

Vastauksia Erkki Annilalle, Veli-Pekka Järveläiselle, Matti Keltikankaalle ja Seppo Vehkamäelle

Ilkka Hanski

Metsätaloutta ei voida kutsua ekologisesti kestäväksi, jos se uhkaa tuhannen eliölajin esiintymistä Suomessa ja kaventaa tulevien sukupolvien mahdollisuutta päättää itse oman metsäsuhteensa luonteesta.

Erkki Annila on käyttänyt kovasti aikaa ja nähnyt paljon vaivaa osoittaakseen arvioni Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden vähenemisestä vääräksi (mm. Yleisradion TV1:n MOT-ohjelma 19.11.2001, *Maaseudun Tulevaisuus* 11.1.2002 ja 30.1.2002). *Tieteessä tapahtuu* -lehdessä Annila ym. (2002) asettavat minulle joukon avoimia kysymyksiä esittämistäni laskuista.

Keskustelu kohdistuu kolmeen peruskysymykseen. Onko Suomen metsien monimuotoisuus nousussa vai laskussa? Millaisella vauhdilla? Ja mikä vaikutus uudella metsälailla ja uudistetuilla ohjeilla ja suosituksilla talousmetsien käsittelystä on monimuotoisuuden kehitykseen? Ekologina pidän selvänä, että vastausten tulee perustua yleiseen tietämykseen lajien kannanvaihtelusta ja erityiseen tietoon metsälajien ekologiasta. Omat perusteluni olen esittänyt mm. verkkosivuilla www.helsinki.fi/~ihanski. Annila ym. aloittavat kirjoituksensa lausumalla, joka on tulkittava perustelemattomaksi väitteeksi: "Professori Ilkka Hanskin laskelmien tuottama kuva metsien monimuotoisuuden kehityssuunnasta saattaisi olla oikea, jos metsien käsittelyssä ei otettaisi huomioon uhanalaisten lajien elinvaatimuksia." Metsälain pykälällä 10 sekä uusilla ohjeilla ja suosituksilla tosiaan pyritään turvaamaan talousmetsien monimuotoisuus, mutta kuten kaikki tiedämme, ei pyrkimys eikä etenkin pyrkimyksen julistaminen ole sama asia kuin pyrkimyksessä onnistuminen. Kaipaamme vastausta kysymykseen, turvaako metsätalouden nykykäytäntö metsien monimuotoisuuden. Kaksi merkittävintä muutosta metsien käsittelyssä on metsälain tarkoittamien erityisen arvokkaiden elinympäristöjen (avainbiotooppien) säästäminen ja muutamien puiden (säästöpuut) jättäminen kullekin avohakatuille hehtaarille siinä tarkoituksessa, että ne ajan myötä lisäisivät lahopuun määrää metsissä. Annilan ym. arvosteleman mallini sanoman ymmärtämiseksi täytyy ensin ymmärtää, mikä merkitys avainbiotoopeilla ja säästöpuilla on uhanalaisten lajien menestymiselle.

Avainbiotooppien ja säästöpuiden merkitys

Muissa yhteyksissä Annila on toistuvasti huomauttanut, että valtaosa metsien uhanalaisista lajeista elää joko lahopuussa tai sellaisissa ominaispiirteiltään erityisissä elinympäristöissä, joita avainbiotoopit edustavat. Tällä perusteella – koska avainbiotoopit säästetään ja avohakkuille jää muutama säästöpuu – nykyinen metsätalous ei Annilan mukaan oleellisesti vaaranna uhanalaisten lajien menestymistä. Valitettavasti näin ei ole. Uhanalaisen metsälajiston kannalta keskeisten luontotyyppien, kuten luonnontilaisten kangasmetsien, rehevien korprien, puronotkojen ja lehtojen osalta vain rippeitä luonnontilaisena säilyneistä elinympäristöistä on enää jäljellä, mukaan lukien ne muutaman aarin kokoiset laikut, joista osa rajataan avainbiotoopeiksi. Metsätalous on jo perin pohjin muuttanut pääosan edellä mainituista luontotyypeistä. Yksinkertainen päättely osoittaa, että jäljelle jäänyt minimaalisen pienten, metsälain tarkoittamien avainbiotooppien joukko ei riitä turvaamaan luonnontilaisten kangasmetsien, korprien, lehtojen ja muiden vastaavien elinympäristöjen lajien pitkäaikaista esiintymistä. Päättely etenee näin. Jotta nyt säästettävien avainbiotooppilaikkujen ominaispiirteet voitaisiin säilyttää, laikkujen on täytynyt olla ominaispiirteineen olemassa samalla

