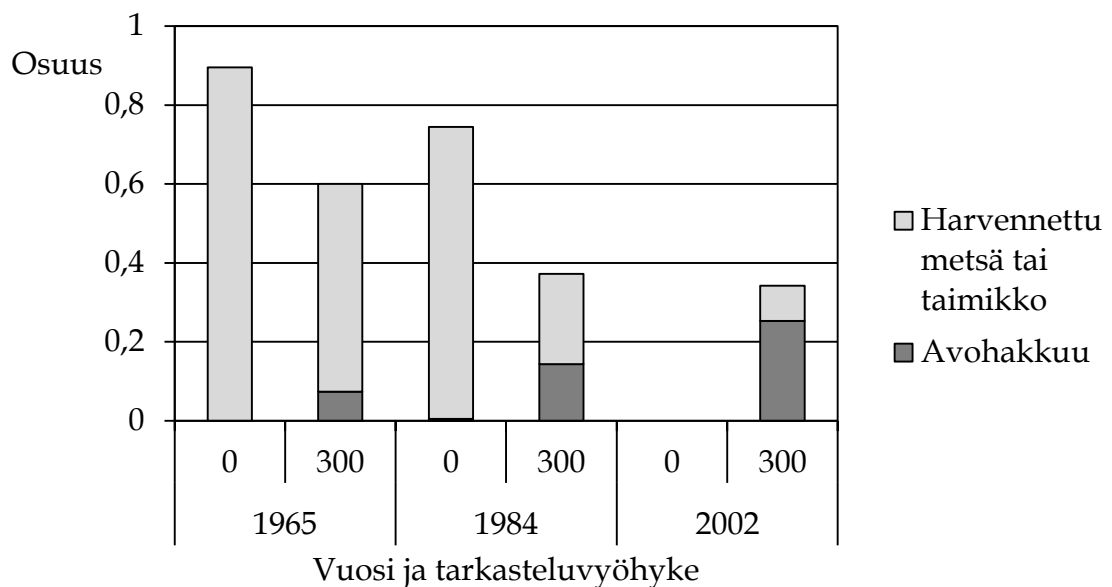
Mäyrämäen lehdon pensaskerrosta kuvataan vuoden 1982 lähteissä peittäväksi. Valtalajeina ovat muun muassa vadelma ja lehtokuusama. Kenttäkerroksessa puolestaan esiintyy runsaasti tyypillisiä lehtolajeja, kuten koiranvehnää ja tesmaa (*Milium effusum*) (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Vuonna 2003 lehtokasvillisuusalue on supistunut huomattavasti eikä lehdon läpi kulkevan tien koillispuolta pidetä enää lehtona. Luonnontilaisena säilyneessä lounaisosassa lehtokasvillisuus on kuitenkin runsasta ja edustavaa (Välivaara 2007). Tarkastelujakson aikana Mäyrämäen lehdosta hävisi sudenmarja (*Paris quadrifolia*) ja sinne ilmestyi muun muassa lehtoarho (Taulukko 12).

Taulukko 12. Mäyrämäen lehdosta hävinneet ja sinne ilmestyneet kasvilajit, sekä tiedossa oleva lajien runsaus havaintohetkellä asteikolla 1–5. Vaateliaat putkilokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

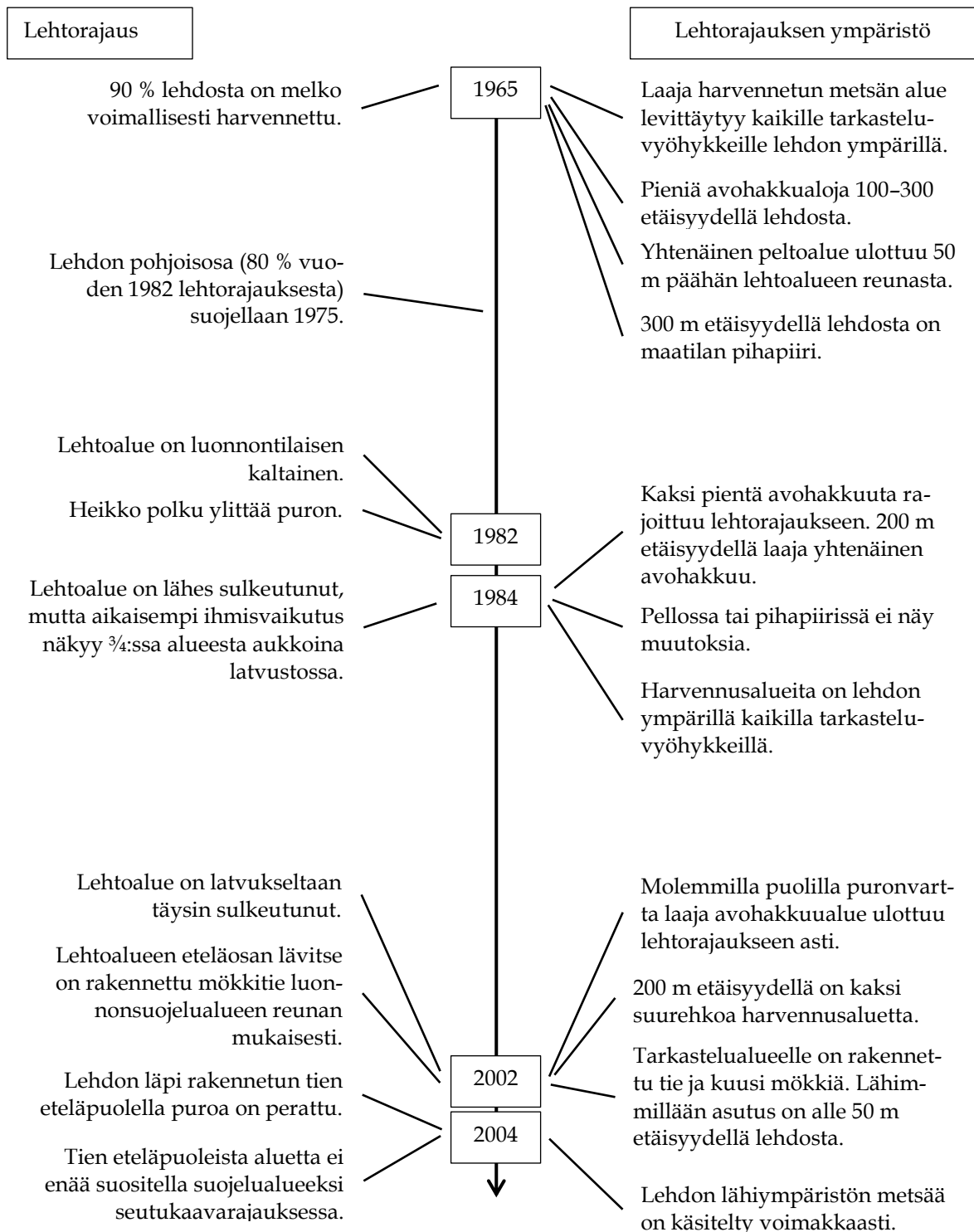
Muutos	Laji		Runsaus
Hävinnyt	sudenmarja	<i>Paris quadrifolia</i>	2
Ilmestynyt	raita	<i>Salix caprea</i>	
	metsäalvejuuri	<i>Dryopteris carthusiana</i>	
	korpikaisla	<i>Scirpus sylvaticum</i>	
	koiranputki	<i>Anthriscus sylvestris</i>	
	metsämansikka	<i>Fragaria vesca</i>	
	lehtoarho*	<i>Moehringia trinervia</i>	
	korpiorvokki	<i>Viola epipsila</i>	

4.3.3 Nisulan puronvarsilehto

Vuonna 1965 suuri osa Nisulan puronvarsilehdon lehtorajauksesta ja sen ympäristöstä oli voimakkaasti harvennettu (Kuva 8). Myös vuonna 1984 suuri osa lehtoalueesta on merkitty maankäyttöluokkaan harvennettu metsä tai taimikko. Tämä ei kuitenkaan kerro jatkuneesta aktiivisesta metsänkäsittelystä vaan siitä, että aikaisempien käsittelyjen jäljet eivät ole vielä ehtineet peittyä. 2000-luvulle tultaessa koko lehtorajaus on hyvin sulkeutunut, mutta aivan sen vieressä levittäytyy kaksi laajaa avohakkuualueutta (Kuva 9, Liite 6).



Kuva 8. Nisulan puronvarsilehdon metsien käsittely tarkasteluvuosina. Kuvassa on esitetty harvennetun metsän tai taimikon sekä avohakkuun osuus lehtokuvilla (tarkasteluvyöhyke 0) ja 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä.



Kuva 9. Nisulan puronvarsilehdon ja sen ympäristön maankäyttö vuosina 1965–2004. Vuosiin 1965, 1984 ja 2002 viittaavat tiedot ovat peräisin ilmakuvatarkastelusta. Vuoteen 1982 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen lehtoalueselvityksestä ja inventointien maastolomakkeista. Vuoteen 2004 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisusta (Väliavaara 2007).

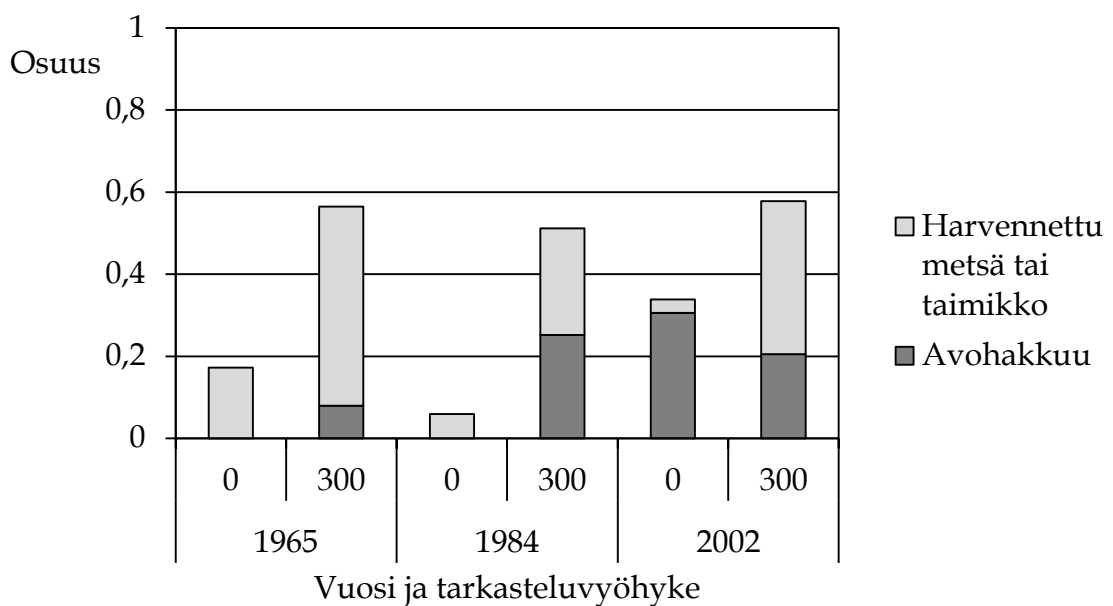
Vuonna 1982 Nisulan puronvarsilehdon kenttäkerros oli monipuolinen ja vaateliaas. Kenttäkerrosta hallitsevat laajat saniaskasvustot. Sen sijaan lehtopensaat puuttuvat kokonaan (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Myös vuoden 2004 maastotutkimuksessa päädyttiin samaan arvioon kenttä- ja pensaskerroksen laadusta (Välivaara 2007). Lehdosta on hävinnyt tarkasteluaikana kolme vaateliasta putkilokasvilajia (Taulukko 13). Yhtenä kasvillisuusmuutoksena voidaan pitää myös vuonna 2004 maastoselvityksessä tehtyä havaintoa lehdon kuusittumisesta (Välivaara 2007).

Taulukko 13. Nisulan puronvarsilehdosta hävinneet ja sinne ilmestyneet kasvilajit, sekä tiedossa oleva lajien runsaus havaintohetkellä asteikolla 1–5. Vaateliaat putki-
lokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

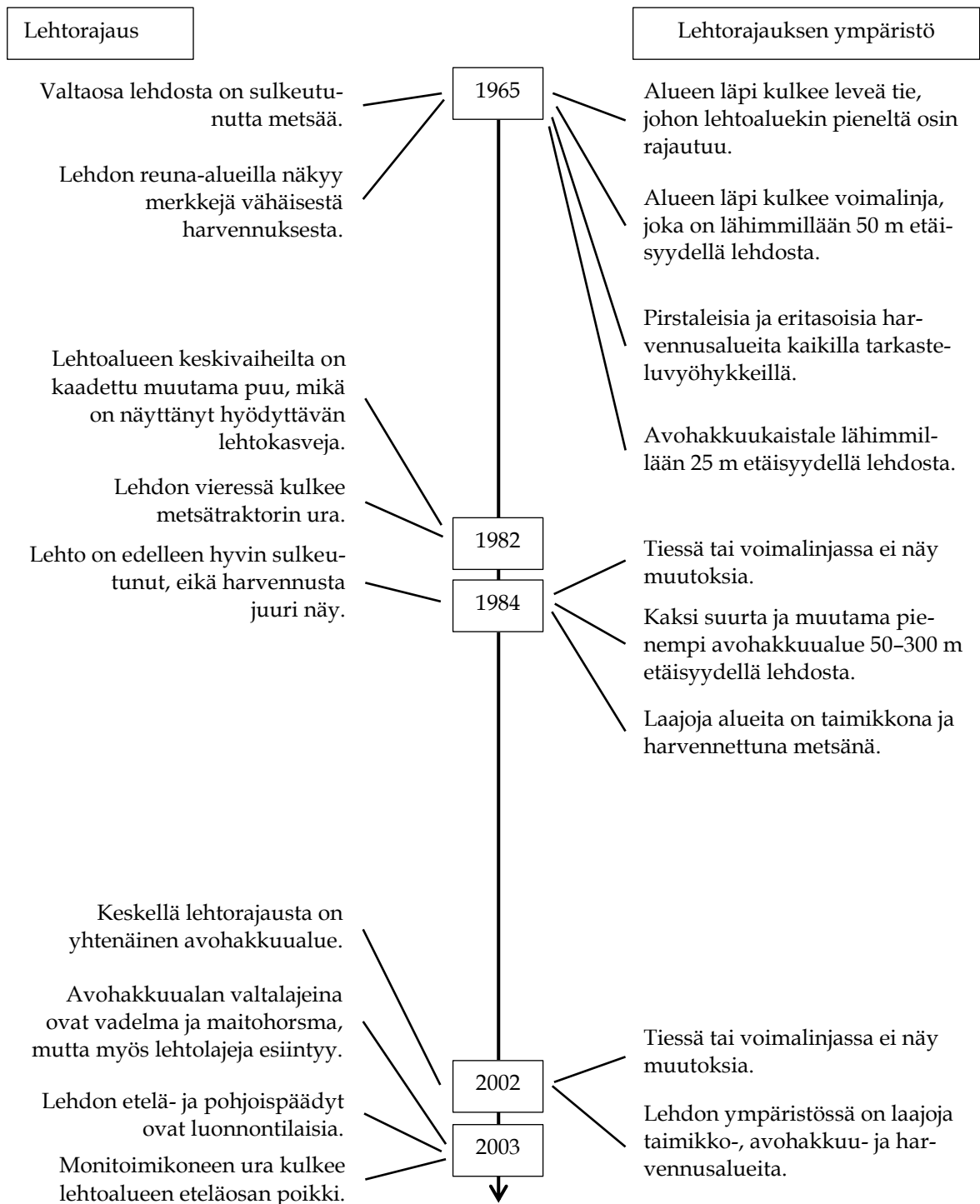
Muutos	Laji		Runsaus
Hävinnyt	metsäruusu*	<i>Rosa majalis</i>	1
	lehtopähkämö*	<i>Stachys sylvatica</i>	1
	lehto-orvokki*	<i>Viola mirabilis</i>	1
Ilmestynyt	vaahtera*	<i>Acer platanoides</i>	
	kivikkoalvejuuri	<i>Dryopteris filix-mas</i>	
	lehtokorte*	<i>Equisetum pratense</i>	3
	sormisara	<i>Carex digita</i>	
	kalvassara	<i>Carex pallascens</i>	
	korpisorsimo	<i>Glyceria lithuanica</i>	2
	tesma*	<i>Milium effusum</i>	3
	suokeltto	<i>Crepis paludosa</i>	4
	ojakellukka	<i>Geum rivale</i>	
	korpiorvokki	<i>Viola epipsila</i>	

4.3.4 Rouvinmäen lehto

Rouvinmäen lehtokuviolla ei näy merkittävää metsänkäsittelyä vuosina 1965–1984, mutta 2000-luvun alussa $\frac{1}{3}$ lehdon pinta-alasta avohakattiin. Lehdon ympäristössä metsätalouden käytössä oleva pinta-ala pysyy läpi tarkastelun likimain samana – käsittelymuodot vain vaihtelevat harvennuksen, avohakkuun ja taimikon välillä (Kuva 10). Muita maankäyttömuotoja lehdon lähellä ovat voimalinja ja leveä tie, mutta näiden pinta-aloissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia vuosien aikana (Kuva 11).



Kuva 10. Rouvinmäen lehdon metsienkäsittely tarkasteluvuosina. Kuvassa on esitetty harvennetun metsän tai taimikon sekä avohakkuun osuus lehtokuviolla (tarkasteluvyöhyke 0) ja 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä.



Kuva 11. Rouvinmäen lehdon ja sen ympäristön maankäyttö vuosina 1965–2004. Vuosiin 1965, 1984 ja 2002 viittaavat tiedot ovat peräisin ilmakuvatarkastelusta. Vuoteen 1982 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen lehtoalueselvityksestä ja inventointien maastolomakkeista. Vuoteen 2004 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisusta (Välivaara 2007).

Rouvinmäen kenttäkerros sisälsi vuonna 1982 runsaasti eri lehtolajeja, muun muassa saniaisia ja erilaisia lehtoruohoja. Pensaskerros ei puolestaan ollut yhtä edustava, vaikka alueella esiintyikin muun muassa metsäruusua (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982). Edelleen vuonna 2003 lajistoa kuvataan edustavaksi, vaikka kohteen luontoarvo onkin avohakkuun takia vähentynyt (Välivaara 2007). Kasvitietojen perusteella alueelta on hävinnyt näsiä (Taulukko 14).

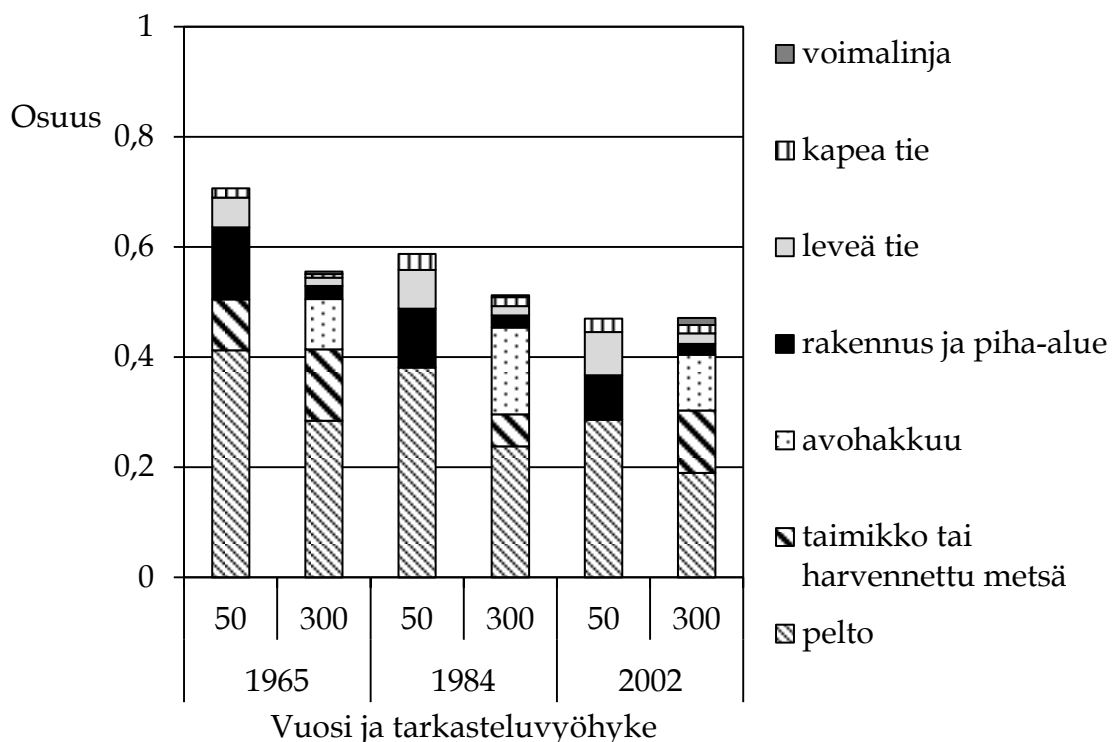
Taulukko 14. Rouvinmäen lehdosta hävinneet ja sinne ilmestyneet kasvilajit, sekä tiedossa oleva lajien runsaus havaintohetkellä asteikolla 1–5. Vaateliaat putkilokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

Muutos	Laji		Runsasus
Hävinnyt	näsiä*	<i>Daphne mezereum</i>	1
Ilmestynyt	harmaaleppä	<i>Alnus incana</i>	
	rauduskoivu	<i>Betula pendula</i>	
	haapa	<i>Populus tremula</i>	
	corpikaisla	<i>Scirpus sylvaticum</i>	
	valkolehdokki	<i>Platanthera bifolia</i>	
	nokkonen	<i>Urtica dioica</i>	
	corpiorvokki	<i>Viola epipsila</i>	
	kaiheorvokki*	<i>Viola selkirkii</i>	2

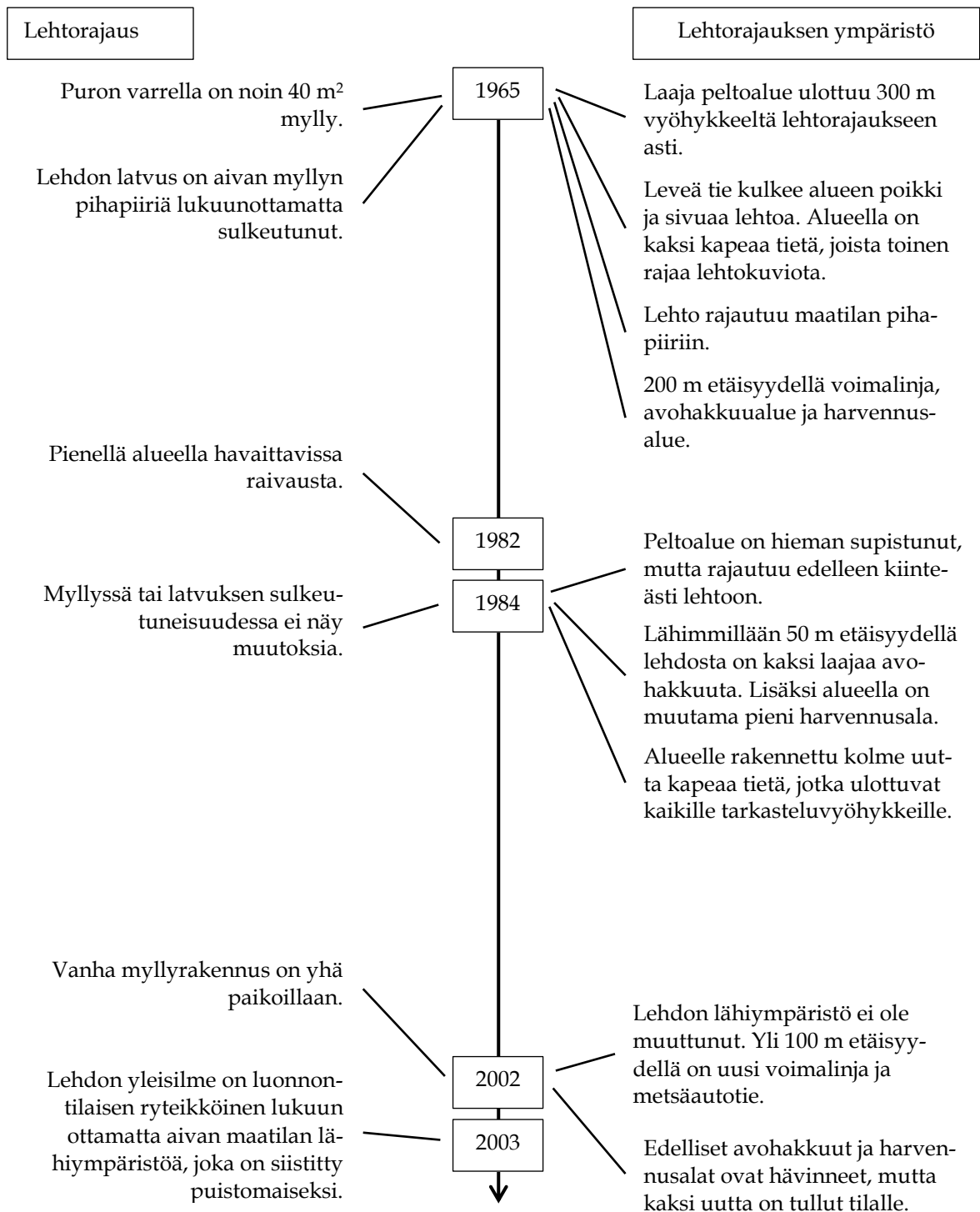
4.3.5 Tiaisen myllyn lehto

Lehtoa ympäröivällä alueella merkittävin maankäyttömuoto oli vuonna 1965 pelto, joka kattaa 50 metrin tarkasteluvyöhykkeestä yli 40 prosenttia (Kuva 12). Ilmakuvatarkastelun perusteella keskeisimmät maankäytön elementit pysyivät 50 metrin tarkasteluvyöhykkeellä melko muuttumattomana läpi tarkasteluajan, vaikka maankäyttömuotojen pinta-aloissa tapahtuikin muutoksia. Kauempana lehdestä maankäytön muutos näkyy selvemmin. Ennen kaikkea kapeat tiet ovat lisääntyneet alueella, vaikka pinta-alallisesti niiden osuus ei nouse merkittäväksi. Lehdon ympäristön metsää käsiteltiin läpi tarkasteluajan, mutta pinta-alallisesti suuria eroja eri vuosien välillä ei ole (Kuva 12).

