

## SUKUPUUTON PARTAALLA

ILKKA HANSKI

*Elämä on kuolemista.*

Juice Leskinen.

Lauluntekijä oli, kuten tällaisissa asioissa on usein laita, sekä oikeassa että väärässä. Oikeassa sikäli, että elävät yksilöt ovat kuolevaisia, eivätkä populaatiot ja lajitkaan ole pysyviä. Mutta väärässä sikäli, että joukko elämää välittäviä sukulinjoja on ollut kuolematomia, nimittäin ne sukulinjat, joita ihmiset ja muut tällä hetkellä elossa olevat yksilöt, populaatiot ja lajit edustavat.

Sukulinja sammuu, kun yksilö kuolee ilman jälkeläisiä. Luke mattomia sukulinjoja on näin sammunut ja sammuu kaiken aikaa. Toisaalta jotkut sukulinjat ovat menestyneet käsittämättömän hyvin, mistä seuraa yllättävä havainto: ennemmin tai myöhemmin kaikilla saman populaation ja lajin yksilöillä on yhteinen esivanhempi. On arvioitu, että lähes kaikki nykyisin elossa olevat ihmiset polveutuvat samasta yksilöstä, joka eli vain muutama tuhat vuotta sitten. Jotkin täysin eristyneinä pitkään eläneet heimot voivat muodostaa poikkeuksen.

Jos sukulinjojen sammuminen on jokapäiväistä, mitä huolta on siitä, että myös lajeja kuolee sukupuuttoon? Eikö sekin ole osa elämän dynamiikkaa? Vastaus on jälleen kyllä ja ei. Kyllä siinä mielessä, että lajeja kuolee luonnostaan sukupuuttoon ja entisistä

lajeista kehittyy uusia lajeja. Joidenkin lajien ”sukulinjat” menestyvät erityisen hyvin, ja niillä on pitkän ajan kuluessa paljon ”jälkeläisiä”, uusia lajeja, kun taas isojenkin lajiryhmien kaikki sukulinjat voivat sammua. Näinhän kävi esimerkiksi dinosauruksille. Mutta uusien lajien kehittymisen ja entisten häviämisen luonnollinen dynamiikka on hyvin hidasta, ja kulloisetkin maapallon ympäristöolot vaikuttavat ratkaisevasti siihen, minkälaiset lajit menestyvät parhaiten. Ihmistoiminnan seurauksena hyvin suuri lajijoukko on ajautunut luonnottoman nopeasti sukupuuton rajalle, ja suuri lajijoukko on jo siirtynyt tai on siirtymässä sen rajan toiselle puolelle, mistä ei ole paluuta. Arvioin jäljempänä, miten suuressa mittakavassa lajeja tällä hetkellä häviää maapallolta. Ennen tätä tarkastelen kuitenkin yksittäisten populaatioiden (paikallisten kantojen) sukupuuttoja. On hyvä aloittaa paikallispopulaatioiden sukupuutoista, sillä laji häviää koko maapallolta samalla hetkellä, kun sen viimeinen paikallinen populaatio häviää.

### 1000 SUKUPUUTTOA AHVENANMAAN KATAJAKEDOILLA

Minulla on ollut ilo tutkia erään perhoslajin, täpläverkkoperhosen, ekologiaa, genetiikkaa ja evoluutiota Ahvenanmaalla vuodesta 1991 lähtien. Täpläverkkoperhonen elää kuivilla kedoilla, sellaisilla joita Ahvenanmaalla vielä riittää, mutta joiden lukumäärä oli kaventunut Manner-Suomessa jo 1970-luvulla niin pieneksi, että täpläverkkoperhonen kuoli mantereelta sukupuuttoon. Koko Ahvenanmaan kanta on varsin vakaa, mutta myös Ahvenanmaalla tapahtuu paikallisia sukupuuttoja, kun tietyllä kedolla elänyt pieni perhoskanta sattuu häviämään. Kuusitoista vuotta jatkuneen tutkimuksen aikana olemme havainneet yli 1000 paikallista sukupuuttoa.

Populaatiobiologin näkökulmasta 1000 hyvin dokumentoitua sukupuuttoa on iso aineisto, jonka avulla on mahdollista selvittää sukupuuttojen syitä (Hanski 1998). Syitä on ollut monia, mukaan lukien lisääntymiseen ja elossa säilymiseen liittyvä satunnaisuus (demografinen stokastisuus), joka väistämättä uhkaa pieniä

populaatioita, sekä ympäristöolojen satunnainen vaihtelu (ympäristöstokastisuus). Pienissä populaatioissa esiintyvä sisäsiittoisuus on lisännyt osaltaan paikallisen sukupuuton todennäköisyyttä. Myös täpläverkkoperhoseen erikoistuneet hyönteisloiset aiheuttavat isäntäperhosen kuolevuutta, joka on tietyissä tilanteissa niin suurta, että se koituu paikallispopulaation kohtaloksi.

