Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2024

Susikanta Suomessa maaliskuussa 2024

Mia Valtonen, Samuli Heikkinen, Helena Johansson, Antti Härkälä, Inari Helle, Samu Mäntyniemi ja Ilpo Kojola

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2024

Susikanta Suomessa maaliskuussa 2024

Mia Valtonen, Samuli Heikkinen, Helena Johansson, Antti Härkälä, Inari Helle, Samu Mäntyniemi ja Ilpo Kojola

Luonnonvarakeskus 2024

Viittausohje:

Valtonen, M., Heikkinen, S., Johansson, H., Härkälä, A., Helle, I., Mäntyniemi, S. & Kojola, I. 2024. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2024. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s.

Mia Valtonen ORCID ID, https://orcid.org/0000–0003–2034–2019

ISBN 978-952-380-934-5 (Verkkojulkaisu)
ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)
URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-934-5
Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)
Kirjoittajat: Mia Valtonen, Samuli Heikkinen, Helena Johansson, Antti Härkälä, Inari Helle, Samu Mäntyniemi ja Ilpo Kojola
Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024
Julkaisuvuosi: 2024
Kannen kuva: Reima Ovaskainen

Tiivistelmä

Mia Valtonen[1], Samuli Heikkinen[2], Helena Johansson[1], Antti Härkälä[3], Inari Helle[1], Samu Mäntyniemi[1] ja Ilpo Kojola[4]

[1] Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki
[2] Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu
[3] Luonnonvarakeskus, Itäinen Pitkäkatu 4 A, 20520 Turku
[4] Luonnonvarakeskus, Ounasjoentie 6, 96200 Rovaniemi

Maaliskuussa 2024 Suomessa oli todennäköisimmin yhteensä 62 parin tai perhelauman asuttamaa susireviiriä (90 % todennäköisyysväli: 59–64). Perhelaumojen todennäköisin määrä oli 44 (41–47) ja parin asuttamien reviireiden määrä vastaavasti 18 (14–22). Kokonaan Suomen puolella oli 39 perhelaumaa (36–42) ja 15 paria (12–19). Laumareviireistä viisi (3–6) ja parin reviireistä kaksi (1–4) sijaitsi Suomen itäisen valtakunnanrajan molemmin puolin (ns. rajareviirit).

Suomessa havaittujen perhelaumojen määrä oli maaliskuussa 2024 noin viisi prosenttia suurempi kuin maaliskuussa 2023. Parien määrä puolestaan oli noin viisi prosenttia pienempi kuin vuonna 2023. Verrattaessa kokonaan Suomen puolella liikkuneiden laumojen todennäköisintä määrää vuotta aiempaan arvioon kasvuksi saadaan 11 %, kun taas kokonaan Suomen puolella eläviä pareja on 12 % vähemmän kuin viime vuonna.

Läntisessä Suomessa oli 32 (29–34) perhelauman ja 11 (9–14) parin asuttamaa reviiriä, vastaavasti itäisessä Suomessa arvioitiin olleen 12 (10–14) perhelaumaa ja kuusi (4–9) paria. Poronhoitoalueella, pääosin itäisen valtakunnan rajan tuntumassa liikkuneista susista suurin osa poistettiin talven mittaan. Kevättalvella poronhoitoalueella ei tehty havaintoja lauma- tai pareireviireistä.

Suomen susikannan koko on kuluvalla vuosituhannella vaihdellut voimakkaasti. Susikanta kasvoi yhtäjaksoisesti vuosina 2017–2023.

Reviirien statuksen (perhelauma, pari) ja laumojen yksilömäärien arviointiin käytettiin kultakin tarkasteltavalta alueelta kirjattuja havaintoja, tunnettua kuolleisuutta sekä DNA-analyyseja. Lisäksi osassa reviireitä on tehty erillistä maastotyötä.

Vuodenkierrossa susien määrä on pienimmillään maaliskuussa ennen huhti–toukokuussa tapahtuvaa pentujen syntymistä. Susikannan muuttumista maaliskuun jälkeen kuvataan populaatiomallilla, joka perustuu tutkimustietoon suden pentutuotosta ja kuolleisuudesta. Jos kannanhoidollista metsästystä ei ole, susilaumoja ennustetaan olevan vuoden 2024 marraskuussa 30–55 (90 % todennäköisyydellä) ja vuoden 2025 maaliskuussa 27–51.

Asiasanat: susi, kanta-arvio, reviiri, lauma, pari, todennäköisyys

Abstract

Mia Valtonen[1], Samuli Heikkinen[2], Helena Johansson[1], Antti Härkälä[3], Inari Helle[1], Samu Mäntyniemi[1] and Ilpo Kojola[4]

[1] Natural Resources Institute Finland, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki
[2] Natural Resources Institute Finland, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu
[3] Natural Resources Institute Finland, Itäinen Pitkäkatu 4 A, 20520 Turku
[4] Natural Resources Institute Finland, Ounasjoentie 6, 96200 Rovaniemi

According to probabilistic inference, there existed 62 (90% probability interval: 59–64) wolf territories in Finland in March 2024. The number of family packs was 44 (41–47) and the number of pairs 18 (14–22). Entirely on the Finnish side there existed 39 (36–42) packs and 15 (12-19) pairs. In transboundary territories (Finnish-Russian border) there lived five (3–6) packs, and two (1–4) wolf pairs.

In March 2024, the number of family packs was approximately five percent higher than in March 2023, whereas the number of pairs was five percent lower than in 2023. When considering territories located fully on the Finnish side, the number of packs was approximately 11% higher and the number of pairs 12% lower than in March 2023.

In Western Finland, there were 32 (29–34) packs and 11 (9–14) pairs. In Eastern Finland, there were 12 (10–14) packs and six (4–9) pairs. In the reindeer husbandry area, most wolves were removed during the winter. No pack or pair (0–1) territories were found in reindeer husbandry area in March 2024.

During the 2000s, the wolf population in Finland has been remarkably fluctuating in size. The latest continuous increase occurred in 2017–2023.

Data used to infer the status of each potential territory (family pack, pair) comprised volunteer-provided observations, known mortalities and dispersals, and DNA analyses for the identification of individual wolves.

In the annual cycle, the wolf population is at its lowest in March before the birth of new cohort in April–May. The development of the size and structure of the wolf population was predicted using a population dynamics model. According to the model, predicted number of packs is 30–55 for November 2024 (90% probability interval) and 27–51 for March 2025. The prediction is based on a scenario where no management hunt for population control takes place.

Keywords: wolf, population estimate, pack, pair, probability

Kiitokset

Kanta-arviotyön tekemiseen osallistuu huomattava määrä Luonnonvarakeskuksen henkilökuntaa. Suurpedoista tehtävät kanta-arviot – ja kaikista suurpedoista erityisesti juuri suden kanta-arvio – lohkaisevat suuren osan tutkimukseen käytettävästä työajasta. Lisäksi Luonnonvarakeskuksessa toimivien muiden ryhmien tai osaajien työpanos on merkittävästi edesauttanut kanta-arvion onnistumisessa.

Kanta-arviossa käytetyn tiedon tuottamiseen osallistuvat lukuisat eri organisaatiot ja viranomaistahot. Varsinaisen maastossa kerättävän havaintotiedon ohella tallennetaan tietoa esimerkiksi susien uusista pentueista, pyynnin tuloksesta ja sen vaikutuksesta sekä susien muusta kuolleisuudesta. Tällaista tietoa tuottavat mm. Suomen riistakeskus, Metsähallitus, poliisi, Rajavartiolaitos, Paliskuntain yhdistys ja Ruokavirasto.

