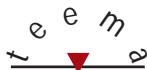


Jukka Jokimäki ja Heikki Henttonen

Ekokäytävät metsäsuunnittelun työvälineenä



Johdanto

Elinympäristöjen pirstoutumista ("fragmentation"; alkuperäisen elinympäristön väheneminen, kuviokoon pieneneminen ja jäljelle jäävien kivioiden kasvava eristäytyminen) pidetään nykyisin yhtenä tärkeimpänä luonnon monimuotoisuutta uhkaavana tekijänä (Wilcox ja Murphy 1985). Suomessa ovat etenkin vanhojen metsien eliölajit vähentyneet yhtenäisten, laajojen metsäalueiden pirstoutumisen seurauksena (Helle 1986, Virkkala 1990). Yleensä pienialaiset ja eristäytyneet elinympäristölaikut eivät turvaa elinvoimaisten populaatioiden säilymistä (Janzen 1983). Esimerkiksi Väisänen ym. (1986) totesivat metsätalouden ulkopuolella säilyneen Tervolan Törmävaaran vanhan metsän saarekkeen linnuston muuttuneen ympäröivien talousmetsien linnuston kaltaiseksi.

Maiseman sidonnaisuus ("connectivity") tai yhtenäisyys liittyy keskeisesti kahteen tekijään: maiseman rakenteeseen ja lajien levittäytymiskykyyn (With ym. 1997). Perkolaatioteoria ennustaa, että kun metsää on maisemassa jäljellä alle 59 %, elinympäristö on todennäköisesti pirstoutunut kahteen tai useampaan osaan (Gardner ym. 1987). Koska lajit kuitenkin ovat erilaisia, sama maisema voi olla toiselle lajille yhtenäinen ja toiselle pirstoutunut. Lajista riippuen maiseman mittakaava koetaan hyvin eri tavalla. Pirstoutumisen negatiiviset vaikutukset tulevat esille etenkin kun alkuperäistä elinympäristöä on jäljellä alle 10–30 % (Andrén 1994). Tuolloin lajien kannat taantuvat enemmän kuin mitä lajien suosimat elinympäristöt vähenevät.

Monet metsälajit voivat aluetasolla esiintyä useiden toisiinsa yhteydessä olevien paikallispopulaatioiden verkostona eli ns. metapopulaatioina (Hanski ja Gilbin 1997). Yleensä lajit eivät esiinny kaikilla niille sopivilla elinympäristölaikuilla. Tällaisessa tilanteensa ekologisilla käytävillä voi olla suuri merkitys metapopulaatioiden säilymiselle alueellisella tasolla. Lisäksi on huomioitava, että lajille sopivien elinympäristölaikkujen asuttamisessa voi olla ajallista vaihtelua.

Ekokäytävien ("corridors") tarkoituksena on yhdistää eristyneitä elinympäristöjä, jotka ovat aikaisemmin olleet yhteydessä toisiinsa (Merriam ja Saunders 1993). On ajateltu, että ekokäytävien avulla lajit voisivat levitä alueilta toisille. Tämä pienentäisi populaatioiden häviämisaavaa. Eräänä esimerkkilajina meillä voisi olla liito-orava (Sulkava ja Sulkava 1998). Ekokäytävät voivat toimia myös joidenkin lajien elinympäristöinä. Etenkin reunoja suosiville lajeille käytävät tarjoavat erinomaisen elinympäristön. Ekokäytävien toimivuutta ja hyödyllisyyttä on kuitenkin epäilty (Hobbs 1992, Simberloff ym. 1992). On esitetty, että käytävien kautta myös taudit, loiset, pedot ja muut haitalliset ilmiöt voivat levitä alueilta toisille.

Alue-ekologisen suunnittelun tavoitteena on ohjata metsätaloutta siten, että alueelle tyypillinen metsälajisto voi säilyä elinvoimaisina populaatioina (Hallman ym. 1996). Käytäviä voidaan jättää esimerkiksi jyrkänteiden juurille, purojen varsiin ja suojakaistoiksi järvien rannoille. Tärkeimpien käytävien – valtaväylien – leveydeksi on ajateltu vähintään 50 metriä, kun taas valtaväyliä täydentävien



Kuva 1. Kuukkelit ovat vähentyneet viime vuosikymmeninä. Kuva J. Jokimäki.

sivuväylien leveys olisi vähintään 25 metriä (Hallman ym. 1996). Käytävämetsien ja niiden ympäristöjen uudistamisessa käytetään erityisiä menetelmiä. Esimerkiksi uudistushakkuuta ei tehdä samanaikaisesti molemmiin puolin käytävää.

