

Tuula Nuutinen, Ilpo K. Hanski, Hannu Hirvelä ja Helena Mäkelä

Liito-oravan mahdolliset elinympäristöt Etelä-Suomessa ja niiden kehittyminen eri hakkuuskenaarioissa 2005–2055

Vastuu liito-oravan suojelusta

Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton IUCN:n luokituksen mukaisessa arvioinnissa liito-orava on katsottu Suomessa vaarantuneeksi lajiksi. Suomen liittyminen Euroopan unioniin vuonna 1995 toi mukanaan erityisen vastuun luontodirektiivissä mainitun liito-oravan suojelusta, sillä laji esiintyi jäsenmaista ainoastaan Suomessa. Sekä luontodirektiivissä että luonnonsuojelulaissa kielletään liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen tai heikentäminen. Metsätalouden toimijoille on laadittu ohjeita ja suosituksia liito-oravan elinmahdollisuuksien turvaamiseksi talousmetsissä. Lisäksi on edistetty liito-oravahavaintojen tiedonvaihtoa, jotta elinpiirit voidaan ottaa huomioon metsän käsittelyissä. Tietoisuuden lisäämisen ja käytännön ohjeistuksen vaikutuksista tai toimenpiteiden riittävydestä liito-oravakantaan saadaan tietoa vasta tulevaisuudessa liito-oravakannan seurannan kautta.

Liito-oravan lajitietämyksen lisäämiseksi, kannan koon selvittämiseksi sekä suojelun varmistamiseksi on toiminut esim. Suomen WWF:n, ympäristöministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön nimeämiä työryhmiä. Laajoissa monimuotoisuuden tutkimusohjelmissa, FIBRE (1997–2002) ja MOSSE (2003–2006), on osallistuttu vahvasti myös uhanalaisten lajien tutkimukseen. Liito-oravan biologiaa, käyttäytymistä ja elinympäristövaatimuksia on tut-

kittu Suomessa aktiivisesti 1990-luvulta lähtien mm. Helsingin ja Oulun yliopistoissa.

Vuosien 2003–2005 aikana toteutettiin ympäristöministeriön rahoittamana koko Etelä-Suomen ja osia Kainuusta kattava, otantaan perustuva maastokartoitus liito-oravakannan arvioimiseksi. Maasto-otokseen arvottiin joka toiselta peruskarttalehdeltä 10 kartoitusruutua, jotka olivat vähintään 1 km:n etäisyydellä toisistaan. Ruutujen koko oli 9 ha (300 m × 300 m), ja maastossa niiltä tallennettiin tieto liito-oravan esiintymisestä sekä GPS-sijaintitieto, jos havaintoja esiintymisestä löydettiin. Kartoituksen tuloksista saatiin ensimmäistä kertaa luotettavaa tietoa liito-oravan esiintymistiheydestä ja sen alueellisesta vaihtelusta Suomessa. Nykytilanteen kartoittamisen jälkeen tavoitteena on järjestää kannan kehittymisen seurantajärjestelmä, jonka avulla tulevaisuudessa saadaan tietoa kannan muutoksista. Osalla kartoitusruuduista liito-oravan havainnointia onkin jatkettu vuosien 2006–2009 aikana.

Elinympäristöjen määrän ennakointi on tärkeää

Metsäluonnon monimuotoisuuden säilyttäminen on asetettu tavoitteeksi sekä kansainvälisissä sopimuksissa että kansallisessa metsäpolitiikassa. Metsä- ja ympäristöpolitiikan ohjauskeinoja ovat esimerkiksi

metsäkeskuksittain laaditut alueelliset metsäohjelmat ja niiden hakkuutavoitteet sekä valtakunnalliset ja alueelliset metsänkäsitelysuositukset. Jotta nämä ohjaukset olisivat tehokkaita myös monimuotoisuuden säilyttämisen suhteen, tarvitaan tietoa, miten metsät ja niiden monimuotoisuus kehittyvät pitkällä aikavälillä eri hakkuustrategioiden, eli hakkuiden määrän ja niiden kohdentumisen, seurauksena. Metsien monimuotoisuuden kehittymistä pitkällä aikavälillä on toistaiseksi tarkasteltu lähinnä pienillä esimerkkialueilla.