Kanta-arvioissa käytetyt tietovarat ovat merkittävältä osin kerätty vapaaehtoisvoimin. Suomessa suurpetojen havaintotietoa ja DNA-näytteitä keräävät pääosin riistanhoitoyhdistysten vapaaehtoisesti toimivat petoyhdyshenkilöt sekä runsas joukko muita luonnossa liikkujia, joiden havaintotietoihin kanta-arvio osin perustuu.

Kiitämme kaikkia aineistojen keräämiseen osallistuneita tahoja hyvästä yhteistyöstä.

Sisällys

1. Suden biologiasta 7

1.1. Susikanta voi kasvaa nopeasti 7

1.2. Reviirin ja lauman muodostuminen 7

2. Suomen susikannan kehitys 8

3. Suomen susikanta maaliskuussa 2024 10

4. Tietoaineistot 16

4.1. Suurpetoyhdyshenkilöverkoston susihavainnot Tassusta 16

4.2. Tunnettu kuolleisuus 17

4.3. DNA-näytteet yksilöntunnistamiseen 19

4.4. Suurpetotutkimuksen muu maastotyö 20

5. Susiennuste 21

6. Kanta-arviomallinnus: reviirikohtaiset yksilömäärät, laumojen ja parien määrä ja populaatiokoko 23

7. Havaitut koiran ja suden risteymät 24

8. Kanta-arvion tietoaineistot reviireittäin 26

9. Muutokset Tassu-havaintojen ja DNA-näytteiden määrissä ja niiden vaikutus kanta-arviointiin 28

Viitteet 30

Liitteet 31

1. Suden biologiasta

1.1. Susikanta voi kasvaa nopeasti

Useiden muiden koiraeläinten tapaan susikanta voi kasvaa nopeasti ravintotilanteen niin salliessa. Susi saa ensimmäiset pentunsa tavallisesti kolmevuotiaana ja lisääntyy sittemmin vuosittain. Pentuja syntyy tavallisesti 3–6, suurimmissa pentueissa voi vielä syksylläkin olla kymmenkunta pentua. Ensimmäistä kertaa lisääntyvän parin pentueet ovat keskimäärin hieman pienempiä kuin parin myöhemmät pentueet. Saalistilaston perusteella Suomen talvisessa susikannassa on edellisenä keväänä syntyneitä pentuja noin 40 %. Osuus on selvästi suurempi kuin muilla suomalaisilla suurpedoilla.

1.2. Reviirin ja lauman muodostuminen

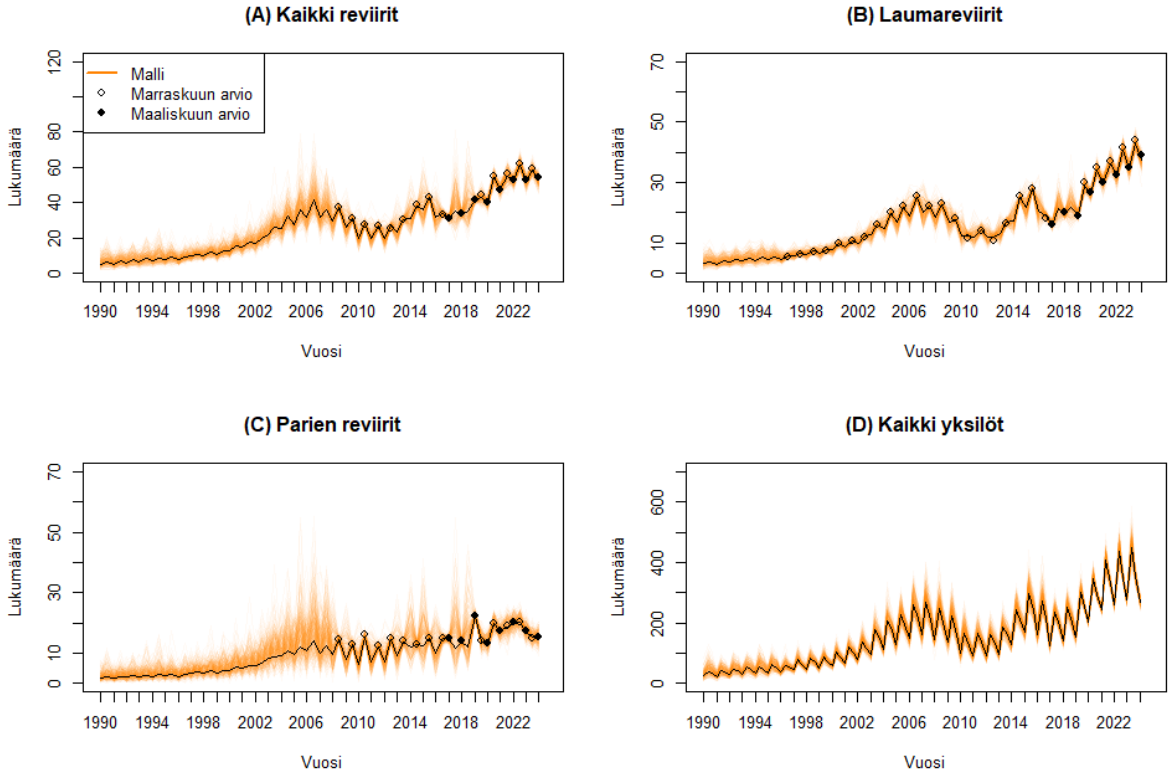
Susilauma saa alkunsa parin muodostumisesta. Pari voi muodostua mihin vuodenaikaan tahansa, mutta tavallisimmin se tapahtuu kesällä, kun keväällä vaeltaneet nuoret sudet kohtaavat. Uros ja naaras alkavat liikkua yhdessä ja merkata hajumerkein tulevaksi lisääntymisreviiriksi löytämäänsä aluetta, jonka pinta-ala Suomessa on keskimäärin noin 1 000 km^2, pienimmillään 300 km^2 ja suurimmillaan lähes 2 000 km^2. Lisääntymisreviiri on alue, jonka pari varaa omaan ja myöhemmin syntyvän pentueensa käyttöön, ja pyrkii pitämään sieltä muut sudet pois. Naapureina elävien parien tai laumojen reviirit sijoittuvat yleensä erilleen toisistaan. Pysyvän susilauman muodostaa lisääntynyt pari ja niiden pennut. Pennut alkavat liikkua emojensa matkassa syyskuussa. Laumaan voidaan hyväksyä myös vieras susiyksilö, tavallisimmin korvaamaan kuollut aikuinen.

Omilla rajatuilla alueilla elävät reviiriään merkkaavat parit sekä parien ja niiden saamien jälkeläisten muodostamat perhelaumat. Näiden lisäksi susikannassa on pieni määrä yksin eläviä paikallisia susia. Valtaosa yksin elävistä susista on kuitenkin vaeltelevia, sopivaa lisääntymisaluetta ja -kumppania etsiviä yksilöitä. Vaeltelijoiden osuus susikannassa vaihtelee vuodenajan mukaan. Se nousee huhtikuussa, kun nuoret sudet alkavat itsenäistyä, ja pysyy keskimääräistä korkeampana syksyyn asti.

