

Suomen susikannan tila geneettisten tutkimustulosten valossa

Susikeskustelu käy taas kuumana Suomessa julkittuluiden salametsästystapauksien tai niiden yritysten johdosta. Erityisesti pinnalle nousevat susiin liittyvät ongelmat kuten pelko ja kotieläimiin kohdistuvat vahingot sekä suden asema ihmisen kilpailijana suurriistasta. Susi on Suomen luontoon kuuluva alkuperäislaji ja valtaosa suomalaisista lienee sitä mieltä, että susia saa ja pitääkin olla Suomessa – vaikka sopivista yksilömääristä ja leviämisalueista ollaan varsin erimielisiä. Huippusaalistajien kuten suurpetojen suuresta merkityksestä eliöyhteisöjen toiminnalle ja luonnon monimuotoisuudelle on saatu viimeaikaisissa tieteellisissä tutkimuksissa vahvaa näyttöä. Geneettiset analyysit ovat keskeinen osa biologista elinvoimaisuuden selvitystyötä ja yhdessä kenttäekologisten tutkimusten kanssa tarjoavat vahvan tietopohjan uhanalaisten populaatioiden kannanhoidolle ja suojelulle.

Olemme 2000-luvun puolesta välistä alkaen tutkineet Oulun yliopistossa Suomen susikannan perimää ja siinä tapahtuneita muutoksia. Ennen tutkimushankettamme Suomen susikannan perimästä tiedettiin varsin vähän ja vain muutamia susia oli geneettisesti analysoitu verrokkiaineistoksi muiden maiden, pääasiassa Skandinavian alueen, susitutkimuksia varten. Olemme tutkimustyössämme määrittäneet jo yli 400:n suomalaisen susiyksilön genotyyppin eli nk. geneettiset sormenjäljet. Aineistomme kattaa lähes kaikki vuoden 1995 jälkeen Suomessa laillisesti tapetut yksilöt, eri syistä kuolleena löydetty yksilöt sekä näytteet susista, joista on otettu näyte esimerkiksi pannoituksen aikana. Näiden lisäksi olemme geneettisesti analysoineet yli 100 historiallista suomalaista susinäytettä 1850-luvulta lähtien sekä vertailunäytteitä tämän päivän susikannoista Venäjän Karjalasta ja Arkangelin alueelta sekä Ruotsista, Keski- ja Itä-Euroopasta. Kukin yksilö kantaa perimässään ainutlaatuista, molemmilta vanhemmiltaan perimäänsä geneettistä koodia, jonka avulla voidaan erottaa kaikki yksilöt luotettavasti toisistaan ja selvittää yksilöiden väliset sukulaisuussuhteet. Geenimerkkien avulla voimme lisäksi kartoittaa myös mm. populaation historiaa ja sisäistä rakennetta sekä arvioida sukusiitoksen määrää populaatioissa ja yksilöiden liikkeitä populaation sisällä ja eri populaatioiden välillä. Kaikki nämä tekijät ovat tärkeitä arvioitaessa populaation elinvoimaisuutta ja täten uhanalaisuutta.

Vielä 1800-luvun puolessa välissä susi on ollut levittäytynyt koko maahan ja tällöin Suomessa on arvioitu olleen eri tutkimusten mukaan yli tuhat sutta. Tämän ajankohdan jälkeen aloitetut susijahdit johtivat siihen, että susien määrä aleni ja levinneisyysalue supistui nopeasti. 1900-luvun alusta lähtien susien määrä on ollut hyvin pieni aina 1990-luvun puoliväliin saakka ja erityisen vähän susia on ollut 1920 ja 1970-luvuilla.

Olemme tutkineet Suomen suden alkuperää vertaamalla tämänhetkisen susikannan koostumusta luonnontieteellisissä museoissa säilyneisiin susinäytteisiin, joista vanhimmat ovat 1800-luvulta. Tulostemme perusteella susien geneettinen monimuotoisuus on ollut 1800-luvun lopussa ja 1900-luvun alussa nykyistä suurempi ja erityisesti äitien kautta perittyvien mitondriaali-DNA haplotyyppien (”äitilinjojen”) määrä on vähentynyt. Suomesta näyttää hävinneen vielä 1900-luvun alussa meillä esiintynyt pohjoinen susityyppi, mutta muut historialliset sudet näyttävät olevan läheistä sukua nykyisille susille. Nykyinen susikantamme edustaa siis geneettisesti meillä alun perin esiintynyttä sutta.