Vaikka ekokäytävät ovatkin yksi alue-ekologisen suunnittelun kulmakivistä, tutkittua tietoa käyttävien toimivuudesta ja merkityksestä boreaalisella havumetsävyöhykkeellä ei vielä juurikaan ole saatavilla (Gustafson ja Hansson 1997, Rosenberg ym. 1997, Mönkkönen ja Reunanen 1998). Monet alue-ekologiset teoriat perustuvat tutkimuksiin ihmisen voimakkaasti ja usein myös pysyvästi muokkaamilla alueilla, kuten maatalousvaltaisessa Keski-Euroopassa ("hedgerow ecology"). Pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä metsätalous muuttaa maisemaa lyhytaikaisesti. Esimerkiksi hakkuiden aiheuttamat muutokset eivät ole samalla tavalla pysyviä kuin maatalouden aiheuttamat, joten meillä maiseman rakenne on jatkuvassa muutostilassa. Näin ollen muualla saadut alue-ekologiset tutkimustulokset eivät välttämättä ole sovellettavissa pohjoiseen metsämaisemaan (Jokimäki ja Huhta 1998).

Alue-ekologinen suunnittelu tarvitsee tuekseen

alue-ekologista tutkimusta. Viime vuosina alue-ekologinen tutkimustoiminta on voimistunut myös Suomessa (ks. Jokimäki ym. 1998b). Metsäalue-ekologiaan liittyviä tutkimushankkeita on maassamme meneillään puolenkymmentä, joten joitakin tutkimukseen perustuvia alustavia johtopäätöksiä esimerkiksi reunavaikutuksesta ja ekokäytävien toimivuudesta voidaan tehdä. Esittelemme tässä katsauksessa tutkimustuloksia, joilla voi olla merkitystä ekokäytävien suunnittelulle ja niiden toimivuudelle. Tarkastelemme myös, miten kuviokoko ("patch size"), reunavaikutus ("edge effect") ja laikkuja ympäröivä maisema ("matrix") voivat vaikuttaa käytävien toimivuuteen.

Ekokäytävätutkimus

Tuloksia varsinaisista käytävätutkimuksista on olemassa vielä varsin vähän. Andreassen ym. (1996a, 1996b) ovat tutkineet kokeellisesti, kuinka käytävän leveys ja katkeamat ("gaps") voivat vaikuttaa lapinmyyrän käytävien käyttöön. Toimivuuden kannalta käytävät eivät saaneet olla liian kapeita, mut-

ta eivät myöskään liian leveitä. Myyrät eivät menneet mielellään kapeisiin käytäviin, kun taas leveiden käytävien toimivuus laski myyrien niissä suorittamien runsaiden käytävien leveyssuuntaisten liikkeiden vuoksi. Jo 4 metrin pituinen aukko 1 metrin levyisessä käytävässä heikensi sen toimivuutta. Tulokset siis osoittivat, että käytävän leveydellä ja epäjatkavuudella on vaikutuksia myyrien liikkumiseen. Tosin nämä lapinmyyrätulokset eivät ole suoraan sovellettavissa käytännön metsätalouteen, sillä tutkimuksissa käytetyt käytävät olivat hyvin kapeita (0,4–3 m) ja sijaitsivat aitauksessa, jossa käytävät olivat niittämätöntä ruohikkoa muuten leikatussa nurmikossa.

Sen sijaan Henttonen ym. (1998) tutkivat keski-suomalaisissa talousmetsissä vanhoja talousmetsiä yhdistävien käytävien eläimistöä, kuten pikkunisäkkäitä ja niiden loisia, maakiitäjäisiä sekä hämähäkkejä. Pyyntilinjat kulkivat hakkuulta tai nuoresta taimistosta käytävän poikki toisen puolen hakkuulle. Tuloksien perusteella näyttäisi siltä, että käytävistä oli hyötyä vanhoille, lisääntyville metsämyyrille ja idänpäästäisille, joista viimeksimainittu on tunnetusti vanhojen metsien laji. Olennaista oli, että metsämyyrällä populaation eri osaryhmät kokivat käytävät eri tavalla. Eläimillä, joilla populaatiot koostuvat toiminnallisesti selvästi erilaisista osaryhmistä, populaation arvokkain, lisääntyvä osa voi käyttäytyä eri tavalla kuin populaation ajelehtiva poikamiesjoukko. Lisäksi näiden populaation eri



Kuva 2. Tiaiset (kuvassa lapin- ja hömötiainen) sopivat erinomaisesti kokeellisen alue-ekologian tutkimuslajeiksi. Kuva J. Jokimäki.

osaryhmien osuudet ja merkitys vaihtelevat suuresti vuodenaikojen myötä.