2. Suomen susikannan kehitys

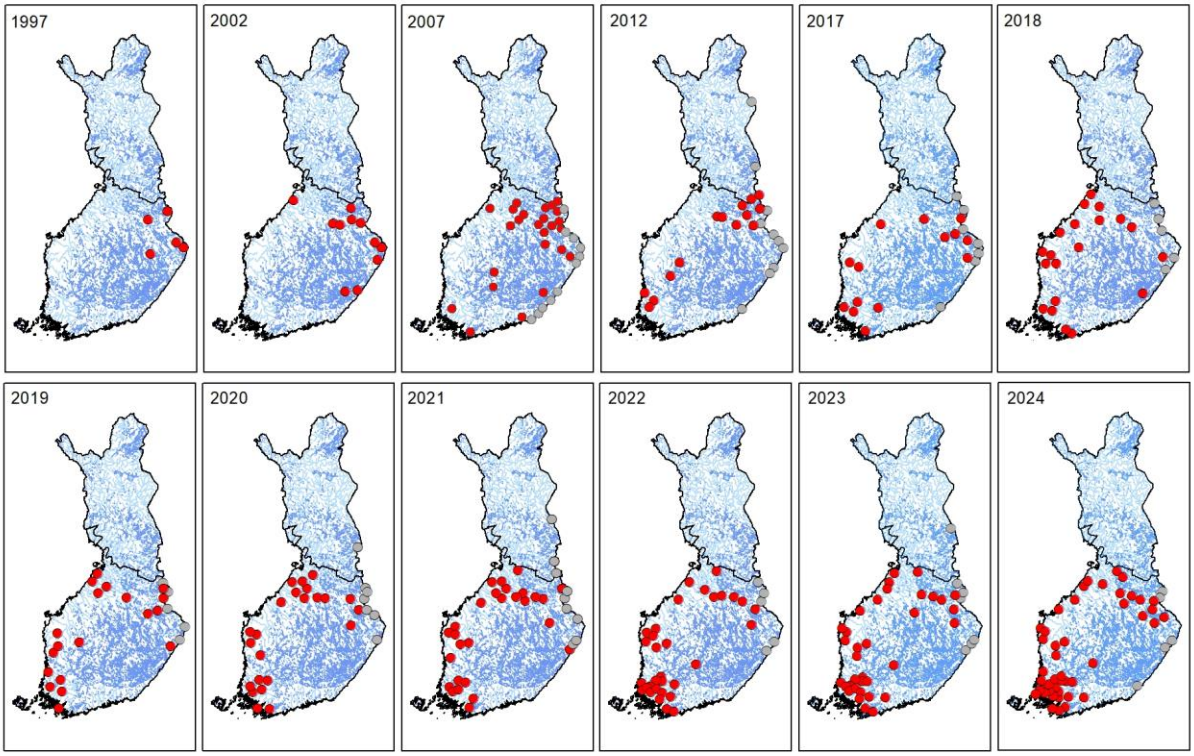
Suomen susikanta vähentyi nopeasti 1800-luvun lopulla ja alkoi uudelleen pysyvämmin runsastua 1990-luvulla. Susikannassa 1990-luvun alun jälkeen tapahtuneita muutoksia tarkastellaan populaatiomallin avulla (Kuva 1). Malli kuvataan tarkemmin Liitteessä 1.

Perhelaumoja oli 2000-luvulle tultaessa kymmenkunta ja niiden määrä kasvoi sen jälkeen muutamassa vuodessa yli kahteenkymmeneen. Kymmenkunta vuotta jatkunut runsastuminen taittui myöhemmin ja susikanta väheni selvästi aiempaa alemmalle tasolle vuosiksi 2009–2013. Susipopulaatio alkoi kasvaa uudelleen vuonna 2014. Maaliskuussa 2023 Suomessa oli enemmän susireviirejä kuin kertaakaan aiemmin tarkastelujaksolla 1990–2023 (Kuva 1).



Kuva 1. Kokonaan Suomen puolella poronhoitoalueen ulkopuolella sijaitsevien susireviirien (A), laumojen (B), parien (C) ja susien kokonaismäärän (D) kehitys vuosina 1990–2024. Susikannan vaihtelua kunkin vuoden sisällä kuvataan esittämällä arviot maaliskuun ja marraskuun susikannasta. Yksilömäärän osalta esitetään mallin avulla tuotettu arvio myös toukokuun kannasta. Musta viiva kuvaa todennäköisintä arviota. Oranssilla kuvataan arvioon liittyvää epävarmuutta: tummempi sävy kuvaa suurempaa todennäköisyyttä. Tulokset perustuvat populaatiomalliin, joka on esitelty Liitteessä 1. Lähde: Luonnonvarakeskus.

Susien paluu alkoi Itä-Suomesta, jonne syntyi pysyvä, pentuja tuottava kanta 1990-luvulla. Ensimmäiset perhelaumat todettiin Länsi-Suomessa 2000-luvun alussa, mutta esiintymisen painopiste säilyi Itä-Suomessa vielä 2010-luvulle tultaessa. Viime vuosina perhelaumojen esiintyminen on keskittynyt vuosi vuodelta vahvemmin Länsi-Suomeen (Kuva 2).



Kuva 2. Susilaumat vuosina 1997–2024. Tilanne viiden vuoden välein ajanjaksolla 1997–2017 ja vuosittain jaksolla 2017–2024. Laumat kuvattu punaisella ja rajalaumat harmaalla ympyrällä. Lähde: Luonnonvarakeskus.

3. Suomen susikanta maaliskuussa 2024

Luonnonvarakeskuksessa kehitettiin vuonna 2020 menetelmä, jonka avulla kanta-arvioon väistämättä liittyvä epävarmuus voidaan esittää todennäköisyysjakauman avulla (Kuvat 3–5). Menetelmä (Mäntyniemi ym. 2022a) kuvataan tarkemmin Liitteessä 1. Todennäköisyysjakauma kuvaa, kuinka voimakkaasti kuhunkin mahdolliseen kannan kokoon on syytä havaintoaineiston ja muun tutkimustiedon valossa uskoa. Tässä luvussa esitellään kanta-arvion tulos todennäköisyysjakaumien avulla. **Jokaisesta arvioitavasta lukumäärästä esitetään todennäköisin arvo ja sulkuihin merkittynä 90 prosentin todennäköisyysväli**. Todellisen lukumäärän arvioidaan sijaitsevan annetulla välillä 90 prosentin todennäköisyydellä.