Suomen susikanta on viimeisimmän, vuonna 2010 julkaistun uhanalaisuusluokituksen mukaan erittäin uhanalainen. Suden uhanalaisuuden syy on kannan pieni koko ja suurin uhka lajin säilymiselle

liiallinen metsästys. Suomen susikanta alkoi toipua 1990-luvun puolivälissä todennäköisesti EU:n luontodirektiivin mukanaan tuomien tiukentuneiden metsästyssäädösten johdosta. Aluksi Suomen susikanta oli kuitenkin hyvin pieni ja lisääntyviä pareja vain vähän. 2000–2006 kannan kasvu oli kuitenkin hyvin nopeaa ja talvella 2006/2007 populaation koko oli vähintään 250 yksilöä ja 25 lisääntyvää paria. Tämän jälkeen susikanta alkoi laskea jyrkästi ja oli alimmillaan vuonna 2013 vain 120–130 eläintä. Tämän jälkeen susikanta on jälleen kasvanut ja susia oli vuonna 2018 180–205 sutta ja laumoja 20. Susikannan hoitosuunnitelmassa suositettua 25 vuosittain lisääntyvän parin määrää on saavutettu vain harvoin. Susikannan kasvun pysähdys viittaa vahvasti liialliseen metsästykseen, varsinkaan kun muita selittäviä tekijöitä kuten tautiepidemioita ei ole todettu ja susikanta runsaimmillaankin oli vielä kaukana ympäristön kantokyvyn ylärajalta.

Suomen susikannan on oletettu olevan kiinteässä yhteydessä Venäjän susikantaan ja saavan jatkuvasti täydennystä idästä. Tämä olikin tilanne ainakin vielä 1900-luvun alussa tutkimustulostemme perusteella. Maantieteellinen läheisyys toisiin susikantoihin ei yksistään kuitenkaan takaa riittävää uuden geneettisen aineksen saapumista, sillä lähdepopulaatiossa kannan tiheyden pitää olla niin suuri, että jälkeläisille tulee tarve lähteä etsimään omaa reviiriään kauempaa. Lisäksi saapuvien susien pitäisi päästä lisääntymään vaikuttaakseen paikallisen kannan perimään. Nykytietämyksen valossa pitkät, useiden satojen kilometrin mittaiset muuttomatkat susien synnyinseuduilta ovat jokseenkin harvinaisia. Olemme geenimerkkejä seuraamalla havainneet, että synnyinlaumansa jättävät sudet perustavat oman reviirinsä keskimäärin vain noin 100 km päähän. Tulos on yhdenmukainen RKTL:n radiopantaseurannassa saamien tulosten kanssa. 100 kilometrin muuttomatka on varsin lyhyt kun sitä vertaa suomalaisten susilaumojen tyypillisiin reviirikokoihin, jotka ovat useita satoja tai jopa muutamia tuhansia neliökilometrejä.

Geneettiset analyysimme ovat vahvistaneet, että geenivirta Suomen ja Venäjän susikantojen välillä on nykyisin hyvin vähäistä. Vain muutama tutkimistamme vuonna 2007–2009 syntyneistä susista osoittautui todennäköisiksi viimeaikaisiksi tulomuuttajiksi Venäjän Karjalasta. Suomen ja Venäjän susikantojen geneettisten erojen perusteella arvioitu geenivirta maiden välillä on ollut vähäistä ja vähentynyt 1990-luvun puolivälin jälkeen. Venäjän susikannasta ei ole saatavilla luotettavaa, päivitettyä tietoa. Viimeisimmän arvion mukaan vuodelta 2016 Karjalassa oli noin 300–350 sutta, mikä on huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi 70-luvun puolella välissä, jolloin susia arvioitiin alueella olevan noin 600–700. Sudenmetsästys jatkuu Karjalassa ja muuallakin Venäjällä runsaana, joten populaation voimakas kasvu on erittäin epätodennäköistä. Matala nykyinen kannan tiheys Karjalassa puolestaan vähentää susien migraatiopainetta Suomeen päin. Täten on epävarmaa tai jopa liian optimistista tukeutua liaksi Venäjän susikantaan Suomen susikannan elinvoimaisuutta arvioitaessa. Tulomuuttajien määrä Skandinavian susipopulaatiosta Suomeen on myös ollut hyvin alhainen.

Nykyinen Suomen susikanta on geneettisen muuntelun säilymisen kannalta pieni. Pieni kannan koko ja etenkin lisääntyvien yksilöiden vähäisyys ovat yksi merkittävimmistä uhista lajien ja populaatioiden selviämisen ja hyvinvoinnille. Susikannasta kulloinkin vain noin 20% on lisääntyviä yksilöitä. Perinnöllisyystieteen näkökulmasta kannan pieni koko on uhka, koska yksilömäärän ollessa vähäinen sukusiitos on todennäköisempää ja ajan myötä jopa väistämätöntä ellei kantaan tule geenivirtaa eli lisääntyviä uusia yksilöitä paikallisen kannan ulkopuolelta. Sukusiitos johtaa nk. sukusiitoseikkouteen tarkoittaen sukusiittoisten yksilöiden keskimääräisen kelpoisuuden alenemista, mikä näkyy esimerkiksi yksilön huonompana lisääntymismenestyksenä tai perinnöllisinä sairauksina.