Tiaisen myllyn lehdon keskellä virtaavan puron varrella on vanha mylly, mutta mitään muuta ihmiskäyttöön viittaavaa ei ilmakuviissa näy. Kirjalliset lähteet kertovat kuitenkin vähäisestä raivauksesta vuosina 1982 ja 2003 (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982, Väливаara 2007). Kokonaisuutena Tiaisen myllyn lehto on pysynyt ilmakuvioiden perusteella hyvin muuttumattomana (Kuva 13).



Kuva 12. Tiaisen myllyn lehdon ympäristön maankäyttö tarkasteluvuosina. Kuvaaja esittää kaikkien havaittujen maankäyttömuotojen suhteellisen osuuden 50 ja 300 metrin tarkasteluvyöhykkeen maapinta-alasta.



Kuva 13. Tiaisen myllyn lehdon ja sen ympäristön maankäyttö vuosina 1965–2003. Vuosiin 1965, 1984 ja 2002 viittaavat tiedot ovat peräisin ilmakuvatarkastelusta. Vuoteen 1982 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen lehtoalueselvityksestä ja inventointien maastolomakkeista. Vuoteen 2003 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi -julkaisusta (Välivaara 2007).

Tiaisen myllyn lehdon kasvillisuutta kuvataan vuonna 1982 ryteikköiseksi ja reheväksi. Lehdon pieneen pinta-alaan nähden lehdossa tavataan melko runsaasti lehtokasvilajeja, muun muassa lehtokuusamaa ja punaherukkaa. Edelleen vuonna 2003 lehto on pääosin säilyttänyt ryteikköisen olemuksensa ja luontoarvonsa. Tiaisen myllyn lehdon kasvistosta on kuitenkin hävinnyt tarkasteluaikana kotkansiipi (Taulukko 15).

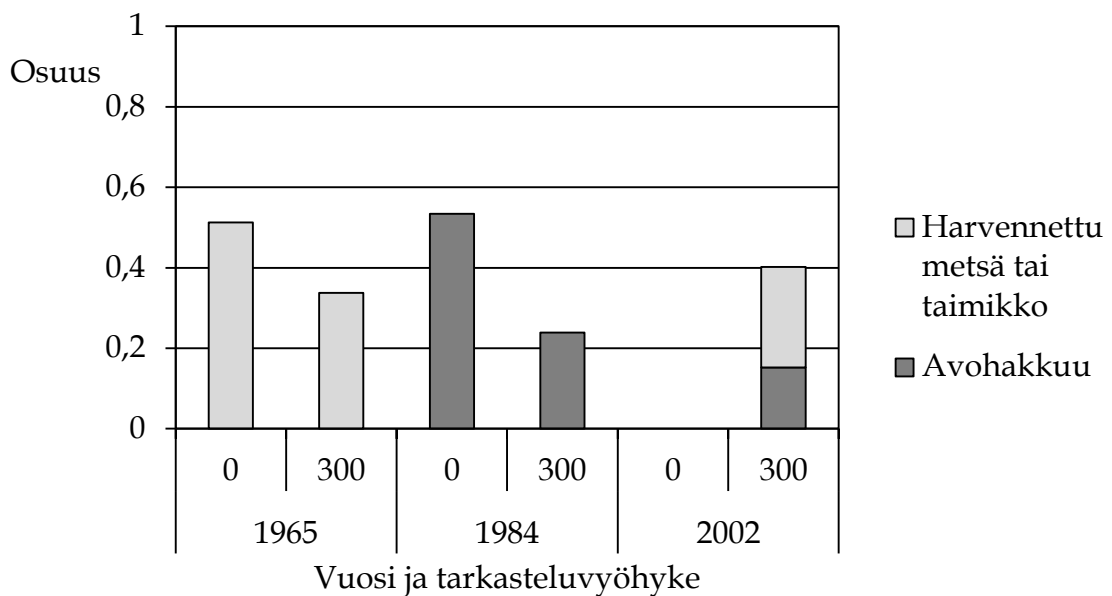
Taulukko 15. Tiaisen myllyn lehdosta hävinneet ja sinne ilmestyneet kasvilajit, sekä tiedossa oleva lajien runsaus havaintohetkellä asteikolla 1–5. Vaateliaat putkilokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

Muutos	Laji		Runsaus
Hävinnyt	kotkansiipi*	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	2
Ilmestynyt	kivikkoalvejuuri	<i>Dryopteris filix-mas</i>	
	metsäkorte	<i>Equisetum sylvaticum</i>	
	kevätlinnunherne	<i>Lathyrus vernus</i>	
	korpiorvokki	<i>Viola epipsila</i>	

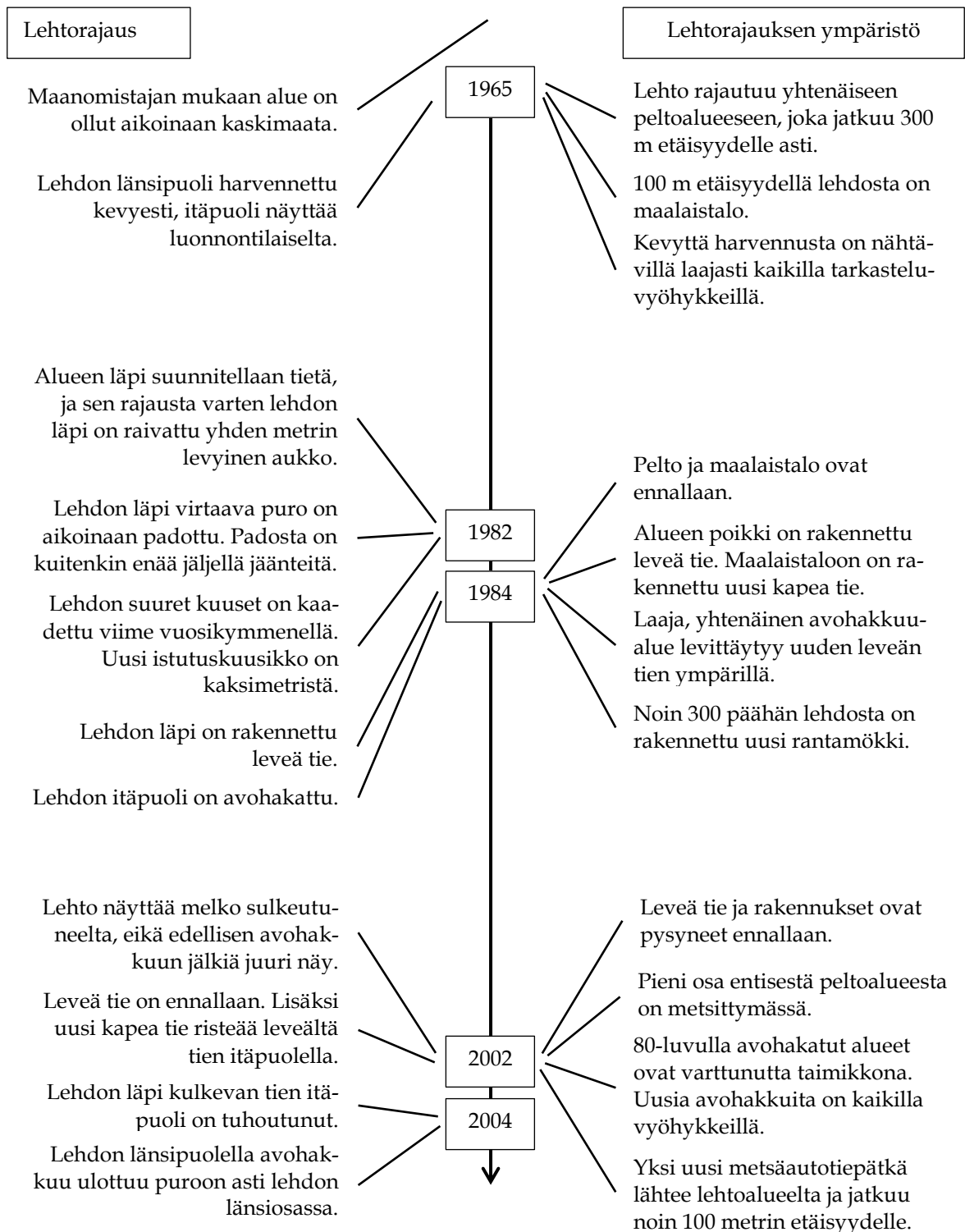
4.3.6 Vuorilammen laskupuron lehto

Vuorilammen laskupuron lehdon ja sen ympäristön maankäytönmuutokset keskittyvät metsätalouteen sekä leveän tien rakentamiseen lehdon ja koko tarkastelualueen läpi (Kuvat 14 ja 15). Lehtoalueen länsiosasta kaadettiin suuret kuuset pois ilmakuvien perusteella 1960-luvulla, mutta koko tarkastelualueella ei näy ainuttakaan avohakkuuta. 1982–1984 tarkastelualueen keskelle tehtiin laaja avohakkuu, joka peitti myös osan lehtorajauksesta.

Lehdon läpi rakennettiin leveä tie 1983–1984, mikä oli tiedossa jo ensimmäisen kasvillisuusinventoinnin aikana 1982 (Kuva 15). Tällöin tien rajauksen muuttamisesta käytiin neuvotteluja, mutta tuloksetta. Vuonna 2004 Välivaara totesi lehdon itäosan kärsineen suuresti tien rakentamisesta.



Kuva 14. Vuorilammen laskupuron lehdon metsienkäsittely tarkasteluvuosina. Kuvassa on esitetty harvennetun metsän tai taimikon sekä avohakkuun osuus lehtokuvilla (tarkasteluvyöhyke 0) ja 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä.



Kuva 15. Vuorilammen laskupuron lehdon ja sen ympäristön maankäyttö vuosina 1965–2004. Vuosiin 1965, 1984 ja 2002 viittaavat tiedot ovat peräisin ilmakuvatarkastelusta. Vuoteen 1982 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen lehtoalueselvityksestä ja inventointien maastolomakkeista. Vuoteen 2004 viittaavat tiedot ovat Keski-Suomen liiton Seutukaavan suojelun alueiden nykytilan inventointi -julkaisusta (Väliavaara 2007).

Vuorilammen laskupuron lehdon kasvillisuutta kuvataan 1982 poikkeuksellisen reheväksi ja monilajiseksi. Myös vuonna 2004 maastoinventointi päättyi samaan tulokseen, vaikka lehdon itäosassa kasvaa enää yksittäisiä lehtolajeja. Koko lehtoalueelta hävisi tarkasteluaikana lehtoarho (Taulukko 16).

Taulukko 16. Vuorilammen laskupuron lehdosta hävinneet ja sinne ilmestyneet kasvilajit, sekä tiedossa oleva lajien runsaus havaintohetkellä asteikolla 1–5. Vaate-
liaat putkilokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

Muutos	Laji		Runsas
Hävinnyt	lehtoarho*	<i>Moehringia trinervia</i>	1
Ilmestynyt	mustaherukka*	<i>Ribes nigrum</i>	1
	punaherukka*	<i>Ribes spicatum</i>	1
	raita	<i>Salix caprea</i>	
	hajuheinä*	<i>Cinna latifolia</i>	
	korpisorsimo	<i>Glyceria lithuanica</i>	
	valkolehdokki	<i>Platanthera bifolia</i>	

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Ihmiskäytössä olevan maa-alan osuus

Lehtokuvioiden ympäristön kokonaismaankäytössä on tapahtunut tarkastelujakson aikana selvä muutos (Kuva 2, Taulukko 7). Vuosina 1965 ja 1984 ihmistoiminta levittyi likimain tasaisesti lehtokuvioille ja niiden lähiympäristöön, mutta vuonna 2002 ihmistoiminta näyttää karttaneen lehtokuvioita. Havainto on myös tilastollisesti merkitsevä: vuonna 1965 ero havaitaan vain 100 metrin ja 200 metrin sekä 100 metrin ja 300 metrin vyöhykkeiden välillä, kun taas vuonna 2002 ihmistoiminnan alainen keskimääräinen pinta-ala oli merkitsevästi suurempaa yli 50 metrin etäisyydellä lehtorajauksesta kuin lehtorajauksen sisällä.

Muutos näkyy myös maankäytön kokonaispinta-alassa (Kuva 2, Taulukko 8). 1960-luvulla ihmistoiminta kattoi keskimäärin yli puolet, 1980-luvulla reilun kolmanneksen ja 2000-luvun alussa 17 prosenttia lehtokuvioiden pinta-alasta. Tilastollisesti merkitseviä eroja tarkasteluvuosien välillä ei kuitenkaan havaittu lehtoalueiden välisen suuren vaihtelun vuoksi. Sen sijaan tilastollisesti merkitsevät erot osoittavat, että ihmiskäytössä oleva pinta-ala on vähentynyt vuosina 1965–1984 ja 1965–2002 kaikilla lehtokuvioiden ulkopuolisilla tarkasteluvyöhykkeillä. Muutos ihmistoiminnassa on siis tapahtunut pääosin vuosien 1965 ja 1984 välisenä aikana, sillä verrattaessa vuosia 1984 ja 2002 ihmiskäytössä olevan maan määrässä ei ole havaittavissa eroa.

Niputettaessa kaikki ihmistoiminta yhteen hukataan paljon tietoa, sillä yksittäisen luvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä ihmisvaikutuksen luonteesta. Esimerkiksi syitä ihmistoiminnan vähenemiselle tarkasteluvuosien aikana on turhaa tarkastella ilman tietoa maankäyttöluokkakohtaisista muutoksista. Tarkastelukulma voidaan kuitenkin kääntää ympäri: alueet, joissa ihmistoiminta ei näy, olivat sulkeutunutta metsää tai muuta luonnonympäristöä. Näin ollen luonnontilaisen kaltaisen alueen määrän voidaan todeta lisääntyneen vuodesta 1965 vuosiin 1984 ja 2002 lehtokuvioiden ulkopuolella. Lisäksi luonnontilaisen kaltainen ympä-

ristö oli yleisempää lehtokuviolla ja aivan sen lähiympäristössä kuin kauempana lehtokuvioista vuonna 2002. Havainto on yhtenevä esimerkiksi Löfmanin ja Koukin (2001) tutkimukseen, jossa sulkeutuneen metsän määrän havaittiin kasvavan vuosista 1969–1974 vuosiin 1991–1997 metsäkuviolla ympäri Suomea.

Luonnontilaisen ympäristön määrä ja siinä tapahtuneet muutokset eivät kerro maankäytön aiheuttamasta ympäristömuutoksesta paljoakaan. Keskeinen kysymys on, millaista luonnontilaisen kaltainen ympäristö oli ja oliko sitä riittävästi. Kysymyksiin ei ole tyhjentäviä vastausta, sillä käytettävissä olevat tiedot eivät anna tarpeeksi tarkkaa kuvaa luonnontilaisen kaltaisten alueiden ominaisuuksista.

Yhden näkökulman luonnontilaisen kaltaisten alueiden laatuun tuo tieto niiden alueiden määrästä, joilla ihmisvaikutus ei näy koko tarkastelujakson aikana (Kuva 5). Nämä alueet olivat pääosin järvien rantoja tai laskennallisesti vuonna 2002 vähintään 60-vuotiasta metsää, joilla ei ollut harjoitettu näkyvää metsätaloutta mihään tarkasteluajankohtana. Esimerkiksi vuonna 2002 koko tarkastelualueella olevasta luonnontilaisesta alueesta keskimäärin 70 prosentilla oli ollut nähtävissä ihmistoimintaa enintään 37 vuotta aikaisemmin.

Luonnontilaisen kaltaisessakin ympäristössä ihmistoiminta oli siis ollut aikaisemmin laajasti läsnä. Toisin sanoen luonnontilaisen kaltaisten alueiden ei voi olettaa olleen erityisen luonnontilaisia, vaan ne edustivat pääosin vain metsän sulkeutunutta sukkessiovaihetta. Tämä havainto auttaa pääättelemään luonnontilaisen kaltaisten alueiden todellista luonnetta, mutta ei vastaa kysymykseen sen määrästä. Varttuneen metsän määrän riittävyys on kiinteästi sidoksissa tarkastelunkohteeksi valittavaan eliölajiin tai -ryhmään (Ricklefs & Miller 2000, Söderman 2003). Varttunut metsä voi toimia elinympäristölaikkuna tai ekologisena käytävänä monelle eläinlajille (Siitonen & Hanski 2004), mutta tarkasteltaessa asiaa nimenomaan lehtoihin erikoistuneiden eläin- ja kasvilajien kannalta, ei vastaavaa hyötyä todennäköisesti havaita (Tonteri ym. 2008).

Sen sijaan varttuneen metsän tuoma suoja reunavaikutusta ja pienilmaston muutoksia vastaan voi säilyttää ja jopa parantaa itse lehtoalueella vallitsevia elinympä-

ristöolosuhteita (Kuuluvainen ym. 2004a). Keski-Suomen lehtoalueselvityksessä (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982) todetaan: ”Lehtojen suojelemisen kannalta rajaukset ovat liian tiukkoja. Säilyäkseen muuttumattomina on suojeltavalla lehdolla oltava suojavyyhyke, joka ulottuu reilusti muun kasvillisuuden puolelle. Suojeltava lehtoalue tulisi rajata niin laajana, etteivät sen vesitalous, valaistus, pienilmasto yms. tekijät pääse muuttumaan ympäristön muuttuessa.” Lehdon ympärille levittyvä sulkeutunut metsä on voinut toimia esitettynä suojavyyhykkeenä ja tällöin luonnontilaisen kaltaisen alueen lisääntyminen aivan lehtorajauksen ympärillä voidaan katsoa positiiviseksi asiaksi. Luonnontilaisen kaltainen alue kattoi vielä vuonna 2002 kuitenkin vain noin 60 prosenttia 50 metrin vyyhykkeestä, joten suojausvaikutus ei ole ollut täydellinen.

5.2 Eri maankäyttömuotojen osuudet

Tarkasteltaessa jokaista ihmistoiminnan maankäyttöluokkaa erikseen, saadaan tietoa maankäytön laadusta ja muuttuvista elementeistä. Tarkastelualueella havaittiin seitsemän ihmistoiminnasta kertovaa maankäyttötyyppiä. Maankäyttöluokat eroavat toisistaan ennen kaikkea pinta-alaltaan mutta eroja löytyy myös maankäyttötyyppien levittäytymisessä lehtokuvioiden ympärille sekä maankäyttötyyppien osuuksien muutoksesta tarkastelujakson aikana (Liitteet 8 ja 9).

Tilastollisesti merkitsevä ero eri tarkasteluvyyhykkeiden välillä havaitaan kahden maankäyttöluokan kohdalla. Peltoa esiintyi tilastollisesti merkitsevästi vähemmän lehtorajauksen sisällä kuin sen ulkopuolella, mikä on hyvin odotettu ja ilmeinen tulos. Toinen merkitsevä ero eri tarkasteluvyyhykkeiden välillä on harvennettu metsä tai taimikko -luokassa: Harvennettua metsää tai taimikkoa esiintyi vuonna 2002 vähemmän lehtokuvion sisällä ja 50 metrin vyyhykkeellä kuin kauempana lehtokohteesta. Tämä havainto ei ole yhtä ilmeinen kuin pellon esiintymiseen liittyvä tulos, mutta lehtokohteen luonnontilaisuuden ja säilymisen kannalta sitä voidaan pitää oikean suuntaisena kehityksenä. Harvennettu metsä tai taimikko -luokka edustaa pinta-alallisesti suurinta maankäyttötyyppiä, joten sen kohdalla havaitut tilastollisesti merkitsevät erot tarkasteluvyyhykkeiden välillä selittävät

todennäköisesti suurelta osin kokonaisihmiskäytössä havaitun eron tarkasteluvyöhykkeiden välillä vuonna 2002 (Liitteet 8 ja 9).