Alueellisten metsävarojen kehitystä simuloimalla voidaan arvioida, miten erilaiset metsätaloudelle asetetut tavoitteet, esim. metsäohjelmat ja niiden mukainen hakkuutoiminta, vaikuttavat liito-oravan elinympäristöjen tilaan. Vaikka tässä tutkimuksessa tarkastellaan vain yhtä lajia, tuloksia on mahdollista hyödyntää myös monimuotoisuuden ja sen kehityksen ennakkoinnissa. Liito-oravan suosimat elinympäristöt (kuusivaltaiset, järeää lehtipuuta, erityisesti haapaa kasvavat metsiköt) ovat usein lajistoltaan monimuotoisia ja niissä esiintyy myös muita uhanalaisia esim. käypä- ja jäkälälajeja. Varmistamalla liito-oravalle sopivien elinympäristöjen ja metsän rakennepiirteiden säilyminen voidaan turvata monimuotoisuuden säilymistä laajemminkin.

Suomessa systemaattiseen otantaan perustuva valtakunnan metsien inventointi (VMI) tuottaa monipuolista ja ajantasaista tietoa alueellisista metsävaroista. VMI:n koela- ja puuaineistoon perustuen on arvioitu Etelä-Suomen metsien tulevaa kehitystä 50 vuoden jaksolla, jos metsiä hakattaisiin vuosille 2001–2005 laadittujen alueellisten metsäohjelmien mukaisesti. Tutkimuksessa tarkasteltiin määrällisiä indikaattoreita kuten tietyn tyyppisten metsien määrää, mutta ei spatiaalisia indikaattoreita kuten tietyn tyyppisten metsiköiden sijaintia tai kokoa.

Tehokkaiden ohjaukset valinta edellyttää maisematason tarkastelua, jossa käytetään alueellisesti kattavaa metsävaratietoa. Nykyisin satelliittikuvia, maastomittauksia ja numeerisia karttatietoja hyödyntävällä menetelmällä, ns. monilähteisellä valtakunnan metsien inventoinnilla (MVMI), metsävaratiedot saadaan myös paikkatietona eli teemakarttoina tärkeimmistä puustotunnuksista. Nämä ns. metsävarakartat ovat rasterimuotoisia ja niiden maastoresoluutio on 25 m × 25 m. Yhdistämällä MVMI:n metsävarakartat liito-oravakartoituksen

tietoihin voidaan tutkia metsämaiseman ja metsän rakenteen vaikutusta lajin esiintymiseen. MVMI-aineistoa voidaan käyttää myös metsävarojen tulevan kehityksen simuloinnin lähtöaineistona, jolloin voidaan ennakoida mahdollisten elinympäristöjen määrän kehittymistä lähivuosisikymmeninä.

Liito-oravan esiintymisen ennustaminen eri tietolähteitä yhdistämällä

Tässä artikkelissa esitellään tuloksia ympäristöministeriön rahoittamasta tutkimushankkeesta ”Liito-oravan (*Pteromys volans*) elinympäristöt Etelä-Suomessa ja niiden kehittyminen eri hakkuuskenaarioissa 2005–2055”. Hankkeessa yhdistettiin MVMI:n puustotiedot (2004–2005), liito-oravakartoituksen tiedot (2003–2005) sekä metsävarojen kehityksen simulointi MELA-ohjelmiston avulla liito-oravan elinympäristöjen nykyisen ja tulevan määrän arvioimiseksi Etelä-Suomen alueella. Etelä-Suomella tarkoitetaan kolmen eteläisimmän läänin aluetta, joka rajoittuu pohjoisessa Oulun lääniniin.