Vaikka paikallisen sukupuuton syitä on monia, joitain yleistyksiä voidaan silti esittää. Niistä tärkein on: mitä pienempi on elinympäristölaikun koko, sitä pienempi on sitä asuttavan populaation koko ja sitä suurempi on populaation sukupuuttoriski, tapahtuipa sukupuutto sitten mistä nimenomaisesta syystä tahansa. Vastavaanlaisia tuloksia on saatu kymmenistä muista tutkimuksista, ja sama tulos on myös populaatiomallien ennuste. Näillä tuloksilla on suurta merkitystä monien muidenkin elinympäristöjen ja lajien kannalta. Voidaan esimerkiksi ennustaa, että metsätalouden niin sanotut erityisen tärkeät elinympäristöt (avainbiotoopit), jotka säästetään puunkorjuun yhteydessä mutta rajataan keskimäärin 0,6 hehtaarin kokoisiksi (Yrjönen 2004), eivät riitä turvaamaan elinvoimaisia paikallispopulaatioita. Ja tutkimustulokset myös osoittavat, että näin tosiaan on: paikallispopulaatioita häviää avainbiotoopeista yhtä kovaa vauhtia (Pykälä 2004, Pykälä ym. 2006) kuin täpläverkkoperhosia Ahvenanmaan katajakedoilta.

Miksi täpläverkkoperhonen ei sitten ole jo hävinnyt sukupuuttoon koko Ahvenanmaalta, jos 16 vuodessa on todettu yli 1000 paikallista sukupuuttoa? Vastaus on metapopulaatiodynamiikassa, useiden satojen paikallispopulaatioiden muodostaman verkoston dynamiikassa. Paikallispopulaatioita häviää, mutta samanaikaisesti syntyy myös uusia sen seurauksena, että jotkut perhosyksilöt onnistuvat lentämään tyhjäksi jääneelle kedolle ja perustamaan sinne uuden paikallispopulaation. Metapopulaatiodynamiikka tutkii lainalaisuuksia, joita tähän paikallisten sukupuuttojen ja uusien populaatioiden syntymisen dynamiikkaan liittyy – mitkä ekologiset tekijät ovat keskeisiä ja mitä geneettisiä ja evoluutiobiologisia seurauksia tällaisesta kannanvaihtelusta aiheutuu (Hanski 1999). Metsälajit säilyvät heikosti avainbiotooppien muodostamassa

verkostossa. Ongelmana on avainbiotooppien pieni keskikoko ja pieni lukumäärä: uusia populaatioita syntyy aivan liian hitaasti eivätkä ne riitä korvaamaan nopeasti tapahtuvia paikallisia sukupuuttoja (Pykälä 2004, Hanski 2006).

## LAJIEN KATO SUOMEN METSISTÄ

Eläin- ja kasvitieteen professori Carl Reinhold Sahlbergilla oli tapana tehdä keräysmatkoja oppilaidensa kanssa Kolvan metsiin Yläneellä, Lounais-Suomessa, 1800-luvun alkupuolella. Vuonna 1828 tai muutamaa vuotta aiemmin – samoihin aikoihin kun Turun palo poltti yliopiston – Sahlberg, tai kenties joku hänen oppilaansa, löysi kovakuoriaisen, joka oli tieteelle ennestään tuntematon. Laji sai keräyspaikan mukaan nimekseen *Pytho kolwelsis*, korpikolva.

Jälkipolville on säilynyt professori Sahlbergin kirjoittama lyhyt kuvaus Kolvan alueen metsistä toukokuulta 1828. Carl Sahlbergin pojanpojanpoika Uunio Saalas, hänkin hyönteistieteilijä, löysi kuvauksen isänsä jäämistöstä ja kirjoitti siitä lyhyen tiedonannon vuonna 1932 (Saalas 1932). Seuraavassa ote Carl Sahlbergin tekstistä:

Jo muutaman vuoden ajan on Kolva ollut luonnonesineiden keräilyajan kohteena. Itse paikan luonto herättää jo ensi silmäyksellä hänessä ihmettelyä. Milloin hän kummastuen painuu pimeään metsään, jossa vain silloin tällöin armahtava tuuli on sallinut päivänvätehen tunkeutua maanpintaan saakka – milloin täytyy taas kerääjän, joka on harhautunut innostuksissaan seuraamaan pakenevaa hyönteistä, pysähtyä. Hän näkee ympärillään joka puolella kaatuneita puita, joita myrskyt ja metsäpalot ovat murtaneet sääntöttömäksi ryteiköksi, ja josta hän ei saata mitään suuremmitta vaikeuksista selviytyä. Nämä ikivanhat metsät sisällyttävät itseensä kaikki mitä pohjolassa harvinaisinta on.