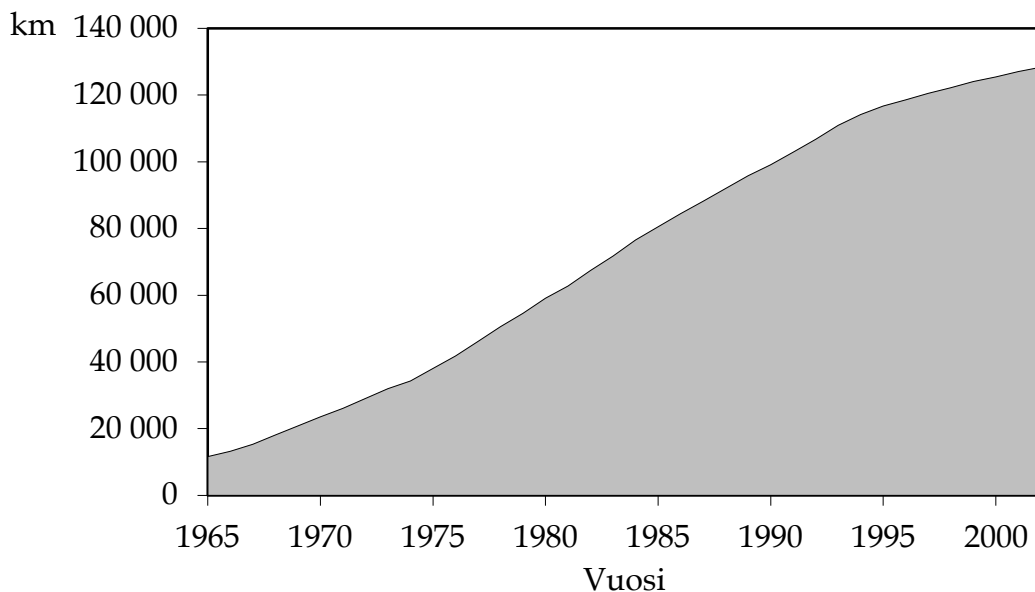
Leveää ja kapeaa tietä ei esiintynyt vuonna 1965 minkään lehtokohteen sisällä, mutta muilta tarkasteluvyöhykkeiltä näitä maankäyttöelementtejä löytyi. Myös rakennuksia ja piha-alueita näyttää esiintyneen kaikkina tarkasteluvuosina ennen kaikkea lehtokohteen ulkopuolella. Näissä tapauksissa tilastollisesti merkitsevää eroa eri tarkasteluvyöhykkeiden välillä ei kuitenkaan havaita suuren lehtokohtaisen vaihtelun vuoksi (Liitteet 8 ja 9).

Kaikista mielenkiintoisin tulos tarkasteluvyöhykekohtaisessa vertailussa koskee kuitenkin avohakkuita, jotka levittäytyivät tasaisesti kaikille tarkasteluvyöhykkeille ja myös lehtoalueille kaikkina tarkasteluvuosina. Sama ilmiö havaitaan harvennettu metsä tai taimikko -luokan kohdalla vuosina 1965 ja 1984. Tämä tulos vahvistaa käsitystä, ettei arvokas luontokohde ole vaikuttanut alueen maankäyttöön metsätaloudessa tarkastelujakson aikana (Liitteet 8 ja 9).

Suurimmat ja myös tilastollisesti merkitsevät muutokset tarkasteluvuosien välillä havaitaan maankäyttöluokissa kapea tie, avohakkuu ja harvennettu metsä tai taimikko. Myös pellon osuuden väheneminen 300 metrin tarkasteluvyöhykkeellä vuodesta 1965 vuoteen 2002 on tilastollisesti merkitsevä, vaikka määrällisesti muutos ei näytä suurelta. Muiden maankäyttöluokkien kohdalla ei havaita tilastollisesti merkitseviä eroja, eivätkä erot keskiarvoissakaan anna aiheutta olettaa merkittäviä muutoksia tapahtuneen (Liitteet 8 ja 9).

Kapean tien pinta-ala lisääntyi 100 metrin tarkasteluvyöhykkeellä lähes 500 prosenttia vuodesta 1965 vuoteen 2002 ja ero vuosien välillä on myös tilastollisesti merkitsevä. Kapean tien osuus kasvoi myös 200 ja 300 metrin vyöhykkeillä tilastollisesti merkitsevästi. 50 metrin vyöhykkeellä kapean tien pinta-ala kasvoi yli 300 prosenttia, mutta muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä. Keskiarvojen perusteella näyttää siltä, että kapeiden teiden osuus kasvoi likimain tasaisesti koko tarkastelujakson ajan, mutta ero vuosien 1965–1984 tai 1984–2002 välillä ei ole tilastollisesti merkitsevä (Liitteet 8 ja 9).

Kapea tie luonnehtii ennen kaikkea metsäautotietä, vaikka mukaan onkin otettu myös muut yksityistiet (Liite 4). Lehtokuvioiden ympärillä havaittu kapean tien pinta-alan osuuden kasvu on linjassa metsäautoteiden kokonaisrakentamisen määrään Suomessa. Kasvunopeus on kuitenkin tutkimusalueella varsin vaatimaton verrattuna metsäautoteiden kokonaismäärän kasvuun suomessa: vuodesta 1965 vuoteen 2002 Suomen metsäautotiet lisääntyivät 1000 prosenttia (Kuva 16) (Metsäntutkimuslaitos 2014).



Kuva 16. Metsäteiden kokonaispituus Suomessa 1965–2002 (Metsäntutkimuslaitos 2014).

Toinen merkittävä muutos tarkasteluajankohtien välillä havaitaan harvennettu metsä tai taimikko -luokassa. Tämän maankäyttöluokan osuus pieneni tilastollisesti merkitsevästi kaikilla tarkasteluvyöhykkeillä vuodesta 1965 vuosiin 1984 ja 2002. Harvennetun metsän tai taimikon osuus näyttää keskiarvojen perusteella vähenneen merkittävimmin ennen kaikkea vuosien 1965 ja 1984 välillä. Muutos on myös suuruudeltaan huomattava. Esimerkiksi lehtorajauksen alueella harvennetun metsän tai taimikon osuus pieneni noin 60 prosenttia vuodesta 1965 vuoteen 1984 (Liitteet 8 ja 9).

Myös avohakkuun osuudessa on tapahtunut muutos tarkastelujakson aikana. Avohakkuiden pinta-ala oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi 200 ja 300 metrin

tarkasteluvyöhykkeillä vuonna 1984 kuin vuonna 1965. Myös muilla tarkasteluvyöhykkeillä vuoden 1984 avohakkuuala on keskiarvoltaan suurempi kuin 1965, mutta tilastollisesti ero ei ole merkitsevä. Vuonna 2002 avohakkuiden keskipinta-ala on kaikilla tarkasteluvyöhykkeillä vuosien 1965 ja 1984 arvojen välissä (Liitteet 8 ja 9).

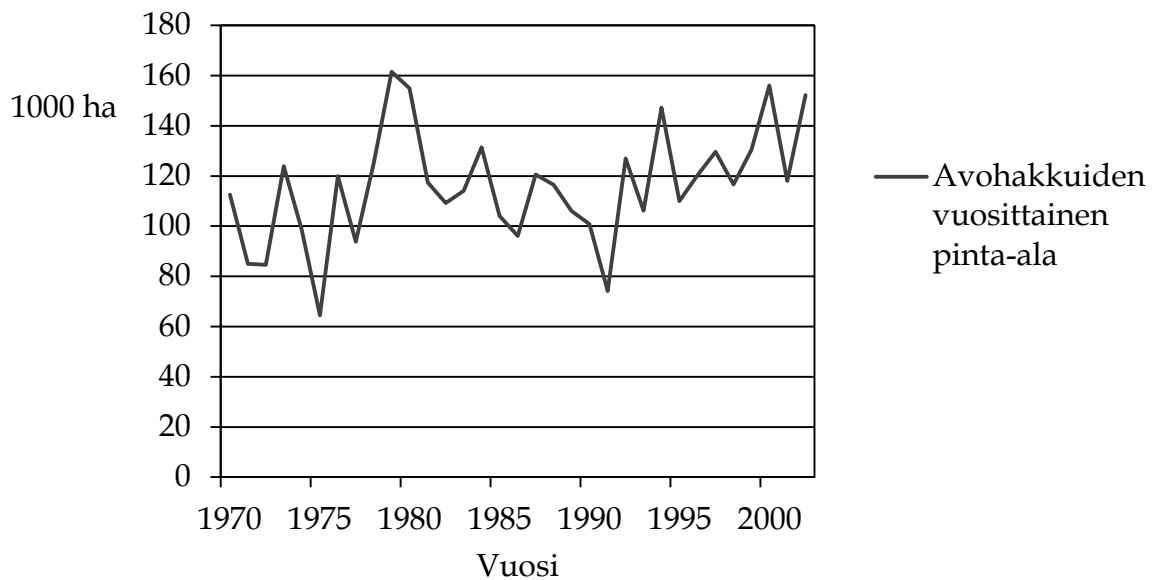
Tarkastelujakso osuu yhteen suomalaisen metsätalouden murroskauteen (Kuuluvainen ym. 2004b). Toisen maailmansodan päättymisen jälkeen Suomen metsien käyttöä pyrittiin tehostamaan. Tämä tarkoitti harsintahakkuiden vähittäistä loputtamista ja muutosta kohti uudistushakkuita ja metsän viljelyä. Tätä vauhditettiin muun muassa valtion metsätalouden rahoitusohjelmalla (1965–1975), jonka turvin ojitettiin soita, rakennettiin metsäautoteitä ja lannoitettiin metsiä. Varsinaisen tehostetun metsätalouden kauden katsotaan alkaneen jo 1950-luvulla, mutta muutos luontaisesta uudistusta suosivista siemen- ja suojauspuuhakkuista kohti selväräjäisiä viljelemällä uudistettavia avohakkuita tapahtui hitaasti (Vanha-Majamaa 2001, Kuuluvainen ym. 2004b, Jalonen ym. 2006).

Metsän käytön muutoksiin vaikutti uusien ohjeiden lisäksi koneellistuminen 1950-luvulta alkaen (Jalonen ym. 2006). Vielä 1960-luvun alussa kirves ja pokasaha olivat keskeisiä työvälineitä ja valtaosa metsätöistä tehtiin hevosilla. Viimeistään 1970-luvulla metsätraktorit ja moottorisaha kuitenkin syrjäyttivät vanhat menetelmät (Nuutinen 2011). Koneellistuminen johti lopulta suurten monitoimikoneiden käyttöön sekä hakkuualojen maanpohjan muokkaamiseen ennen kylvöä tai taimien istutusta (Vanha-Majamaa 2001).

Metsätalouden muuttuminen näkyy tämän tutkimuksen tuloksissa. Pinta-alaosuus perusteella metsänkäsittely näyttää kattaneen tarkasteluvuosista laajimman pinta-alan vuonna 1965, mutta vastanneen tuolloin ennen kaikkea metsän harvennusta. Vuonna 1984 avohakkuiden osuus nousi ja harvennetun metsän osuus puolestaan väheni vuodesta 1965. Jo pelkät pinta-aratiedot näyttävät noudattavan metsänkäsittelyssä maanlaajuista muutosta, mutta ennen kaikkea metsänkäsittelyn muutokset näkyvät ilmakuvissa. 1960-luvulla hakkuu- ja harvennusalat olivat muodoltaan pyöreitä ja maanpohja näytti vain vähän käsitellyltä.

1980-luvulla hakkuualat saivat kulmikkaat ja selvärajaiset muodot ja metsänpohjan käsittely voimistui. Lisäksi 1980-luvulla tasaikäiset taimikot ilmestyivät maisemaan. 2000-luvulla yksittäisten avohakkuualojen pinta-alat suurenivat aikaisempiin tarkasteluvuosiin verrattuna (Liite 4).

Tutkimusalueella avohakkuiden kokonaispinta-ala näyttää vähenneen vuodesta 1984 vuoteen 2002, mutta tämä muutos ei vastaa maanlaajuista kehitystä (Kuva 17). Todennäköinen selitys havaitulle muutokselle löytyy metsän luontaisesti hitaasta kierrosta: merkittävä osa tutkimusalueen metsämaasta oli hakattu jo aikaisempina vuosikymmeninä, eikä alueella todennäköisesti ollut enää 2000-luvun alussa hakkuukypsää metsää yhtä suurta määrää kuin 1980-luvulla.



Kuva 17. Avohakkuiden vuosittaiset pinta-alat Suomessa 1970–2002 sekä lineaarinen regressioyhtälö (Metsäntutkimuslaitos 2014).

Maankäytön muuttumista on tutkittu niin Suomessa (Ruuska & Helenius 1996, Löfman & Kouki 2001, Roose 2014), Ruotsissa (Ihse 1995) kuin muualla maailmassakin (Braumoh 2006, Silvia Calvo-Iglesias ym. 2006). Moni näistä tutkimuksista lähestyy aihetta matemaattisesti ja mallintaa esimerkiksi maiseman kytkeytyneisyyttä tai erilaisten reunavyöhykkeiden määrää. Nämä tulokset antavat kyllä kuvan maiseman muuttumisesta, mutta eivät kerro, millaisia luontovaikutuksia maankäytöllä todellisuudessa on. Myöskään tässä tutkimuksessa pelkkä maankäyttömuotojen pinta-alaosuuksien ja niissä tapahtuneiden muutosten selvittämi-

nen ei vastaa kuin yhteen tutkimuskysymykseen: millaisia muutoksia tutkimusalueella on tapahtunut.

5.3 Kasvillisuuden muuttuminen

Tutkimusalueiden lehdolla esiintyneistä kasvilajeista 20–30 prosenttia sisältyy Keski-Suomen vaatelioiden putkilokasvien listaukseen (Taulukko 9, Liite 7). Runsaan vaateliaan kasvillisuuden myötä kaikki lehtokohteet arvioitiin vuonna 1982 joko maakunnallisesti tai valtakunnallisesti merkittäviksi lehtokohteiksi (Taulukko 3). Vuoteen 2002 mennessä lehtokohteiden keskimääräinen vaatelioiden putkilokasvien lukumäärä oli hieman noussut, mutta vaihtelu putkilokasvien määrässä oli suurta eri lehtokohteiden välillä (Taulukko 9).

Tässä tutkimuksessa vaatelioiden putkilokasvien lukumäärää kiinnostavampi asia on kasvilajeissa ajan myötä tapahtuneet muutokset: minkään lehtokuvion vaatelioiden putkilokasvilajikoostumus ei pysynyt samana tarkastelujakson aikana (Taulukko 10). Lukumääräisen muutoksen perusteella ei kuitenkaan voi tehdä johtopäätöksiä muutoksen suunnasta, sillä vaihtelu tutkimuskohteiden välillä on suurta. Sen sijaan tarkastelemalla lehtokohteilta hävinneiden tai niille ilmestyneiden lajien (Liite 10) ominaisuuksia voidaan päätellä lehtojen kohtaamien ympäristömuutosten yleispiirteitä.

Lehtokohteille ilmestyneitä ja niiltä hävinneitä kasvilajeja voi tarkastella luokittelemalla ne kasvupaikkatekijöiden mukaan: 1) avoimuudesta hyötyvät lajit (esimerkiksi koiranputki, *Anthriscus sylvestris*), 2) kuivuudesta hyötyvät lajit (esimerkiksi kivikkoalvejuuri, *Dryopteris filix-mas*), 3) kosteudesta ja korpisuudesta hyötyvät lajit (esimerkiksi korpisorsimo, *Glyceria lithuanica*), 4) sulkeutuneisuudesta hyötyvät lajit (esimerkiksi kaiheorvokki, *Viola selkirkii*) sekä 5) kulttuurivaikutuksesta hyötyvät lajit (esimerkiksi rohtotädyke, *Veronica officinalis*). Luokat eivät ole selvärajaisia ja moni laji hyötyy esimerkiksi sekä kuivuudesta että avoimuudesta. Osa lajeista (esimerkiksi leskenlehti, *Tussilago farfara*) taas voi hyötyä lähes kaikista mainituista ominaisuuksista. Kaikkia lehtokohteille ilmestyneitä tai niiltä hävin-

neitä lajeja ei voi aukottomasti lukea mukaan mihinkään mainittuun luokkaan (esimerkiksi haapa, *Populus tremula*). Syynä tähän ovat epätarkat tiedot näiden lajien vasteesta kasvupaikan muutoksiin tai hyvin laaja toleranssi erilaisille kasvupaikoille. On kuitenkin huomattavaa, että lähes kaikilla lehtokohteille ilmestyneillä lajeilla lehto on yksi mahdollisista esiintymisympäristöistä. Luokittelu edellä mainittuihin luokkiin perustuu kirjallisuudesta löytyviin tietoihin lajien erityisesti suosimista kasvupaikkatekijöistä tai havainnoista lajin vasteeseen kasvupaikkatekijöiden muuttuessa tiettyyn suuntaan (Hämet-Ahti ym. 1998, Reinikainen ym. 2000, Hotanen ym. 2008, Piirainen ym. 2009, Luontoportti 2015).

Noin 40 prosenttia lehtokohteille ilmestyneistä lajeista hyötyy valoisuudesta ja kuivuudesta. Tämän perusteella lehtojen voisi yleisesti olettaen ainakin paikoin kohdanneen näitä kasvupaikkatekijöitä vahvistaneita ympäristömuutoksia. Havaintojen mukaan lehtojen hakkuiden jälkeen monet heinät ja suuret ruohot runsastuvat huomattavasti (Reinikainen ym. 2000, Jalonen & Vanha-Majamaa 2001, Hotanen ym. 2008, Piirainen ym. 2009). Heinät ja runsastuvat ruohot ovat laajasti edustettuina valoisuudesta ja kuivuudesta hyötyvissä lajiluokissa, joten tutkimusalueella maankäyttötietojen perusteella harjoitettu metsätalous saattaa osaltaan selittää näiden luokkien lajien ilmaantumista.

Valosta ja kuivuudesta hyötyvien kasvien ohella lehtoihin näyttää ilmestyneen korpisuudesta ja runsaasta kosteudesta hyötyviä lajeja. Havaintojen mukaan kosteat lehdot muodostavat soistumisen seurauksena herkästi jatkumon lehtokorprien suuntaan (Hotanen ym. 2008), mikä saattaisi selittää korpisuutta ja luhtaisuutta ilmentävien lajien ilmestymistä lehdoille. Myös ihmisen aiheuttamat vesitalouden muutokset voivat selittää havaintoa: erilaiset vesirakenteet, metsätalous, maanmuokkaus ja purojen perkaaminen voivat aiheuttaa aluekohtaisesti joko märentävän tai kuivattavan ympäristövaikutuksen (Hotanen ym. 2008, Tonteri ym. 2008). Myös luonto- ja ihmisperäisen ympäristömuutoksen yhteisvaikutus voi selittää kosteudesta ja korpisuudesta hyötyvien lajien ilmaantumisenä näkyvää luontovaikutusta.

Sulkeutuneisuudesta hyötyviä lajeja on ilmestynyt lehtokohteille, mutta myös hävinnyt niiltä. Nämä lajit hyötyvät esimerkiksi metsän varrtuessa syntyvästä pienilmastosta ja hämäryydestä. On luonnollista, että tällaisia sulkeutuneen metsän saarekkeita on sekä syntynyt että hävinnyt tavanomaisen metsätalouden kierto-kasvatuksessa.

Yksittäisinä lajeina lehdoille on ilmestynyt mutta myös hävinnyt ihmisvaikutuksesta mahdollisesti hyötyviä lajeja kuten puna- ja mustaherukkaa sekä rohtotädykettä. Näiden kohdalla kulttuurivaikutus on voinut toimia edesauttavana tekijänä lajien ilmaantumisessa lehtokohteille. Varmaa tietoa tästä on kuitenkin mahdoton saada, sillä nämä lajit esiintyvät myös ilman kulttuurivaikutusta (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Piirainen ym. 2009, Luontoportti 2015).

Kasvilajiyhteisöjen koostumukseen vaikuttaa moni tekijä. Maaperän siemenpankissa voi säilyä kasvilajeja usean kymmenen vuoden takaa, kasvien kasvamiseen tarvittavien häiriöiden esiintymien tai kasvien leviämisen onnistuminen voivat vaihdella mitä moninaisimmista syistä. Yhtenä kasviyhteisöön vaikuttavista tekijöistä tulee muistaa myös puhdas sattuma (Salonen 2006). Kasviyhteisön muuttuessa luontaisesti sukcession myötä muutokset kestävät mahdollisesti kymmeniä vuosia (Tonteri 2004) ja ihmistoiminnan seuraukset kasviyhteisössä näkyvät vielä sadan vuoden takaakin (Aggemyr & Cousins 2012).

Toisin sanoen varmojen johtopäätösten tekeminen kasviyhteisön rakenteesta 20 vuoden seurantajakson aikana on mahdotonta. Tässä tutkimuksessa kasvit edustavat kuitenkin parasta käytettävissä olevaa indikaattoria luontovaikutuksen tutkimiseen. Havaitut muutokset lehtokasvillisuudessa saattavatkin olla yhtä hyvin sattumaa, luontaista sukcessiota kuin sadan vuoden takaisen maankäytön ilmentymä. Tosiasia kuitenkin on, että maanpinnalla havaitussa kasvillisuudessa on tapahtunut muutos tarkastelujakson aikana ja tämä muutos voi olla seurausta lehtoalueiden ja niiden ympäristöjen maankäytössä.

5.4 Lehtokohtaiset ympäristömuutokset ja luontovaikutukset

5.4.1 Mutalammen lehto

Mutalammen lehto on ollut metsätalouden kohteena koko tarkastelujakson ajan ja lähes koko lehtoalue oli vuonna 1965 voimakkaasti harvennettu. Lehdon pohjoisosa avohakattiin ja istutettiin kuuselle 1980-luvulla. 2000-luvun alussa lehdon eteläosan avohakkuu tuhosi hakatun alueen suojeluarvon. Lehtoa käytettiin 1960 ja 1970 -luvulla metsälaitumena ja lehdon läpi kulkevaa puroa perattiin ja padottiin. Myös lehtoalueen ulkopuolella on tapahtunut muutoksia maankäytössä, mutta voimakkaimmat ympäristömuutokset ovat todennäköisesti aiheutuneet lehtoalueen sisällä tapahtuvasta ihmistoiminnasta (Kuvat 3 ja 4).

Lehdosta on hävinnyt viisi kasvilajia, joista yksikään ei ollut vuonna 1982 erityisen runsas (Taulukko 11). Lajien häviämiseksi ei löydy aukotonta selitystä maankäytön historiasta, sillä hävinneiden lajien elinympäristövaatimukset eivät ole yhteneviä. Esimerkiksi koiranvehnän ja kevätlinnunherneen (*Lathyrus vernus*) tiedetään runsastuvan herkästi metsän avautumisen seurauksena (Hotanen ym. 2008). Musta-herukka, maariankämmekekä (*Dactylorhiza maculata*) ja valkolehdokki (*Platanthera bifolia*) taas tulevat toimeen valoisten kasvupaikkojen lisäksi myös puolivarjossa. Näitä kolmea lajia yhdistää myös kosteiden kasvupaikkojen suosiminen (Hämet-Ahti ym. 1998, Luontoportti 2015).

Mutalammen lehtoon on ilmestynyt joukko hyvin erilaisia kasvilajeja, joista merkittävin on valtakunnallisesti uhanalainen vuorijalava (*Ulmus glabra*). Sen arvelaan levinneen alueelle luontaisesti läheiseltä Vaarunvuorten jalava-alueelta (Väli-vaara 2007). Ilmestyneistä kasvilajeista metsäkorte (*Equisetum sylvaticum*), sananjalka (*Pteridium aquilinum*), karhunputki (*Angelica sylvestris*), letohorsma (*Epilobium montanum*) ja rohtotädyke hyötyvät ympäristön avoimuudesta, joten niiden ilmestyminen on mahdollista selittää lehdon laajoilla hakkuilla vuosina 1984–2002. Korpikaisla (*Scirpus sylvaticus*) taas viihtyy kostealla kasvupaikalla ja kaiheorvokki suosii sulkeutuneita kuusikoita, joten näiden lajien ilmestyminen lehtoon on tus-

kin yhteydessä voimakkaaseen metsänkäsittelyyn (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015).