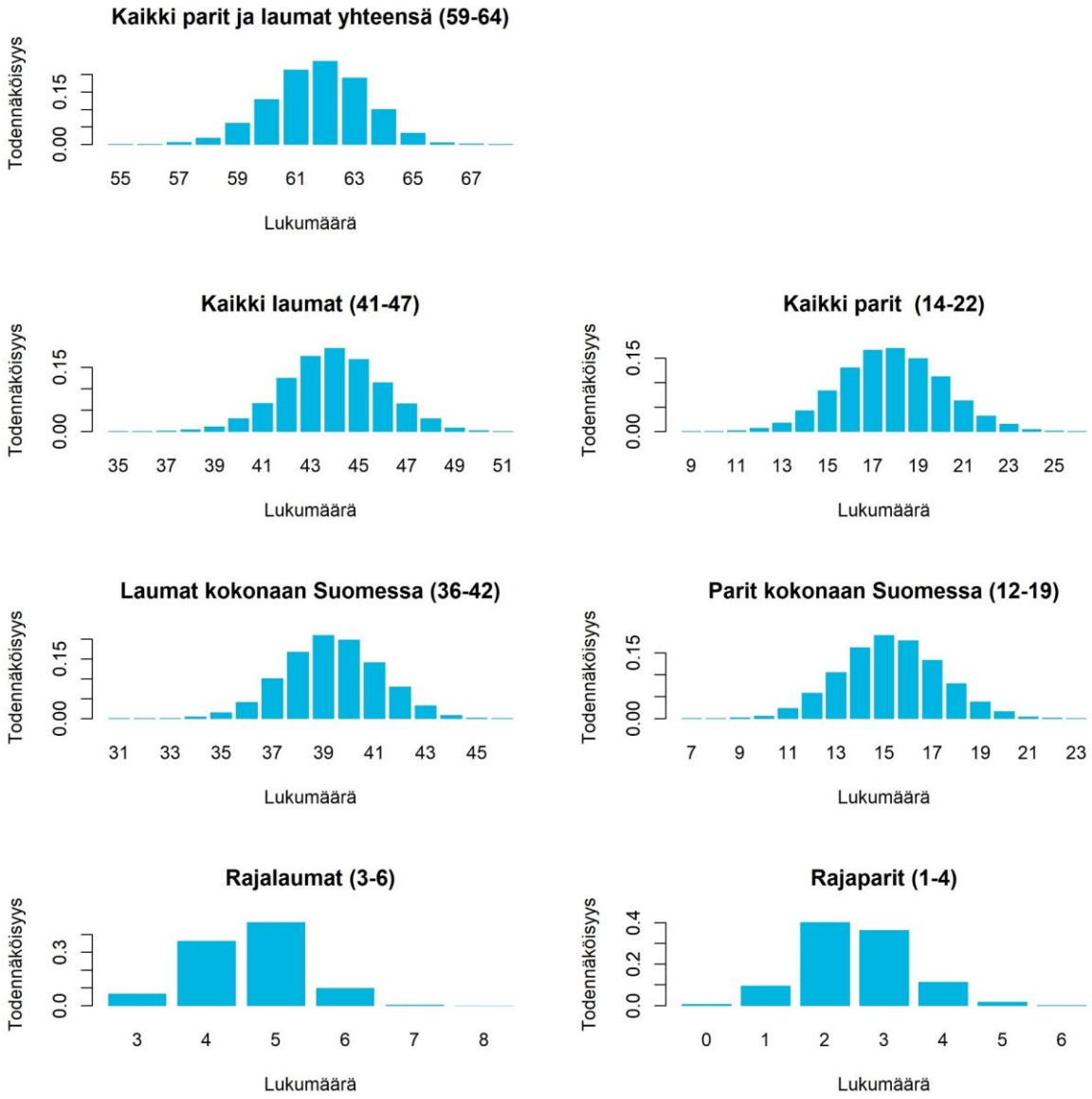
Suomessa oli kuluvan vuoden maaliskuussa yhteensä 62 (59–64) parien ja perhelaumojen muodostamaa susireviiriä (Kuva 3). Perhelaumoja oli rajalaumat mukaan lukien 44 (41–47) ja kahden suden asuttamia reviirejä oli 18 (14–22). Kokonaan Suomen puolella oli 39 (36–42) laumaa ja 15 (12–19) paria.

Perhelaumojen määrä (rajareviirit mukaan lukien) maaliskuussa 2024 oli viisi prosenttia suurempi kuin maaliskuussa 2023, jolloin laumojen kokonaismäärä oli 42. Kahden suden asuttamia reviirejä oli viisi prosenttia vähemmän kuin vuosi sitten. Kokonaan Suomen puolella elävien laumojen lukumäärä on kasvanut neljällä, mikä vastaa noin 11 % kasvua. Kahden suden asuttamia reviirejä oli kokonaan Suomen puolella kuluvan vuoden maaliskuussa 12 % vähemmän kuin vuotta aiemmin.

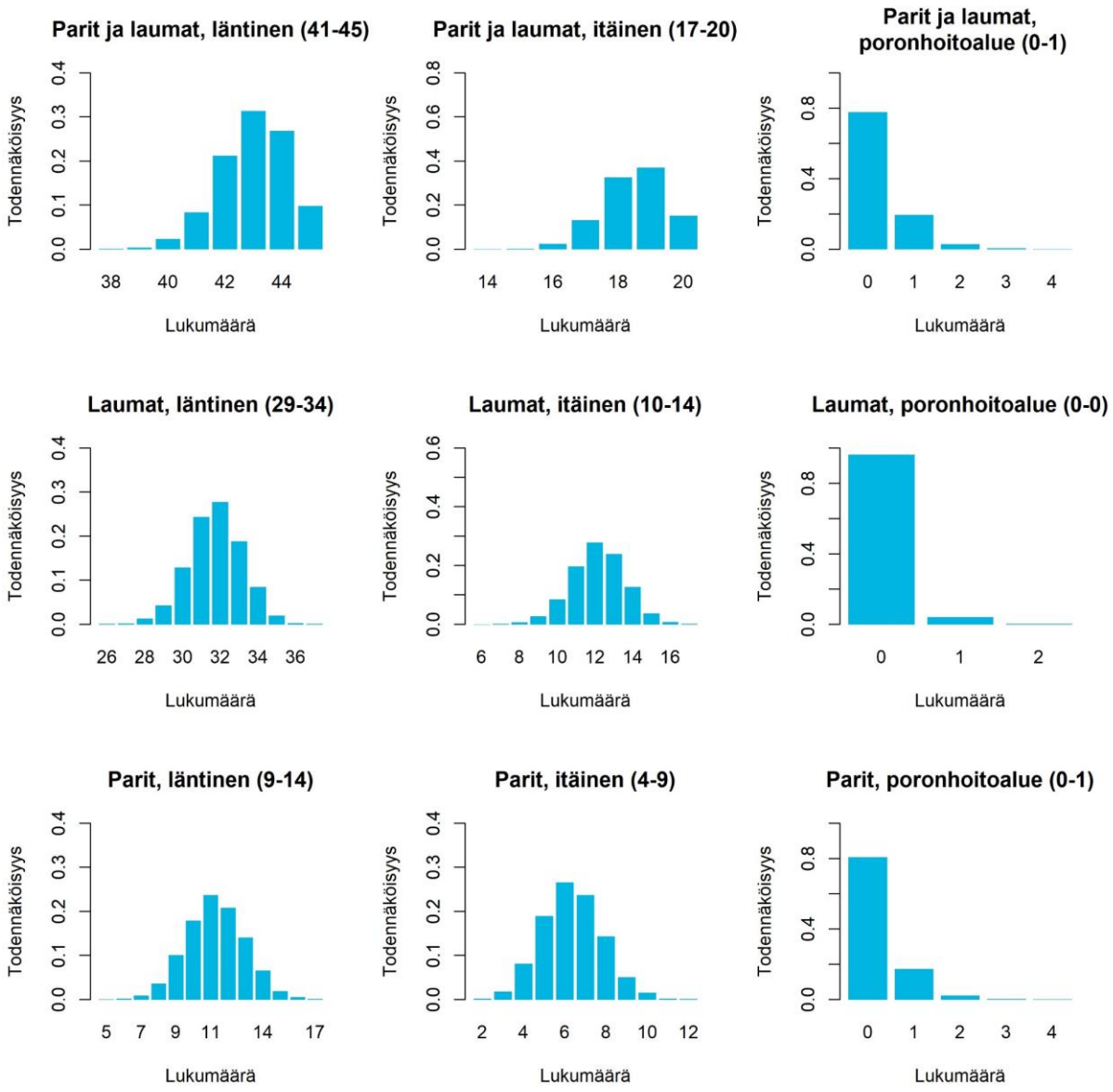
Läntisen Suomen kannanhoitoalueella tavattiin 32 (29–34) perhelauman ja 11 (9–14) kahden suden asuttamaa reviiriä (Kuva 4). Itäisen Suomen kannanhoitoalueella laumareviirejä oli yhteensä 12 (10–14) ja kahden suden asuttamia reviirejä kuusi (4–9). Itäisen Suomen laumoista viiden (3–6) arvioitiin liikkuvan Suomen ja Venäjän rajan molemmin puolin (Kuva 3). Kahden suden asuttamista reviireistä kaksi (1–4) sijaitsi valtakunnan rajalla. Poronhoitoalueella ei ollut maaliskuussa todennäköisimmin yhtään lauma- tai parireviiriä (Kuva 4). Vielä syystalvella poronhoitoalueella arvioitiin kuitenkin olleen viisi (4–5) laumaa (ks. s. 14). Ahvenanmaan susikannan kokoa ei arvioida tämän arvion yhteydessä.