Henttonen ym. (1998) saivat myös viitteitä siitä, että metsämyyrän suolistolouisista niin kutsutut harvinaiset loiset esiintyivät suhteellisesti huomattavasti enemmän käytävissä kuin hakkuilla. Tämä johtuu siitä, että harvinaiset loiset esiintyvät lähes yksinomaan vanhoissa, lisääntyvissä metsämyyrissä. Loisten esiintyminen isäntäpopulaation eri osissa voi olla hyvin hienovaraisesti säädelty, ja jos käytävät suosivat loisten suosiman isäntäpopulaation osaryhmän leviämistä, voivat käytävät edesauttaa loisten säilymistä maisematasolla. Monilla loisilla on monimutkaisia elinkiertoja joko vapaanaelävien toukkavaiheiden tai väli-isäntien (kotilot, hyönteiset, maaperäpunkit jne) kautta. Väli-isännät leviävät yleensä huomattavasti hitaammin kuin pääisännät, ja tällöin käytävät voivat myötävaikuttaa loisten monimuotoisuuden säilymiseen aluetasolla.

Em. tutkimuksessa löytyi myös useita metsälajeiksi tiedettyjä maakiitäjäisiä ja hämähäkkejä, jotka olivat runsaita metsissä ja käytävissä, mutta eivät esiintyneet tai esiintyivät vähälukuisina hakkuilla ja taimistoissa.

Metsien välissä oleva avomaa voi estää metsälintujen liikkumisen metsälaikeulta toiselle. Machtans ym. (1996) selvittivät kuinka 100 m leveät suoja-metsät järvien ympärillä toimivat lintujen ekokäytävänä Albertassa, Kanadassa. Tulokset osoittivat, että etenkin nuoret, uusille alueille levittäytyvät yksilöt hyötyivät käytävistä. Alueelta toiselle siirtymisen lisäksi käytävillä oli luonnonsuojelullista arvoa pesimäalueena.

Käytävien sopivuutta esimerkiksi lintujen pesimäalueeksi voi heikentää käytäviä ruokailualueinaan käyttävät pedot. Tosin Yahnerin ja Mahanin (1996) työ Pennsylvaniassa, USA, osoitti, että tekopesäthot olivat käytävissä vähäisempiä kuin yhtenäisissä metsissä tai metsäsaarekkeissa. Etenkin hakkuiden ympäröimät pienikokoiset metsäsaarekkeet (1 ha) näyttivät toimivan ekologisina ansoina ("ecological trap") maassa pesiville linnuille. Yahnerin ja Mahanin työ oli tehty intensiivisesti käsitellyllä metsäalueella, joten heidän tulokset eivät välttämättä ole sovellettavissa muunlaisiin metsämaisemiin.

Suomessa on havaittu, etteivät metsäsaarekkeen koko ja metsänreunan läheisyys vaikuta kovin paljon lintujen pesimämenestykseen metsävaltaisilla



Kuva 3. Kekomuurahaisten jättipesä (mittakaavakeppi 1 m) ekokäytävässä. Kuva J. Jokimäki.

alueilla (Huhta ym. 1996, 1998a, 1998b), sen sijaan asutuksen, peltujen ja niittyjen esiintyminen maisemarakenteessa lisää pesätuhoja metsänreunoissa (Huhta ym. 1996). Tulokset viittaavat siihen, että käytävät voisivat tarjota jopa sopivan elinympäristön joillekin lajeille metsävaltaisilla alueilla. On kuitenkin huomioitava, että erityisesti Pohjois-Suomessa myyräkantojen vaihtelut voivat vaikuttaa pienpetokantoihin, petojen ravinnonhankintakäyttäytymiseen ja lintujen pesimämenestykseen (Kurki ym. 1997). Näin ollen lyhytkestoista (1–2 vuotta) tutkimuksista saatujen tulosten tueksi olisi saatava tutkimustietoa läpi myyräsykliä (4–6 vuotta) ennen kuin pitemmälle meneviä johtopäätöksiä pesäpredaation vaikutuksista lintujen pesimämenestykseen voidaan tehdä (Huhta ym. 1998b).