Elinympäristöjen määrän ja sijainnin ennustamista varten laadittiin liito-oravan esiintymistä kuvaavat todennäköisyysmallit eli logistiset regressiomallit, joissa selittävinä tekijöinä olivat MVMI:stä tuotetut metsän rakennetta (puustoa) ja metsämaisemaa kuvaavat tunnuksat. Mallit laadittiin metsäkeskuksittain ja jokaisella alueella liito-oravan esiintymistä ennustettiin 1) metsikkötason puustotunnuksilla (puulajeittaiset tilavuudet, m³/ha) ja 2) näiden lisäksi myös lähiympäristön puusto- ja maisematunnuksilla. Lähiympäristönä käytettiin 2 km:n säteisen ympyrän rajaamaa aluetta. Maisematunnuksia varten MVMI-puustotunnusten ja numeerisen kartta-aineiston avulla muodostettiin karkeampi puustoluokitus, jossa luokat kuvasivat mahdollisimman hyvin erilaisia metsiköitä. Muodostettuja luokkia olivat mm. varttuneet kuusikot, kasvatusmetsät, taimikot ja hakkuuaukot. Nämä puustoluokat ryhmiteltiin edelleen kolmeen eri maisemaluokkaan erilaisten maisematunnusten laskemista varten. Maisemaluokat olivat 1) liito-oravalle sopiva elinympäristö, 2) liikkumisen mahdollistava ja 3) liito-oravalle mahdoton ympäristö. Lähiympäristön puusto- ja maisematunnusten lisäksi myös lämpösummaa käytettiin selittävässä tekijänä eräiden metsäkeskusten alueilla.

Metsien rakennetta ja liito-oravan elinympäristöjen määrää tulevaisuudessa tarkasteltiin simuloimalla metsien kehittymistä eri skenaarioissa MELA-ohjelmiston avulla. MELA-ohjelmisto on Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetty metsätalouden suunnittelumalli, jossa jokaiselle metsikölle tai vastaavalle laskentayksikölle tuotetaan joukko käsittelyvaihtoehtoja. Metsiköiden kehitys ennustetaan yksittäisten puiden syntymis-, kasvu-, kuolemis- ja kehitysmalleihin perustuvalla metsikkösimulaattorilla. Simulaattorilla tuotetuista metsiköiden käsittely- ja kehitysvaihtoehtoista haetaan tehokkaita tuotanto-ohjelmat metsikkö- ja suuraluetasolle MELA-ohjelmiston lineaariseen optimointiin perustuvalla JLP-ohjelmistolla.

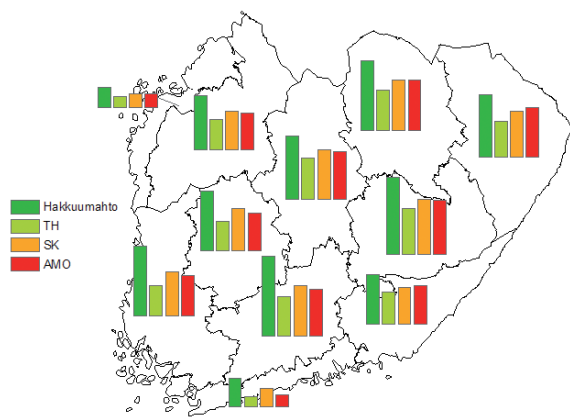
MELA-ohjelmiston lähtötiedot eli laskentayksiköiden puustotiedot nykyhetkellä tuotettiin VMI-maastoaineistosta k :n lähimmän naapurin estimointimenetelmällä kuten MVMI:ssä. Estimoinnissa jokaiselle laskentayksikölle haettiin joukko VMI-koealoja kuvaamaan laskentayksikön puustoa siten, että laskentayksikköä sävyarvoiltaan lähimpien koealojen puustotiedot saivat eniten painoa. Tässä tutkimuksessa laskentayksiköt muodostettiin satelliittikuvilta automaattisesti tuotetuista segmenteistä, jotka olivat sävyarvoiltaan homogeenisia ja vastasivat mahdollisimman hyvin metsikkökuvioita. Hakkuiden simulointia varten segmenteille liitettiin tieto mahdollisesta puuntuotannon rajoituksesta eli segmentit jaettiin kolmeen eri käsittelyluokkaan: 1) ei puuntuotannon rajoituksia, 2) rajoitettu puuntuotanto ja 3) puuntuotannon ulkopuolella. Jos alkupe-
räisen segmentin alueelle osui eri käsittelyluokkiin kuuluvia alueita, segmentti jaettiin luokkien mukaisiin osiin. Puuntuotannon rajoitusten huomioon ottamisen jälkeen segmenttien keskimääräinen pinta-ala metsä-, kitu- ja joutomaalla oli 1,4 ha koko Etelä-Suomen alueella. Koska suurimpien metsäkeskusten alueilla oli yli miljoona segmenttiä, aineiston kokoa rajoitettiin osittamalla segmentit sävyarvoiltaan yhtenäisiin ositteisiin. Jos samaan ositteeseen tuli eri käsittelyluokkiin kuuluvia segmenttejä, osite jaettiin käsittelyluokkien mukaisiin osiin. Koko Etelä-Suomen alueella näin saatujen laskentayksiköiden keskimääräinen koko oli 70,9 ha.