Carl Sahlberg laati kaksi luetteloa kovakuoriaislajeista, joita hän seuralaisineen keräsi kahdessa päivässä Kolvan ja lähialueiden

metsistä. Ensimmäisessä luettelossa on 18 Sahlbergin mielestä mainitsemisen arvoista lajia, jotka kerättiin 19. päivänä toukokuuta 1828. Tämä luettelo on erityisen kiintoisa, sillä lajien lisäksi siinä mainitaan kuinka monta yksilöä kustakin lajista löytyi 6 tunnissa – kvantitatiivinen kovakuoriaisnäyte vuodelta 1828! Sahlbergin luettelossa oli 18 lajin sijasta todennäköisesti 19 lajia, koska erästä lajiparia ei vielä 1800-luvun alussa tunnistettu kahdeksi eri lajiksi, ja molempia tiedetään esiintyneen Sahlbergin keruualueella. Näistä 19 lajista yksi on kuollut Suomesta sukupuuttoon ja neljä on uhanalaista. Lajeista liki puolet (8 lajia) on hävinnyt kokonaan Etelä-Suomesta tai niiden kanta on kovasti pienentynyt (Ilpo Mannerkoski, henkilökohtainen tiedonanto). Korpikolva on hävinnyt lähes koko Suomesta. Keski-Suomesta tunnetaan vain yksi lajin populaatio, joka on täysin eristynyt Itä-Suomen muutamasta tunnetusta korpikolvapopulaatiosta. Korpikolvan toukka elää kaarnan alla kaatu-neissa kuusenrungoissa. Kuusi on Suomen metsien valtapuu – on uskomatonta, että kuusella elävä laji on häviämässä sukupuuttoon koko Suomesta.

Korpikolva ei ole ainoa laji, jonka kanta on sukupuuton rajalla Suomen metsissä. Suomen uhanalaisten lajien II selvitysryhmän (Rassi ym. 2001) mukaan Suomesta on hävinnyt 62 metsälajia ja 564 metsälajia on uhanalaista, eli yhteensä 626 lajia. Tämä luku on kuitenkin varmasti aliarvio, sillä kaikista Suomen metsien noin 20 000 eliölajista vain 7000 lajista oli riittävästi tietoa uhanalaisuusarvion laatimiseksi. Jos oletetaan, että uhanalaisten lajien osuus tarkastelun ulkopuolelle jääneissä, luokittelemattomissa lajeissa on sama kuin luokitelluissa lajeissa, voidaan arvioida, että Suomessa on sukupuuttoon kuolleita ja uhanalaisia metsälajeja noin 1800.

### **SUKUPUUTTOJA MADAGASKARIN SADEMETSISSÄ**

Vaikka satojen eliölajien kanta Suomen metsissä on sukupuuton rajalla, ja jotkut ovat rajan jo ylittäneet (tai pitäisikö sanoa alittaneet), samat lajit esiintyvät edelleen Venäjällä, missä boreaalinen

metsävyöhyke jatkuu Tyynelle Valtamerelle asti. Tähän on kuitenkin lisättävä, että Venäjän tilanne ei mitenkään vähennä huolta Suomen metsien monimuotoisuuden häviämisestä. Yhtä vähän kuin suomalaisia lohduttaisi Kanadan metsäteollisuuden menestyminen, jos maan metsäteollisuus kuihtuisi kokonaan pois.

Monissa muissa maissa tilanne on aivan toisenlainen, sillä osa maapallon lajistosta esiintyy vain yhdessä ainoassa maassa. Näin ollen suurempi tai pienempi osa tietyn maan lajistosta saattaa esiintyä vain tuossa yhdessä maassa. Madagaskar on ääritapaus. Madagaskarin saari irtautui Afrikan mantereesta noin 160 miljoonaa vuotta sitten ja Intian laatastakin ennen dinosaurusten sukupuuttoa, noin 80 miljoonaa vuotta sitten. Tämän jälkeen Intian laatta ajautui pohjoiseen, ja Madagaskar jäi suunnilleen nykyisille sijoilleen. Ei siis ole ihme, että evoluutio on ehtinyt tuottaa poikkeuksellisen monimuotoisen ja myös poikkeuksellisen kotoperäisen lajiston Madagaskarissa.

Ihminen rantautui Madagaskariin vasta noin 2000 vuotta sitten. On hämmäntävää ajatella, että Madagaskarin alkuperäinen luonto ja suurikokoisten selkärankaisten omalaatuinen lajisto oli olemassa vielä ajanlaskun alussa: puolen tonnin painoinen elefanttilintu (suurin koskaan elänyt lintulaji), gorillan kokoiset makit (kädellisiä), kolme pienikokoista virtahepoa ja maalla elänyt jättiläiskilpikonna. Nyt tästä megafaunasta on jäljellä vain luita ja muisto, kuten sellainen perimätieto, että elefanttilinnun yhdestä munasta saattoi valmistaa munakkaan 150 ihmiselle. Merkittävin syy Madagaskarin megafaunan ja monien muiden lajien sukupuuttoon on luonnonmetsien häviäminen. Madagaskarin metsiä ei uhkaa niinkään metsäteollisuus, vaan nopeasti lisääntyvä väestö ja tämän myötä laajeneva kaskiviljelys.

Johtamassani hankkeessa tutkitaan Madagaskarin sademetsissä elävien lantakuoriaisten ekologiaa ja evoluutiota, sitä miten nykyiset noin 250 lajia ovat noin 40 miljoonan vuoden aikana kehittyneet muutamasta kantamuodosta (Orsini ym. 2007). Olemme myös yrittäneet arvioida, miten paljon jo tapahtunut metsien häviäminen on vaikuttanut lajistoon. Olemme tarkastelleet erityisesti erään hyvin

tutkitun kovakuoriaisryhmän (*Helictopleurini*) lajeja, joista on säilynyt tarkat tiedot 1800-luvun lopun jälkeen kerättyjen yksilöiden löytöpaikoista (51 lajia). Neljän vuoden ajan olemme pyydystäneet näitä lajeja ympäri saarta ja löytäneet 29 lajia, siis vain vähän yli puolet.