Hakkuiden myötä muuttuvat ja runsastuvat myyräkannat (harvalukuisimmista metsämyyristä runsaampiin peltomyyräkantoihin) voivat myötävaikuttaa petojen runsauteen, ja tällöin hakkuiden myötä runsastuneet pedot voivat myyrrien laskuvaiheessa ”pyyhkäistä” metsäsaarekkeiden muuten säilyneitä lajistoja olemattomiin (Henttonen 1989). Tällai-

nessa maisemassa käytävillä voi olla tärkeä merkitys saarekkeiden uudelleen asuttamisessa, olkoonkin että pedotkin käyttäisivät käytäviä; toisaalta petojen kannat vaihtelevat paljolti myyrrien myötä, joten myyräkantojen nousuvaiheessa petoriski on pieni. Puhoksen ja Kittilän alueilla käynnistetyt tekopesäkokeet tulevat omalta osaltaan lisäämään tietoa siitä, kuinka myyräkannat, käytävätyyppi ja käytävän leveys vaikuttavat ekokäytävissä pesivien lintujen pesimämenestykseen.

Mittakaava – miten näätä ja hämähäkki näkevät saman käytävän

Käytäväpohdintaan liittyy olennaisesti mittakaavaongelma. On selvää, että esimerkiksi näätä, metso, kuukkeli, metsämyyrä, hämähäkki tai maaperäpunkki kokevat käytävän koon, ulkopuolisen reunavaikutuksen ja eristäytymisen eri tavalla. Onkin tärkeää tarkastella samojen käytävien toimintaa yhtäaikaan usealla eri eliöryhmällä. Henttonen ym. (1998) tutkimus Luhangassa Keski-Suomessa osoitti, että



Kuva 4. Tekopesiä voidaan käyttää apuna arvioitaessa lintujen pesimämenestystä erilaisissa metsämaisemissa. Tulosten tueksi tarvitaan tietoa "luonnonpesien" häviämiskäytännöistä. Kuvassa metson pesä. Kuva J. Jokimäki.

samoista käytävistä on hyötyä niin vanhojen metsien pikkunisäkkäille (esim. idänpäästäiselle) kuin maakiittäjäisille ja hämähäkeille.

Toisaalta metsälajeiksikin tunnettujen maakiittäjäisten ja hämähäkkien reagoinnissa käytäviin oli eroja. Osa lajeista esiintyi käytävissä yhtä runsaina kuin metsissä, toiset huomattavasti harvemmin. Todennäköisesti käytävän leveys ja reunavaikutus määräävät paljolti sen, miten lajit käytävän kokevat. Lisäksi hämähäkeissä oli lajeja, jotka esiintyivät selvästi runsaampina käytävissä kuin metsissä tai aukeilla. Ilmeisesti nämä lajit hyötyvät nimenomaan reunavaikutuksesta. Henttonen ym. tarkastelivat myös käytävän leveyden (30–40 m vs. 60–80 m) vaikutuksia kyseisten selkärangattomien runsauteen. Käytävän leveys näytti olevan tärkeä erityisesti hämähäkeille. Kapeita käytäviä suosivat lajit olivat em. "käytäväspesialisteja", mahdollisesti reunavaikutuksesta hyötyviä, kun taas leveitä käytäviä suosinut laji oli "metsäspesialisti" ja reunaan karttava. Selvää on myös, että hämähäkeillä verkopyydystäjät hyötyvät metsästä ja käytävästä eri tavalla kuin maassa saalistavat lajit, joille hakkuu

voi olla aivan erinomainen elinympäristö. Yleistäen voidaan todeta, että monet hyönteisryhmät, etenkin pedot, näyttävät hyötyvän reunavaikutuksesta (Jokimäki ym. 1998a). Suuret lintutiheydet metsien reunoissa voivat näin ollen liittyä siihen, että reunoissa on linnuille tarjolla enemmän hyönteisiä (= ravintoa) kuin metsien sisäosissa (Helle 1986, Jokimäki ym. 1998a). Ekokäytäviä suunniteltaessa olisi kiinnitettävä huomioita siihen, ettei käytävä erotuisi liian jyrkästi lähiympäristöstään.