MELA-ohjelmiston avulla laaditut skenaariot perustuivat nykyisiin metsänhoitosuosituksiin, joissa pyritään ottamaan huomioon metsäluonnon moni-

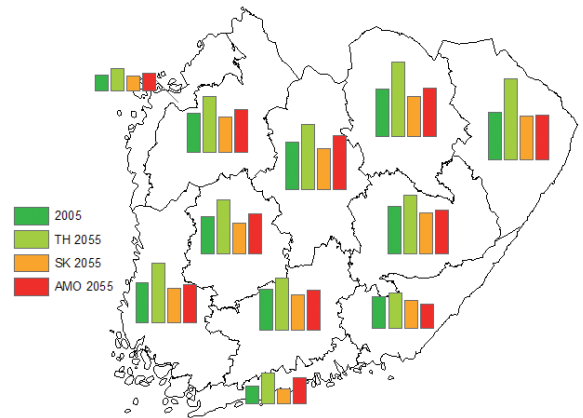
muotoisuuden säilyttäminen (esim. arvokkaat elinympäristöt ja säästöpuut). Metsäkeskuksittain laadituissa skenaarioissa otettiin huomioon myös nykyiset suojelualue- ja ohjelmarajaukset sekä niiden rajoitukset metsien käsittelylle. Rajoittamattoman puuntuotannon alueilla sovellettiin Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänhoitosuosituksia, rajoitetun puuntuotannon alueilla sovellettiin metsänhoitosuosituksia ilman avohakkuita ja puuntuotannon ulkopuolella olevilla alueilla ei simuloitu mitään toimenpiteitä.

Skenaarioita oli kolme: 1) vuosina 2003–2007 keskimäärin toteutuneen hakkuumäärän ja puutavaralajirakenteen mukainen kehitys (TH), 2) suurimman kestävän hakkuukertymän arvio, jossa metsätalouden kestävyttä kuvaavat hakkuu- ja tukkipuukertymät sekä nettotulot pysyivät tasaisina tai nousevina koko laskelma-ajan (SK) ja 3) vuoden 2008 Alueellisten metsäohjelmien linjaaman hakkuumäärän ja puutavaralajirakenteen mukainen kehitys (AMO). TH- ja AMO-skenaarioissa sovellettiin valittua hakkuumäärää ja sen rakennetta koko laskelma-ajalle. Skenaariot laadittiin 60 vuoden ajalle, mutta tulokset esitetään 50 vuoden ajalle kymmenen vuoden jaksoihin jaettuna. Viimeinen kymmenvuotiskausi oli mukana kestävyuden varmistamiseksi.