Maaliskuussa 2024 Suomessa oli 295 (277–321) sutta (Kuva 5). Arvio yksilömäärästä on noin viisi prosenttia pienempi kuin maaliskuuta 2023 koskeva arvio (291–331). Arviossa on mukana puolet itärajan molemmille puolille sijoittuvilla reviireillä (ns. rajareviiri) elävien susien lukumäärästä sekä reviirien ulkopuolella elävien susien määrä 46 (30–62). Suomen susikannan koko on kuluvalla vuosituhannella heilahdellut ylös ja alas. Susikanta on kasvanut yhtäjaksoisesti vuodesta 2017 lähtien.

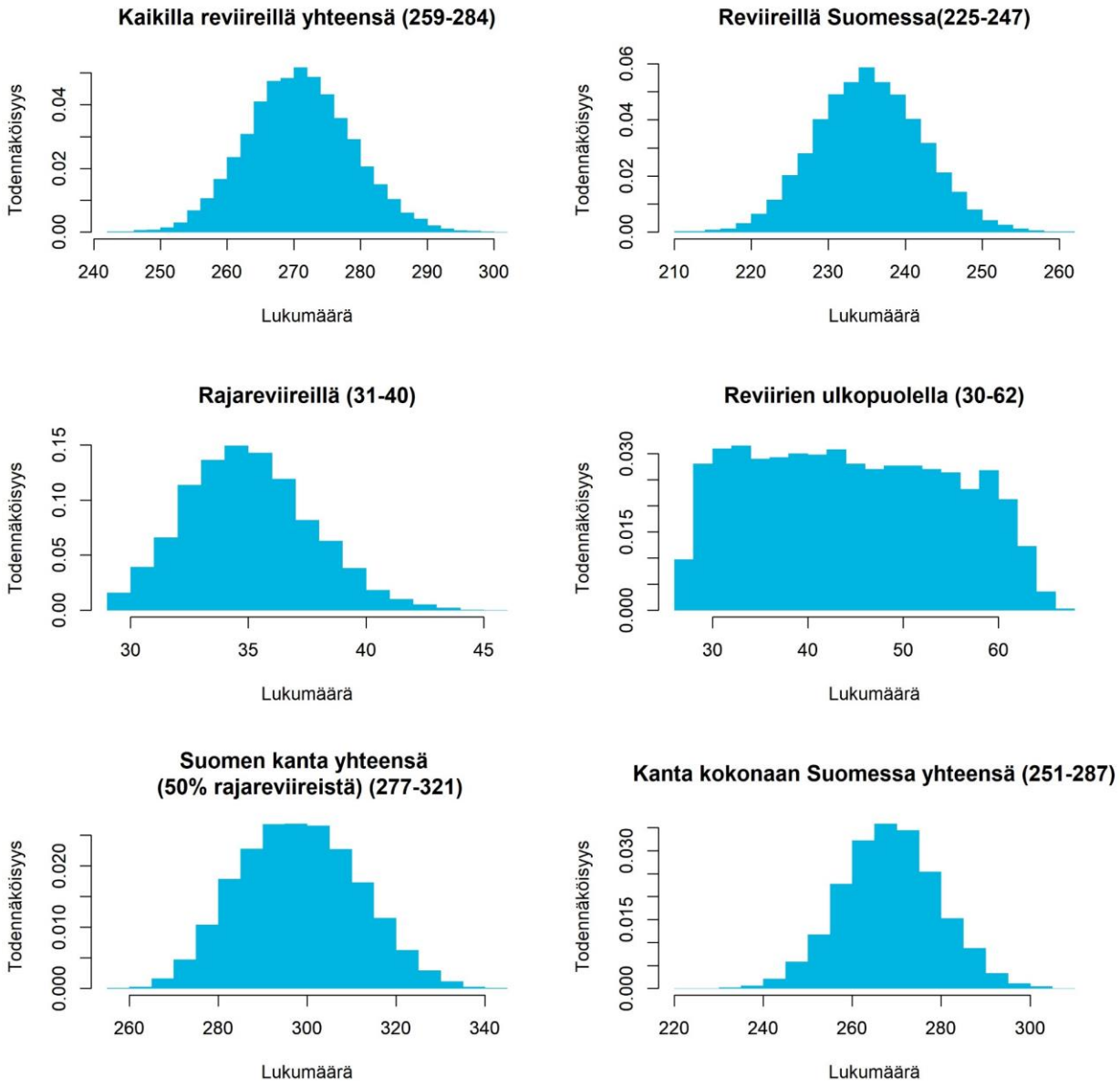
Syksyllä 2022 julkaistiin raportti suden suotuisan suojelutason viitearvon määrittämisen menetelmistä (Mäntyniemi ym. 2022b). Raportissa ja siihen liittyvässä nettilaskurissa viitearvot koskevat kokonaan Suomen puolella poronhoitoalueen ulkopuolella elävää susikantaa, johon ei lasketa mukaan rajareviirien susia. Raportin menetelmien kanssa vertailukelpoinen susien lukumäärä maaliskuussa 2024 on siten 270 (251–287).



Kuva 3. Maaliskuun 2024 perhelaumojen ja parien lukumäärien todennäköisyysjakaumat sekä 90 % todennäköisyysvälit. Perhelaumaksi lasketaan pentue, jossa on lisääntyvän parin lisäksi alle vuoden ikäisiä pentuja. Lähde: Luonnonvarakeskus.



Kuva 4. Maaliskuun 2024 parien ja laumojen lukumäärien todennäköisyysjakaumat ja 90 % todennäköisyysvälit itäiselle ja läntiselle kannanhoitoalueelle sekä poronhoitoalueelle. Lähde: Luonnonvarakeskus.



Kuva 5. Susien lukumäärän todennäköisyysjakaumat ja 90 % todennäköisyysvälit maaliskuun 2024 kanta-arviossa. Suomen kantaan lasketaan kokonaan Suomen puolella olevien reviirien sudet, puolet rajareviirien susista sekä reviirien ulkopuoliset sudet. Reviirien ulkopuolella olevien susien määräksi on arvioitu 10–20 % kokonaiskannasta. Lähde: Luonnonvarakeskus.