Kun sekä ilmestyneiden että hävinneiden kasvien kohdalla on sekä valosta että sulkeutuneisuudesta hyötyviä lajeja, ei yksiselitteistä ympäristömuutoksen suuntaa voi aineiston perusteella havaita. Kasvilajeissa ilmenevien luontovaikutusten selittäminen maankäytön muutoksilla on siis Mutalammen lehdon kohdalla täynnä epävarmuutta. Koska lehtoon kohdistuneet hakkuut ovat tapahtuneet eri aikoina, on mahdollista, että koko lehdon alueella on esiintynyt niin sulkeutuneita kuin avoimiakin kasvupaikkoja koko tarkastelujakson ajan. Tämä saattaa selittää kasvimuutosten ristiriitaisuuden. Lehdon lajikoostumukseen ovat todennäköisesti vaikuttaneet metsätaloustoimien lisäksi myös kulttuurivaikutus, metsälaidunnus ja puron perkauksesta aiheutuvat vesitalouden muutokset. Kokonaisuutena voitaneen todeta, että selvästi kulttuurivaikutteisen lehdon muutosten takana on ainakin osittain ihmisperäinen voimakas maankäyttö.

5.4.2 Mäyrämäen lehto

Mäyrämäen lehto oli vuonna 1965 laajalti metsätaloustoimien muokkaama, mutta jo vuonna 1984 jälleen suurelta osin sulkeutunut (Kuvat 6 ja 7). Vuosien 1984 ja 2002 välillä lehtoalueen läpi rakennettiin tie ja keskelle lehtoa lieteallasalue. Ilmakuvan mukaan alkuperäinen lehtorajaus on vuonna 2002 pääosin sulkeutunutta, luonnontilaisen kaltaista metsää. Kirjalliset lähteet kuitenkin kertovat lehtoalueen tuhoutuneen tien ja lieteallasalueen alapuolelta. Toisin sanoen Mäyrämäen lehto on kohdannut tarkastelujakson aikana merkittäviä ympäristömuutoksia, jotka ovat tuhonneet 70 prosenttia vuonna 1982 esiintyneestä lehdosta. Kirjallisten lähteiden perusteella merkittävimpänä luontovaikutuksen aiheuttajana voidaan pitää lehdon poikki rakennettua tietä ja lieteallasta (Väliavaara 2007), mutta myös tuhoutuneen alueen voimakas harvennus 1980-luvulla saattaa selittää tapahtunutta muutosta.

Lehtoalueen voimakkaasta supistumisesta huolimatta lehdosta ei ole hävinnyt ainuttakaan vaateliasta putkilokasvilajia (Taulukko 12). Ainoana kasvilajina hä-

vinnyt sudenmarja ei ollut vuonna 1982 erityisen runsas. Sudenmarjan tiedetään taantuvan voimakkaasti hakkuiden jälkeen (Hotanen ym. 2008). Mahdollisesti pienialaisen esiintymispaikan avautuminen tai tuhoutuminen voimakkaan harvennuksen aikana on siis voinut johtaa näkyvien yksilöiden häviämiseen alueelta.

Alueelle ilmestyneistä lajeista metsäalvejuuri (*Dryopteris carthusiana*), koiranputki, metsämansikka (*Fragaria vesca*) ja lehtoarho hyötyvät avohakkuun tai harvennukset tuomasta valosta. Korpikaisla puolestaan hyötyy runsaasta kosteudesta ja korpisuudesta, mitä esimerkiksi lehdon läpi virtaavan puron luontaisen kulun muuttaminen tiellä on voinut aiheuttaa. Raita (*Salix caprea*) ja korpiorvokki ovat kasvupaikkavaatimuksiltaan niin monipuolisia, ettei niiden perusteella voi tehdä johtopäätöksiä ympäristömuutoksen luonteesta (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015).

Kasvillisuuden muuttuminen on selitettävissä lehdon sisällä ja lähiympäristössä tapahtuneilla metsätaloustoimilla sekä lehdon läpi rakennetun tien mahdollisesti aiheuttamilla vesitalouden muutoksilla. Avoimuutta lehtoalueella ovat lisänneet muun muassa vuonna 1984 esiintynyt laaja avohakkuu aivan lehtoalueen vieressä sekä metsänkäsittelytoimet itse lehtokuviolla. Metsäkoneiden käyttö ja tien rakentaminen puron yli taas ovat voineet luoda uusia erityisen kosteita ja soistuvia elinympäristölaikkuja.

Jos lehtoalueelle on ilmestynyt uusia kasvilajeja ympäristön avautumisen ja muuttuneen vesitalouden seurauksena, voidaan kysyä, miksi nämä eivät ole ilmestyneet kohteelle jo vuonna 1965 esiintyneiden hakkuiden jälkeen. Tähän ei ole auko- tonta vastausta, mutta yksi mahdollinen selitys on eroavaisuudet metsätalouden työtavoissa. Vuonna 1984 avohakkuut ja harvennukset toteutettiin raskailla metsäkoneilla, jotka rikkoivat maanpintaa huomattavasti enemmän kuin 1960-luvulla käytetyt menetelmät. Peitteettömät maanpinnat voivat saada maaperän siemen- pankissa olevat siemenet itämään ja ne myös helpottavat muualta leviävien siemen- tenten itämistä. Esimerkiksi metsäalvejuuren itiöt tarvitsevat paljaan maanpin- nan lähteäkseen kasvamaan (Reinikainen ym. 2000, Salonen 2006, Piirainen ym. 2009).

5.4.3 Nisulan puronvarsilehto

Nisulan puronvarsilehdon kohdalla metsänkäsittely oli voimakkaimmillaan 1960-luvulla (Kuvat 8 ja 9). Osa lehtoalueesta suojeltiin vuonna 1975, eikä itse lehtoalueella sen jälkeen harjoitettu metsätaloutta. Lopputuloksena lähes koko lehtoalue oli vuonna 2002 täysin sulkeutunutta metsää. Kokonaan ympäristömuutosten ulkopuolella lehto ei kuitenkaan ole ollut, sillä lehdon eteläosan poikki rakennettiin kapea tie todennäköisesti 1990-luvulla. Tien etelänpuoleista kaistaletta ei vuonna 2004 pidetty enää suojelunarvoisen lehtona (Välivaara 2007). Lehtoalueen lähiympäristön suurimmat maankäytön muutokset liittyvät mökkitonttien rakentamiseen ja kahden laajan avohakkuun toteuttamiseen suojelualueen reunoja viistäen.

Nisulan puronvarsilehdosta on hävinnyt kolme vaateliasta lehtolajia (Taulukko 13). Näistä metsäruusu ja lehtopähkämö tiedetään valoa tarvitseviksi lajeiksi, jotka kärsivät havaitusta kuusettumisesta ja latvuksen sulkeutumisesta. Toisaalta, lehdolta myös hävinnyt lehto-orvokki (*Viola mirabilis*) nimenomaan viihtyy varjoisilla paikoilla. Lehto-orvokki tiedetään kuitenkin muuten herkäksi lajiksi sen pitkän elinkierron takia: itävä siemen saattaa tarvita jopa kymmenen vuotta kehittyessään kukkivaksi versoksi (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015). Kaikki hävinneet kasvilajit olivat vuonna 1982 runsaudeltaan vähäisiä, mikä todennäköisesti edesauttoi lajien katoamista lehdosta.

Nisulan puronvarsilehtoon on ilmestynyt runsaasti uusia kasvilajeja, joista osa on tyypillisiä lehtolajeja. Ilmestyneistä lajeista suokeltto ja korpisorsimo ilmentävät korpisuutta ja jopa luhtaisuutta. Lehdon sulkeutuminen on voinut saada alkuun kosteille lehdoille tyypillisen märkien painanteiden soistumisen, mikä on saanut mainitut lajit ilmestymään alueelle. Toisaalta myös puron poikki rakennettu tie on voinut muuttaa lehdon yläosan vesitaloutta paikoin märemmäksi. Muut ilmestyneet lajit eivät ilmennä kasvupaikan ominaisuuksia yhtä voimakkaasti vaan ovat tyypillisiä kosteissa ja tuoreissa lehdoissa viihtyviä kasvilajeja, jotka tulevat hyvin toimeen myös sulkeutuneessa ympäristössä (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015).

Kasvilajien muutosten perusteella Nisulan puronvarsilehto on muuttunut normaalin sukkession mukaisesti (Salonen 2006). Ihmistoiminnalla on saattanut olla merkitystä yksittäisten lajien ilmestymiseen alueelle, mutta suurin osa muutoksista on selitettävissä myös ilman ihmisen vaikutusta. Havainnot kasvillisuuden muutoksesta ovat helposti selitettävissä maankäytöllä: lehto on saanut olla suoje-lualueen alalta ihmistoiminnan ulkopuolella ennen toista maastokäyntiä 28 vuotta, mikä on sallinut lehdon luonnollisen sulkeutumisen. Koko lehtoalue ei kuitenkaan ole pysynyt täysin luonnontilaisena, vaan alueen poikki rakennettu tie on heiken-tänyt 20 prosenttia vuoden 1982 lehtorajauksen pinta-alasta. Tällä sekä voimak-kailla hakkuilla lehtoalueen ympäristössä 2000-luvun alussa on todennäköisesti lehdon pienilmastoa kuivattava ja avartava vaikutus. Muutoksen mahdollinen luontovaikutus ei kuitenkaan näy vielä tuloksissa.

5.4.4 Rouvinmäen lehto

Rouvinmäen lehdon ja sen lähiympäristön maankäytön muutokset liittyvät yksin-omaan metsätalouteen (Kuvat 10 ja 11). Lehtorajauksen alue oli vuoteen 2002 asti hyvin luonnontilaisen kaltainen, vaikka pienimuotoinen harvennus ulottui pai-koin myös lehtoalueelle. Lehtoalueen keskeisin osa avohakattiin vuonna 2002 huomioimatta alueen luotoarvoja (Välivaara 2007). Lehdon ympäristössä on har-joitettu metsätaloutta ajalle tyypillisellä tavalla koko tarkastelujakson ajan, mutta useimmiten metsänkäsittelyalueen ja lehtorajauksen väliin on jäänyt noin 50 met-rin levyinen käsittelemätön vyöhyke.

Rouvinmäen lehdosta hävisi näsiä (Taulukko 14), joka on tyypillinen tuoreiden lehtojen pensas (Hämet-Ahti ym. 1998, Luontoportti 2015). Metsätalouden on ha-vaittu heikentävän yleisesti pensaskerroksen lajien monimuotoisuutta (Tonteri ym. 2008) ja on mahdollista, että niin on käynyt tässäkin tapauksessa. Voimallises-sa avohakkuussa myös koko näsiän kasvupaikka on saattanut tuhoutua. Tätä teo-riaa puoltaa näsiän niukka esiintyminen alueella jo 1980-luvulla. Suuri osa lehtola-jistosta on kuitenkin säilynyt myös avohakkuualueella (Välivaara 2007).

Lehtoalueelle ilmestyneet lehtipuut ja nokkonen (*Urtica dioica*) ovat lajeja, jotka tavallisesti runsastuvat hakkuiden seurauksena. Lopuille ilmestyneille lajeille ei voi määritellä yhtenäistä vastetta kasvupaikkatekijöiden muutokseen: korpikaisla viihtyy runsaassa kosteudessa, kaiheorvokki suosii sulkeutunutta kuusikkoa ja korpiorvokki ja valkolehdokki tulevat toimeen hyvin monissa ympäristöissä (Hämäläinen ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015).

Rouvinmäen lehdon kasvillisuusmuutokset ovat kaksijakoiset. Lehdossa tapahtunut avohakkuu voi selittää näsiän häviämisen ja joidenkin kasvilajien ilmestymisen, mutta osalle uusista lajeista ei löydy selitystä maankäytön muutoksista. Rouvinmäen lehto on saanut olla 2000-luvun alkuun saakka varsin suojassa ihmisvaikutukselta, kun suurimmat metsänkäsittelytoimet ovat jääneet vähintään kymmenien metrien etäisyydelle lehtorajauksesta. Voimakkain muutos, avohakkuu lehtoalueella, tapahtui vasta juuri ennen toista maastokäyntiä. Näin ollen sen aiheuttamia kokonaisluontovaikutuksia ei voi tässä tutkimuksessa arvioida lyhyen aikajänteen takia. Avohakkuun aiheuttamasta ympäristömuutoksesta kärsivät lajit eivät kuitenkaan näytä häviävän yhtä nopeasti kuin muutoksesta hyötyvät lajit ilmestyvät uusille kasvupaikoille.

5.4.5 Tiaisen myllyn lehto

Tiaisen myllyn lehto on sijaintinsa ja lehtoon ulottuvien maankäyttömuotojen osalta selvä poikkeus muihin tutkimuksen lehtoihin nähden. Tiaisen myllyn lehto sijaitsee keskellä kulttuurivaikutusta pellon, maatilan piha-piirin sekä leveän- ja kapean tien ympäröimänä (Kuvat 12 ja 13). Lisäksi lehtorajauksen sisällä sijaitsee vanha mylly. Lehtoa ei kuitenkaan pidetty vuonna 1982 erityisen kulttuurivaikutteisena, vaikka ympäröivä maankäyttö on varmastikin aiheuttanut lehtoalueelle kantavia ympäristömuutoksia. Poikkeuksellista muihin lehtoihin nähden on myös se, että lehtorajauksen sisäpuolella harjoitetut metsätaloustoimet selviävät vain kohdekuvaksista (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982, Väliavaara 2007). Myös lehdon lähialue pysyy varsin muuttumattomana koko tarkastelujakson ajan. Pin-

ta-alallisesti suurimmat muutokset tapahtuvat yli 50 metrin etäisyydellä lehtoalueesta.

Tiaisen myllyn lehdosta hävisi kotkansiipi (Taulukko 15), joka on yksi kosteiden, runsasravinteisten lehtojen ilmentäjälajeista. Kotkansiiven häviäminen on sen vähäisestä runsaudesta vuonna 1982 huolimatta hyvin outo muutos. Kotkansiipi ei siedä seisovaa vettä ja se kärsii hakkuista, mutta mikään erityisen herkkä laji ei silti ole kyseessä (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015). Maatilan pihapiiriin rajoittuvan lehdonosan siistiminen puistomaiseksi (Välivaara 2007) saattaa selittää kotkansiiven häviämisen alueelta, mikäli kasvustot olisivat sijainneet juuri muokatulla alueella. Kotkansiipi on myös suosittu koristekasvi (Luontoportti 2015), joten on myös mahdollista, että lehdossa esiintyneet harvat kasvustot on siirtoistutettu esimerkiksi läheisen maatilan pihaan. Joka tapauksessa ilmakuviin perustuvassa maankäyttötietojen perusteella ei voi päätellä erityistä syytä kotkansiiven katoamiselle.

Tiaisen myllyn lehtoon on ilmestynyt neljä uutta kasvilajia. Ilmestyneiden kasvien joukossa on metsäkorte ja kevätlinnunherne voivat hyötyvät hakkuista, mutta Tiaisen myllyn lehdon kohdalla tästä vaikutuksesta tuskin on kyse. Myös lehtoon ilmestyneet kivikkoalvejuuri ja korpiorvokki ovat tavallisia lehtolajeja, joiden ilmestymiselle ei löydy maankäytöstä ilmeistä selitystä.

Tiaisen myllyn lehtoon on ilmestynyt vähiten uusia kasvilajeja verrattuna muihin tutkimuksen lehtokohteisiin. Lehtoa kuvataan myös erityisen luonnontilaiseksi sekä vuoden 1982 että 2003 kohdekuvauksessa (Keski-Suomen seutukaavaliitto 1982, Välivaara 2007). Tiaisen myllyn lehdon perusteella vaikuttaa siltä, että lehtokohteen kasvillisuus muuttuu vaikka ihmistoiminta lehtokohteella ja sen lähiympäristössä on vähäistä, mutta muutos on vähäisempää kuin tilanteissa, joissa intensiivinen ihmisvaikutus ulottuu lehdon sisään.

5.4.6 Vuorilammen laskupuron lehto

Valtakunnallisesti merkittävä Vuorilammen laskupuron lehto on vanhaa kaskimaata. Lehdon länsipuolta harvennettiin kevyesti 1960-luvulla samoin kuin lehdon ympärille levittyviä metsiä (Kuvat 14 ja 15). Lehto oli varsin luonnontilainen vielä vuonna 1982 ensimmäisen maastoinventoinnin aikana. Vuosina 1983–1984 lehdon läpi rakennettiin leveä tie ja lähes puolet lehtoalueesta avohakattiin. Vuoden 1982 maastolomakkeen mukaan tien vaikutukset huolettivat jo ennen tien rakentamista ja tierajauksen muuttamisesta käytiin neuvotteluja. Tie kuitenkin rakennettiin alkuperäisen suunnitelman mukaan. Vuonna 2003 maastoinventoinnissa tien itäpuolelle jäävän alueen katsotaan menettäneen luontoarvonsa.

Vuorilammen laskupuron lehto on säilyttänyt poikkeuksellisen rehevän ja monipuolisen kasvillisuuden, vaikka lehdon arvokas osa pienenikin puoleen alkuperäisestä (Väliavaara 2007). Lehdosta hävisi tarkasteluaikana lehtoarho (Taulukko 16), joka esiintyy tavallisesti sammaleisilla kivillä ja puronvarsissa, mutta sen tiedetään pärjäävän myös tienvarsilla ja hakkuuaukeilla (Hämet-Ahti ym. 1998). Lehtoarhoa esiintyi vuonna 1982 alueella kuitenkin harvalukuisena, joten on mahdollista, että lehdon poikki rakennettu tie tuhosi kasvin kaikki esiintymispaikat. Muuta maankäytön muutoksiin liittyvää selitystä monipuolisilla kasvupaikoilla esiintyvän lehtoarhon katoamiseen ei aineiston perusteella ole.

Lehtoon on ilmestynyt uusia kasvilajeja, joista kolme tunnetaan vaateliaiksi. Lehtoon ilmestynyttä valtakunnallisesti uhanalaista hajuheinää kasvaa niukasti muutamien neliömetrin alueella noin kymmenen metrin etäisyydellä tiestä lajityypillisellä kasvupaikalla (Väliavaara 2007). Muut uudet vaateliaat kasvilajit ovat puna- ja mustaherukka, joita molempia tavataan alueella niukasti. Molemmat herukat viihtyvät luontaisesti puolivarjoisessa kosteassa lehdossa. Tällaista kasvupaikkatyyppiä lehdossa on ollut ilmakuvioiden perusteella vähintään 1960-luvulla lähtien. Näin ollen herukoiden ilmestyminen lehtoon vaikuttaa luonnollisen kehityksen tulokselta. Marjakasveina herukat ovat voineet levittäytyä lintujen mukana uusille kasvupaikoille pitkienkin matkojen päästä. Muut lehtoon ilmestyneet lajit eivät ilmennä mitään erityistä kasvupaikkatyyppiä korpisuutta ja luhtaisuutta suosivaa

korpisorsimoa lukuun ottamatta (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015).

Maankäyttö ja kasvitietojen perusteella vaikuttaisi sitä, että tien rakentaminen ja avohakkuu ovat tuhonneet puolet alkuperäisestä lehtokohteesta. Toinen puoli lehdosta sen sijaan on säästynyt voimakkaalta metsänkäsittelyltä, eikä se näytä kasvilajien perusteella kärsineen ympäristön muutoksista. Valtaosa jo vuonna 1982 havaituista kasvilajeista on säilynyt tällä muuttumattomalla alueella.

5.5 Ympäristömuutos ja luontovaikutus

Kolmella kuudesta tutkimuskohteesta rakennettiin tie lehtoalueen läpi ja kaikilla näillä alueilla toinen tien rajaamista osista menetti arvonsa lehtokohteena. Tämä havainto perustuu ennen kaikkea kohdekuvauksiin, sillä teiden vaikutusta ei ole mahdollista yksilöllisesti tunnistaa kasvillisuusmuutoksista. Aineistosta ei selviä, miten ja miksi teiden rakentaminen on tuhonnut lehtokohteita. Kyseessä on todennäköisesti monimuotoisten ympäristömuutosten yhteisvaikutus, johon liittyvät tien rakentamisesta koitua häiriö ja elinympäristön tuhoutuminen sekä sen olemassa olon aikainen reunavaikutus (Treweek 1999, Morris & Therivel 2009). Lisäksi tien rakentaminen on todennäköisesti välillisesti lisännyt ihmistoiminnan kokonaismäärää alueella (Morris & Therivel 2009). Teiden lisääntyminen tarkastelualueella oli myös yksi keskeisimmistä tutkimuksessa havaituista maankäytön muutoksista.

Teiden rakentamisen jälkeen merkittävimmät maankäytön muutokset lehtokuvioiden sisällä ovat metsänkäsittelytoimet. Neljällä lehtokuviolla toteutettiin metsätaloustoimia vuosien 1984–2002 aikana. Avohakkuiden ja harvennusten aiheuttama luontovaikutus näkyi kasvillisuudessa ennen kaikkea uusien, metsänkäsittelystä tunnetusti hyötyvien kasvilajien ilmestymisenä. Vaikka lehtoalueita käytettiin laajasti metsätalousalueina, vain yksittäisiä vaateliaita lajeja voidaan todeta hävinneen. Toisin sanoen, vaikka osa lehtoalueesta olisikin tuhoutunut metsätalo-

ustoimien tai teiden rakentamisen seurauksena, valtaosa lehtolajeista on onnistunut säilymään ainakin tarkasteluajan elinvoimaisena tuhoutumattomalla alueella.

Kasvien ilmestyminen uusille kasvupaikoille näyttää olleen varsin nopeaa. Sen sijaan vanhoja lajeja hävisi samassa ajassa paljon vähemmän. Tänä havainto saattaa johtua käytetyn kasviaineiston laadusta, mutta se vastaa myös ilmestyneiden kasvien ekologista luonnetta. Monen ilmestyneen kasvin elinkiertostrategiana on vallata nopeasti uusia, häiriöiden jälkeen vapautuvia elinympäristöjä. Lisäksi uuden, suotuisan ympäristömuutoksen ilmestyminen voi saada maaperän siemenpankissa säilyneet siemenet itämään, jolloin varsinaista kolonisaatiota ei edes tarvita (Grime 2006, Salonen 2006). Toisaalta tutkimuksissa on havaittu metsätalouden lisäävän kasvilajirunsausta luomalla monimuotoisia kasvupaikkoja (Gerstner ym. 2014), mikä saattaa olla tässäkin tutkimuksessa havaitun kasvilajien lisääntymisen takana.

Kasvilajien vasteen nopeutta arvioitaessa on lisäksi huomioitava, että tässä tutkimuksessa kasvin esiintymiseen riitti yksikin havaittu verso. Näin ollen moni laji on saattanut ympäristön muuttuessa hitaasti harvinaistua, mutta vain jo valmiiksi harvalukuiset ovat kadonneet kokonaan. Tätä tulkintaa tukee myös teoria sukupuuttovelasta: elinympäristön pienentyessä eliölajisto ei häviä hetkessä vaan muutos vie oman aikansa (Tilman ym. 1994, Pimm & Askins 1995).

Sekä tien rakentaminen että metsänkäsittely aiheuttavat suuren ympäristömuutoksen heti toteutushetkellä. Lisäksi nämä maankäyttömuodot voivat aiheuttaa myös ajan myötä ilmeneviä muutoksia, kuten esimerkiksi metsäkoneen kulkuuran painanteen vettymisen ja soistumisen. Kasvillisuustietojen perusteella on mahdollista päätellä lehdoilla tapahtuneen sekä nopeita että hitaita ympäristömuutoksia. Tämän tutkimuksen aikaväli ei kuitenkaan mahdollista näiden muutosten todellisen aikajänteen selvittämistä.