Minkälaiset lajit ovat jääneet löytymättä? Odotusten mukaisesti löytymättä jääneissä lajeissa on paljon sellaisia, joista on vain vähän museolöytöjä ja nekin vain pieneltä alueelta Madagaskarissa. Harvinaiset lajit, joilla on suppea levinneisyysalue, ovat alttiimpia sukupuutolle kuin yleiset ja laajalle levinneet lajit. Tämä tulos vastaa, vaikkakin paljon suuremmassa mittakaavassa, edellä selostetuja tuloksia Ahvenanmaan katajakedoilta, missä paikallinen sukupuutto uhkaa etenkin pienimpien ketojen pieniä perhoskantoja.

Valtaosa *Helictopleurini*-lajeista elää vain metsissä, ja siksi on odotettavissa, että metsien pinta-alan pieneneminen vaikuttaa lajien esiintymiseen. Madagaskarin metsien pinta-alan muutoksia vuosien 1953 ja 2000 välillä on selvitetty vanhojen ilmakuvien ja uudempien satelliittikuvien avulla. Laskimme metsäpeitteen häviämisprosentin kunkin lajin tunnetulla levinneisyysalueella ja havaitsimme, että erityisesti sellaiset lajit ovat jääneet meiltä löytämättä, joiden esiintymisalueella sademetsän pinta-alasta on hävinnyt erityisen suuri osuus viimeisten 50 vuoden aikana (Hanski ym. 2007). Näyttää siltä, että suuri joukko lajeja on jo kuollut sukupuuttoon tai ainakin käynyt hyvin harvinaiseksi viime vuosisadalla tapahtuneen sademetsien häviämisen seurauksena.

*Helictopleurini*-kovakuoriaisten taantuminen sukupuuton rajalle Madagaskarin metsissä ei eroa siitä mitä on tapahtunut sadoille lajeille suomalaisissa metsissä: elinympäristön perusteellinen muutos uhkaa aiheuttaa, tai on jo aiheuttanut, lajien sukupuuton. Suomen metsien pinta-ala ei ole pienentynyt, mutta tuhansille lajeille tehometsätalouden tuottamat kasvatusmetsät eivät sovi elinvoimaisten kantojen elinympäristöiksi. Näiden lajien kannalta Suomen alkuperäisistä metsistä on jäljellä vain muutama prosentti.

Elämä syntyi maapallolla 2–3 miljardia vuotta sitten, mutta vasta noin 400 miljoonaa vuotta sitten maalla elävien kasvien ja eläinten yhteisöt alkoivat edes jollain tavalla muistuttaa nykyisiä yhteisöjä. Monissa eliöryhmissä lajiston monimuotoisuus on pysynyt yllättävän vakaana satojen miljoonien vuosien ajan, vaikka lajikoostumus on tietysti muuttunut paljon. Yksittäisen lajin ”elinikä” – kunnes laji on kuollut sukupuuttoon tai muuttunut evoluution myötä niin paljon, että se luokitellaan toiseksi lajiksi – on karkeasti 1–10 miljoonaa vuotta. Lajien sukupuuttonopeus on sekin ollut monissa eliöryhmissä varsin vakaa, muutamaa merkittävää poikkeusta lukuun ottamatta. Näitä poikkeuksia kutsutaan sukupuuttoaaltoiksi.

Ensimmäinen sukupuuttoaalto pyyhkäisi erityisesti silloisten trooppisten alueiden yli myöhäisellä ordovikikaudella noin 440 miljoonaa vuotta sitten. On arvioitu, että silloin elossa olleista heimoista 20–50 prosenttia kuoli sukupuuttoon. Esimerkkejä nykyisistä heimoista ovat vaikkapa kaaliperhoset, sorsalinnut ja ihmisapinat. Kolmas sukupuuttoaalto permikauden lopulla oli erityisen raju, mutta parhaiten tunnettu on viides sukupuuttoaalto liitukauden lopulla. Tämä sukupuuttoaalto oli seurausta massiivisen asteroidin törmäyksestä maahan. Laskelmien mukaan törmäyksessä vapautui energiaa yhtä paljon kuin 10 miljardin Hiroshiman atomipommin samanaikaisessa räjäytyksessä. Seurauksena on täytynyt olla maapallonlaajuinen ekosysteemien tuhoutuminen tai perinpohjainen muutos. Tällöin myös dinosaurukset kuolivat sukupuuttoon.

Liitukauden lopun sukupuuttoaalto on kulunut 66 miljoonaa vuotta, joten sukupuuttoaalto on äärettömän harvinaisia geologisessakin mittakaavassa. Nykyihminen kehittyi vasta 200 000–250 000 vuotta sitten. Tästä näkökulmasta on hämmäntävää todeta, että monien biologisten mielestä me elämme nyt kuudetta sukupuuttoaaltoa. Maapalloon ei ole törmännyt suurta taivaankappaletta, joten toistaiseksi useimpien ihmisten kannalta mitään dramaattista ei ole tapahtunut eikä näytä tapahtuvan. Mistä sitten päätellään, että kuudes sukupuuttoaalto on jo käynnissä?