Vuosittain pentujen syntymän myötä monista pareista tulee perhelaumoja ja aikaisemmin lisääntyneille pareille syntyy uusia jälkeläisiä. Kevään, kesän, syksyn ja talven aikana laumojen määrässä tapahtuu jonkin verran vähenemistä sekä pentujen että aikuisten kuolleisuuden myötä. Reviirien lukumäärän arvioitiin marraskuussa 2023 olleen 70, joista perhelaumoja oli 53 (49–56) ja parien reviirejä 17 (14–21). Suomen kantaan laskettavia yksilöitä oli marraskuussa arviolta 405 (381–436), joten yksilöiden talviaikainen kokonaiskuolleisuus on ollut noin 27 % luokkaa. Reviirien määrän arvioidaan talven aikana vähentyneen noin 11 %.

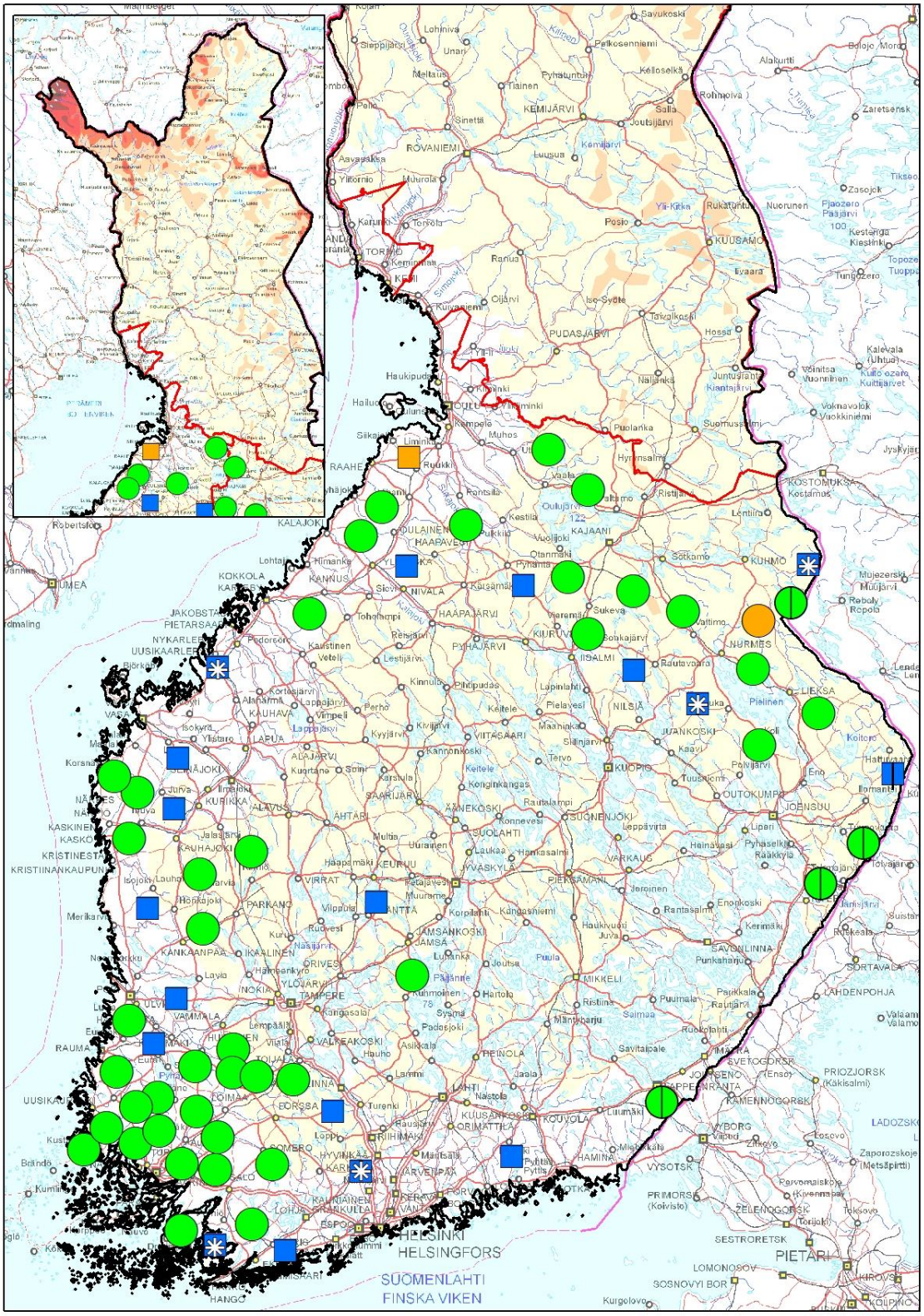
Samoin kuin viime vuonna, kaudella 2023–2024 havaittiin sellaisia reviirejä, joilla elävät yksilöt eivät sukulaisuusanalyysin perusteella muodosta perhelaumaa. Tällaisia reviirejä ei vakiintuneen käytännön mukaan ole luokiteltu perhelaumoiksi maaliskuuta koskevassa kanta-arviossa (ks. erillinen Liite 2), mutta reviirien yksilöt lasketaan kuitenkin mukaan susien kokonaismäärään.

Poronhoitoalueen susikanta-arviossa merkittävin aineistolähde olivat luvanvaraisessa pyynnissä saaliksi päätyneet sudet. Suurin osa susista poistettiin talven mittaan. Susien esiintyminen keskittyi itäisen valtakunnanrajan tuntumaan (Kuva 7C). Kevättalvella poronhoitoalueella ei tehty havaintoja lauma- tai parireviireistä, syystalvella rajan tuntumassa todettiin laumoja olleen viisi.

Poronhoitoalueen ulkopuolella läntisen alueen itäosan ja itäisen alueen länsiosan muodostaman nk. Järvi-Suomen alueella havaittiin yksittäisiä reviirejä (Kuva 6).

Läntisessä Suomessa erottuu vahvimman susikannan alueena Varsinais-Suomen, Satakunnan eteläosien, läntisen Uudenmaan, Etelä-Hämeen länsiosan ja Pohjois-Hämeen lounaisosan muodostama alue, missä oli noin puolet Suomen kaikista susireviireistä (Kuva 6). Keskimääräistä tiheämmän kannan alueita olivat myös Etelä-Pohjanmaa ja Pohjois-Pohjanmaa (Kuva 6).

Itäisessä Suomessa susien esiintyminen painottui Pohjois-Karjalan itä- ja pohjoisosiin sekä Pohjois-Savon pohjoisosiin (Kuva 6).



Kuva 6. Susilaumat sekä kahden suden asuttamat reviirit maaliskuussa 2024. Vihreät ympyräsymbolit viittaavat laumareviireihin ja siniset neliöt kahden suden asuttamiin reviireihin. Rajareviirit on merkitty symbolin halki kulkevalla pystyviivalla. Tähti reviirisymbolin keskellä viittaa reviireihin, joiden alueella arvioidaan elävän enemmän kuin kaksi sutta, mutta jotka eivät DNA-analyysin perusteella muodosta perhelaumaa. Oranssilla värillä on merkitty reviirit, joiden alueelta ei kertynyt Tassu-havaintoja eikä DNA-näytteitä kevätkaudella. Lähde: Luonnonvarakeskus.