Rouvinmäen ja Nisulan puronvarsilehdon perusteella voisi olettaa, ettei havaittujen ympäristömuutosten maantieteellinen kantama olisi kovin pitkä. Tällaista tulkintaa ei tämän tutkimuksen perusteella voi kuitenkaan pitää luotettavana. Käy-

tössä olleiden tutkimusmenetelmien herkkyys riitti havaitsemaan vain joko kokonaan uusien lajien ilmestymisen tai katoamisen lehdoilta. Kuitenkin myös lajien harvinaistuminen tai runsastuminen ovat todennäköisiä ja merkittäviä luontovaiikutuksia pidemmällä aikavälillä. Monen tutkimuskohteen kohdalla metsätaloutta oli harjoitettu myös lehtokuvion sisällä, mikä saattoi myös häiritä mahdollisesti kauempaa kulkeutuneen muutoksen vaikutuksen havaitsemista.

Muiden maankäyttömuotojen kuin teiden ja metsätaloustoimien vaikutusta kasvillisuusmuutoksiin ei tässä tutkimuksessa havaittu. Lehtokohteiden ympärillä esiintyi kyllä laajasti erilaisia maankäyttömuotoja, jotka kirjallisuuden mukaan aiheuttavat erilaisia ympäristömuutoksia (Morris & Therivel 2009). Näissä maankäyttömuodoissa ei kuitenkaan tapahtunut merkittäviä muutoksia tarkastelujakson aikana, joten havaittujen luontovaikutusten selittäminen lehtoalueen sisällä ja lähiympäristössä tapahtuneiden maankäytön muutoksilla oli ilmeisempää. Lisäksi ympäristöltään selvästi kulttuurivaikutteisoin Tiaisen myllyn lehto näyttää pysyneen tutkimuskohteista kaikista luonnontilaisimpana, mikä on selitettävissä vain metsätaloustoimien puuttumisella lehtokuvion alueilta. Tämä tutkimus ei toki yksittäistapauksen perusteella voi osoittaa, ettei myös muilla ihmistoiminnan muodoilla kuin teillä ja metsätaloustoimilla olisi vaikutusta kasvillisuuteen.

Tässä tutkimuksessa lehtokohde ja kasvilajisto toimivat indikaattoreina ympäristömuutoksille ja niiden aiheuttamille luontovaikutuksille. Tulosten perusteella näyttäisi siltä, ettei arvokkaalla luontokohteella ole ollut vaikutusta ihmistoimintaan ja että luontokohde on muuttunut ihmistoiminnan seurauksena. Kasvilajistossa ilmenneet muutokset indikoivat uusien teiden ja metsänkäsittelyalojen aiheuttavan ennen kaikkea muutosalueen avartumista, kuivumista sekä paikoin myös vettymistä. Vastaavasti näiden muutosten perusteella on mahdollista arvioida alueen pienilmaston muuttuneen. Osa vaikutusalueista on kärsinyt maankäytöstä niin voimakkaasti, että niiden arvo luontokohteena on hävinnyt.

Erilaisten ihmistoiminnan hankkeiden aiheuttamia ympäristömuutoksia ja niiden aiheuttamia luontovaikutuksia on myös tutkittu laajasti (Forman 1995, Treweek 1999, Morris & Therivel 2009, Gerstner ym 2014). Tämän tutkimusten tulokset vas-

taavat muissa tutkimuksissa havaittuja eri maankäyttömuotojen vaikutuksia. Esimerkiksi metsäteiden on havaittu muuttavan pienilmastoa jopa 600 metrin etäisyydellä tiestä (Saunders ym. 1998). Lisäksi metsänkäsittelyn voimakkuuden on havaittu olevan suoraan verrannollinen metsänpohjan kasvien lajimäärän ja peittävyuden vähenemiseen (Jalonen & Vanha-Majamaa 2001).

5.6 Tulosten luotettavuuden arviointi

Tämän työn keskeisintä aineistoa, ilmakuvia, voidaan pitää virheettöminä ja luotettavina. Maankäytön muutoksen arvioinnin oikeellisuuteen vaikuttaakin ennen kaikkea ilmakuvien käsittely ja tulkinta. Ilmakuvien käsittelyssä pääsin mielestäni silmämääräisesti arvioiden luotettavaan lopputulokseen ja myös erilaiset pinta-alavertailut käsiteltyjen ilmakuvien ja Maanmittauslaitoksen orto-ilmakuvan välillä viittaavat tähän. Erilaisten maankäyttöluokkien tunnistamiseen ilmakuvasta ei ole olemassa yksiselitteistä keinoa, vaan kyse on aina tulkinnasta. Uskon tunnistaneeeni osan maankäyttöluokista erinomaisesti. Esimerkiksi vesistöt ja pellot olivat mielestäni hyvin yksiselitteisesti tunnistettavissa. Metsänkäsittelyluokkien tunnistaminen puolestaan oli ajoittain haastavaa ja vaati tulkintaa. Minulla ei ole mitään mahdollisuutta tarkistaa tunnistamieni maankäyttöluokkien oikeellisuutta. Toisaalta, vaikka maankäyttöluokkien tunnistamisessa olisikin tapahtunut yksittäisiä virhetulkintoja, ei niillä kuitenkaan ole ollut merkittävää asemaa tuloksissa. Ilmakuvien tulkinnassa mahdollisesti syntyneitä virhettä vähensin myös pyörittämällä rajaamieni maankäyttöluokkien pinta-alan lähimpään kymmeneen neliömetriin.

Tämän tutkimuksen toinen aineisto, kasvillisuustiedot, sisältää ilmakuvia enemmän epävarmuustekijöitä. Sekä 1980- että 2000-luvun kasvillisuustiedot perustuvat pääosin yksittäiseen käyntiin lehtokohteella (Taulukko 9). Tämä ei ole riittävä määrä kattavaan ja luotettavaan kasvillisuusinventointiin. Yksittäisen maastokäynnin kohdalla kasvaa riski, että maastossa ei havaita kaikkia alueella todellisuudessa kasvavia kasvilajeja. Kun lehtokohteiden inventointiin käytetty aika ei ole tiedossa, ei kasvillisuustiedon luotettavuuden arviointiin ole juuri välineitä.

Kasvitiedon oikeellisuuteen voi vaikuttaa myös inhimilliset virheet, mistä esimerkiksi Mutalammen lehdon kohdalla havaittu ristiriita kahden eri lähteen kohdalla voi kertoa.

Molemmilla vuosikymmenillä maastotutkimuksen on kuitenkin suorittanut pätevä henkilö, jolla on varmasti ollut motivaatio toteuttaa inventointi parhaalla mahdollisella tavalla. 2000-luvun alussa maastoinventoinnin tarkoitus oli eri kuin 1980-luvulla. Tämän vuoksi 2000-luvun kasvillisuustietoja piti tutkimuksessa täydentää, mikä on yksi keskeinen epävarmuustekijä kasvillisuusmuutosten arvioinnissa. Välivaaran toteuttamaa kasvilajien luokittelua voidaan kuitenkin pitää epävarmuutta minimoivana: luokkaan IV päätyivät kaikki ne lajit, joihin ei ollut kiinnitetty erityistä huomiota. Toisin sanoen luokkaan III päätyneiden ja tuloksiin vaikuttaneiden lajien 0-havainnot voidaan pitää melko luotettavina.

Koska kasvitietoihin liittyy useita eri vaiheisiin liittyviä epävarmuuksia, pidän lähes varmana, että jotkin käyttämäni kasvitiedot ovat virheellisiä. Tällä ei kuitenkaan ole merkitystä kokonaisuuden kannalta, sillä mikään keskeisistä johtopäätöksistä ei perustu yksittäisen lajin häviämiseen tai ilmestymiseen. Yksittäisten lehtojen kohdalla yksittäisellä lajilla saattaa tietysti olla vaikutusten tulkintaa ohjaava vaikutus, mutta tämä on otettu tarkastelussa huomioon ja näin minimoitu mahdollinen virhe.

Olin etukäteen ajatellut tutkimukseni sisältävän 5–10 tutkimusaluetta ja kuusi lehtoa sopii oikein hyvin. Tilastollisen tarkastelun kannalta tämä määrä on vähäinen, mutta rajaamalla tutkimusalueiden määrän alle kymmeneen pystyin toteuttamaan tutkimusalueiden tarkan analysoinnin tähän tutkimukseen käytössä olevan ajan puitteissa. Joka tapauksessa tutkimusalueiden vähäinen lukumäärä on merkittävä tutkimuksen luotettavuutta heikentävä tekijä.

Tulosten tarkastelu nojaa pitkälti kolmeen keskeiseen kasvien kasvupaikkatietoja kuvaavaan lähteeseen (Hämet-Ahti ym. 1998, Hotanen ym. 2008, Luontoportti 2015). Julkaisuja voi pitää luotettavina lähteinä, vaikka tieteellisistä julkaisuista ei olekaan kyse. Yksi epävarmuustekijä tulosten tulkinnassa on kuitenkin joka tapa-

uksessa kasvilajien vasteeseen perehtyneiden tutkimusten vähyys. Myös kasvillisuuden ominaispiirteet tutkimuksen indikaattoriryhmänä antaa oman vivahteensa tutkimukseen: Kasvit reagoivat erilaisiin muutoksiin kuin esimerkiksi linnut. Joka tapauksessa havaittujen ympäristömuutosten vaikutusta voi tämän tutkimuksen perusteella laajentaa myös muihin eliöryhmiin, kunhan ottaa eliöryhmien ekologiset erot huomioon.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen perusteella arvokkaiden luontokohteiden kasvillisuuden kannalta merkittävimmät maankäyttömuodot ovat tiet ja metsätalous. Kasvilajistossa havaittujen muutosten perusteella näiden maankäyttömuotojen voi arvioida aiheuttavan ympäristömuutoksena pienilmaston avartumista, kuivumista ja maanpinnan rikkoutumista. Yhtenä ympäristömuutoksena voi olla myös vesitalouden muutokset.

Uusien teiden rakentaminen on Suomessa vähenemässä. Sen sijaan metsätalouden puunkulutuksen arvioidaan Suomessa tulevaisuudessa vain kasvavan. Arvokkaiden luontokohteiden säilymisen kannalta metsätalouden tulisi tulevaisuudessa kiertää arvokkaat elinympäristöt kokonaan. Metsälain on tarkoitus turvata metsien monimuotoisuutta, mutta metsälain nojalla suojeltujen erityisen arvokkaiden elinympäristöjen pieni koko vaarantaa niiden säilymisen ympäristömuutosten ulottumattomissa. Myös suojelalueiden lisääminen voisi parantaa arvokkaiden luontokohteiden säilymistä, niin kuin myös tässä tutkimuksessa huomattiin.

Tämä tutkimus nosti esiin selviä tarpeita lisätutkimukselle. Esimerkiksi nyt tarkasteltujen kohteiden tutkiminen päivitettyjen tietojen valossa voisi tuoda uutta tietoa maankäytön luontovaikutuksista. Yleisemmin tämän tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että erilaisten hankkeiden yleensä aiheuttamat ympäristömuutokset ovat jo varsin hyvin tiedossa. Lisätutkimusta tarvitaankin ennen kaikkea näiden muutosten luontovaikutusten ymmärtämiseen eri lajien ja ekosysteemien kohdalla. Myös jo olemassa olevan tiedon asemaa päätöksenteossa tulisi vahvistaa, jotta tulevaisuuden maankäytössä luontoarvot voitaisiin ottaa paremmin huomioon.

Yhtenä tämän tutkimuksen keskeisistä havainnoista on vanhojen luontotietojen tärkeys tutkimuksessa. Tämä tutkimus ei olisi ollut alkuunkaan mahdollinen, mikäli Keski-Suomen liitossa ei olisi säilytetty vanhoja maastolomakkeiden kopioita. Kerättäessä uutta luontotietoa tulisikin aina ottaa huomioon myös kerätyn tiedon myöhemmät käyttömahdollisuudet.

KIITOKSET

Kiitos kaikille tämän Pro gradu -työn valmistumisessa auttaneille.

Kiitos Johanna Viljaselle ja Keski-Suomen ELY-keskukselle avusta Hertta -eliölajirekisterin kanssa. Kiitos Anssi Lensulle avusta tilastomenetelmien valinnassa. Kiitos Reima Välivaaralle korvaamattomasta avusta kaikkien käytössä olleiden kasvitietojen hyödyntämisessä sekä rohkaisevasta kannustuksesta tutkimuksen tekoa kohtaan.

Tämä tutkimus on saanut rahoitusta Suomen Akatemian hankkeesta numero 250248 – kiitos tästä. Kiitos myös Leena Lindsrömille avusta rahoituksen järjestämisessä.

Suuri kiitos Elisa Valliukselle: tätä työtä ei olisi olemassa ilman hänen väsymätöntä kannustustaan, timanttista ohjaustaan ja erittäin hienoa asennettaan.

Kiitos vanhemmilleni ja veljilleni kannustuksesta ja avusta koko työn ajan.

Elina: kiitos aivan kaikesta!

KIRJALLISUUS

- Aggemyr E. & Cousins S.A.O. 2012. Landscape structure and land use history influence changes in island plant composition after 100 years. *J Biogeogr* 39: 1645–1656.
- Attfield R. 1999. *The ethics of the global environment*. Purdue University Press, West Lafayette Ind.
- Bennett A. & Saunders D. 2010. Habitat fragmentation and landscape change. Teoksessa: Sodhi N. & Ehrlich P. (toim.), *Conservation Biology for All*, Oxford University Press Inc., New York.
- Braimoh A. 2006. Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agric Ecosyst Environ* 113: 254–263.
- Brunet J. & von Oheimb G. 1998. Migration of vascular plants to secondary woodlands in southern Sweden. *J Ecol* 86: 429–438.
- Cajander A.K. 1925. *Metsätyypiteoria*. Helsinki.
- Dale V., Brown S., Haeuber R., Hobbs N., Huntly N., Naiman R., Riebsame W., Turner M. & Valone T. 2000. Ecological principles and guidelines for managing the use of land. *Ecol Appl* 10: 639–670.
- Ehrlich P.R. & Sodhi N.S. 2010. *Conservation biology for all*. Oxford University Press, Oxford.
- ESRI 2014. Fundamentals of georeferencing a raster dataset. Saatavissa: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/Fundamentals_of_georeferencing_a_raster_dataset/009t000000mn000000/ Luettu 6.10.2015.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34: 487–515.
- Foley J., DeFries R., Asner G., Barford C., Bonan G., Carpenter S., Chapin F., Coe M., Daily G., Gibbs H., Helkowski J., Holloway T., Howard E., Kucharik C., Monfreda C., Patz J., Prentice I., Ramankutty N. & Snyder P. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570–574.
- Forman R.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge university press.
- Forman R. & Alexander L. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu Rev Ecol Syst* 29: 207–C2.

- Freeman S. & Herron J.C. 2007. *Evolutionary analysis*. 4. painos. Upper Saddle River N.J.
- Gerstner K., Dormann C.F., Stein A., Manceur A.M. & Seppelt R. 2014. Effects of land use on plant diversity - A global meta-analysis. *J Appl Ecol* 51: 1690–1700.
- Glasson J., Therivel R. & Chadwick A. 2013. *Introduction to environmental impact assessment*. Routledge.
- Grime J.P. 2006. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. John Wiley & Sons.
- Hämet-Ahti L., Koistinen M., Lampinen R., Suominen J. & Uotila P. 1998. *Retkeilykasvio*. 4., täysin uud. painos. Luonnontieteellinen keskusmuseo, Helsinki.
- Hooper D., Chapin F., Ewel J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J., Lodge D., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A., Vandermeer J. & Wardle D. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecol Monogr* 75: 3–35.
- Hotanen J., Nousiainen H., Mäkipää R., Reinikainen A. & Tonteri T. 2008. *Metsätyypit : opas kasvupaikkojen luokitteluun*. Metsäkustannus, Helsinki.
- Huston M. 1979. General Hypothesis of Species-Diversity. *Am Nat* 113: 81–101.
- Ihse M. 1995. Swedish Agricultural Landscapes - Patterns and Changes during the Last 50 Years, Studied by Aerial Photos. *Landscape Urban Plann* 31: 21–37.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Jaakkola L. 2014. *Can learning from the past help to predict the future in the environmental impact assessment on reindeer husbandry?* Jyväskylän yliopisto. Diss. Jyväskylä studies in biological and environmental science, 288.
- Jalonen J. & Vanha-Majamaa I. 2001. Immediate effects of four different felling methods on mature boreal spruce forest understorey vegetation in southern Finland. *For Ecol Manage* 146: 25–34.
- Jalonen R., Hanski I., Kuuluvainen T., Nikinmaa E., Raitio K., Tahvonen O., Pelkonen P. & Puttonen P. 2006. *Uusi metsäkirja*. Gaudeamus, Helsinki.
- Johnson K.H., Vogt K.A., Clark H.J., Schmitz O.J. & Vogt D.J. 1996. Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 11: 372–377.

- Keski-Suomen seutukaavaliitto. 1982. *Julkaisu 66 B: Keski-Suomen lehtoalueselvitys*. Keski-Suomen seutukaavaliitto, Jyväskylä.
- Kuuluvainen T., Mönkkönen M., Kote-Tokoi P., Kuusinen M., Aapala K. & Tukka H. 2004a. Metsien monimuotoisuuden turvaamisen perusteet. Teoksessa: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M. & Salpakivi-Salomaa P. (toim.), *Metsän kätköissä: Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy, Helsinki.
- Kuuluvainen T., Jäppinen J., Kivimaa T., Rassi P., Salpakivi-Salomaa P. & Siitonen J. 2004b. Ihmisen vaikutus Suomen metsiin. Teoksessa: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M. & Salpakivi-Salomaa P. (toim.), *Metsän kätköissä: Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy, Helsinki.
- Laurance W. 2010. Habitat destruction: death by a thousand cuts. Teoksessa: Sodhi N. & Ehrlich P. (toim.), *Conservation Biology for All*, Oxford University Press Inc., New York.
- Living Planet Report. 2014. *Species and spaces, people and places*. WWF International, Gland, Switzerland.
- Löfman S. & Kouki J. 2001. Fifty years of landscape transformation in managed forests of southern Finland. *Scand J For Res* 16: 44–53.
- Luontoportti 2015. Kasvilajit. Saatavissa: <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/kasvit/> Luettu 26.11.2015.
- MacArthur R.H. & Wilson E.O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.
- Metsäntutkimuslaitos. 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014 [verkkojulkaisu]. Saatavissa: http://stat.luke.fi/mets%C3%A4tilastollinen-vuosikirja-2014_fi. Luettu 30.11.2015.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. World Resources Institute, Washington DC.
- Mönkkönen M. 2004. Suomen metsäluonto – osa globaalia monimuotoisuutta. Teoksessa: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M. & Salpakivi-Salomaa P. (toim.), *Metsän kätköissä: Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy, Helsinki.
- Morris P. & Therivel R. 2009. *Methods of environmental impact assessment*. 3. painos. Routledge, London; New York.

- Nuutinen K. 2011. *Suomenhevonen metsätyössä –Matka historiasta nykypäivään*. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Piirainen M., Enroth J., Vauras R. & Väre H. 2009. *Kasvit: luonnossa*. [4]. Weilin + Göös, Helsinki.
- Pimm S.L. & Askins R.A. 1995. Forest losses predict bird extinctions in eastern North America. *Proc Natl Acad Sci U S A* 92: 9343–9347.
- Rassi P., Hyvärinen E., Jusle´n A. & Mannerkoski I. 2010. *Suomen lajien uhanalaisuus: Punainen kirja 2010*. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Reinikainen A., Mäkipää R., Vanha-Majamaa I. & Hotanen J. 2000. *Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa*. Tammi, Helsinki.
- Ricklefs R.E. & Miller G.L. 2000. *Ecology*. 4. painos. Freeman, New York.
- Roose M. 2014. GIS assessing traditional and modern agricultural land use/land cover change. A case study 1959-2005: Rekijoki, Somero, SW-Finland. Turun yliopisto.
- Rosenzweig M.L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press.
- Ruuska R. & Helenius J. 1996. *GIS analysis of change in an agricultural landscape in Central Finland*. Agricultural and food science in Finland.
- Salonen V. 2006. *Kasviekologia : millaista on luonnonkasvien elämä?* WSOY oppimateriaalit, Helsinki.
- Saunders S.C., Chen J., Crow T.R. & Brosnoks K.D. 1998. Hierarchical relationships between landscape structure and temperature in a managed forest landscape. *Landscape Ecol* 13: 381–395.
- Silvia Calvo-Iglesias M., Fra-Paleo U., Crecente-Maseda R. & Alberto Diaz-Varela R. 2006. Directions of change in land cover and landscape patterns from 1957 to 2000 in agricultural landscapes in NW Spain. *Environ Manage* 38: 921–933.
- Siitonen, J. & Hanski, I. 2004. Metsälajien ekologia ja monimuotoisuus. Teoksessa: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M. & Salpakivi-Salmaa P. (toim.), *Metsän kätköissä: Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*, Edita Publishing Oy, Helsinki.
- Söderman T. 2003. *Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi – kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa*. Suomen ympäristökeskus.