Rovaniemen seudulla tehdyissä metsälintutkimuksissa on todettu, että lintulajien runsauksiin vaikuttivat eri tekijät eri mittakaavatasoilla (4 km² vs. 4 ha vs. 0,79 ha vs. 34 m²) (Jokimäki ja Huhta 1996). Lisäksi havaittiin, että jotkut lintulajit, lähinnä metsien yleislajit, hyötyivät metsien pirstoutumisesta ja reunavaikutuksesta, kun taas vanhojen metsien lajit kärsivät jopa metsäteiden esiintymisestä metsämaisemassa. Joidenkin lajien esiintymisen kannalta laaja-alaiset maisemapiirteet olivat oleellisempia, toisille lajeille oli taas tärkeämpää pesimämetsän puuston koostumus. Vaikuttaakin ilmeiseltä, että monimuotoisen metsäeliöstön esiintymisen turvaa-

miseksi tarvitaan sekä metsälö- että maisemata-son alueiden käytön ja hoidon suunnittelua. Ekokäytäviä suunniteltaessa on siis huomioitava sekä käytäviä ympäröivän maiseman rakenne että myös itse käytävien laatu.

Tutkimuksen ongelma – harvinaiset lajit

Linnut ja pikkunisäkkäät käytävätutkimuksien malliryhminä eivät tuota sellaista ongelmaa kuin pienet selkärangattomat. Viimeksi mainituissa lajimäärät ovat suuret, mutta useimmat lajit ovat vähälukuisia – niin vähälukuisia että johtopäätöksien tekeminen on liki mahdotonta (ks. Raivio 1997). Esimerkiksi Henttosen ym. (1998) käytävätutkimuksessa 143 hämähäkkilajista ja liki 10 000 yksilöstä niinkin monesta kuin 66 lajista havaittiin vain 1–3 yksilöä. Maakiitäjäisillä 44 lajista ja 3 600 yksilöstä 17 lajia oli sellaisia, joista havaittiin vain 1–3 yksilöä. Toisin sanoen, kyseisessä tutkimuksessa vajaa puolet hämähäkki- ja maakiitäjäislajeista oli todella harvinaisia, ja voisimme otaksua, vaikka emme tiedä varmuudella, että monet näistä harvinaisista lajeista ovat vanhoista metsistä riippuvaisia. Jos näin on, niin käytävillä voisi olla merkitystä niiden populaatioiden säilymiselle aluetasolla.

Siitonen ym. (1995) tutkivat kovakuoriaislajiston monimuotoisuutta eri tavoin käsitellyillä metsäalueilla – ei sinänsä käytävistä – mutta myös heidän suuresta aineistostaan paljastuu erinomaisesti tuo harvinaisten lajien suuri osuus. Aineistossa oli 623 metsäkovakuoriaislajia, kaikkiaan yhteensä 29 024 yksilöä. Kolmetoista lajia – 2 % lajeista – muodosti yli puolet yksilömäärästä, 610 lajia – 98 % lajeista – muodosti toisen puolen ja 166 lajia – 27 % lajeista – oli sellaisia, joista havaittiin vain yksi yksilö. Metsäluonnon monimuotoisuutta edistävien toimenpiteiden vaikutusta tähän harvinaisten lajien suureen joukkoon on vaikea dokumentoida, paitsi kielteisissä tapauksissa, jolloin todetaan vuosikymmenien päästä, että lajia ei ole maassamme tavattu puoleen vuosisataan.

Kannattaako ekokäytäviä perustaa?

Ekokäytäviä on suunniteltu ja perustettu ennen kuin

riittävää tutkimustietoa niiden hyödyllisyydestä on ollut. Toisaalta, valistunut arvaus ekokäytävien mahdollisesta merkityksestä tuskin on voinut mennä kovin pahasti pieleen, koska perusekologista tietoa monien käytävistä teoriassa hyötyvien lajien biologiasta on ollut saatavilla muista yhteyksistä. Nyt Suomessa on käynnissä useita tutkimuksia käytävistä ja reunavaikutuksesta, joten uutta sovellettavaa tietoa tulee lähivuosina. Monien metsälajien yksilöt ja populaatiot voivat reagoida huomattavalla aikaviiveellä ympäristön muutokseen (Raivio 1997). Alue-ekologisten ilmiöiden selvittämiseen tarvitaan pitkäjännitteistä tutkimusta. Tämä seikka olisi erityisesti tutkimustuloksia tulkitsevien ja tutkimusta rahoittavien tahojen huomioita.