Taulukkoon 1 on koottu arviot siitä, kuinka paljon selkärankaisia eläinlajeja ja kasvilajeja on kuollut sukupuuttoon koko maapallolta historiallisena aikana, vuoden 1600 jälkeen. Taulukkoon on merkitty myös tieto uhanalaisten lajien lukumäärästä. Maapallolla nykyisin elävät nisäkkäät ja linnut tunnetaan niin hyvin, että käytännössä kaikkien lajien uhanalaisuusaste voidaan arvioida luotettavasti. Nisäkä- ja lintulajeista 1–2 prosenttia on kuollut sukupuuttoon vuoden 1600 jälkeen ja 10–20 prosenttia lajeista on sukupuuton partaalla. Kasvilajeista ja muista selkärankaisista eläimistä kuin nisäkkäistä ja linnuista vain noin 5 prosenttia tunnetaan kyllin hyvin uhanalaisuus-tarkastelua varten. Luokitelluista lajeista on hävinneitä 1–5 prosenttia ja uhanalaisten lajien osuus on erittäin suuri, 40–70 prosenttia.

Lajiston sukupuuttovauhti voidaan laskea taulukon luvuista seuraavasti. Parhaiten tunnetuista eliöryhmistä eli nisäkkäistä ja linnuista on hävinnyt noin 200 lajia viimeisen 400 vuoden aikana. Nisäkkäitä ja lintuja on yhteensä noin 15 000 lajia, joten 400 vuodessa on tapahtunut keskimäärin 0,013 sukupuuttoa lajia kohden. Luku vastaa 33 sukupuuttoa lajia kohden miljoonassa vuodessa. Nisäkäslajien keskimääräinen elinikä fossiilaineistossa on noin 2 miljoonaa vuotta, minkä perusteella voidaan odottaa 0,5 sukupuuttoa lajia kohden miljoonassa vuodessa. Tämän laskelman mukaan sukupuuttojen määrä viimeisen 400 vuoden aikana on ollut 66 kertaa suurempi kuin voitaisiin odottaa lajien luontaisen häviämisenopeuden perusteella.

**Taulukko 1. Sukupuuttoon kuolleiden ja uhanalaisten selkärankaisten eläinten ja kasvien lukumäärä (Hanski 2007).**

Lajiryhmä	Tunnettuja lajeja	Luokiteltuja lajeja %	Sukupuuttoon kuolleita lajeja %*	Uhanalaisia lajeja %*
Nisäkkäät	4 842	99	2	24
Linnut	9 932	100	1	12
Matelijat	8 134	6	5	62
Sammakkoeläimet	5 578	7	2	39
Kalat	28 100	5	6	49

Niin korkea kuin tämä arvio onkin, se on aliarvio nykytilanteesta, sillä sukupuuttovauhti on kiihtymässä. Viimeisen 100 vuoden aikana lintuja on kuollut sukupuuttoon lähes kaksi kertaa nopeammin kuin vuosina 1600–1900. Mikäli sademetsien häviämisen vauhti säilyy nykyisellään eli niistä häviää liki yksi prosentti vuodessa, on selvä, että maapallon lajiston sukupuuttotempo tulee olemaan lähitulevaisuudessa paljon suurempi kuin historiallisena aikana todettu nisäkkäiden ja lintujen sukupuuttotempo. Omat tutkimuksemme Madagaskarin sademetsien kovakuoriaisten häviämisen vauhdista osoittavat, että sadassa vuodessa on jo hävinnyt tai on häviämässä lähes puolet lajeista. Tämä tulos on sopusoinnussa sen yleisen ennusteen kanssa, mikä voidaan johtaa elinympäristön pinta-alan ja eliöyhteisön lajimäärän riippuvuudesta: kun alkupe- räisestä elinympäristön pinta-alasta on jäljellä 10 prosenttia, tuossa elinympäristössä elävistä lajeista kuolee ennemmin tai myöhemmin puolet sukupuuttoon (Hanski 2007).

Edellä selostettujen ja muiden tutkimustulosten perusteella on arvioitu, että lajien sukupuuttotempo maapallolla on tällä hetkellä 100–1 000 kertaa nopeampi kuin lajien luontainen sukupuuttotempo, ja nykyinen vauhti kiihtyy vielä tästäkin (Hanski 2007). Jos mitään merkittävää muutosta nykytrendeissä ei tapahdu, maapallon lajistosta on kuollut sukupuuttoon kymmeniä prosentteja jo tämän vuosisadan loppuun mennessä. On mahdotonta päätellä, miten nopeasti lajistoa hävisi muinaisissa sukupuuttoaloissa, mutta todennäköisesti vauhti oli paljon hitaampaa kuin käynnissä olevassa kuudennessa sukupuuttoalossa.