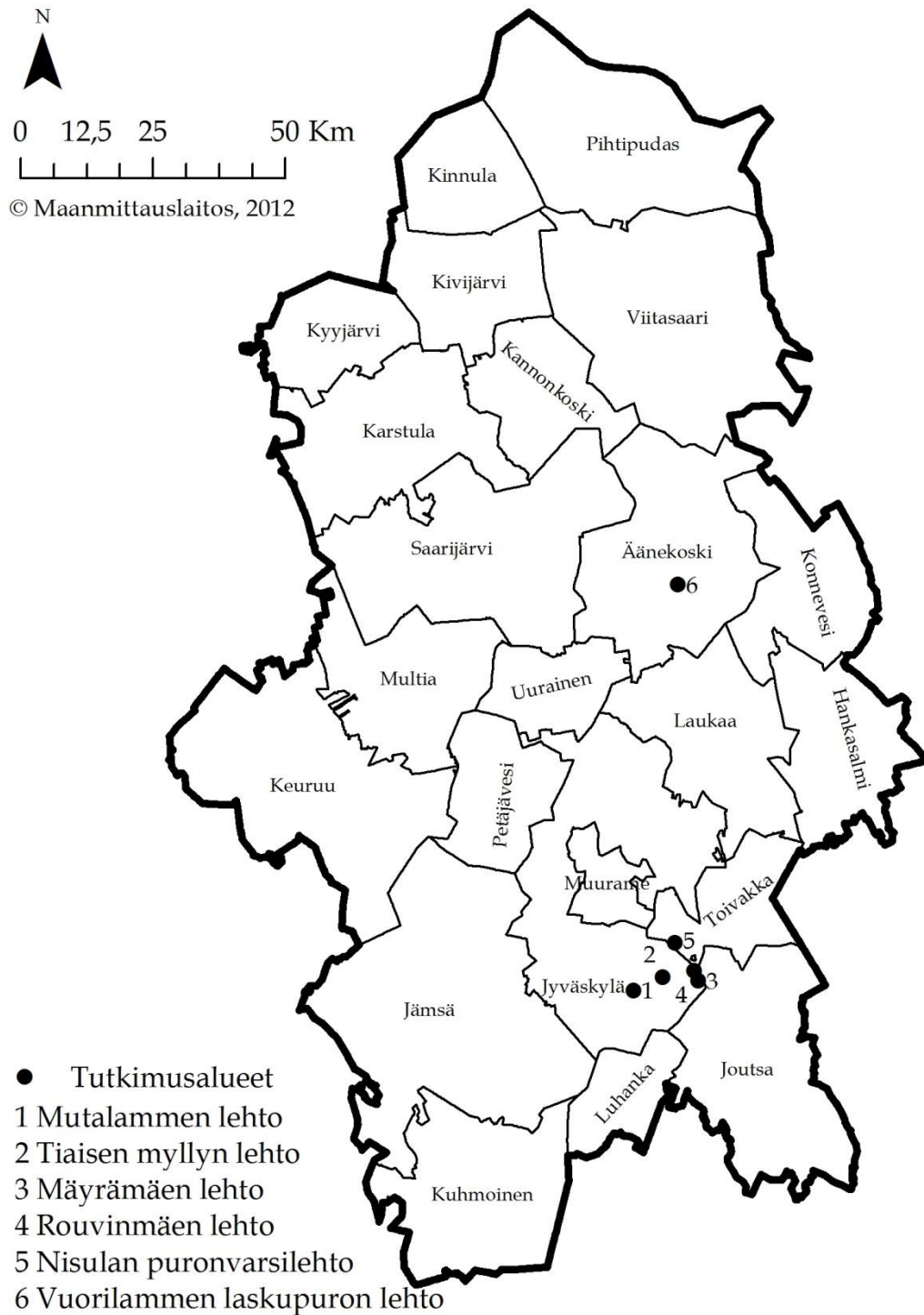
- Söderman T. 2012. *Biodiversity and ecosystem services in impact assessment: from components to services*. Diss. University of Helsinki, Helsinki.
- Tilman D., May R., Lehman C. & Nowak M. 1994. Habitat Destruction and the Extinction Debt. *Nature* 371: 65–66.
- Tonteri T., Ahlroth P., Hokkanen M., Lehtelä M., Alanen A., Hakalisto S., Kuuluvainen T., Soinin T. & Virkkala R. 2008. Metsät. Teoksessa: Raunio A., Schulman A. & Kontula T. (toim.), *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset*. Suomen ympäristökeskus.
- Tonteri T. 2004. Kasvillisuuden sukkessio ja monimuotoisuus kivennäismaiden talousmetsissä. Teoksessa: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M. & Salpakivi-Salomaa P. (toim.), *Metsän kätköissä: Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy, Helsinki.
- Treweek J. 1999. *Ecological impact assessment*. Blackwell Science, Oxford.
- Tylianakis J.M., Didham R.K., Bascompte J. & Wardle D.A. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecol Lett* 11: 1351–1363.
- Vanha-Majamaa I. 2001. Metsätalouden vaikutus kasvillisuuteen. *Metsätieteen aikakauskirja* 200: 1.
- Väliavaara R. 2007. *Julkaisu B 162: Seutukaavan suojelualueiden nykytilan inventointi: Keski-Suomen maakuntakaava*. Keski-Suomen liitto, Jyväskylä.

LIITE 1. KESKISUOMALAISTEN LEHTOJEN SAATAVILLA OLEVAT KASVILLISUUSTIEDOT 1980- JA 2000-LUVULTA

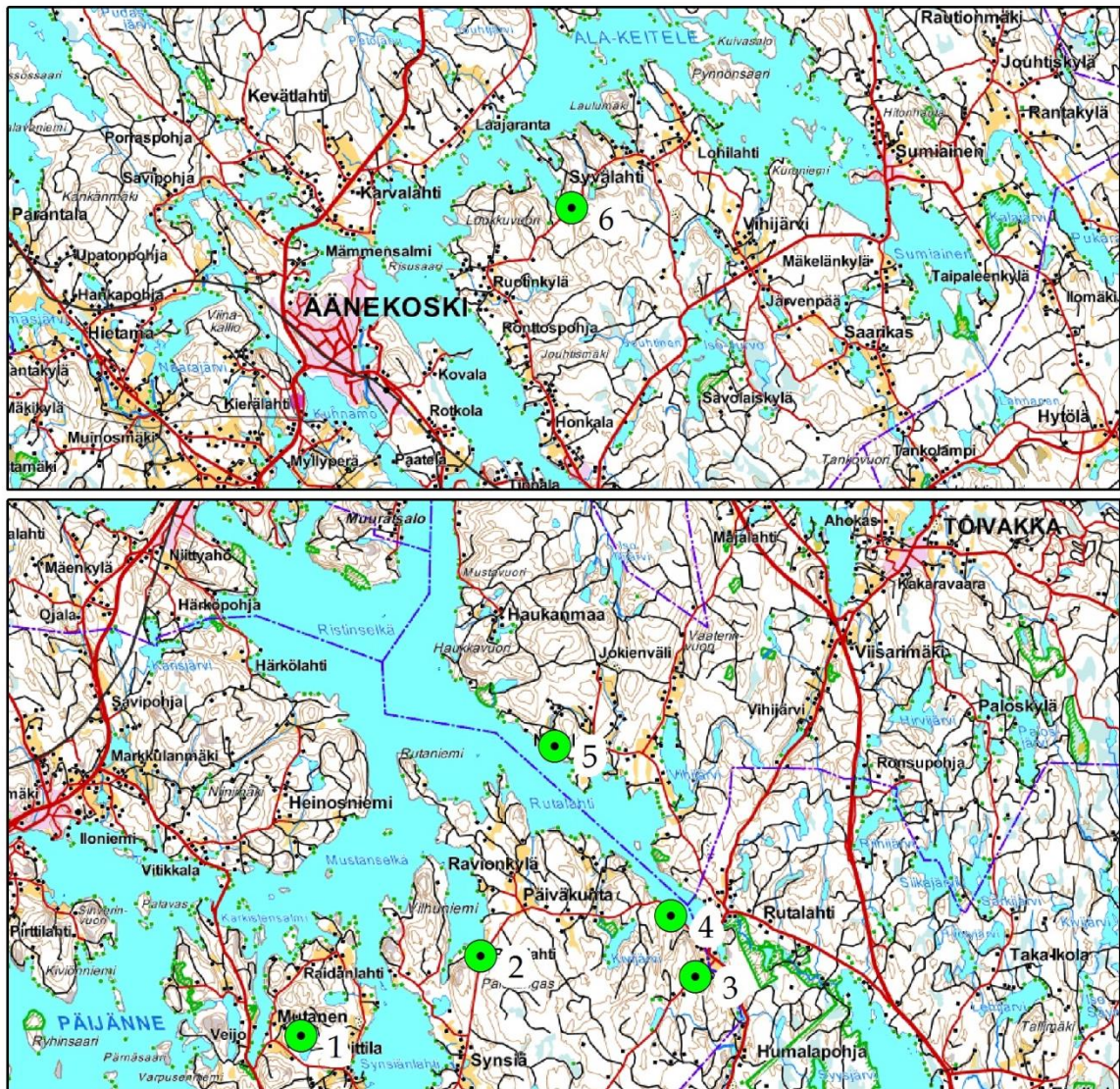
Lehto	Sijainti	1980-luku		2000-luku	
		Lajilista	Kohdekuvaus	Lajilista	Kohdekuvaus
Tiaisen myllyn lehto	Jyväskylä	1982	kyllä	2003	kyllä
Rouvinmäen lehto	Jyväskylä	1982	kyllä	2003	kyllä
Mäyrämäen lehto	Jyväskylä	1982	kyllä	2003	kyllä
Mutalammen lehto	Jyväskylä	1982	kyllä	2003	kyllä
Vuorilammen laskupuron lehto	Äänekoski	1982	kyllä	2004	kyllä
Nisulan puronvarsilehto	Toivakka	1982	kyllä	2004	kyllä
Ylä-Peltolan myllypuron lehto	Kuhmoinen	1982	kyllä	ei	kyllä
Salakkajoen lehto	Jämsä	1982	kyllä	ei	ei
Myllyojan lehto	Jämsä	1982	kyllä	ei	ei
Myllymäen myllypuron lehto	Kuhmoinen	1982	kyllä	ei	ei
Leppäjoen lehto	Luhanka	1982	kyllä	ei	kyllä
Kankaisvuoren vaahteralehto	Luhanka	1982	kyllä	ei	kyllä
Kalattoman laskupuron lehto	Kuhmoinen	1982	kyllä	ei	kyllä
Tammijärven tienvarsilehto	Luhanka	1982	kyllä	ei	kyllä
Isojoen lehto	Jyväskylä	1982	kyllä	ei	ei
Humalapuro	Äänekoski	1982	kyllä	ei	ei
Humalalampi	Joutsa	1982	kyllä	ei	kyllä
Hietakoski	Toivakka	1982	kyllä	ei	ei
Hauhanlammen laskupuron lehto	Luhanka	1982	kyllä	ei	kyllä
Anttilan lehto	Jämsä	1982	kyllä	ei	ei

Rajalammin lehto- alue	Keuruu	1983	kyllä	ei	ei
Mäki-Kaipion puro- lehto	Äänekoski	1983	ei	2003	kyllä
Ahvenlammin las- kupuron lehto	Jyväskylä	1984	ei	ei	ei
Kolmisoppisesta las- kevan puron lehto	Luhanka	1984	ei	ei	ei
Könkkölän lehto	Jyväskylä	1984	ei	ei	ei
Myllypuron lehto	Äänekoski	1985	ei	ei	ei
Palsanpuronlehto	Saarijärvi	1986	ei	ei	kyllä
Sillanmäen puron- varsilehto	Saarijärvi	1986	ei	ei	ei
Myllylammen lehto	Saarijärvi	1986	ei	ei	ei
Lirponmäki	Hankasalmi	1986	ei	ei	ei
Korkeakosken kylän lehto	Viitasaari	1986	ei	ei	ei
Vaarunvuoren jala- valehto	Jyväskylä	1987	ei	ei	ei
Ohenloili	Hankasalmi	1987	ei	ei	kyllä

LIITE 2. TUTKIMUSKOHTEIDEN SIJAINNIT



Kuva 1. Tutkimuskohteiden sijainnit Keski-Suomessa.

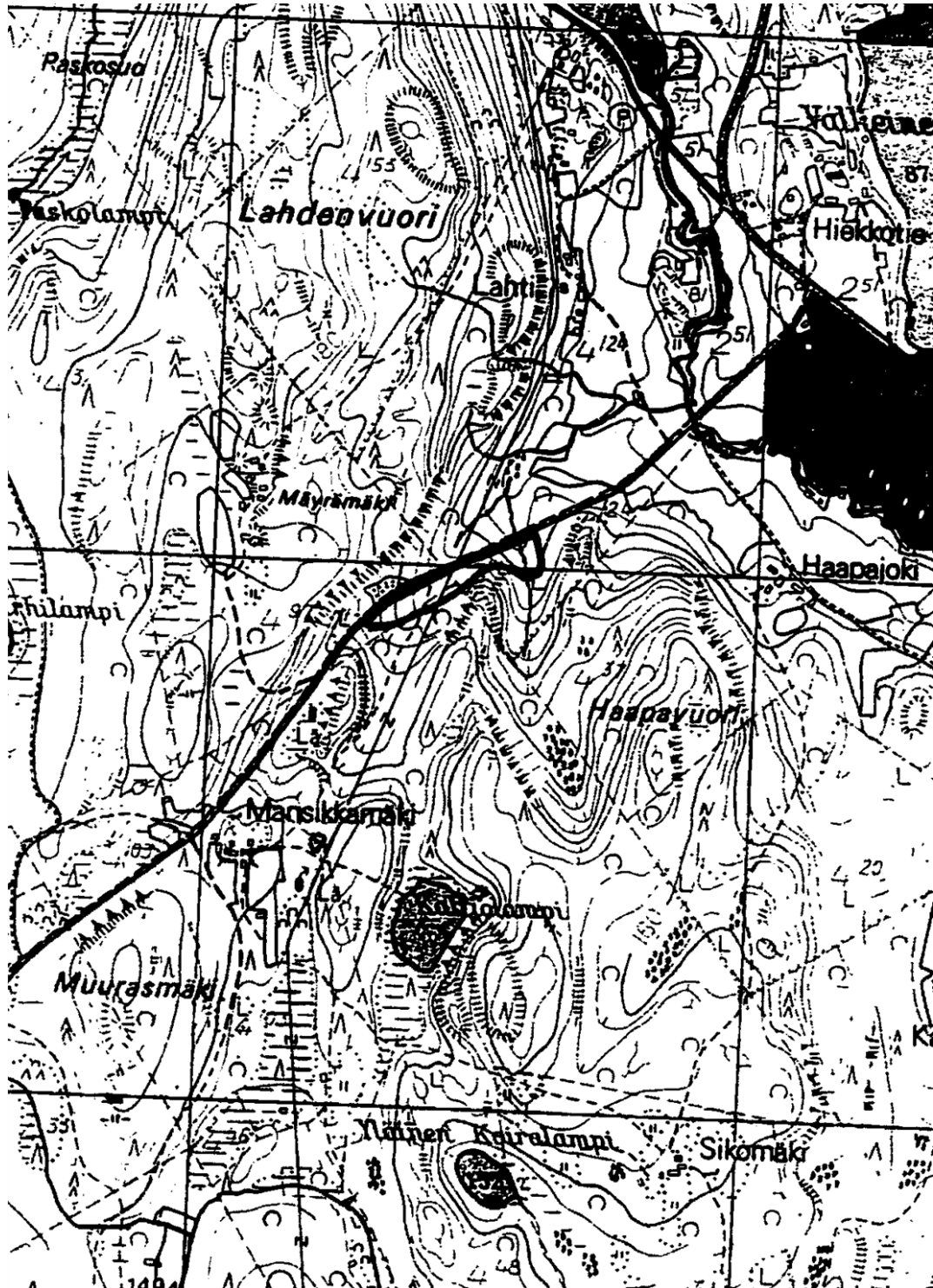


© Maanmittauslaitos, 2012

- Tutkimusalueet
- 1 Mutalammen lehto
- 2 Tiais myllyn lehto
- 3 Mäyrämäen lehto
- 4 Rouvinmäen lehto
- 5 Nisulan puronvarsilehto
- 6 Vuorilammen laskupuron lehto

Kuva 2. Tutkimuskohteiden sijainnit Äänekoskella, Jyväskylässä ja Toivakassa.

LIITE 3. MÄYRÄMÄEN LEHDON MAASTOLOMAKKEEN TIE- TOJA



Kuva 1. Suurennos Mäyrämäen lehdon vuoden 1982 inventoinnin maastolomakkeen peruskarttalehdestä, johon lehtoalue on rajattu. Taustakartta: Maanmittaushallitus (1982).

LEHTOKASVILAJIT (ALUEET 2.2. JA 2.3. JÄRVI-SUOMI JA VAASAN RANNIKKOMAA)		Kunta LEIJONMÄKI Toode				Tärkeimpiä kulttuuritulokkaita:			
		1	2	3	x	1	2	3	x
Puut ja pensaat:									
Acer platanoides									
Ainus glutinosa									
A. incana	4								
Betula pendula	2								
B. pubescens									
Corylus avellana	2								
Daphne mesereum									
Juniperus communis	2								
Lonicera xylosteum	4								
Picea abies	2								
Pinus sylvestris	2								
Populus tremula	5								
Prunus padus									
Ribes alpinum									
R. nigrum									
R. spicatum									
Rosa scicularis									
R. majalis									
Rubus idaeus	4								
Saxifraga									
S. myrsinifolia									
S. pentandra	3								
Sorbus aucuparia	1								
Tilia cordata	3								
* Ulmus glabra									
Viburnum opulus									
Käynnökset:									
* Clematis alpina									
subsp. sibirica									
Fallopia dumetorum									
Humulus lupulus									
Solanum dulcamara									
Sanikkaiset:									
Athyrium filix-femina									
Botrychium lunaria	4								
* E. matricarifolium									
Diplazium sibiricum									
Dryopteris carthusiana	3								
D. expansa	2								
D. filix-mas	2								
Equisetum pratense	4								
E. sylvaticum	4								
Gymnocarpium dryopteris									
Lycopodium annotinum									
Mattuceella struthiopteris	5								
Pteridium aquilinum	4								
Thelypteris phaeopteris									
Varvut:									
Vaccinium myrtillus									
V. vitis-idaea									
Sarat, helnät ym:									
* Agrostitis clavata									
Callamagrostis arundinacea	2								
C. epigejos									
Ruohot:									
* Aconitum septentrionale									
Actaea erythrocarpa									
A. spicata									
Aegopodium podagraria	4								
Anemone nemorosa									
A. ranunculoides									
Angelica sylvestris									
Anthriscus sylvestris									
Aquilegia vulgaris									
* Calypso bulbosa									
Campanula persicifolia									
C. repunculooides									
Cardamine amara									
Chrysosplenium alternifolium									
Circaea alpina									
Cirsium helenioides									
Geologlossum viride									
Convallaria majalis									
Cornus suecica									
* Corydalis intermedia									
Crepis paludosa									
* Cyrtopodium calceolus									
Dactylorhiza maculata									
(incl. D. fuchsii)									
Epilobium angustifolium									
E. montanum									
* Epipactis atrorubens									
E. helleborine									
Epipogon aphyllum									
Filipendula ulmaria									
Fragaria vesca									
Gagea minima									
Galium boreale									
G. odoratum									
G. triflorum									
Geranium robertianum									
G. sylvaticum									
Geum rivale									
G. urbanum									
Goodyera repens									
Gymnadenia conopsea									
Hepatica nobilis									
Hypericum maculatum									
Lehdon putkilokasvit - leijonmäki									
Impatiens noli-tangere									
Lactuca sibirica									
Lathyrus sylvestris									
L. vernus									
Linnæa borealis									
Listera cordata									
L. ovata									
Maianthemum bifolium									
Meibomia nemorosum									
M. sylvaticum									
Moehringia trinervia									
Moneses uniflora									
Mycelis muralis									
* Neottia nidus-avis									
Orchilla secunda									
Oxalis acetosella									
Paris quadrifolia									
Parnassia palustris									
Platanthera bifolia									
Polemonium caeruleum									
Polygonatum odoratum									
Prunella vulgaris									
Pulmonaria obscura									
Pyrola minor									
P. rotundifolia									
Ranunculus auricomus									
R. casubicus									
R. fellix									
Ranunculus ficaria									
Rubus saxatilis									
Scopolaria nodosa									
Silene dioica									
Solidago virgaurea									
Stachys sylvatica									
Stellaria longifolia									
S. nemorum									
Thalictrum aquilegifolium									
Thriftalis europaea									
Trifolium medium									
Trifolium europaeum									
Russilago farfara									
Urtica dioica									
Veronica chamaedrys									
Veronica sambucifolia									
V. officinalis									
Vicia sylvatica									
Viola epipsilla									
V. mirabilis									
V. montana									
V. riviniana									
V. selkirkii									
Tärkeimmät (peittävimmät) lehtokasvialat:									
Brachythecium sp.									
Cirriphyllum piliferum									
Hylocomium splendens									
H. umbratum									
Plagiommium cuspidatum									
P. affine+ellipticum+medium	2								
Pleurozium schreberi									
Rhacomium sp.									
Rhodobryum roseum									
Rhytidadelphus subpin-									
R. triquetrus									

Kuva 2. Mäyrämäen lehdon kasvikortti vuoden 1982 inventoinnin maastolomakkeesta.

LIITE 4. TUTKIMUKSESSA KÄYTETTYJEN MAANKÄYTTÖ- LUOKKIEN KUVAUS

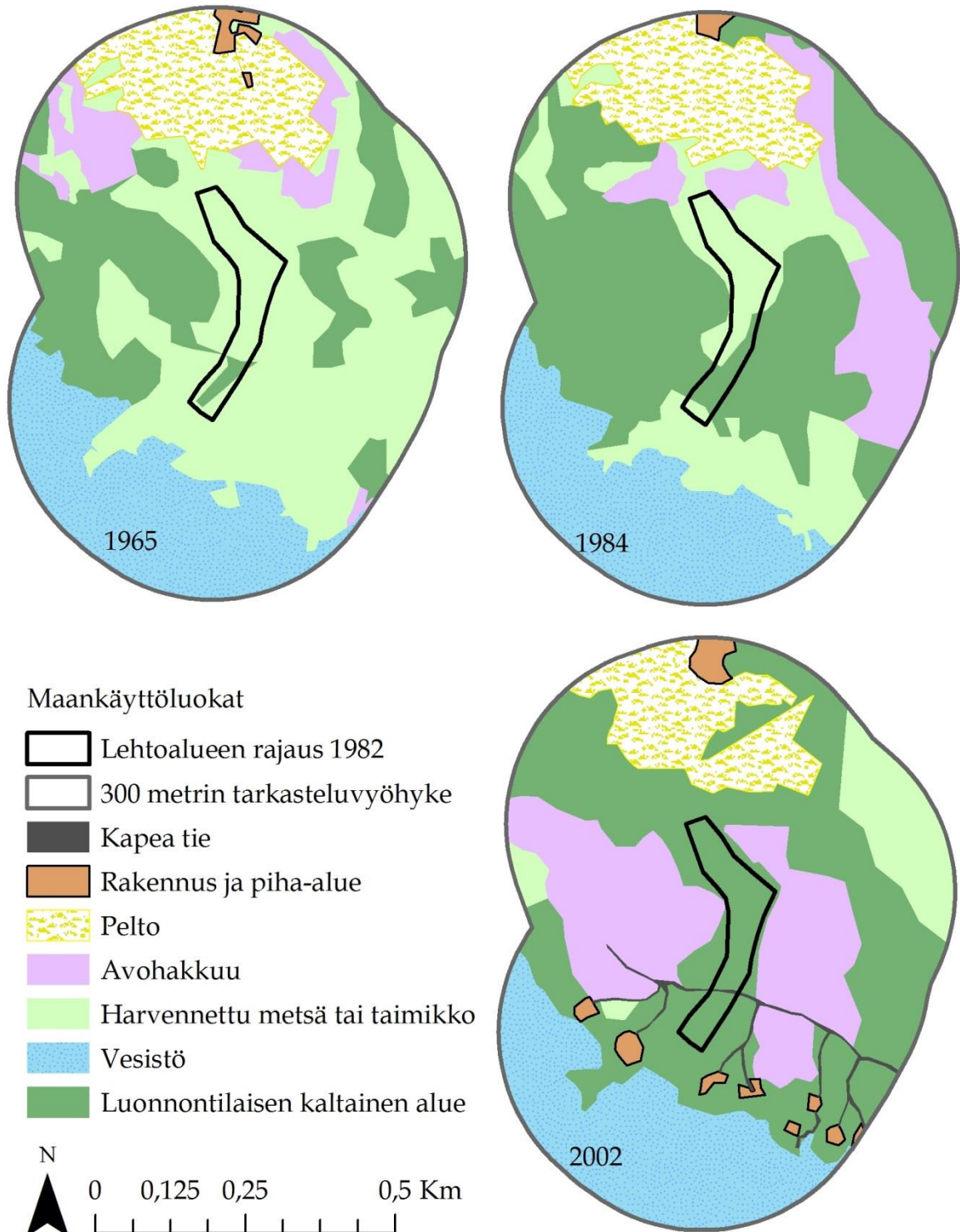
Maankäyttöluokka	Kuvaus
Puhelinmasto	Kohdetta ei voi luotettavasti havaita käyttämistäni ilmaku- vista
Voimalinja	Sähkölinja on selvärajainen, huomattavan suora, 7 - 17 met- riä leveä raivattu linja. Sähkölínjan alus voi olla joko paljas tai kasvaa pieniä puuntaimia tai pensaita. Sähkölínja erottuu helpoiten metsämaasta. Pellolla sitä ei välttämättä huomaa mistään, ja tällöin sähkölínjan reitti ja leveys arvioidaan metsäosien perusteella. Pieniä sähkö- tai puhelinlinjoja, jot- ka kulkevat esimerkiksi teiden varsilla, ei ilmakuista juuri huomaa. Niitä ei lasketa voimalinjoiksi, vaan ne sisältyvät mukaan tierajauksiin.
Oja	Oja on suora kaivanto maassa, jonka oletettava tarkoitus on helpottaa veden virtaamista
Monitoimikoneen ura	Kohdetta ei voi luotettavasti havaita käyttämistäni ilmaku- vista
Kapea tie	Kapea tie on luonteeltaan metsäauto- tai mökkitie tai pellol- le tai maatalousrakennukselle johtava ajokelpoiseksi arvioi- tava ura. Tie on yleensä kapea myös silloin, kun se johtaa vain yhteen asuintaloon ja on luonteeltaan selvästi sivutie leveältä tieltä. Kapean tien tunnusmerkki on myös tielinja- uksen mutkitteluus leveään tiehen verrattuna. Kapea tie ei fyysisesti välttämättä ole sen kapeampi kuin leveä tie, mutta esimerkiksi piennaralueet huomioiden leveä tie hah- mottuu ilmakuista leveämpänä.
Leveä tie	Leveä tie on kaksikaistainen autotie, joka on useimmiten asfaltoitu. Leveällä tiellä on hoidetut, selvästi erottuvat pien- tareet. Leveä tie ei ole umpikuja. Leveään tiehen on rajattu mukaan myös siihen selvästi liittyvät pientareet.
Rakennus ja piha- alue	Rakennus on asuintalo, eläinsuoja, maatila, lato, konehalli tai vastaava. Piha-alue on rakennuksen ympärillä oleva alue, joka erottuu paljaana tai hoidettuna sitä ympäröivistä maankäyttöluokista. Piha-alue on oletettavasti aktiivisessa käytössä sen sisältämän rakennuksen käyttötarkoitus huo- mioiden.
Teollisuusalue	Teollisuusalue sisältää teollisuuskiinteistöön viittaavan ra- kennuksen ja sitä ympäröivän piha-alueen. Myös pelkkä maa-alue ilman rakennuksia voi liittyä tähän luokkaan, mi-