Emme itse lainkaan epäile ekokäytävien hyödyllisyyttä. Jos alue-ekologisella suunnittelulla on tarkoitus turvata tietyn, elinvaatimuksiltaan tunnetun mutta uhanalaiseksi joutuneen lajin säilyminen maisematasolla, voidaan käytävät suunnitella tarkoin. Esimerkiksi liito-oravien kulkuyhteyksiä voitaisiin suunnitella jopa yksittäisten puiden tasolla. Useimmiten kyse on kuitenkin yleisemmästä monimuotoisuuden turvaamisesta aluetasolla, ja tällöin käytävien mittasuhteissa on pohtimista. Suosittelemme peruseriaatteena kuitenkin, että parempi kapea käytävä kuin ei yhtään käytävää, parempi käytävä kuin vain eristyneitä pikku saarekkeitä, ”tupsuja”, - ja edelleen että aina kun mahdollista, niin mieluummin leveä kuin kapea käytävä. Reunavaikututusta Suomen metsissä on niin paljon, ettei sitä tarvitse lisätä kapeiden käytävien avulla. Kapean käytävän haittoja voi osin korvata sillä, että hakkuut käytävän ympärillä suoritetaan monen vuoden välein, jolloin jälkimmäisen hakkuun tapahtuessa toinen puoli tarjoaa jo joitain metsämäisiä piirteitä ja varjoa metsälajistolle. Emme pidä esitettyjä biologisia riskejä sellaisina, että niiden takia tulisi pidättäytyä käytävistä, ei ainakaan borealisessa vyöhykkeessä, kun vastakohtana on metsälajien populaatioiden säilyminen ylipäätään aluetasolla. Jos ei ole isäntälajeja, ei ole loisia eikä tautejakaan.

Kirjallisuus

Andreassen, H.P., Halle, S. & Ims, R.A. 1996a. Optimal width of movement corridors for root voles: not too