### MIKSI MONIMUOTOISUUDEN HÄVIÄMISNOPEUTTA ALIARVIOIDAAN?

Tällä hetkellä sekä monimuotoisuuden häviämisenopeus että ilmas- tonmuutos ovat käsittämättömän nopeita verrattuna siihen, millä nopeudella monimuotoisuus ja ilmasto ovat aiemmin muuttuneet. Siltikin sukupuuttotempoista ja lajiston uhanalaisuudesta esitetyt

arviot ovat pikemminkin aliarvioita kuin yliarvioita. Tähän on kolme syytä: vertailutaso on siirtynyt ja siirtyy edelleen, niin sanottua sukupuuttovelkaa on paljon maksamatta, ja ilmaston lämpeneminen on kiihdyttämässä monimuotoisuuden häviämisenopeuden entistäkin suuremmaksi. Seuraavaksi selostan näitä syitä tarkemmin.

Monissa ekosysteemeissä ja eliöyhteisöissä lajiston historiallinen monimuotoisuus, se mihin nykytilannetta verrataan, oli sekin jo alentunut ihmistoiminnan seurauksena. Meribiologit ovat vasta viime vuosikymmenen aikana havahtuneet huomaamaan, että valtamerien lajiston koostumus oli muuttunut ratkaisevasti jo viime vuosisadan alkupuolella, kun monien isokokoisimpien merinisäkkäiden ja kalojen kannat olivat ehtineet jo romahtaa, millä on ollut suuri vaikutus muun lajiston koostumukseen. Ihminen on vaikuttanut voimakkaasti Euroopan metsiin jo vuosisatojen ja -tuhansien ajan. Vertailukohta nykypäivään, niin lajiston monimuotoisuuden kuin ympäristön rakenteen osalta, on ehtinyt muuttua moneen kertaan aivan toiseksi kuin mitä se alun perin oli. Lyhyesti sanottuna ihmiset tottuvat nopeasti ympäristömuutoksiin. Sen vuoksi vähänkin pitkäaikaisemman ihmistoiminnan vaikutuksia aliarvioidaan helposti. Tähän on tosin lisättävä, että ekosysteemien ja eliöyhteisöjen rakenne muuttuu ilman ihmistoimintaakin, mistä jääkausi ja sen jälkeiset muutokset lajistossa on dramaattinen esimerkki. Mutta tämä on sittenkin laiha lohtu niistä seurauksista, mihin nykyinen maapallonlaajuinen ja hyvin nopea luonnon monimuotoisuuden tuhoutuminen johtaa.

Sukupuuttovelka on toinen syy, minkä vuoksi lajiston nykyinen uhanalaisuus tilanne tulee helposti aliarvioituksi. Sukupuuttovelkaa syntyy, kun elinympäristö muuttuu niin nopeasti, että lajien kannat eivät pysy perässä. Lajeille sopivan elinympäristön pinta-alan pienentyessä ja pirstoutuessa niiden kannat kääntyvät laskuun, mutta uuden tasapainon saavuttaminen vie aikansa. Niinpä tällä hetkellä suuri joukko lajeja on ”välitilassa”, matkalla kohti uutta tasapainotilaa jo tapahtuneen ympäristömuutoksen jälkeen. Lopullinen tasapaino on monen lajin kohdalla sukupuutto, jolta ne voisi pelastaa vain niille tyypillisten elinympäristöjen tilan koheneminen.

Olen arvioinut Suomen metsälajiston sukupuuttovelkaa yhdessä Otso Ovaskaisen kanssa (Hanski & Ovaskainen 2002). Tarkastelimme 101 uhanalaisen kangasmetsien kovakuoriaislajin esiintymistä maan eri osissa. Lounais-Suomen rannikkoalueella ihmistoiminnan vaikutus on ollut pitkään niin merkittävää, että yli puolet tältä alueelta tunnetuista uhanalaisista kovakuoriaislajeista on ehtinyt jo kuolla alueelliseen sukupuuttoon. Tällä alueella sijaitsee myös Yläne, mistä Sahlbergin tieteele uutena lajina kuvaama korpikolva on kotoisin. Sitä vastoin Itä-Suomen uhanalaisista kovakuoriaislajeista valtaosa on vielä elossa, ja vain noin 10 prosenttia on hävinnyt alueellisesti sukupuuttoon. Alueellisten sukupuuttojen lukumäärä ei kuitenkaan heijasta tarkasti metsien nykytilaa, sillä Itä-Suomessa on suurelta osin yhtä vähän luonnontilaisen kaltaisia metsiä kuin maan lounaisosissa. Itä-Suomessa teollinen metsätalous alkoi kuitenkin vasta toisen maailmansodan jälkeen, ja siellä on tähän mennessä maksettu vain melko pieni osa luonnonmetsien häviämisen aiheuttamasta sukupuuttovelasta. Maan eteläosissa on vielä sukupuuttovelkaa maksamatta, sillä jäljellä olevissa luonnontilaisen kaltaisissa metsäsirpaleissa esiintyy nykyään hyvin harvinaisia lajeja, pieniä jäännepopulaatioita, jotka nykyolojen valitessa kuolevat yksi toisensa jälkeen paikalliseen sukupuuttoon.