4. Tietoaineistot

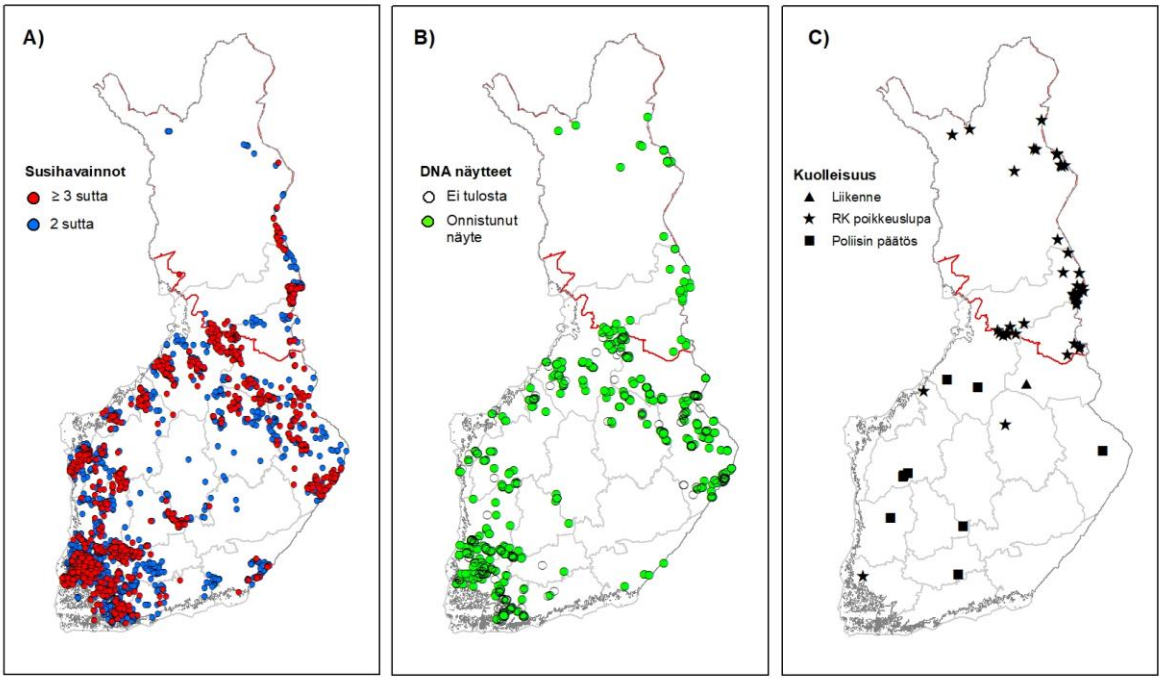
Kanta-arvion tietoaineistot muodostuvat useasta aineistokokonaisuudesta. Arvion muodostamiseen käytetyt aineistot (Kuva 7 ja Taulukko 1) ovat: 1) petoyhdyshenkilöiden suurpetohavaintojen sähköiseen tietojärjestelmään (Tassu) kirjaamat susien pari- ja laumahavainnot, 2) kuolleisuustilastointi ja -tiedot (Suomen riistakeskus, Ruokavirasto, muut viranomaiset ja Luonnonvarakeskus), 3) DNA-aineiston yksilöintitulokset erillisistä keräyksistä ja rutiinianalyyseistä (reviirikohtainen kohdennettu vapaaehtoiskeräys, DNA-näytteet kuolleista sekä merkityistä susista), ja 4) suurpetotutkimuksen muu maastotyö. Susireviirien tilannetta on pyritty selventämään Luonnonvarakeskuksen henkilökunnan toimesta maastoseurannalla, muiden maastotöiden ohessa ja erillisillä maastotarkastuksilla.

4.1. Suurpetoyhdyshenkilöverkoston susihavainnot Tassusta

Luonnonvarakeskuksen arviot Suomen suurpetojen lukumääristä pohjautuvat merkittävältä osalta vapaaehtoisten petoyhdyshenkilöiden Tassu-havaintojärjestelmään kirjaamiin havaintoihin. Petoyhdyshenkilöverkosto on toiminut vuodesta 1978 lähtien ja se muodostuu noin 2400 petoyhdyshenkilöstä, jotka ovat mm. metsästyksen harrastajia, Metsähallituksen ja rajavartioston työntekijöitä.

Kanta-arviossa huomioitiin Tassuun kirjatut lauma- ja parihavainnot, jotka oli tehty aikajaksolla 1.8.2023–29.2.2024 ja tallennettu järjestelmään 30.4.2024 mennessä. Havaintoja oli 8 205, joista kahta sutta koskevia havaintoja oli 1 874 ja havaintoja kahta useammasta sudesta 1 534 kappaletta. Kanta-arviossa havaintojen tarkastelu painottuu vuoden 2024 havaintoihin. Arvioitaessa reviirikohtaista yksilömäärää tarkastellaan DNA-aineistoa sekä sitä, kuinka paljon havaintoja on erikokoisista susiryhmistä. Yksilömäärien arvioinnissa on vuonna 2020 siirrytty käyttämään todennäköisyyslaskentaan perustuvaa mallia, jonka toimintaperiaate kuvataan tarkemmin Liitteessä 1.

Tarkasteltavia reviirejä on rajattu Tassuun kirjattujen havaintojen pohjalta ja hyödyntäen myös DNA-näytteisiin pohjautuvia yksilötunnistuksia ja sukulaisuusanalyyseja. Aineistoista rajattujen reviirien pinta-alat vastaavat yleisesti GPS-seurantojen välityksellä saatua tietoa susireviirien todellisesta pinta-alasta (keskiarvo n. 1 000 km^2, vaihteluväli 300–2 000 km^2).



Kuva 7. Koostekartat aineistoista. A) Lauma- (n=1534) ja parihavainnot (n=1874) Tassusta. B) DNA-näytteet, mukaan lukien kudosnäytteet kuolleista yksilöistä (onnistunut näyte: n=705, näytteestä ei tulosta: n=215). Luku sisältää myös näytteet, jotka analyysi osoitti koskevan koiria (n=18), koirasusia (n=2), kultasakaaleja (n=2), kettuja (n=4) tai supikoiria (n=2). C) Susien tunnettu tilastoitu kuolleisuus (n=65). Talvella 2023–2024 oli seurannassa vain yksi GPS-laitteella varustettu susi. Aineisto: Luonnonvarakeskus, Suomen riistakeskus ja Ruokavirasto.

4.2. Tunnettu kuolleisuus

Susien tunnettu kuolleisuus on kooste Luonnonvarakeskuksen, Suomen riistakeskuksen ja Ruokaviraston ylläpitämistä tilastoista. Luonnonvarakeskuksessa on kuolleiden susinaaraiden kohtuja tutkimalla varmistettu lisääntyneiden naaraiden määrä. Urosten lisääntymisstatus vahvistuu tunnetun lisääntymisstatuksen kautta (esimerkiksi GPS-merkitty aikuinen uros, geneettisesti osoitetut jälkeläiset) tai yhdistämällä muita tietoja ikämäärityksessä saatavaan lisätietoon. Ikämääritystietoa ei ole ollut käytettävissä tässä kanta-arviossa huomioitujen kuolleiden yksilöiden kohdalta.

Taulukko 1. Susien tilastoitu tunnettu kuolleisuus 1.8.2023–31.3.2024, n=65. Aineisto: Luonnonvarakeskus, Suomen riistakeskus ja Ruokavirasto.