	<p>käli alueen käyttö viittaa teolliseen toimintaan, esimerkiksi kiviaineksen murskaamiseen. Maatalouteen viittaavat rakennukset ja alueet huomioidaan luokassa rakennus ja pihalualue</p>
Pelto	<p>Pelto on heinän tai viljojen kasvatuspaikka, tai avoin eläinten laidunnusalue. Pelto sisältää mahdolliset pelto-ojat. Ilmakuvasta pelto erottuu selvärajaisena ja tasaisena. Hakkuuaukeasta se erottuu tasaisen värityksen perusteella. Kynnetty pelto on tasaisen tummanharmaa ja kasvipeitteinen pelto lähes valkoinen.</p>
Avohakkuu	<p>Avohakkuu on metsään tehty aukko, jolla ei kasva kuin yksittäisiä latvuspuita. Avohakkuuksi arvioidaan aukot, jotka ovat täysin paljaita sekä aukot, jotka arvioidaan hakatun viimeisen viiden vuoden aikana kuitenkin niin, että taimikasvusto ei vielä peitä maanpintaa juurikaan. Pellostavohakkuu erottuu yksittäisten puiden, epätasaisten pinnanmuotojen sekä laikukkaan värityksen vuoksi. Avohakkuu voi olla hyvin selvärajainen, mutta etenkin 60-luvulla pehmeäreunaisempi. Muutenkin 60-luvun hakkuualoja luonnehtii kevyempi kasvillisuus ja maanpinnan käsittely. Avohakkuulla metsänpohja näkyy kuitenkin selvästi ja voidaan pitää oletettavana, että paikalta on kaadettu valtaosa latvuspuista.</p>
Harvennettu metsä tai taimikko	<p>Harvennetussa metsässä tai taimikossa ihmistoiminta näkyy lähinnä latvuksen sulkeutuneisuuden aukkoina tai latvuksen puuttumisena. Harvennetussa metsässä maanpinta näkyy laikkuina ja latvus on epätasainen. Harvennetussa metsässä latvus peittää vähintään puolet maanpinnasta. Taimikko on arviolta avohakkuuta seuraava tila 5–20 vuotta avohakkuun jälkeen. Latvusta ei oikeastaan vielä ole, mutta puut peittävän maanpinnan lähes kokonaan. Taimikko ja harvennettu metsä voivat luonnehtia etenkin taimikkovaiheen loppupuolella samaa aluetta.</p>
Vesistö	<p>Lammet, järvet ja vesikuopat erottuvat ilmakuvasta mustina ja tasaisina alueina.</p>

LIITE 5. ARCGIS-OHJELMAN KÄYTÖN KUVAUS TUTKIMUKSEN ERI VAIHEISSA

Työvaihe	Kuvas
Georeferointi	Käytin georeferoinnissa ArcGIS 10.2 paikkatieto-ohjelman Goereferencing-toimintoa. Transformaationa käytössäni oli Projective transformation. Vertailupisteitä oli 5-10 jokaisessa kuvassa. Käytin pisteinä muun muassa kareja, niemenkärkiä, rakennuksia ja teitä. Vertailukarttana minulla oli Maanmittauslaitoksen orto-ilmakuva (2012). Georeferoinnissa käytössä oli tarkimmat mahdolliset mitataavat
Maankäyttöluokkien rajaaminen	Rajasin jokaisen maankäyttömuodon omaksi uudeksi aluemuotoiseksi tasoksi ilmakuvan päälle ArcGIS:n Editing-toiminnolla. Piirtäessäni rajausta käytin aina mittakaavaa 1:2000, mutta maankäyttöluokan tunnistamiseksi tarkastelin kuvaa myös muilla mittakaavoilla. Rajauksessa käytin Snapping-työkalun Vertex- ja Edge snapping valintoja aina silloin kun maankäyttöluokat rajautuivat toisiinsa kiinteästi.
Maankäyttömuotojen rajausten yhdistäminen ja ihmiskäytön ulkopuolella olevan alueen selvittäminen	Yhdistin samaan maankäyttöluokkaan kuuluvat rajaukset saman lehdon ympäristössä Union-toiminnolla. Koko tarkastelujakson ajan ihmiskäytön ulkopuolella olleet alueet selvitin yhdistämällä kunkin kohteen kaikki rajatut maankäyttöluokat kolmelta eri tarkasteluvuodelta Union-toiminnalla yhdeksi tasoksi. Leikkaamalla tällä tasolla Erase-toiminnolla tarkasteluvyöhykkeen rajauksen, jäljelle jää alueet, jotka eivät ole olleet missään näkyvässä ihmiskäytössä koko tarkastelujakson aikana.
Maankäyttömuotojen pinta-alojen laskeminen	Toteutin tarkasteluvyöhykkeet jokaisen lehtokohteen ympärille ArcGIS:n Buffer-toiminnolla. Laskeakseni kunkin maankäyttömuodon pinta-alan eri tarkasteluvyöhykkeillä, leikkasin Clip-toiminnolla maankäyttöluokkien tasoista uudet tasot jokaiselle eri tarkasteluvyöhykkeelle käyttäen leikkaavana tasona eri tarkasteluvyöhykkeitä. Maankäyttömuotojen pinta-alat laskin Calculate geometry -toiminnolla käyttäen mittayksikkönä neliömetrejä.

LIITE 6. NISULAN PURONVARSILEHDON MAANKÄYTTÖ VUOSINA 1965, 1984 JA 2002



LIITE 7. KESKI-SUOMESSA ESIINTYVÄT VAATELIAAT PUTKI- LOKASVILAJIT

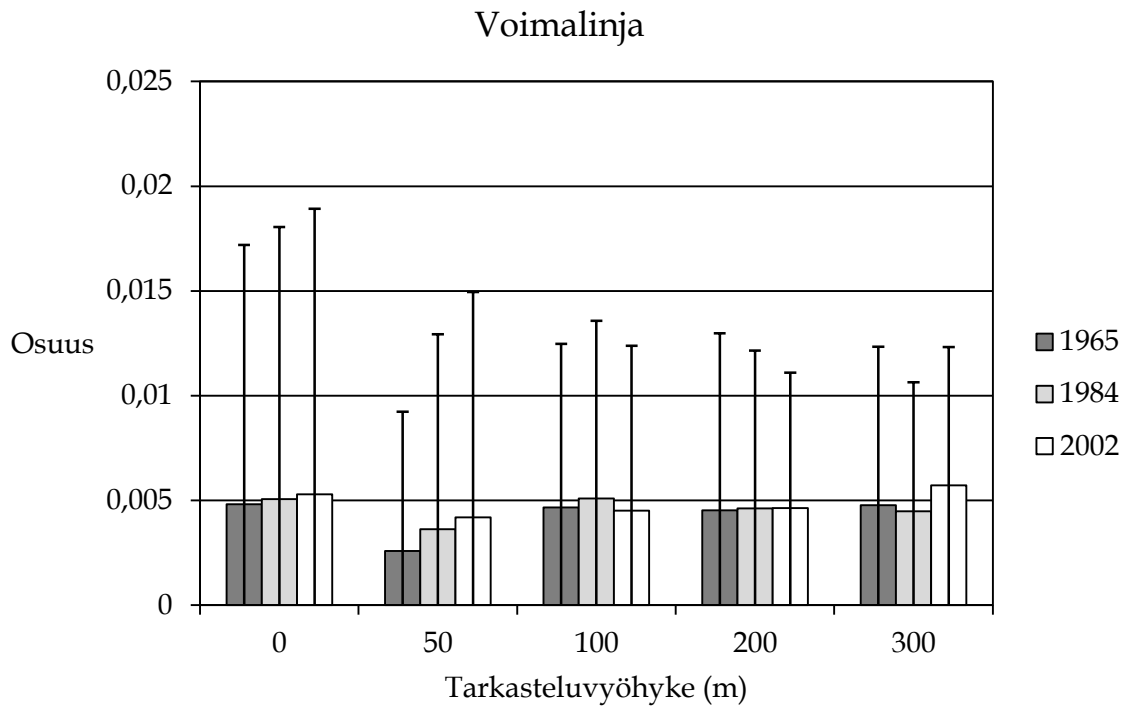
Kasvillisuuskerros	Kasvilaji	
Puut	vaahtera	<i>Acer platanoides</i>
	lehmus	<i>Tilia cordata</i>
	vuorijalava	<i>Ulmus glabra</i>
Pensaskerros	pähkinäpensas	<i>Corylus avellana</i>
	näsiä	<i>Daphne mezereum</i>
	lehtokuusama	<i>Lonicera xylosteum</i>
	taikinamarja	<i>Ribes alpinum</i>
	mustaherukka	<i>Ribes nigrum</i>
	punaherukka	<i>Ribes spicatum</i>
	metsäruusu	<i>Rosa majalis</i>
	koiranheisi	<i>Viburnum opulus</i>
Kenttäkerros	mustakonnanmarja	<i>Actaea spicata</i>
	sinivuokko	<i>Hepatica nobilis</i>
	valkovuokko	<i>Anemone nemorosa</i>
	hajuheinä	<i>Cinna latifolia</i>
	lunnunsilmä	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>
	velholehti	<i>Circaea alpina</i>
	hento kiurunkannus	<i>Corydalis intermedia</i>
	koiranvehnä	<i>Elymys caninus</i>
	lehtohorsma	<i>Epilobium montanum</i>
	lehtokorte	<i>Equisetum pratense</i>
	tuoksumatara	<i>Galium odoratum</i>
	lehtomatara	<i>Galium triflorum</i>
	lehtosorsimo	*
	humala	<i>Humulus lupulus</i>
	lehtopalsami	<i>Impatiens noli-tangere</i>
	jänönsalaatti	<i>Mycelis muralis</i>
kotkansiipi	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	

tesma	<i>Milium effusum</i>
lehtoarho	<i>Moehringia trinervia</i>
korpinurmikka	<i>Poa remota</i>
syyläjuuri	<i>Scrophularia nodosa</i>
lehtopähkämö	<i>Stachys sylvatica</i>
lehtotähtimö	<i>Stellaria nemorum</i>
lehto-orvokki	<i>Viola mirabilis</i>
kaiheorvokki	<i>Viola selkirkii</i>
lehtoluste	<i>Brachypodium sp.</i>

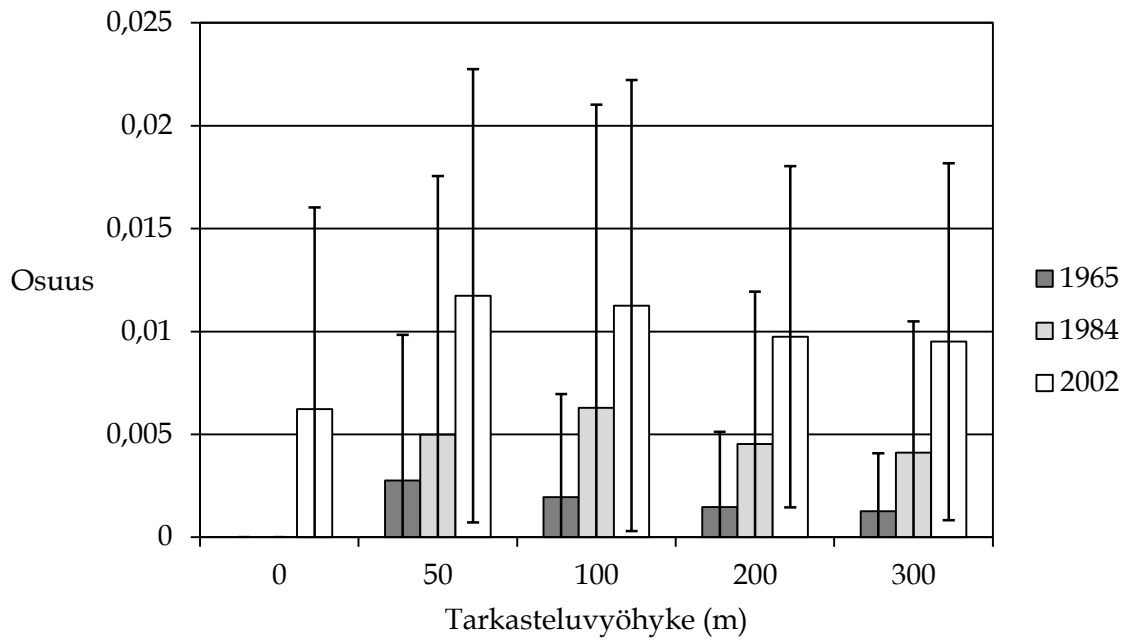
* Retkeilykasvio (Hämet-Ahti ym. 1998) ei tunne lajia

LIITE 8. MAANKÄYTTÖMUOTOJEN MUUTOKSET LEHTOKOhteissa

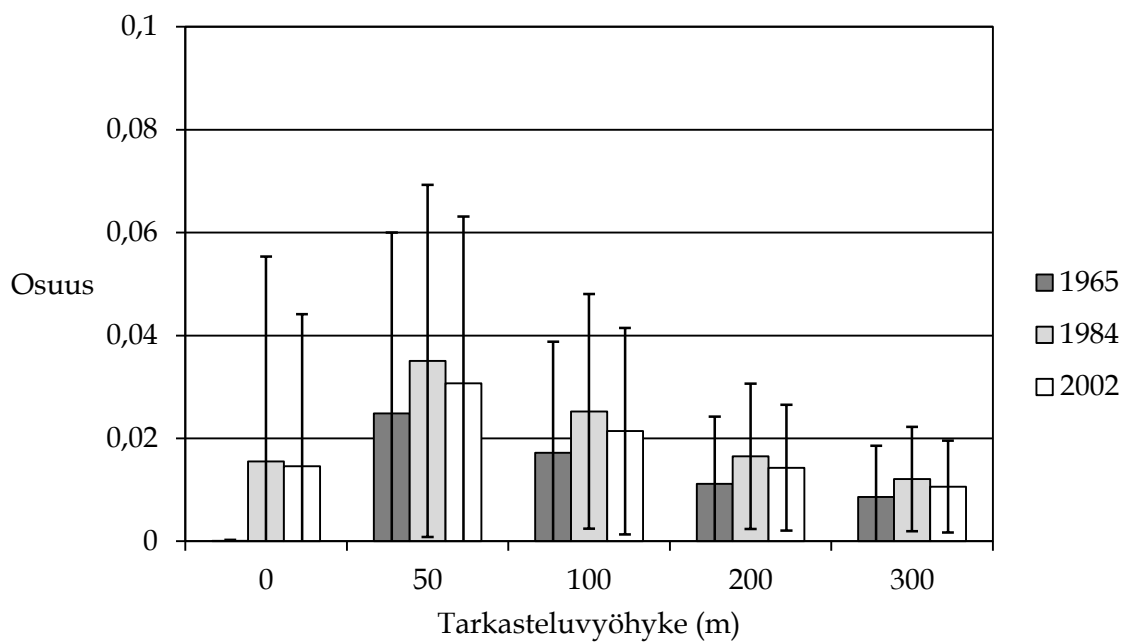
Kuvaajat esittävät kunkin maankäyttömuodon keskimääräisen osuuden tarkasteluvyöhykkeiden maapinta-alasta kolmena tarkasteluajankohtana. Tarkasteluvyöhyke 0 tarkoittaa vuoden 1982 inventoinnin aikana tehtyä lehtokasvillisuuden rajausta. Kuvaaja esittää maankäytön osuuksien keskiarvot ja 95 prosentin luottamusvälit. N = 6. Huomaa erot y-akselien asteikoissa.