Ilmastonmuutos on kolmas syy siihen, että lajiston todellinen uhanalaisuusaste on vieläkin suurempi kuin viralliset luvut osoittavat. Samalla kun ilmastonmuutos todetaan uusissa tutkimuksissa vuosi vuodelta yhä nopeammaksi, lisääntyvät tutkimukset, jotka osoittavat jo tapahtuneen ja käynnissä olevan ilmastonmuutoksen uhkaavan yhä suuremman lajijoukon tulevaisuutta (Thomas ym. 2004). Eikä kyseessä ole vain jääkarhu, vaikutukset tuntuvat kautta koko lajiston. Pohjoinen lajisto taantuu, ja erityisesti ekologiaaltaan erikoistuneempien lajien tilanne käy yhä vaikeammaksi. Samanaikaisesti Suomeen levittäytyy eteläistä lajistoa, mutta nämä lajit ovat pääosin etelämpänä yleisiä jokapaikanlajeja. Ilmastonmuutos kiihdyttää entisestään maapallon lajiston globalisoitumista: erikoistuneet lajit häviävät, samalla kun pieni joukko ihmisen voimakkaasti muokkaamissa elinympäristöissä menestyviä yleislajeja laajentaa levinneisyyttään.

## MITEN MONIMUOTOISUUDEN HÄVIÄMINEN VOIDAAN PYSÄYTTÄÄ?

Poliittiset päätökset monimuotoisuuden säilyttämiseksi on jo tehty. Tämän vuosisadan alussa takaraja monimuotoisuuden vähenemisen pysäyttämiseksi asetettiin Suomessa ja koko Euroopassa vuoteen 2010. Ikävä kyllä poliittisen julistuksen jälkeen ei ryhdytty niihin toimenpiteisiin, joilla monimuotoisuuden rapautuminen todella pysäytettäisiin. Uudessa kansallisessa monimuotoisuusstrategiassa takaraja päivitettiin vuoteen 2016, mutta tämäkin raja tulee ja menee ilman sen kummempaa muutosta, ellei toimiin nyt lopulta ryhdytä.

Mitkä sitten olisivat riittäviä toimenpiteitä? Suomen alkuperäisen eliölajiston monimuotoisuutta uhkaa erityisesti elinympäristöjen muutos. Keskeisiä elinympäristöjä ovat metsät ja suot ja perinteisen maatalouden tuottamat ”kulttuurihabitaatit”, erityisesti niityt ja kedot. Ensisijaisesti metsiensuojelua täytyy tehostaa voimakkaasti Etelä-Suomessa, missä vain runsas prosentti metsistä on suojeltu. Lisäksi luonnontilaisten metsien hakkuut täytyy lopettaa Pohjois-Suomessa, ojittamattomat suot pitää jättää rauhaan ja turhaan ojitetut suot palauttaa lähemmäs luonnontilaa. Ilmastonmuutoksen hidastaminen ja lopulta pysäyttäminen on luonnon monimuotoisuuden ja yhteiskunnan yhteinen etu. On valitettavaa, että nyt on pääsemässä vallalle ajatuskulku, jonka mukaan ilmastomuutoksen pysäyttäminen edellyttää jopa jo suojeltujen vesistöjen ja metsien siirtämistä talouskäyttöön. Tällaisten kannanottojen takana on enemmän kyynistä välinpitämättömyyttä kuin todellista huolta tulevaisuudesta.

Entä yksittäinen kansalainen, mitä hän voi tehdä? Elinympäristöjen osalta kaksi mahdollista tekoa nousevat yli muiden. Suuri osa suomalaisista omistaa metsää, ja suurelle osalle metsäomistuksella ei ole suurta taloudellista merkitystä. Käyttäkäämme siis metsäämme tämän mukaisesti. Puita voi tuki hyödyntää, mutta mieluusti avohakkuuta välttämällä, metsäpeite säilyttäen. Kuolleita puita ei ole tarvis metsästä poistaa, ne on syytä jättää tuhatpäisen

eliölajiston kodiksi ja lopulta metsän ravinteiksi. Ja erityisesti jos metsätila on pieni, sen voisi jättää sellaisenaan lasten, lastenlasten ja metsän lajiston iloksi. Ei ole syytä huolestua väitteestä, että näin menetellen ei välittäisi kansakunnan hyvinvoinnista. Asia on juuri päinvastoin, ja jos joku esittää jotain muuta, voi ehdottaa, että kansakunnan hyvinvointia kasvatettaisiin sosialisoidulla jotain muuta yksityisomaisuutta kuin metsiä.

Toinen teko on yhtä helppo. Perinteisen maatalouden tuottamat laidunmaat, niityt ja kedot eivät tule takaisin, ja niiden säilyttäminen erityisillä hoitotoimilla on kallista eikä voi koskaan kohdistua kuin murto-osaan näiden elinympäristöjen alkuperäisestä pinta-alasta. Mutta on muitakin vaihtoehtoja. Suomessa on noin miljoona omakotitaloa, ja kullakin talolla on keskimäärin 1500 neliömetrin pihapiiri. Yhteensä tämä tekee noin 1500 km<sup>2</sup>, eli yli kaksi kertaa enemmän kuin yksityisomistuksessa olevissa talousmetsissä on avainbiotooppeja. Hyvin suuri osa pihoista on hoidettua nurmikkoa, joka on eliölajiston kannalta lähes yhtä köyhää kuin kivetty piha. Toki pieni nurmikkokaistale voi olla tarpeen lasten leikkipaikaksi, joskin epäilen, että nuori väki leikkisi yhtä hyvin, vaikka nurmikon tilalla olisi niitty tai keto, ja pitäisi paikan avoimena ihan omin voimin. Mutta se on varmaa, että tuhansien eliölajien joukko menestyisi Suomessa paljon paremmin, jos pihapiirit muutettaisiin ”hallitusti hoitamattomiksi” niityiksi ja kedoiksi – ja samalla päästäisiin turhasta työstä ja metelistä.