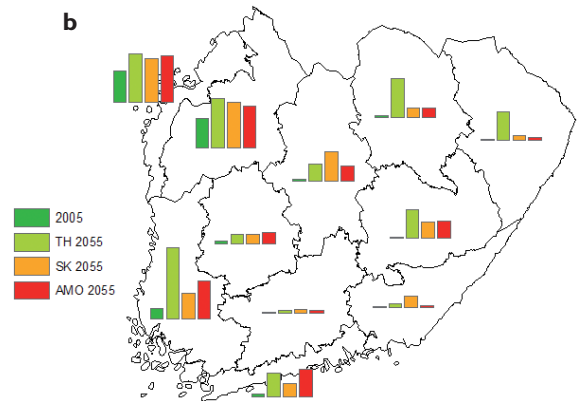
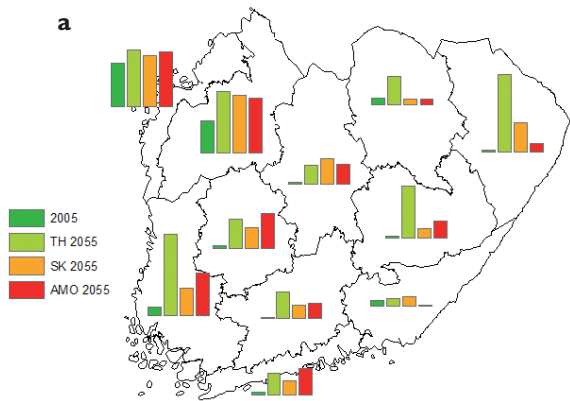
Laadittujen todennäköisyyssmallien ja MELA-puustotietojen avulla ennustettiin liito-oravan elinympäristöjen määrä ja sijainti lähtötilanteessa sekä eri skenaarioiden mukaisissa tilanteissa 50 vuoden kuluttua. Mallien soveltamista varten kaikille samaan laskentayksikköön kuuluville segmenteille annettiin samat, kyseisen laskentayksikön puustotiedot. Metsikkötason malleja sovellettaessa tuloksena saatiin kuviokartta, jossa jokaisella segmentillä oli sen puustotietojen perusteella ennustettu liito-oravan esiintymistodennäköisyys. Jos todennäköisyys oli yli 50 %, segmentti tulkittiin liito-oravan elinympäristöksi. Maisematason malleja ei sovellettu segmentteittäin, vaan yhden kilometrin välein sijoitulle pisteverkolle. Pisteille muodostettiin MELA-puustotietojen ja numeerisen kartta-aineiston perusteella lähiympäristön puusto- ja maisematunnukset sekä poimittiin puustotiedot siltä segmentiltä, jolla piste sijaitsi. Maisematason malleilla ennustettiin pisteille liito-oravan esiintymistodennäköisyys ja elinympäristön rajana käytettiin myös tässä 50 %:a. Näin saatiin laskettua metsäkeskusalueiden tulok-



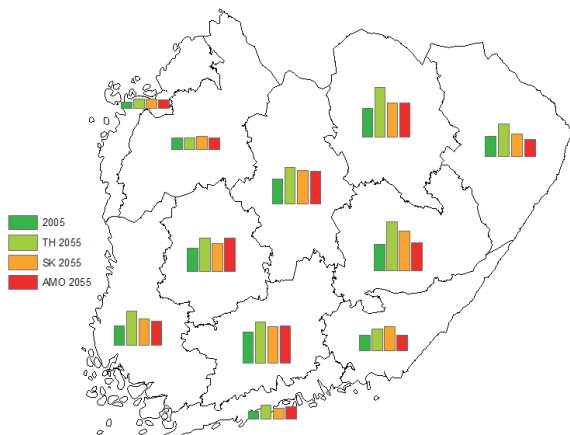
Kuva 1. Hakkuumahto- ja hakkuukertymäarvot (m^3/v) skenaarioissa TH,SK ja AMO ensimmäisellä 10-vuotiskaudella (vuosina 2005–2014) Etelä-Suomessa.



Kuva 2. Puuston tilavuusarvio (m^3) lähtötilanteessa vuonna 2005 ja sen ennakoitu kehitys skenaarioissa TH, SK ja AMO vuonna 2055 Etelä-Suomessa.



Kuva 3. a) Metsikkö- ja b) maisematason malleilla ennustetut liito-oravan elinympäristöjen määrät (ha) lähtötilanteessa vuonna 2005 ja skenaarioissa TH, SK ja AMO vuonna 2055 Etelä-Suomessa.



Kuva 4. Kuusen tilavuusarvio (m^3) lähtötilanteessa vuonna 2005 ja sen ennakoitu kehitys skenaarioissa TH, SK ja AMO vuonna 2055 Etelä-Suomessa.

set liito-oravan elinympäristöjen määrästä, mutta ei liito-oravatodennäköisyyksiä paikkatietona samalla tavalla kuin metsikkötason malleja sovellettaessa.

Hakkuutoiminta vaikuttaa elinympäristöjen määrään

Skenaarioiden mukaiset hakkuukertymät ensimmäisellä 10-vuotiskaudella on esitetty kuvassa 1. Hakkuumäärien lisäksi kuvassa on esitetty ensimmäisen 10-vuotiskauden hakkuumahto (metsänhoitosuosituksen mukaan hakattavissa oleva ainespuun kokonaismäärä), joka on sama kaikilla skenaarioilla. Erilaisista laskentaoletuksista ja aineistoista johtuen tulokset eivät ole täysin verrannollisia aikaisemmin vastaaville alueille laadittujen ja VMI:n koeala-aineistoihin perustuvien hakkuumahdollisuusarvioiden kanssa. Puuston tilavuus alkutilanteessa ja skenaarioita vastaava puuston tilavuuden ennakoitu kehitys vuodelle 2055 on esitetty kuvassa 2. Muita skenaarioita pienemmistä hakkuumääristä johtuen kaikkien metsäkeskusten alueilla puuston tilavuus vuonna 2055 oli suurin TH-skenaariossa.