Sukusiitosheikkouden on ulkomaisissa tutkimuksissa todistettu aiheuttaneen susilla mm. luuston epämuodostumia ja lisännen poikasten talvikuoletta. Vielä julkaisemattomien, koko genomien sekventointiin perustuvien tutkimusten perusteella Suomen susien sukusiitoskertoimet ovat Suomessa 1994-2014 syntyneillä susilla kasvaneet tilastollisesti merkitsevästi. Korkeimmat kertoimista ovat korkeampia kuin mitä on täysisarusten välisten jälkeläisten teoreettinen sukusiitoskerroin. Lisääntyneen sukusiitoksen mahdollista vaikutusta yksilöiden elinkykyyn ja lisääntymismenestykseen ei ole kuitenkaan vielä Suomessa tutkittu.

Sukusiitoksen lisääntymisen lisäksi myös geneettisen muuntelun väheneminen pienissä populaatioissa on todennäköistä. Muuntelua häviää, kun vain pieni osa yksilöistä lisääntyy ja siirtää geneettisen aineksensa seuraavaan sukupolveen. Perinnöllinen monimuotoisuus on tärkeä osa luonnon monimuotoisuutta ja runsas geneettinen muuntelu mahdollistaa populaation sopeutumisen muuttuvassa elinympäristössä luonnonvalinnan kautta. Tutkimuksemme osoittavat, että Suomessa vuosina 1995-2008 syntyneiden susien geneettinen monimuotoisuus on tasaisesti alentunut. Suomen susikanta oli monimuotoisin 1990-luvun puolivälissä, kun oma kantamme oli vielä hyvin pieni. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että susikannan toipumisvaiheessa Venäjältä tuli paljon immigranteja (tulomuuttajia) ja tuolloinen muuntelun taso heijasteli lähdepopulaation geneettistä tilaa. Kun kuitenkin vain pieni osa näistä susista sai jälkeläisiä, geneettisen muuntelun määrä väheni merkittävästi seuraavissa sukupolvissa. Eri maiden susikantojen yhtenäisyyden palauttaminen tulisikin olla suojelutavoitteista ensisijainen.

Aika ajoin susikeskustelussa nousee esiin myös epäily Suomen susikannan geneettisestä ”puhtaudesta”. Susi ja koira pystyvät lisääntymään keskenään ja saamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Huoli on siinäkin mielessä aiheellinen, että lajien välisten risteymien, kuten susi-koirahybridien todennäköisyys kasvaa, kun toisen lajin populaatio (suden) on hyvin pieni suhteessa toiseen lajiin (koira). Hybridit ovat suojelullisesta näkökulmasta epätoivottuja, sillä ne paitsi vaarantavat lajien omaleimaisuuden, mutta myös uhkaavat hävittää tarvittavia lajikohtaisia sopeumia. Lisäksi risteymät voivat käyttäytyä epänormaalilla tavalla. Koirat syntyivät susista evolutiivisessa mittakaavassa varsin hiljattain (n. 13 000–16 000 vuotta sitten) ja ne ovatkin perimältään vielä hyvin samankaltaisia. Sudet ja koirat sekä näiden risteymät ovat kuitenkin erotettavissa geenimerkkien avulla, sillä ne ovat ajan saatossa riittävästi erilaistuneet. Olennaisia eroja on ehtinyt kehittyä geenimerkkien ja ulkonäön lisäksi myös mm. lisääntymisfysiologiaan. Toisin kuin koirilla, susilla on kiima vain kerran vuodessa, mikä varmistaa sen, että pennut syntyvät suotuisaan vuodenaikaan kevätkesällä. Täten ajanjakso, jolloin hybridisaatio on ylipäättään mahdollista, on lyhyt. Jos hybridejä syntyykin, ovat ne todennäköisesti huomattavasti sopeutuneita luontoon kuin villit sudet. Lisäksi sudet tunnistavat lajikumppaninsa, eivätkä pariudu aktiivisesti koirien kanssa mikäli kumppani oman lajin sisältä on saatavilla. Susi-koiraristeymien tehokkain torjuntatapa on siis riittävän iso susikanta.

Suomessa on havaittu vain muutama epäilty ja myöhemmin geneettisin analyysin vahvistamamme suden ja koiran risteymä (”koirasusi”): uros Juvalla 2005, uros Kuhmossa 2010 sekä hylätty poikue Parkanossa 2010. Laajamittaista risteytymistä suden ja koiran välillä ei ole tutkimuksissamme havaittu, eikä myöskään muiden kotimaisten ja ulkomaisten yliopistojen tutkimuksissa. Tutkimuksissa havaittu susikannan geneettisen monimuotoisuuden aleneminen ja sukusiittoisuuden lisääntyminen ei myöskään tue ajatusta lisääntyneestä geenivirrasta koirista susiin.