paikalla jo kauan – muuten näitä ominaispiirteitä ei olisi olemassa. Mutta jos näin on, ja jos avainbiotoopit todella turvaisivat uhanalaisten lajien esiintymisen, miksi sadat Etelä-Suomen metsien lajit ovat jo kokonaan hävinneet tai käyneet hyvin harvinaisiksi laajoilla alueilla? Tuskin nämä lajit lukevat Annilan kirjoituksia ja uskovat, että avohakkuun keskelle jäänyt parin aarin laikku on nyt niiden pelastus, kun niiden kannat romahtivat tilanteessa, missä sama laikku ja monet muut jo hävinneet isommat ja pienemmät laikut olivat metsän ympäröimiä. Tosiasia on, että Etelä-Suomen metsien koostumus ja rakenne ovat jo pitkään muuttuneet *ja muuttuvat edelleen* uhanalaisille lajeille epäsuotuisammiksi. Tämä kehitys jatkuu jopa Annilan korostamissa avainbiotooppilaikuissa. Metsäkeskus Tapion talousmetsien luonnonhoidon seuranta-aineistojen mukaan lehtoja, korpia ja puronvarsia vaurioituu ja tuhoutuu hakkuissa edelleen metsälainsäädännöstä ja sertifioinnista huolimatta.

Eriyisen tärkeä on huomata, että metsälain perusteella huomioidaan vain pienialaiset avainbiotooppilaikut. Jos samaa erityisen tärkeää elinympäristöä esiintyy suuremmalla pinta-alalla, kyseessä ei enää olekaan sellainen avainbiotooppi, jonka säästymisen metsälaki turvaisi. Käytännössä kuitenkin juuri nämä suurikokoisemmat alueet ovat lajien tulevaisuuden kannalta ratkaisevia, sillä niissä voi esiintyä suurempia ja siten elinvoimaisempia paikalliskantoja, joista tapahtuvan lähtömuuton turvin laji saattaa asuttaa myös lähistöllä sijaitsevia pienialaisia laikkuja. Asiaa voidaan havainnollistaa maaseudun ihmisasutuksen rakenteella. Annilan väittämä tarkoittaa, että maaseutu kyllä pysyy elävänä ja ihmisten asuttamana, kunhan syrjäkylien annetaan olla rauhassa – kirkonkylät ja suuremmat keskukset voidaan vaikka lopettaa. Käytäntö osoittaa, että näin ei ole, ei ihmisten eikä muidenkaan lajien tapauksessa.

Elinympäristölaikkujen verkoston kyky säilyttää uhanalaisten lajien elinvoimaisia kantoja riippuu yksittäisten laikkujen koosta, laadusta ja lukumäärästä tietyllä alueella.

Uhanalaiset lajit menestyvät vain sellaisissa verkostoissa, joiden ominaisuudet ylittävät lajien vähimmäisvaatimukset, ekologisen kynnyсарvon. Koska sadat metsälajit ovat uhanalaistuneet tilanteessa, missä niille sopivan elinympäristön verkosto oli lajeille paljon edullisempi kuin metsälain nojalla nyt säästettävä verkosto, voidaan varmuudella sanoa, että nykykäytäntö ei turvaa uhanalaisten lajien pitkäaikaista esiintymistä.