Kuvassa 3 on esitetty laadituilla malleilla ennustetut arviot liito-oravan elinympäristöjen määrästä. Useimpien metsäkeskusten alueilla elinympäristöjen

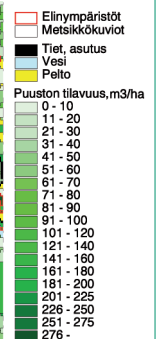
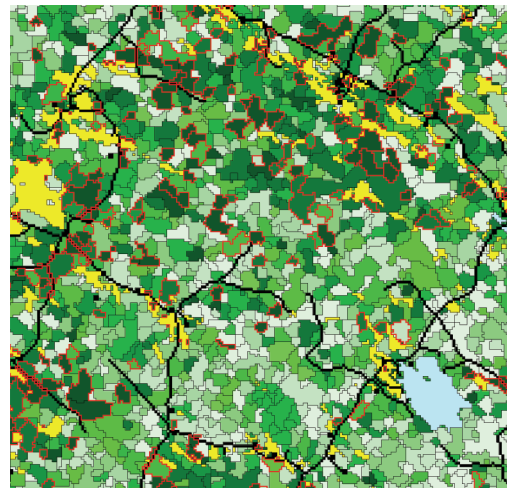
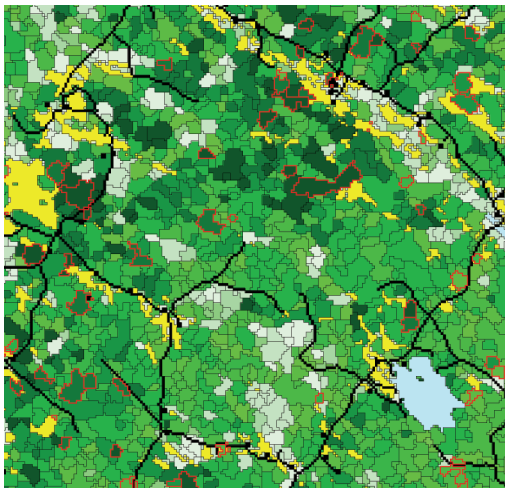
pinta-ala vuonna 2055 oli suurin TH-skenaariossa. Tätä tukee kuusen tilavuuden ennakoitu kehitys eri skenaarioissa (kuva 4). Rannikon metsäkeskuksen Pohjanmaan alueen ja Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen tiheän liito-oravakannan alueilla eri skenaarioiden väliset erot elinympäristöjen määrässä olivat pienet. Muilla alueilla hakkuustrategia vaikutti selkeästi elinympäristöjen määrään. Metsikkötason mallilla ennustettujen liito-oravan elinympäristöjen paikallista jakaantumista on esimerkki kuvassa 5.

Todennäköisyysmallien luotettavuutta tarkasteltiin oikeinluokittumisprosenttien ja mallien selitysasteiden perusteella sekä vertailemalla havaittuja esiintymismääriä ja ennustettuja esiintymistodennäköisyyksiä. Metsäkeskuskohtaisten metsikkö- ja maisematason mallien selitysasteet olivat alhaisia, pääosin 5–20 %. Mallien laadinta-aineistossa (8426 kartoitusruutua) liito-oravahavainnoista (”esiintyi”/”ei esiintynyt”) 72–95 % luokitui oikein, mutta tämä johtui ”ei esiintynyt”-havaintojen suuresta määrästä (7451 ruutua). Malleissa selittäjinä käytetyt tunnuksset eivät juurikaan pystyneet luokittelemaan oikein ”esiintyi”-havaintoja tässä aineistossa. Ennusteiden tuloksiin on siksi syytä suhtautua varauksella.