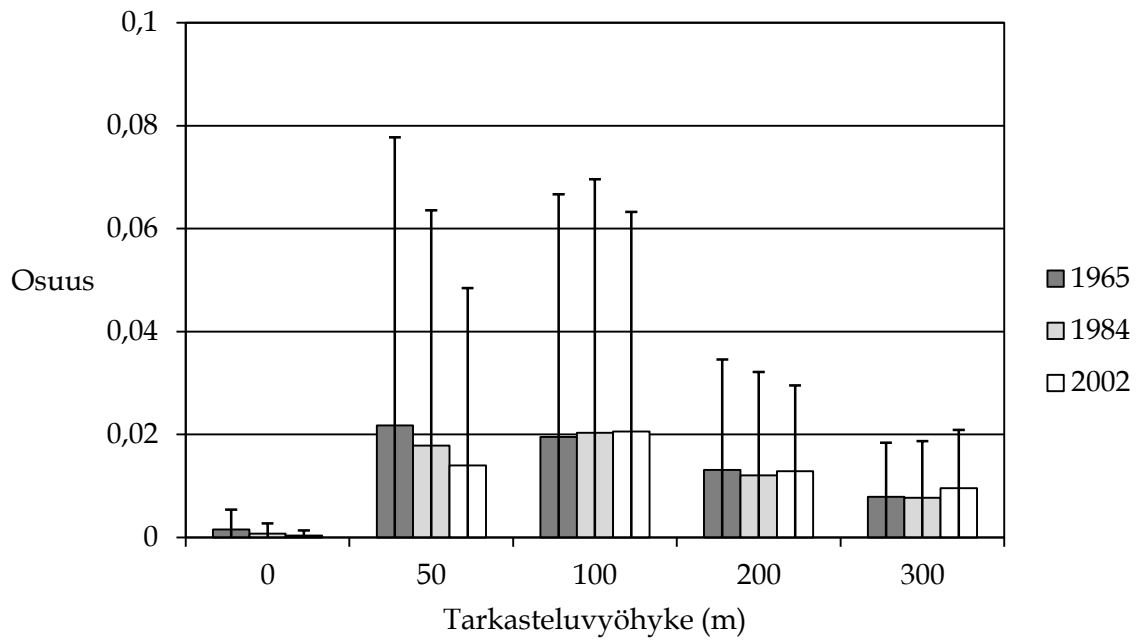
Kapea tie



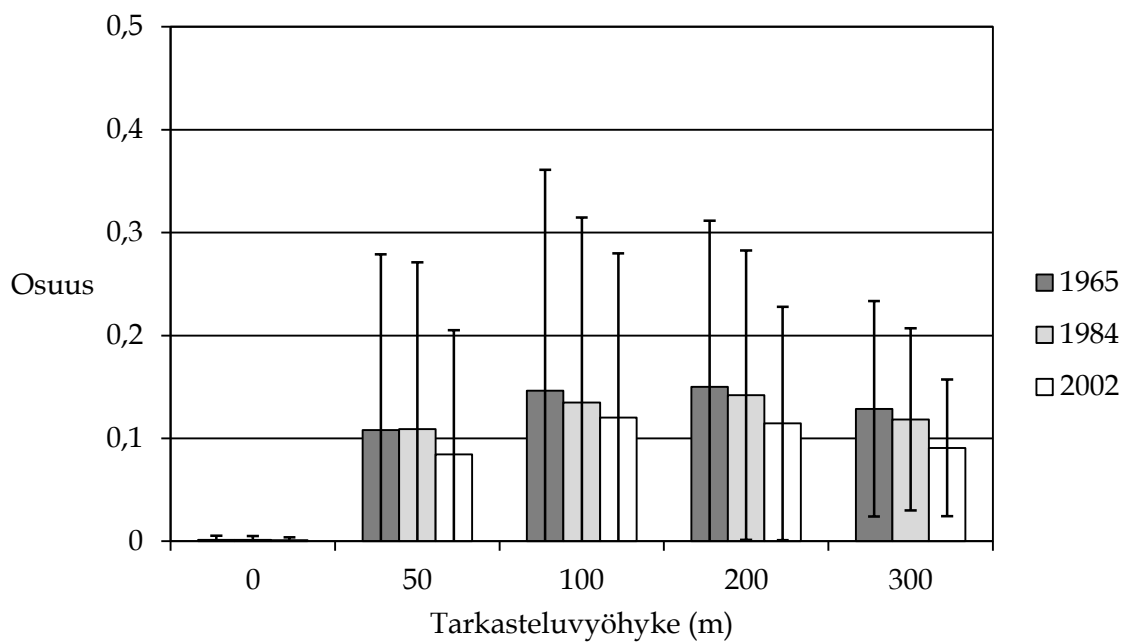
Leveä tie



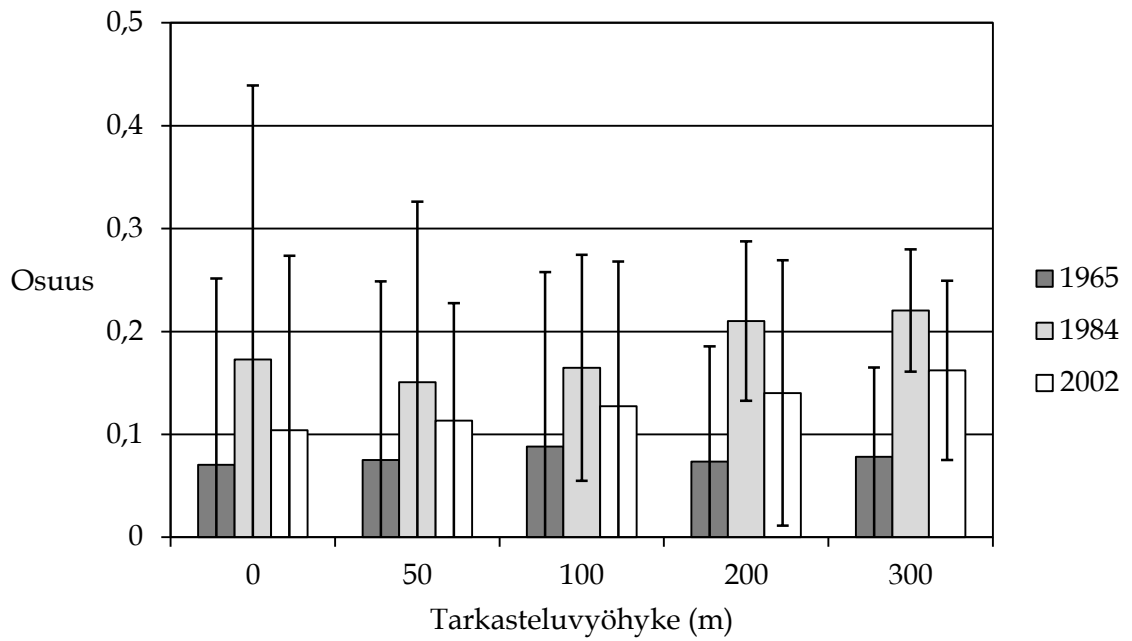
Rakennus ja piha-alue



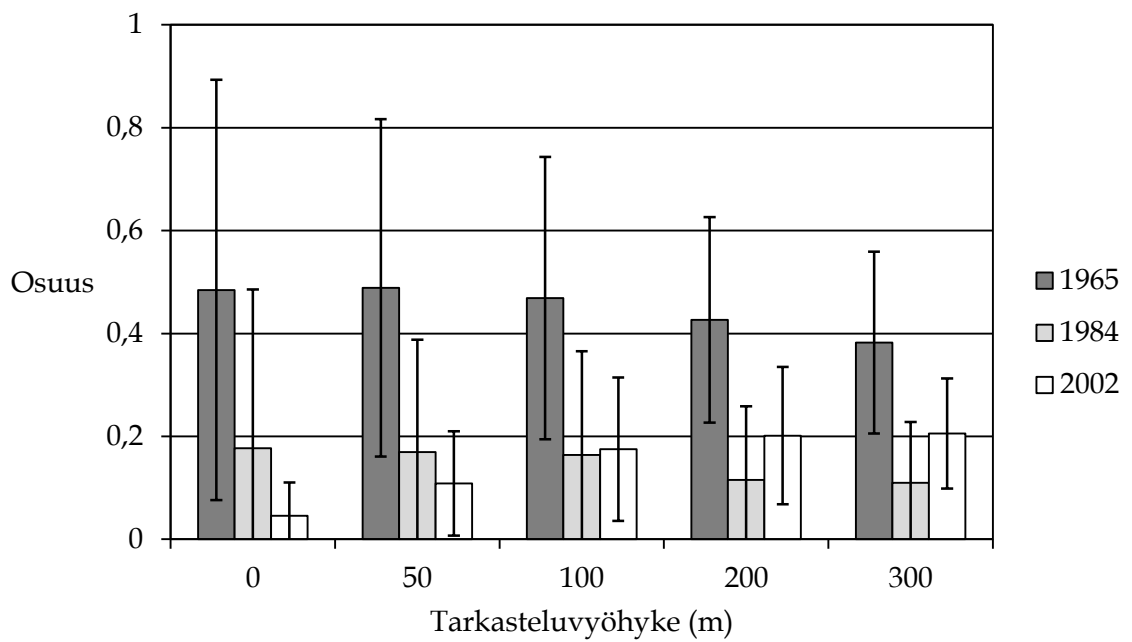
Pelto



Avohakkuu



Harvennettu metsä tai taimikko



LIITE 9. TILASTOLLISTEN TESTIEN TULOKSET

Taulukko 1. Wilcoxonin merkkitestin testisuureet ja p -arvot. Testissä tutkitaan maankäyttöluokkakohtaisesti eri tarkasteluvyöhykkeiden eroja kunkin tarkasteluvuoden sisällä. $N = 6$. Tilastollisesti merkitsevät p -arvot on merkitty tähdellä (*).

Maankäyttö- luokka	Verrattavat tarkas- teluvyöhykkeet	Tarkasteluvuosikohtaiset testisuureet ja p -arvot					
		1965		1984		2002	
		Z	p	Z	p	Z	p
voimalinja	lehtorajaus ja 50 m	-1,000	0,317	-1,000	0,317	-1,000	0,317
	lehtorajaus ja 100 m	-0,447	0,655	-0,447	0,655	0,000	1,000
	lehtorajaus ja 200 m	-0,447	0,655	-0,447	0,655	0,000	1,000
	lehtorajaus ja 300 m	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000
	50 m ja 100 m	-0,447	0,655	-0,447	0,655	-0,535	0,593
	50 m ja 200 m	-0,447	0,655	-0,447	0,655	0,000	1,000
	50 m ja 300 m	-0,535	0,593	-0,535	0,593	0,000	1,000
	100 m ja 200 m	-0,447	0,655	-0,447	0,655	0,000	1,000
	100 m ja 300 m	0,000	1,000	0,000	1,000	-0,535	0,593
	200 m ja 300 m	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000
kapea tie	lehtorajaus ja 50 m	-1,000	0,317	-1,342	0,180	-1,095	0,273
	lehtorajaus ja 100 m	-1,000	0,317	-1,342	0,180	-1,214	0,225
	lehtorajaus ja 200 m	-1,342	0,180	-1,604	0,109	-1,214	0,225
	lehtorajaus ja 300 m	-1,342	0,180	-1,826	0,068	-1,214	0,225
	50 m ja 100 m	-1,000	0,317	-1,342	0,180	-0,135	0,893
	50 m ja 200 m	-0,447	0,655	0,000	1,000	-1,214	0,225
	50 m ja 300 m	-0,447	0,655	-0,365	0,715	-1,214	0,225
	100 m ja 200 m	-0,447	0,655	0,000	1,000	-0,405	0,686
	100 m ja 300 m	-0,447	0,655	0,000	1,000	-0,674	0,500
	200 m ja 300 m	-0,447	0,655	-1,095	0,273	-0,405	0,686
leveä tie	lehtorajaus ja 50 m	-1,604	0,109	-1,095	0,273	-1,095	0,273
	lehtorajaus ja 100 m	-1,604	0,109	-0,730	0,465	-0,730	0,465
	lehtorajaus ja 200 m	-1,604	0,109	-0,365	0,715	-0,365	0,715

	lehtorajaus ja 300 m	-1,604	0,109	-0,365	0,715	0,000	1,000
	50 m ja 100 m	-1,069	0,285	-1,461	0,144	-1,461	0,144
	50 m ja 200 m	-1,069	0,285	-1,461	0,144	-1,461	0,144
	50 m ja 300 m	-1,069	0,285	-1,826	0,068	-1,461	0,144
	100 m ja 200 m	-1,604	0,109	-1,826	0,068	-1,461	0,144
	100 m ja 300 m	-1,604	0,109	-1,826	0,068	-1,826	0,068
	200 m ja 300 m	-1,604	0,109	-1,826	0,068	-1,826	0,068
rakennus ja piha-alue	lehtorajaus ja 50 m	-1,000	0,317	-1,000	0,317	-1,342	0,180
	lehtorajaus ja 100 m	-1,342	0,180	-1,342	0,180	-1,604	0,109
	lehtorajaus ja 200 m	-1,604	0,109	-1,342	0,180	-1,604	0,109
	lehtorajaus ja 300 m	-1,604	0,109	-1,604	0,109	-1,604	0,109
	50 m ja 100 m	-0,447	0,655	-1,342	0,180	-1,604	0,109
	50 m ja 200 m	0,000	1,000	-0,447	0,655	0,000	1,000
	50 m ja 300 m	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000
	100 m ja 200 m	0,000	1,000	-0,447	0,655	-0,535	0,593
	100 m ja 300 m	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000
	200 m ja 300 m	-1,069	0,285	-1,069	0,285	-1,069	0,285
pelto	lehtorajaus ja 50 m	-1,826	0,068	-1,826	0,068	-1,826	0,068
	lehtorajaus ja 100 m	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*
	lehtorajaus ja 200 m	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*
	lehtorajaus ja 300 m	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*
	50 m ja 100 m	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*	-2,023	0,043*
	50 m ja 200 m	-2,023	0,043*	-1,214	0,225	-1,214	0,225
	50 m ja 300 m	-0,674	0,500	-0,135	0,893	-0,135	0,893
	100 m ja 200 m	-0,135	0,893	-0,135	0,893	-0,135	0,893
	100 m ja 300 m	-0,135	0,893	-0,405	0,686	-0,674	0,500
	200 m ja 300 m	-0,674	0,500	-0,674	0,500	-0,674	0,500
avohakkuu	lehtorajaus ja 50 m	-0,535	0,593	-0,405	0,686	-0,135	0,893
	lehtorajaus ja 100 m	-1,069	0,285	-0,105	0,917	-0,405	0,686
	lehtorajaus ja 200 m	-0,365	0,715	-0,314	0,753	-0,314	0,753
	lehtorajaus ja 300 m	-0,365	0,715	-0,314	0,753	-1,153	0,249
	50 m ja 100 m	-1,069	0,285	-0,524	0,600	-0,405	0,686
	50 m ja 200 m	-0,365	0,715	-0,943	0,345	-1,153	0,249

	50 m ja 300 m	-0,365	0,715	-1,153	0,249	-1,782	0,075
	100 m ja 200 m	0,000	1,000	-1,572	0,116	-0,943	0,345
	100 m ja 300 m	0,000	1,000	-1,363	0,173	-1,153	0,249
	200 m ja 300 m	-0,365	0,715	-0,943	0,345	-0,943	0,345
harvennettu metsä tai taimikko	lehtorajaus ja 50 m	-0,105	0,917	0,000	1,000	-1,826	0,068
	lehtorajaus ja 100 m	-0,314	0,753	-0,535	0,593	-2,201	0,028*
	lehtorajaus ja 200 m	-0,734	0,463	-0,365	0,715	-2,201	0,028*
	lehtorajaus ja 300 m	-0,943	0,345	-0,365	0,715	-2,201	0,028*
	50 m ja 100 m	-0,524	0,600	0,000	1,000	-2,201	0,028*
	50 m ja 200 m	-0,105	0,917	-0,730	0,465	-1,992	0,046*
	50 m ja 300 m	-1,153	0,249	-0,730	0,465	-1,572	0,116
	100 m ja 200 m	-1,153	0,249	-1,461	0,144	-1,363	0,173
	100 m ja 300 m	-1,572	0,116	-1,461	0,144	-0,734	0,463
	200 m ja 300 m	-1,572	0,116	-0,365	0,715	-0,524	0,600

Taulukko 2. Wilcoxonin merkkitestin testisuureet ja p -arvot. Testissä tutkitaan kunkin maankäyttömuodon pinta-alojen osuuksien eroja tarkasteluvuosien välillä eri tarkasteluvyöhykkeillä. $N = 6$. Tilastollisesti merkitsevät p -arvot on merkitty tähdellä (*).

Tarkastelu- vyöhyke	Maankäyttöluokka	Testisuure ja p -arvo	Vertailtavat vuodet		
			1984/ 1965	2002/ 1984	2002/ 1965
lehtorajaus	voimalinja	Z	-1,000	-1,000	-1,000
		p	0,317	0,317	0,317
	kapea tie	Z	0,000	-1,604	-1,604
		p	1,000	0,109	0,109
	leveä tie	Z	-0,447	0,000	-1,342
		p	0,655	1,000	0,180
	rakennus ja piha-alue	Z	-1,000	-1,000	-1,000
		p	0,317	0,317	0,317
	pelto	Z	-0,447	-1,000	-0,447
		p	0,655	0,317	0,655
	avohakkuu	Z	-1,095	-0,944	0,000
		p	0,273	0,345	1,000
harvennettu metsä tai taimikko	Z	-2,023	-1,095	-2,023	
	p	0,043*	0,273	0,043*	
50 m vyöhyke	voimalinja	Z	-1,000	-1,000	-1,000
		p	0,317	0,317	0,317
	kapea tie	Z	-1,342	-1,214	-1,826
		p	0,180	0,225	0,068
	leveä tie	Z	-0,730	-1,095	-0,365
		p	0,465	0,273	0,715
	rakennus ja piha-alue	Z	-1,000	-0,447	-0,447
		p	0,317	0,655	0,655
	pelto	Z	-0,365	-1,461	-1,095
		p	0,715	0,144	0,273
	avohakkuu	Z	-0,944	-0,405	-0,674
		p	0,345	0,686	0,500
	harvennettu metsä tai	Z	-2,201	-0,405	-2,201

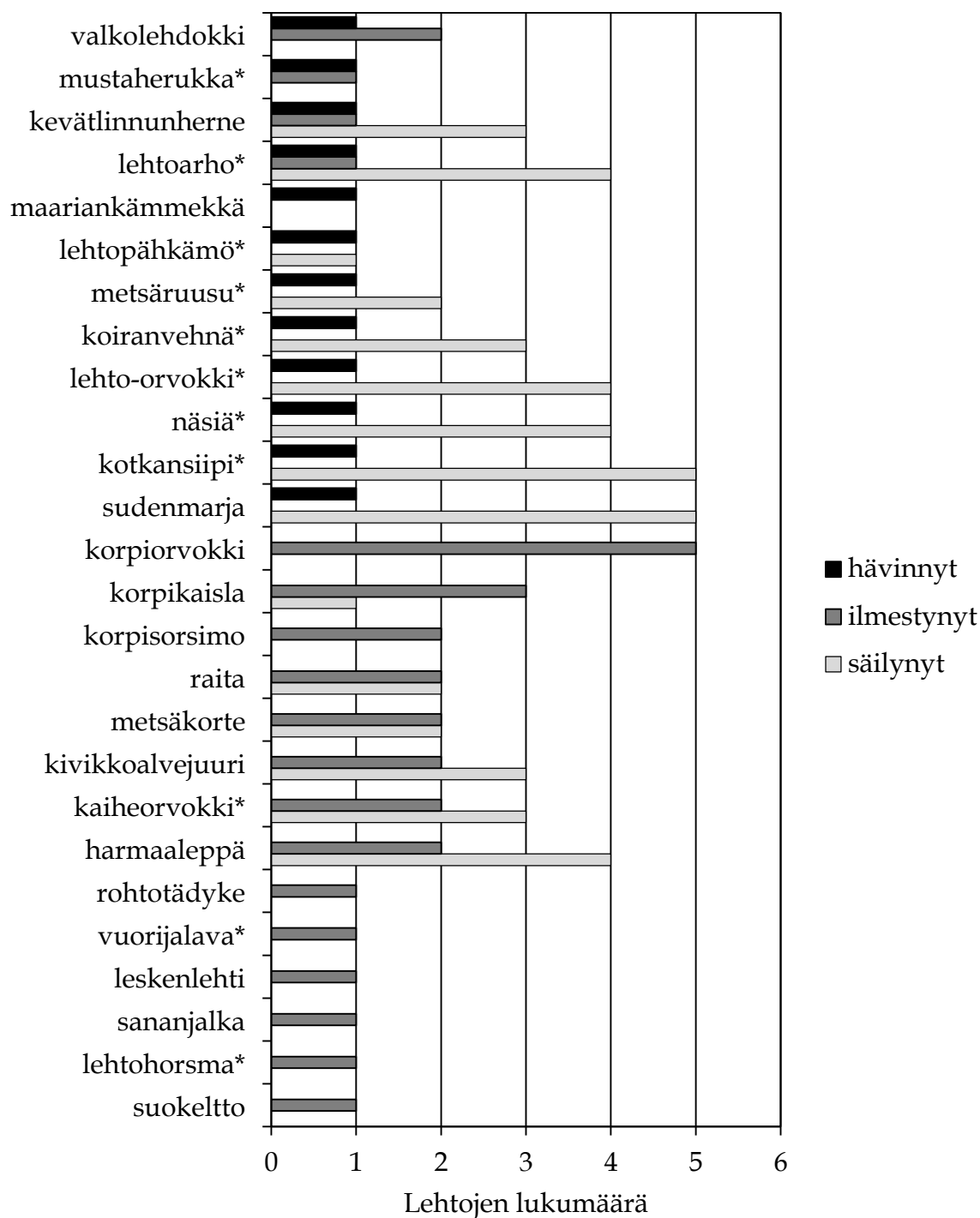
	taimikko	<i>p</i>	0,028*	0,686	0,028*
100 m vyöhyke	voimalinja	<i>Z</i>	-0,447	0,000	0,000
		<i>p</i>	0,655	1,000	1,000
	kapea tie	<i>Z</i>	-1,342	-0,944	-2,023
		<i>p</i>	0,180	0,345	0,043*
	leveä tie	<i>Z</i>	-0,730	-1,095	-0,365
		<i>p</i>	0,465	0,273	0,715
	rakennus ja piha-alue	<i>Z</i>	-1,342	0,000	0,000
		<i>p</i>	0,180	1,000	1,000
	pelto	<i>Z</i>	-0,135	-0,674	-0,405
		<i>p</i>	0,893	0,500	0,686
	avohakkuu	<i>Z</i>	-1,153	-0,524	-0,405
		<i>p</i>	0,249	0,600	0,686
200 m vyöhyke	harvennettu metsä tai taimikko	<i>Z</i>	-2,201	-0,524	-1,992
		<i>p</i>	0,028*	0,600	0,046*
	voimalinja	<i>Z</i>	-0,447	0,000	0,000
		<i>p</i>	0,655	1,000	1,000
	kapea tie	<i>Z</i>	-1,461	-0,674	-2,023
		<i>p</i>	0,144	0,500	0,043*
	leveä tie	<i>Z</i>	-0,730	-1,095	-0,365
		<i>p</i>	0,465	0,273	0,715
	rakennus ja piha-alue	<i>Z</i>	-1,604	0,000	0,000
		<i>p</i>	0,109	1,000	1,000
	pelto	<i>Z</i>	-0,405	-1,753	-1,753
		<i>p</i>	0,686	0,080	0,080
avohakkuu	<i>Z</i>	-2,201	-1,153	-1,153	
	<i>p</i>	0,028*	0,249	0,249	
harvennettu metsä tai taimikko	<i>Z</i>	-2,201	-0,943	-2,201	
	<i>p</i>	0,028*	0,345	0,028*	
300 m vyöhyke	voimalinja	<i>Z</i>	-0,535	-0,535	-0,535
		<i>p</i>	0,593	0,593	0,593
	kapea tie	<i>Z</i>	-1,461	-0,674	-2,023
		<i>p</i>	0,144	0,500	0,043*

leveä tie	Z	-0,730	-1,095	-0,365
	<i>p</i>	0,465	0,273	0,715
rakennus ja piha-alue	Z	0,000	0,000	0,000
	<i>p</i>	1,000	1,000	1,000
pelto	Z	-1,753	-2,023	-2,023
	<i>p</i>	0,080	0,043*	0,043*
avohakkuu	Z	-2,201	-1,153	-1,153
	<i>p</i>	0,028*	0,249	0,249
harvennettu metsä tai taimikko	Z	-2,201	-1,363	-2,201
	<i>p</i>	0,028*	0,173	0,028*

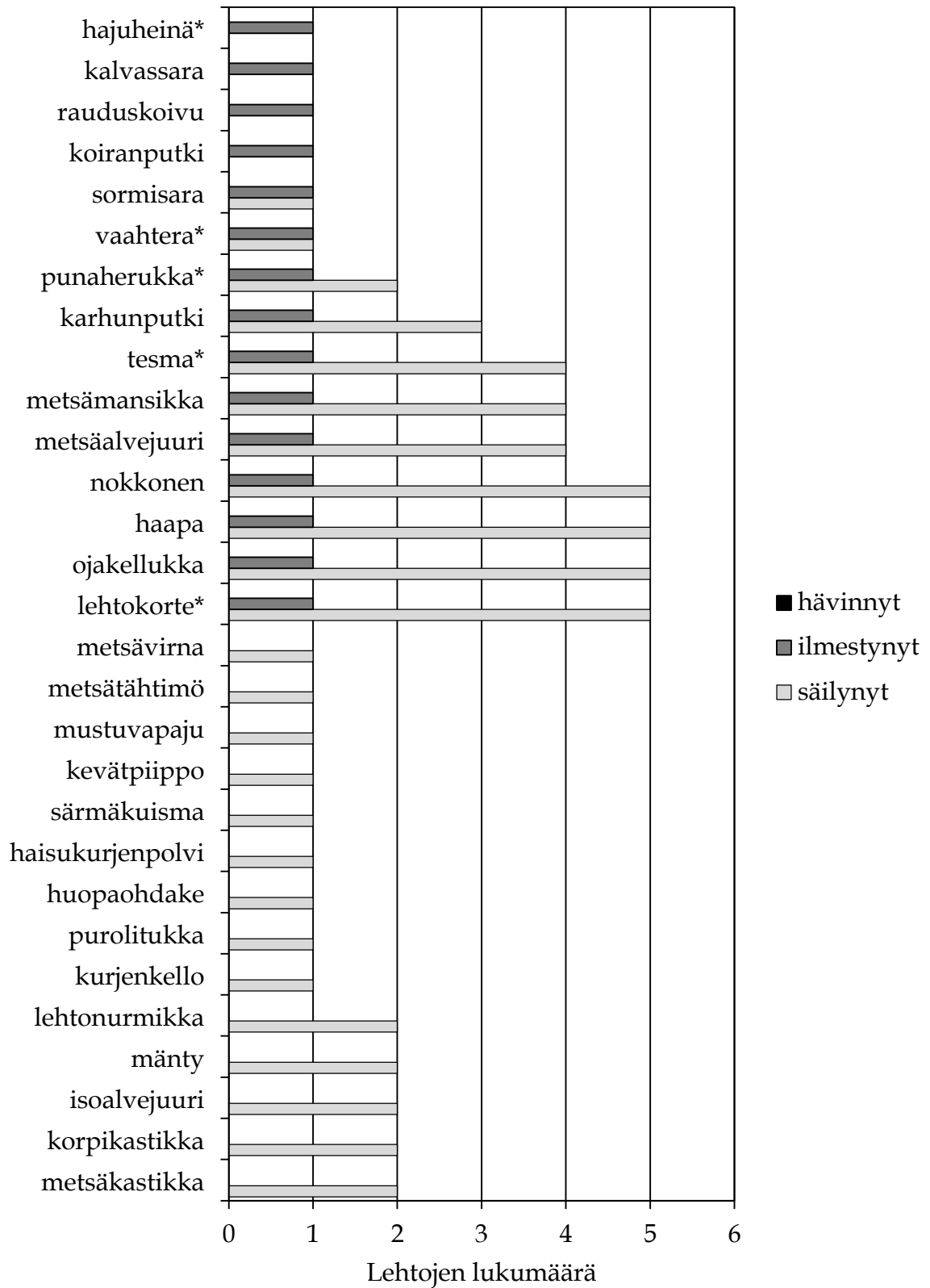
LIITE 10. MUUTOKSET KASVILAJIEN ESIINTYMISSÄ

Kuvaaja kertoo, kuinka monella lehtokohteella kukin kasvilaji säilyi, hävisi tai ilmaantui vuosien 1982–2003(4) aikana. Kuvaajan kasvilista ei ole kattava. Vaateli-aat putkilokasvilajit on merkitty tähdellä (*).

Muutokset kasvilajien esiintymisessä (1/3)



Muutokset kasvilajien esiintymisessä (2/3)



Muutokset kasvilajien esiintymisessä (3/3)