Oman perheeni piha Helsingissä, kooltaan tuo keskimääräinen 1500 m<sup>2</sup>, on tällaista niittyä ja ”joutomaata”. Viime vuonna houkuttelin muutaman biologituttavan selvittämään pihalla kasvavien kasvien ja sieltä löytyvien hyönteisten lajimäärän. Suuremmalla työllä päästäisiin vielä paljon suurempiin lukuihin, mutta jo parissa tunnissa selvitetty kasvien lukumäärä ja parin viikon aikana suoritettu vähäinen hyönteispyynti tuottivat mukavan tuloksen, 373 lajia. Joukossa oli jopa kaksi silmälläpidettävää lajia, siis melkein uhanalaista lajia, yksi säihkypistiäinen ja yksi kovakuoriainen.

## KIRJALLISUUS

- Hanski, I. (1998). Metapopulation dynamics. *Nature* 396, 41–49.
- (1999). *Metapopulation Ecology*. New York: Oxford University Press.
- (2006). Täsmäsuojelun mahdollisuus – vai mahdottomuus? Teoksessa R. Jalonen ym. (toim.): *Uusi metsäkirja*. Helsinki: Gaudeamus, 200–205.
- (2007). *Kutistuva maailma*. Helsinki: Gaudeamus.
- Hanski, I. & O. Ovaskainen (2002). Extinction debt at extinction threshold. *Conservation Biology* 16, 666–673.
- Hanski, I. & H. Koivulehto & A. Cameron & P. Rahagalala (2007). Deforestation and apparent extinctions of endemic forest beetles in Madagascar. *Biology Letters* 3(3), 344–347.
- Orsini, L. & H. Koivulehto & I. Hanski (2007). Molecular evolution and radiation of dung beetles in Madagascar. *Cladistics* 23: 145–168.
- Pykälä, J. (2004). Effects of new forestry practices on rare epiphytic macrolichens. *Conservation Biology* 18, 831–838.
- Pykälä, J. & R. K. Heikkinen. & H. Toivonen & K. Jaaskelainen (2006). Importance of forest act habitats for epiphytic lichens in Finnish managed forests. *Forest Ecology and Management* 223, 84–92.
- Rassi, P. & A. Alanen & T. Kanerva & I. Mannerkoski (toim.) (2001). *Suomen lajien uhanalaisuus 2000*. Helsinki: Edita.
- Saalas, U. (1932). Muistiinpanoja hyönteiskeräysretkiltä Yläneen Kolvassa ym. toistasataa vuotta sitten. *Luonnon Ystävä* 36, 190–193.
- Thomas, C. D. & A. Cameron, & R. E. Green & M. Bakkenes ym. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145–148.
- Yrjönen, K. (toim.) (2004). *Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt*. Vammala: MMM:n julkaisuja 9/2004.

# MAAILMANKAIKKEUDEN TUOLLA PUOLEN

## SYKSY RÄSÄNEN

### YLIMÄÄRÄISET ULOTTUVUUDET

Ylimääräiset ulottuvuudet ovat uusia suuntia aika-avaruudessa, tavallisten kolmen paikka- ja yhden ajan lisäksi. Ne ovat kohtisuorassa tuntemiamme suuntia vastaan, aivan kuten tutut suunnat ovat kohtisuorassa toisiinsa nähden. Sitä mahdollisuutta, että aikasuuntia olisi useampia kuin yksi, ei ole juuri tutkittu. Sen sijaan paikka- ja ulottuvuuksien lisäämistä on harrastettu ahkerasti: ylimääräiset ulottuvuudet ovat tällä hetkellä eräs kosmologian ja hiukkasfysiikan tutkituimpia alueita, ja niistä on julkaistu tuhansia tieteellisiä artikkeleita. Ylimääräisten aikasuuntien tutkimiseen liittyy sekä matemaattisia että käsitteellisiä ongelmia: fysiikan teorioissa aikakehityksen käsite on keskeinen, eikä ole selvää, mitä ajan eteneminen tarkoittaa, jos aikasuuntia on useampia kuin yksi. Paikka- ja ulottuvuuksien kohdalla tällaisia ongelmia ei ole, ylimääräisten paikka- ja ulottuvuuksien idea on helposti selitettävissä ja tutkittavissa. Tästä on osoituksena se silmiinpistävä seikka, että ylimääräiset ulottuvuudet ovat esiintyneet ensin populaarikulttuurissa ja tulleet osaksi fysiikkaa vasta myöhemmin. On paljon tapauksia – sähkö-