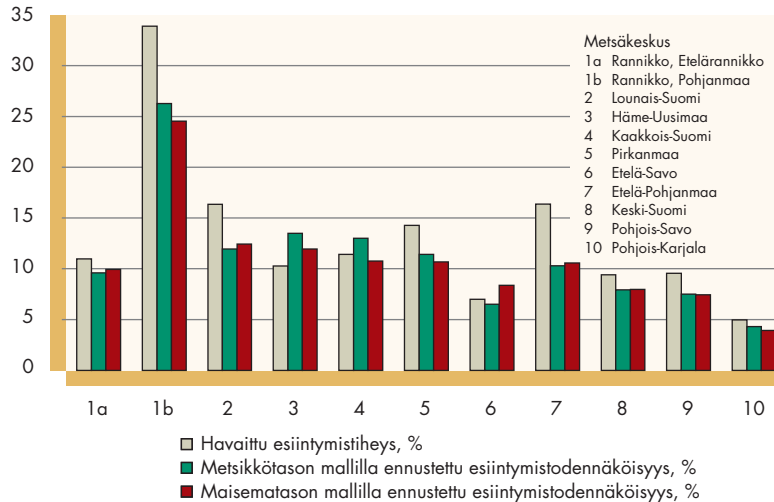
Mallin soveltamisaineistossa eli MELA-aineistossa 2005 ennustetut liito-oravan keskimääräiset esiintymistodennäköisyydet olivat pääosin alhaisemmat

2005

2055



Kuva 5. Esimerkki metsikkötason mallilla ennustetuista liito-oravan elinympäristöistä lähtötilanteessa vuonna 2005 ja AMO-skenaarion mukaisessa tilanteessa vuonna 2055.



Kuva 6. Maastokartoituksen perustuva liito-oravan esiintymistiheys ("esiintyi"-havaintojen osuus kaikista kartoitusruuduista) (Hanski 2006) ja laadituilla malleilla ennustettujen liito-oravan esiintymistodennäköisyyksien keskiarvot metsäkeskuksittain vuonna 2005.

kuin maastokartoituksen perusteella lasketut liito-oravan esiintymistiheydet (kuva 6). Metsikkö- ja maisematason mallien ennusteiden keskiarvoissa ei ollut suuria eroja. Rannikon metsäkeskuksen Etelärannikon alueen sekä Hämeen-Uudenmaan ja Etelä-Savon metsäkeskusten alueilla ei löytynyt merkitseviä maisematason selittäjiä, minkä vuoksi maisematason mallinnuksessa oli mukana myös viereisen metsäkeskusalueen aineisto. Mallinnusongelmaa kuvaa se, että esim. Häme-Uusimaa on kuusivaltaista eli alueelta löytyy runsaasti potentiaalisia elinympäristöjä, joissa liito-oravaa ei kuitenkaan esiinny. Mallinnusta hankaloitti myös se, että liito-oravan esiintymiseen vaikuttaa muitakin tekijöitä kuin metsän rakenne ja puusto, esim. petoeläimet.

Puustotietojen estimointimenetelmän takia MELA-puustotiedot vuosina 2005 ja 2055 eivät ole täysin vertailukelpoisia, minkä vuoksi on mielekästä vertailla vain elinympäristöjen tilaa eri skenaarioissa, ei muutosta nykytilanteeseen verrattuna.

Mallien laadinta-alueina käytetyt metsäkeskus-alueet ovat hallinnollisia yksiköitä, joille metsävaratuloja on perinteisesti esitetty. Liito-oravan esiintymisen kannalta aluejako ei kuitenkaan ole välttämättä mielekäs, minkä vuoksi mallinnusta testattiin myös metsäkasvillisuusvyöhykkeittäin.

Tukea metsä- ja ympäristöpolitiikan tarpeisiin

Liito-oravakartoituksessa kertynyt aineisto yhdessä alueellisesti kattavien metsävarakarttojen kanssa tarjosi mahdollisuuden tarkastella liito-oravan esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä eri puolilla Etelä-Suomea. Tämä tutkimushanke oli ensimmäinen yritys tuottaa empiirisiin maastoaineistoihin perustuva, alueellisesti kattava arvio liito-oravan elinympäristöistä ja niiden kehittymisestä lähivuosikymmeninä.