Useat viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että valtaosa uhanalaisista lahoppulajeista häviää kokonaan sellaisista metsiköistä, missä järeän lahoppuun määrä on alle 20-30 kuutiota hehtaarilla. Etelä-Suomen metsissä on tätä nykyä järeää lahoppuuta noin kolme kuutiota hehtaarilla. Säästöpuiden jättäminen, jos ne tosiaan jäävät metsään pysyvästi (mikä jää nähtäväksi), tuo korkeintaan pari kuutiota lisää. Siten ei ole perusteita olettaa, että nykykäytännön vallitessa uhanalaisten lahoppulajien esiintymisen kynnyсарvo lahoppuun määrän suhteen tulisi talousmetsissä saavutetuksi. Ongelma on sama kuin avainbiotooppien suhteen laajemmilla alueilla: nykykäytäntö ei tuota elinympäristöä, joka ylittäisi uhanalaisten lajien esiintymisen kynnyсарvon.

Miten suojelupanostus kannattaisi suunnata?

Annala ym. arvostelevat esittämäni mallia (*Hanski 2000*), millä pyrin arvioimaan sitä, miten erilaiset monimuotoisuuden turvaamiseen tähtäävät ratkaisut vaikuttavat metsien monimuotoisuuden kehitykseen. Annala ym. toteavat aivan oikein, että malli on ekologisesti varsin pelkistetty. Mallilla ei ollut tarkoitukseen ennustaa minkään tietyn lajin kannan koon kehitystä, siksi mallia ei yritetty sovittaa minkään tietyn yksittäisen lajin ekologiaan (mikä myös olisi nykytietojen perusteella hyvin vaikeaa). ”Ekologisesti varsin pelkistetty”malli on juuri omiaan sen kysymyksen tarkasteluun, mihin mallia käytettiin. Kritiikki olisi paikallaan jos osoitettaisiin, että esittämäni malli on yleisen ekologisen tietämyksen perusteella virheellisesti tai epäonnistuneesti rakennettu. Tällaista kritiikkiä Annala ym. eivät esitä.

Mallin tarkoituksena oli verrata kolmea erilaista vaihtoehtoa, kuten Annala ym. oikein ymmärsivät:

1) Nykykäytäntöä avainbiotooppeineen ja säästöpuineen lisäksi olettaen, että intensiivistä metsätaloutta harjoitetaan koko metsämaalla. Avainbiotooppien ja säästöpuiden ansiosta metsiköiden keskimääräinen laatu paranee mallissa noin 10 % (on sinänsä toisarvoista, onko tämä luku täsmälleen oikea). Laatu arvioidaan luonnollisesti uhanalaisten lajien elinpaikkavaatimusten kannalta.

2) Monimuotoisuuden turvaamiseen suunnataan sama panostus, mutta toimenpiteet keskitetään 10 %:lle metsämaasta. Näiden metsiköiden laatu kasvaa huomattavasti, muiden metsiköiden laatu ei muutu lainkaan, ja keskimääräinen muutos on sama 10 % kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa.

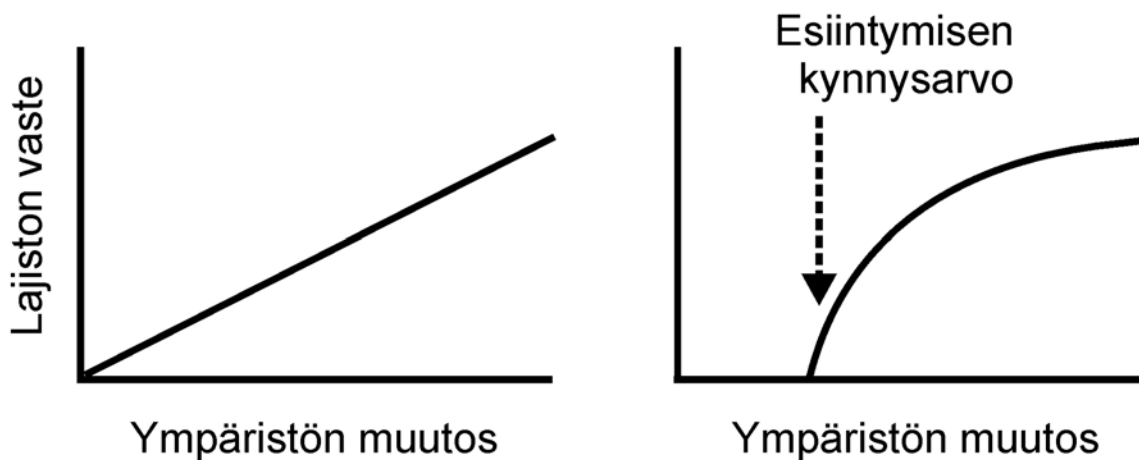
3) Kuten vaihtoehto 2, mutta toimenpiteet suunnataan sellaisiin metsiköihin, jotka sijaitsevat lähellä tällä hetkellä laadultaan parhaita metsiä, joista yksilöiden on helppo siirtyä niihin metsiin, joiden laatu on nostettu.