Olemme parhaillaan yhteistyössä useiden eurooppalaisten tutkimusryhmien kanssa viimeistelemässä entistä tehokkaampia ja halvempia menetelmiä susien ja koirien välisten hybridien tunnistamiseen koko Euroopan tasolla ns. SNP-geenimerkeillä. Tutkimuksessa on käytetty laajaa eri maista peräisin olevaa vertailumateriaalia susista, koirista ja epäillyistä hybrideistä. Alustavien tulosten perusteella menetelmä erottelee tehokkaasti eri ryhmät toisistaan, sekä mahdollistaa risteymien tarkemman geneettisen taustan selvittämisen: esimerkiksi sen mikä koirarotu on ollut mukana alkuperäisessä risteymässä.

Susilla alfapari muodostaa elinikäisen parisiteen ja ne ovat hyvin paikkauskollisia. Susilauman ydinyksikön eli lisääntyvän parin hajoaminen lisää riskiä hybridisaatioon koiran kanssa. Esimerkiksi Kuhmon tapauksessa aiempi alfauros ja seitsemän kahdeksasta pennusta oli hävinnyt edellisen pariutumiskauden jälkeen, jolloin alfanaaras pariutui susi-koirahybridin kanssa. Susilauman hajoaminen voi johtaa pariutumiseen lähisukulaisten välillä, mikä on myös todennettu geneettisin analyysein yhdessä tapauksessa Suomessa. Susilauman hajoaminen saattaa lisätä myös ”häirikkö-” tai ”piha-susien” olemassaoloa, sillä sudet metsästävät parhaiten suurriistaa vain kokeneiden alfojen johtamana yksikkönä. Nämä em. tekijät puoltavat alfasusien erityistä suojelutarvetta geneettisestä näkökulmasta, mutta myös haittasusien ja niiden aiheuttamien konfliktien välttämiseksi.

Tutkimustulostemme perusteella Suomen susikannan geneettinen tila on tällä hetkellä huolestuttava. Riittävä geneettisen muuntelun määrä ja populaation hyvinvointi tulevaisuudessa voidaan turvata vain antamalla nykyisen susipopulaation kasvaa vähintään sille tasolle, että meillä on ainakin hoito-suunnitelmassa mainittu 25 lisääntyvää paria ja/tai takaamalla riittävä yksilövaihtuvuus naapuri-populaatioiden kanssa. Jonkinasteiset konfliktit ihmisen ja suden välillä ovat väistämättömiä ja kaikki mahdolliset keinot ristiriitojen vähentämiseksi olisikin otettava käyttöön. Susikannan hoito ja suojelu ovat ennen kaikkea sosiaalinen, poliittinen ja taloudellinen kysymys. Olisi kuitenkin suotavaa, että tieteeseen perustuvat tosiseikat huomioitaisiin julkisessa keskustelussa ja käytännön suojelutyössä, vaikka kompromissien tekeminen on ymmärrettävää, kun kyseessä on niin ristiriitainen eläin kuin susi on.

Professori Jouni Aspi
Oulun yliopisto, Ekologian ja genetiikan tutkimusyksikkö

Pääasialliset lähteet:

- Aspi J, Roininen E, Ruokonen M, Kojola I, Vilà C. 2006. Genetic diversity, population structure, effective population size and demographic history of the Finnish wolf population. [Molecular Ecology 15: 1561-1576](#).
- Kojola I, Aspi J, Hakala A, Heikkinen S, Ilmoni C, Ronkainen S. 2006. Dispersal in an expanding wolf population in Finland. [Journal of Mammalogy 87: 281-286](#).
- Aspi J, Roininen E, Kiiskilä J, Ruokonen M, Kojola I, Bljudnik L, Danilov P, Heikkinen S, Pulliainen E. 2008. Genetic structure of the northwestern Russian wolf populations and gene flow between Russia and Finland. [Conservation Genetics 10: 815-826](#).
- Jansson, E, Ruokonen, Kojola I & Aspi, J. 2012. Rise and fall of a wolf population: genetic diversity and structure during recovery, rapid expansion and drastic decline. [Molecular Ecology 21: 5178-5193](#).
- Jansson E, Harmoinen J, Ruokonen M, Aspi J. 2014. Living on the edge: Reconstructing the genetic history of the Finnish wolf population. [BMC Evolutionary Biology 14:64](#).
- Granroth-Wilding H, Primmer C, Lindqvist M, Poutanen J, Thalmann O, Aspi J, Harmoinen J, Kojola I, Laaksonen T. 2017. Noninvasive genetic monitoring involving citizen science enables reconstruction of current pack dynamics in a reestablishing wolf population. *BMC Ecology* 17: 44.