- narrow and not too wide. *Journal of Applied Ecology* 33: 63–70
- , H.P., Ims, R.A. & Steinset, O.K. 1996b. Discontinuous habitat corridors: effects on male root vole movements. *Journal of Applied Ecology* 33: 555–560.
- Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 21: 355–366.
- Gardner, R.H., Milne, B.T., Turner, M.G. & O'Neill, R.V. 1987. Neutral models for the analysis of broad-scale landscape pattern. *Landscape Ecology* 1: 19–28.
- Gustafsson, L. & Hansson, L. 1997. Corridors as a conservation tool. *Ecological Bulletins* 46: 182–190.
- Hallman, E., Hokkanen, M., Juntunen, H., Korhonen, K.-M., Raivio, S., Savela, O., Siitonen, P., Tolonen, A. & Vainio, M. 1996. Alue-ekologinen suunnittelu. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 3. 59 s.
- Hanski, I. & Gilpin, M.E. (toim.). 1997. *Metapopulation biology: ecology, genetics & evolution*. Academic Press, London. 512 s.
- Helle, P. 1986. Effects of forest succession and fragmentation on bird communities and invertebrates in boreal forests. *Acta Universitatis Ouluensis A* 178, *Biologica* 26. 92 s.
- Henttonen, H. 1989. Metsien rakenteen muutoksen vaikutuksesta myyräkantoihin ja sitä kautta pikkupetoihin ja kanalintuihin – hypoteesi. *Suomen Riista* 35: 83–90.
- , Haukisalme, V., Pirkkalainen, H. & Niemelä, J. 1998. Ekologisten käytävien merkityksestä keskisuomalaisissa talousmetsissä. Julkaisussa: Annala, E. (toim.). *Metlan monimuotoisuustutkimusohjelman väliraportti*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. (Painossa).
- Hobbs, R.J. 1992. The role of corridors in conservation: solution or bandwagon? *Trends in Ecology and Evolution* 7: 389–392.
- Huhta, E., Mappes, T. & Jokimäki, J. 1996. Predation on artificial ground nests in relation to forest fragmentation, agricultural land and habitat structure. *Ecography* 19: 85–91.
- , Jokimäki, J. & Rahko, P. 1998a. Distribution and reproductive success of the Pied flycatcher *Ficedula hypoleuca* in relation to forest patch size and vegetation characteristics; the effects of scale. *Ibis* 140: 214–222.
- , Jokimäki, J. & Helle, P. 1998b. Predation on artificial nests in a forest dominated landscape – the effects of nest type, patch size and edge structure. *Ecography* 21. (Painossa).
- Janzen, D.H. 1983. No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. *Oikos* 41: 402–410.
- Jokimäki, J. & Huhta, E. 1996. Effects of landscape matrix and habitat structure on a bird community in northern Finland: a multi-scale approach. *Ornis Fennica* 73: 97–113.
- & Huhta, E. 1998. Alue-ekologinen tutkimus Pohjois-Suomen metsissä. Julkaisussa: Jokimäki, J., Kangas, J., Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.). *Alue-ekologista tietoa metsäsuunnitteluun*. Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 15.10.1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 685. s. 19–28.
- , Huhta, E., Itämies, J. & Rahko, P. 1998a. Distribution of arthropods in relation to forest patch size, edge and stand characteristics. *Canadian Journal of Forest Research*. (Painossa).
- , Kangas, J., Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.). 1998b. Alue-ekologista tietoa metsäsuunnitteluun. Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 15.10.1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 685.
- Kurki, S., Helle, P., Lindén, H. & Nikula, A. 1997. Breeding success of black grouse and capercaillie in relation to mammalian predator densities on two spatial scale. *Oikos* 79: 310–310.
- Machtans, C.S., Villard, M.-A. & Hannon, S.J. 1996. Use of riparian buffer strips as movement corridors by forest birds. *Conservation Biology* 10: 1366–1379.
- Merriam, G. & Saunders, D.A. 1993. Corridors in restoration of fragmented landscapes. Julkaisussa: Saunders, D.A., Hobbs, R.J., Ehrlich, P.R. (toim.). *Nature conservation 3: reconstruction of fragmented ecosystems*. Surrey Beatty & Sons, New South-Wales. s. 71–87.
- Mönkkönen, M. & Reunanen, P. 1998. Ekologiset käytävät alue-ekologisen metsäsuunnittelun välineenä. Teoksessa: Jokimäki, J., Kangas, J., Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.). *Alue-ekologista tietoa metsäsuunnitteluun*. Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 15.10.1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 685. s. 39–47.
- Raivio, S. (toim.) 1997. *Talousmetsien luonnonsuojelu – yhteistutkimushankkeen toinen väliraportti: tilanne käsittelyjen jälkeen*. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja, Sarja A87. 168 s.
- Rosenberg, D.K., Noon, B.R. & Meslow, E.C. 1997. Biological corridors: form, function, and efficacy. *BioScience* 47: 677–687.
- Siitonen, J., Martikainen, P., Kaila, L., Nikula, A. & Punttila, P. 1995. Kovakuoriaislajiston monimuotoisuus eri tavoin käsitellyillä metsäalueilla Suomessa ja Karjalan tasavallassa. Julkaisussa: Hannelius, S. & Niemelä, P. (toim.). *Monimuotoisuus metsien hoi-*

- dossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 564. s. 43–63.
- Simberloff, D., Farr, J.A., Cox, J. & Merriam, D.W. 1992. Movement corridors: conservation bargains or poor investments? *Conservation Biology* 6: 493–504.
- Sulkava, R. & Sulkava, P. 1998. Metsänkäsittelyn vaikutus liito-oraviin. *Luonnon Tutkija* 102: 56–59.
- Virkkala, R. 1990. Effects of forestry on birds in a changing north-boreal coniferous landscape. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos. 94 s.
- Väisänen, R., Järvinen, O. & Rauhala, P. 1986. How are extensive, human-caused habitat alterations expressed on the scale of local populations in boreal forests? *Ornis Scandinavica* 17: 282–292.
- Wilcox, B.A. & Murphy, D.O. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist* 125: 879–887.
- With, K.A., Gardner, R.H. & Turner, M.G. 1997. Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. *Oikos* 78: 151–169.
- Yahner, R.H. & Mahan, C.G. 1996. Depredation of artificial ground nests in a managed, forested landscape. *Conservation Biology* 10: 285–288.
- FT Jukka Jokimäki toimii erikoistutkijana sekä Lapin yliopiston Arktisessa keskuksessa että Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasemalla. FT Heikki Henttonen toimii erikoistutkijana Metsäntutkimuslaitoksen Vantaan tutkimuskeskuksessa ja eläintieteen dosenttina Helsingin yliopistossa.