Esittämäni simulaatiomallin tulos oli, että vaihtoehdossa 1 hypoteettisen uhanalaisen lajin kanta pieneni entistäkin nopeammin, vaikka metsiköiden keskimääräinen laatu parani 10 %. Toisessa vaihtoehdossa lajin kanta alkoi elpyä, ja kolmannessa vaihtoehdossa lajin kanta lähti selvään kasvuun (*Hanski* 2000).

Ensimmäisessä vaihtoehdossa lajin menestyminen oli entistäkin huonompaa, koska mallissa oletettiin intensiivisen metsätalouden ulottuvan koko metsämaalle mukaan lukien ne metsiköt, jotka ovat tähän saakka syystä tai toisesta säilyneet luonnontilaisen kaltaisina. Juuri tällainen kehitys on käynnissä Etelä-Suomessa. Metsänkäsittelyohjeet on uusittu, mutta hakkuut ovat samalla nousseet ennätystasolle, ja lajiston kannalta arvokkaita yksittäisiä metsiköitä – kuten vanhempia kuusikoita – hakataan kiivasta tahtia. Annila ym. ihmettelevät, miksi mallissa ei huomioitu suojelualueita. Niitä ei huomioitu, koska tarkoitus oli osoittaa, miten metsiköiden keskimääräisen laadun paranemisesta huolimatta (ja siis uusista metsänkäsittelyohjeista huolimatta) lajiston tilanne saattaa paradoksaalisesti huonontua. Suojellun metsän määrä on sitä paitsi Etelä-Suomessa niin vähäinen, runsaat 1 % metsämaan pinta-alasta, että sillä on vain paikallista merkitystä eikä se riitä turvaamaan uhanalaisten lajien säilymistä pitkällä tähtäimellä.

Mallin tulokset siis osoittavat, että suojelupanostuksen keskittäminen pienemmälle alueelle voi olla kustannustehokkaampaa kuin suojelun levittäminen tasaisesti kautta koko metsämaan. Asian ydin on eliölajien ja eliöyhteisöjen vaste muutokseen elinympäristön laadussa, jota olen selventänyt oheisilla kuvilla. Jos vaste olisi lineaarinen, kuten vasemmanpuoleisessa kuvassa, nykyiset metsänkäsittelymenetelmät johtaisivat odotettuun tulokseen: lisää lahoppua ja pieniä avainbiotooppilaikkuja, paremmat edellytykset uhanalaisille lajeille. Mutta eliölajien vaste ei ole lineaarinen vaan se on epälineaarinen, kuten oikeanpuoleisessa kuvassa. Muutos elinympäristön tilassa heijastuu muutoksena lajin kannassa vasta sen jälkeen, kun elinympäristön laatu on noussut lajikohtaisen kynnyksarvon (ekologisten minimivaatimusten) yläpuolelle. Kynnyksarvon alapuolella tapahtuva muutos ei lajeja auta (esimerkeistä ks.

www.helsinki.fi/~ihanski)