Hankkeessa kehitetyillä menetelmillä on myös laajempaa käyttöä. MVMI:n tuottamia metsävarakarttoja voidaan hyödyntää myös muiden metsälajien elinympäristöjen määrän arviointiin ja muutosten ennustamiseen, mikäli lajin elinympäristövaatimukset ovat liito-oravan lailla tunnistettavissa. Hankkeessa käytettyä MVMI-menetelmän ja MELA-ohjelmiston yhdistämistä voidaan jatkossa hyödyntää erilaisissa ympäristövaikutusten arviointitehtävissä, joissa tarvitaan kattavaa, paikkaan sidottua tietoa. Tällaisia ovat esimerkiksi metsätalouden vesistövaikutusten arvioinnit.

Menetelmä voi palvella myös metsä- ja ympäristöpoliittisen informaatio-ohjauksen kehittämistä sekä

metsä- ja ympäristöohjelmien valmistelua ja sitä kautta monimuotoisuuden turvaamista metsätalouden muuttuvassa toimintaympäristössä. MELA-laskelmien avulla voidaan tarkastella eri hakkuustrategioiden vaikutuksia metsien ja niiden monimuotoisuuden kehittymiseen. Tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi määriteltäessä alueellisia hakkuutavoitteita. Lisäksi tulosten avulla voidaan arvioida monimuotoisuuden turvaamiskeinojen riittävyttä talousmetsissä esimerkiksi määriteltäessä valtakunnallisia tai alueellisia metsänkäsittelysuosituksia.

Kiitokset

Ympäristöministeriön rahoittama tutkimushanke ”Liito-oravan (*Pteromys volans*) elinympäristöt Etelä-Suomessa ja niiden kehittyminen eri hakkuuskenaarioissa 2005–2055” toteutettiin Helsingin yliopiston Luonnontieteellisen keskusmuseon Eläinmuseon ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä. Metsähallitus ja osa metsäkeskuksista tarjosivat hankkeen käyttöön puustotietoja liito-oravan asuttamilta metsikkökuvioilta. Kiitämme kaikkia hankkeeseen osallistuneita ja siihen myötävaikuttaneita.

Kirjallisuus

Hanski, I.K. 1998. Home range and habitat use in the declining flying squirrel *Pteromys volans* in managed forests. *Wildlife Biology* 4: 33–46.

— 2006. Liito-oravan (*Pteromys volans*) Suomen kannan koon arviointi. Loppuraportti. Ympäristöministeriö. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=47773&lan=FI>. [Viitattu 18.2.2010].

—, Henttonen, H., Liukko, U.-M., Meriluoto, M. & Mäkelä, A. 2001. Liito-oravan (*Pteromys volans*) biologia ja suojelu Suomessa. Suomen ympäristö 459. Ympäristöministeriö, Helsinki. 30 s. + liitteet.

Hurme, E., Mönkkönen, M., Nikula, A., Nivala, V., Reunanen, P., Heikkinen, T. & Ukkola, M. 2005. Building and evaluating predictive occupancy models for the Siberian flying squirrel using forest planning data. *Forest Ecology and Management* 216(2005): 241–256.

Nuutinen, T., Hirvelä, H. & Salminen, O. 2005. Etelä-Suomen metsien kehitys – vuosille 2001–2005 tehtyjen alueellisten metsäohjelmien vaikutusanalyysi. Metlan työraportteja 12. 22 s.

Reunanen, P. 2001. Landscape responses of the Siberian flying squirrel (*Pteromys volans*) in Northern Finland. The effect of scale on habitat patterns and species incidence. *Acta Universitatis Ouluensis, Scientiae Rerum Naturalium A 371*. Department of Biology, University of Oulu.

Selonen, V. 2002. Spacing behaviour of the Siberian flying squirrel – effects of landscape structure. Academic dissertation. Department of Ecology and Systematics, Division of Population Biology, University of Helsinki.

Tomppo, E., Haakana, M., Katila, M. & Peräsaari, J. 2008. Multi-source national forest inventory. Methods and applications. *Managing Forest Ecosystems*, Vol. 18. Springer. 374 s.

■ Prof. Tuula Nuutinen, Euroopan metsäinstituutti; dos. Ilpo K. Hanski, Helsingin yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo; MMM Hannu Hirvelä, MML Helena Mäkelä, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka. Sähköposti helena.makela@metla.fi