On kuitenkin syytä todeta, että vähäiselläkin lahpuulisäyksellä ja pienilläkin avainbiotoopeilla voidaan otaksua olevan merkitystä isolle joukolle metsälajeja – niille jotka ovat vielä yleisiä ja joiden elinpaikkavaatimukset ovat vaatimattomat. Metsätaloutta tulee tietenkin harjoittaa siten, että näistä lajeista ei jatkossa synny lisää uhanalaisia lajeja. Ekologisesti kestäväksi metsätaloutta ei kuitenkaan mitenkään voida kutsua, ennen kuin nykyisten suuruusluokaltaan tuhannen uhanalaisen lajin asema on korjattu.

Suomen metsien sukupuuttovelka

Annilan ym. toinen keskeinen arvostelun kohde on arvioni uhanalaisten lajin lukumäärästä.

Olen esittänyt suuruusluokka-arvion niiden metsälajien lukumäärästä, joiden voidaan otaksua ennemmin tai myöhemmin häviävän sukupuuttoon luonnontilaisten tai sen kaltaisten metsien pinta-alan voimakkaan vähenemisen seurauksena. Sukupuuttovelalla tarkoitetaan sellaisten lajien lukumäärää, jotka tulevat häviämään elinympäristön kaventumisen seurauksena, mutta jotka eivät ole vielä hävinneet, koska lajien kannan koon muutos kestää aikansa (*Hanski & Ovaskainen 2002*).

Olen arvioinut sukupuuttovelan määrän lajimäärän S ja elinympäristön pinta-alan A suhdetta kuvaavan potenssifunktion $S = kA^z$ avulla. Tällainen lajimäärän riippuvuus pinta-alasta on havaittu sadoissa tutkimuksissa. Jotta potenssifunktiota voitaisiin käyttää sukupuuttovelan arviointiin, meidän täytyy tuntea parametrin z arvo sekä elinympäristön alkuperäinen pinta-ala A_0 . Häviämään tuomittujen lajien osuus kaikista lajeista on $1 - (A_{\text{nyt}}/A_0)^z$, missä A_{nyt} on elinympäristön nykyinen pinta-ala.

Kirjallisuustietojen perusteella arvioin, että $z = 0.15$, ja muiden tietojen perusteella arvioin, että Etelä-Suomessa on luonnontilaisia metsiä 1 % niiden alkuperäisestä määrästä. Lisäksi on huomattava, että arvio kohdistuu niihin lajeihin, joiden esiintymisen otaksutaan rajoittuvan luonnontilaisiin metsiin. Olen arvioinut, että tällaisia lajeja olisi 10 % kaikista metsälajeista, eli suuruusluokaltaan 2000 lajia. Näin päädyin suuruusluokka-arvioon 1000:n lajin sukupuuttovelasta ($= 1 - 0.01^{0.15} \times 2000$).

Annila ym. esittävät, että z :n arvo voisi olla mitä tahansa 0.05 ja 0.5 välillä, ja että jäljellä olevan luonnontilaisen metsän määrä olisi 4 % alkuperäisestä määrästä.

Jälkimmäinen arvio perustuu käsitykseen, että "150 vuotta sitten maan eteläpuoliskon maa-alasta vain 10-15 %:lla oli metsää 'yltäkyläisesti'". On epäilemättä totta, että monin paikoin järeästä tukkipuusta oli pulaa 100-150 vuotta sitten, mutta on virheellistä olettaa, että kaikki muu metsä olisi ollut luonnonmetsiin sopeutuneiden lajien kannalta yhtä ankeaa kuin nykyinen teollisen metsätalouden tuottama metsä. Arvelisin metsiin jääneen paljon järeää lahpuuta myös niillä alueilla, mistä tukkipuut kaadettiin, ja otaksun, että kosteiden korpien ja monien muiden erityisten elinympäristöjen osalta tilanne oli 150 vuotta sitten paljon parempi kuin tällä hetkellä. Mutta vaikka

olettaisimme, että Annila ym. ovat oikeassa, ja että luonnontilaisia metsiä on jäljellä 4 % eikä 1 % niiden alkuperäisestä määrästä, häviävien lajien lukumääräksi saataisiin 760 lajia 1000:n lajin sijasta (Annila ym. laskivat oman arvionsa väärin). En ryhdy tästä kinaamaan – olen korostanut aiemmin ja korostan nytkin suuruusluokkaa, jota tarkempaan arvioon ei tätä kautta ole mahdollista päästä.

Sen sijaan on hyödyllistä arvioida häviämisen alan laisten lajien lukumäärä kokonaan toisella, edellisistä oletuksista riippumattomalla tavalla. Vuonna 2001 valmistuneen uuden uhanalaisarvion (*Rassi ym.* 2001) mukaan Suomen metsistä on jo hävinnyt 62 lajia, ja 564 lajia on käynyt uhanalaiseksi, eli niitä uhkaa suurempi tai pienempi uhka hävitä sukupuuttoon lähivuosikymmenien aikana. Ottaen huomioon, että Suomen metsissä elää arviolta 20 000 eliölajia, joista uhanalaistarkastelua varten oli riittävät tiedot 7000:sta lajista, voimme arvioida, että Suomen metsissä on noin 1800 jo hävinnyttä tai uhanalaista lajia (tässä oletetaan, että samat uhkatekijät kohdistuvat sekä arvioituihin että myös arvioimatta jätettyihin lajeihin). Tämä arvio on *suuruusluokaltaan* yhtenevä edellä esitetyn, elinympäristön pinta-alaan perustuvan arvion kanssa. Sukupuuttovelka voidaan maksaa joko antamalla lajien kuolla sukupuuttoon tai parantamalla elinympäristön laatua niin paljon, että hiipumassa olevien lajien kannat elpyvät. Oleellista on ymmärtää, että 1 %:n suojeluaste on ekologisesti täysin riittämätön (monen mielestä 1 % on varmaan muutenkin kohtuuttoman pieni osuus). Usein esitetään, että Etelä-Suomessa ei enää olisi suojelematta jääneitä mutta suojelun arvoisia metsiä esimerkiksi valtion mailla. Tämä pitää vain osin paikkansa – kyllä Etelä-Suomesta vielä tällaisiakin metsiä löytyy, vaikka vähiin ne ovat käyneet. Lisäksi suojelussa kuten metsätaloudessa on syytä tarkastella asioita pidemmällä aikajänteellä. Omaan rauhaansa jätetyt pohjoiset havumetsät palautuvat itsestäänkin hitaasti kohti luonnontilaa, ja tätä prosessia voidaan nopeuttaa sopivilla ennallistamistoimilla. Mutta lajit jotka ovat kuolleet sukupuuttoon eivät palaa.

Keskustelun motiivit

Vastaukseni Annilan ym. kysymyksiin päättyi edelliseen kappaleeseen. Mieleni tekee kuitenkin vielä kysyä, miksi Helsingin yliopiston yksityismetsätalouden ja metsätalouden liiketieteen professoreita kiinnostaa metsälajien kannanmuutos? Ovatko professorit käyttäneet paljonkin aikaansa perehtyäkseen tähän ekologiseen kysymykseen? Arvelen, että eivät ole. Todellinen syy minulle asetettuihin kysymyksiin lienee halu puolustaa nykyistä metsätaloutta ja vakuuttaa, että Etelä-Suomen metsien nykyinen suojelutaso, noin 1 %:a metsämaan pinta-alasta, on riittävä. Keskusteluun on tietysti lupa osallistua millä motiiveilla tahansa, ja ekologiin argumentteja saa kritisoida kuka tahansa, mutta tällainen kritiikki on sitä tärkeämpää mitä perusteellisempaan ekologiseen analyysiin se perustuu. Annilan ym. kritiikki ei perustu minkäänlaiseen omaan ekologiseen analyysiin. Metsäkeskustelua vaivaa ylipäätään haluttomuus tarkastella kaikkia osatekijöitä analyttisesti. Kukaan ei otaksu, että poliittisessa päätöksenteossa vain ekologisilla argumenteilla olisi merkitystä, mutta eikö olisi hyödyllistä tuottaa ekologisista vaikutuksista kunnollinen analyysi? Syystä tai toisesta Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelua pohtiva Metso-toimikunta ei halunnut teettää tällaista analyysiä. Analyysin sijaan korostetaan sitä, että metsiensuojelussa tulee ottaa huomioon myös taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Totta kai tulee, mutta päätöksentekijöiden tehtävä olisi helpompaa, jos heillä olisi kunnolliset tiedot kustakin tekijästä erikseen. Kun minä olen arvioinut edellä selostetun mukaisesti, että talousmetsien uusilla käsittelyohjeilla avainbiotooppeineen ja säästöpuineen ei ole suurta merkitystä uhanalaisten metsälajien esiintymiselle, minua syytetään metsäammattilaisten ja metsänomistajien metsien monimuotoisuuden hyväksi tekemän työn halventamisesta. Miksi?

Annila ym. antavat ymmärtää, että professori Rauno Ruuhijärven johdolla työskennellyt Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarvetta selvittänyt työryhmä olisi perustanut arvionsa ja toimenpide-ehdotuksensa minun ”kehittelemiini

luonnonsuojelubiologiin ajattelumalleihin.” On vaikea ymmärtää, miksi Annila ym. esittävät tällaisen väitteen. Minä osallistuin työryhmän työhön yhtenä asiantuntijana, enkä voi mitenkään ottaa kunniaa siitä perusteellisesta ekologisesta selvityksestä, minkä työryhmä teki. Jokainen, joka vaivautuu silmäilemään Ruuhijärven ym. mietintöä (*Suomen Ympäristö* 437, Helsinki 2000), kyllä huomaa, että johtopäätöksiin päädyttiin ihan muilla perusteilla kuin minun ”ajattelumalleillani.”

Uhanalaisten lajien häviäminen tapahtuu lyhyemmällä tai pidemmällä viiveellä sen jälkeen, kun elinympäristö on käynyt niille epäsuotuisaksi. Samalla tavalla tuntuu suomalaisten suhtautuminen metsiin muuttuvan aikaviiveellä maailman muuttuessa (nyt kirjoitan kansalaisena enkä niinkään ekologina). Jos metsätaloutta todella harjoitettaisiin rationaalisesti kansantalouden ja kansakunnan etua ajatellen voisin kuvitella, että nykyistä yksipuolista suurteollisuuden etuja ajavaa tehometsätaloutta huomattavasti monimuotoisempi metsien taloudellinen hyödyntäminen olisi edullisempi vaihtoehto. Tämä auttaisi taloudellisten riskien hallintaa, lisäisi mahdollisuuksia metsien virkistyskäyttöön ja matkailuun, edistäisi työllisyyttä, maaseudun elinkelpoisuutta ja metsäluonnon monimuotoisuuden säilymistä. Mutta ennen muuta tehometsätalous on kestäättömällä pohjalla siitä syystä, että se kaventaa tulevien sukupolvien mahdollisuutta päättää itse oman metsäsuhteensa luonteesta.

KIRJALLISUUTTA:

- Annala, E., Järveläinen, V.-P., Keltikangas, M. & Vehkamäki, S. (2002): ”Avoimia kysymyksiä Ilkka Hanskille”. *Tieteessä tapahtuu* 3 (2002), 38-40.
- Hanski, I. (2000): ”Extinction debt and species credit in boreal forests: modelling the consequences of different approaches to biodiversity conservation”. *Annales Zoologici Fennici* 37, 271-280.
- Hanski, I. & Ovaskainen, O. (2002): ”Extinction debt at extinction threshold”. *Conservation Biology*, in press.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) (2001): *Suomen lajien uhanalaisuus 2000*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Kirjoittaja on Helsingin yliopistossa työskentelevä akatemiaprofessori.

Kuvateksti:

Kaavakuva eliölajien vasteesta muutokseen ympäristön laadussa.