Kuolinsyy	Riistakeskus aluetoimisto	lkm.	Sukupuoli/ lkm.	Tunnettu alfastatus*
Vahinkoperusteinen	Kainuu	5	U4/N1	
Vahinkoperusteinen	Lappi	18	U4/N14	
Vahinkoperusteinen	Oulu	25	U17/N8	1 lisääntynyt uros
Vahinkoperusteinen	Pohjanmaa	1	N1	
Vahinkoperusteinen	Pohjois-Savo	1	N1	
Vahinkoperusteinen	Varsinais-Suomi	1	U1	
Yhteensä		51		
Liikenne	Oulu	1	U1	
Liikenne	Pohjois-Karjala	2	U1/N1	
Liikenne	Pohjois-Savo	1	N2	
Liikenne	Rannikko-Pohjanmaa	1	N1	
Liikenne	Pohjois-Häme	1	N1	
Yhteensä		6		
Poliisin päätös	Oulu	2	U1/N1	
Poliisin päätös	Pohjanmaa	3	U3	
Poliisin päätös	Pohjois-Karjala	1	N1	
Poliisin päätös	Satakunta	1	N1	
Poliisin päätös	Etelä-Häme	1	U1	
Yhteensä		8		

U=uros, N=naaras, Vahinkoperusteinen = vahinkoperusteinen poikkeuslupa (ML 41 a § 1 mom); *Naaraiden. mahdollinen lisääntymisstatus selvitetty tutkimalla kohtu. Osalle aikuisista uroksista mahdollinen lisääntymisstatus selviää geneettisissä sukulaisuusselvityksissä myöhemmin.

Tunnettu kokonaiskuolleisuus 1.8.2023–31.3.2024 välisenä aikana oli 65 susiyksilöä. Vahinkoperusteisilla poikkeusluvilla kaadettiin 51 yksilöä, joista 48 kaadettiin poronhoitoalueella, yksi Pohjanmaalla, yksi Pohjois-Savossa ja yksi Varsinais-Suomessa. Poliisin päätöksellä (PL 2 luku 16 §) lopetettiin kahdeksan yksilöä. Liikenteessä kuoli kuusi sutta. Kaikki poliisin päätöksellä ja liikenteessä kuolleet sudet kuolivat poronhoitoalueen ulkopuolisen Suomen alueella.

Läntisessä Suomessa tunnettu kuolleisuus oli 12 sutta, itäisessä Suomessa 5 ja poronhoitoalueella 48 sutta. Tilastoitumatonta kuolleisuutta ei tässä yhteydessä erikseen arvioida.

4.3. DNA-näytteet yksilöntunnistamiseen

Yksilöt tunnistetaan DNA-analyyseilla. Analyyseilla saadaan tietoa susilaumoista ja niissä olevien susien vähimmäismäärästä. Maastosta kerättyjen uloste- ja virtsanäytteiden lisäksi DNA:han pohjautuva yksilöntunnistus tehdään myös kuolleiden susien kudosnäytteistä. Analyysituloksia verrataan keskenään sekä aikaisemmin tunnistettuihin yksilöihin. Näin saadaan selville, onko sama yksilö tavattu samalla reviirillä aiemmin tai muualla samana tai aiempana tarkasteluvuonna. Ulostenäytteiden kohdalla on tyypillistä, että eri yksilöistä löytyy eri määrä näytteitä.

Ulostenäytteissä oleva DNA on peräisin suolenseinämän solujen jäänteistä, joita jää varsinkin ulosteen pinnalle. Ulostenäytteiden analysointi on teknisesti haastavaa DNA:n vähäisestä määrästä ja heikosta laadusta johtuen. Tämän vuoksi ulostenäytteiden analysointi vaatii normaalitilanteessakin useita analyysikertoja luotettavan tuloksen saamiseksi. Aiempien tutkimusten perusteella on odotettavissa, että pakkasella kerättyjen näytteiden analyyseistä onnistuu luotettavasti 2/3. Tänä vuonna näytteistä onnistui 75 %. Sää, lämpötila, kosteus ja säilymisolosuhteet vaikuttavat analyysin onnistumiseen. Kostea ja lämmin keli heikentää näytteen laatua. Tiettynä aikavälinä alueella olevien susien yksilömääräarvion luotettavuuteen vaikuttaa se, kuinka monta kertaa kukin yksilö toistuu analyysissä (eli milloin uusien yksilöiden löytyminen hiipuu). Tästä syystä epäonnistuneet analyysit lisäävät tarvittavien näytteiden kokonaismäärää. Näytteiden kerääjiä ohjeistettiin näytteenotossa hygieniasta ja käytettävistä menetelmistä, jotta näytteen laatu säilyisi mahdollisimman hyvänä. Joskus maastosta voi tulla kerätyksi myös muiden kuin kohdelajin ulosteita. Analyysissä voidaan erottaa toisistaan sudet, koirat ja niiden väliset risteymät yksilötasolla. Myös ketun, supikoiran ja kultasakaalin näytteistä onnistuu lajinmääritys, mutta jos näyte on peräisin jostain muusta lajista, analyysi epäonnistuu osittain tai kokonaan (=ei voida määrittää).

DNA-näytteitä kerättiin aikavälillä 1.8.2022–15.3.2023 yhteensä 851 (Taulukko 2). DNA-näytteitä löytyi valtaosasta potentiaalisia reviirejä: 88 prosentilla alueista kerättiin vähintään yksi virtsa- tai ulostenäyte.

Taulukko 2. Suden ulostenäytekeräyksen näyteaineisto (sisältää myös virtsanäytteitä) ja onnistuneiden DNA-yksilöintitulosten määrä suuralueittain kaudella 2023–2024. Aineisto: Luonnonvarakeskus.

Suuralue	Vapaa-eht.	Luke	Muu viranom.	Näytteitä yhteensä	Onnistuneet susinäytteet	Eri susiyksilöitä	Suhdeluku näytt./yksilö
Itäinen suuralue	171	36	36	309	218	80*	2,7
Läntinen suuralue	358	158	28	542	391	150*	2,6
Yhteensä	529	258	64	851	609	229	2,7

*luvussa mukana kaikki alueella DNA-näytteissä tavatut yksilöt: sama yksilö saatettiin havaita sekä itäisellä että läntisellä suuralueella

Luotettavuuden parantamiseksi jokainen ulostenäyte analysoidaan kahdesti, minkä on todettu riittäväksi teknisten virhelähteiden minimoimiseksi. Mahdollisten kontaminaatioiden estämiseksi näytteet käsitellään tähän tarkoitukseen sopivassa ns. puhdastilassa. Lisäksi

näytteiden ohessa ajetaan ns. negatiivisia kontrolleja, joiden avulla vierasperäisen DNA:n (tai kontaminaatioiden) aiheuttama virhemahdollisuus voidaan poissulkea.

DNA-analyysi on tuonut tärkeän lisän susikannan arviointiin, joka talveen 2016–2017 asti perustui lähes pelkästään susihavaintoihin ja pantaseurantoihin. Mikäli näytteitä on riittävästi, saadaan DNA-tiedolla parempi kuva tietyn alueen susireviireistä, laumojen määrästä, niissä olevien yksilöiden vähimmäismäärästä ja mahdollisesti sukulaisuussuhteista. Kaikki DNA-näytteet (uloste-, virtsa-, karva- ja kuolleiden yksilöiden kudosnäytteet sekä pannoitettujen susien sylkinäytteet) analysoitiin Lukessa SNP-merkkigeeneihin perustuvalla menetelmällä, joka otettiin käyttöön kaudella 2021–2022. Näytteistä tutkittiin 96 SNP-merkkigeenin muuntelua, jonka avulla tunnistetaan eri susiyksilöt. Saatua aineistoa käytetään edelleen sukulaisuuksien selvittämiseen erillisen sukulaisuusanalyysin avulla. Tänä vuonna tehtiin sukulaisuusanalyysi kaikille kaudella 2023–2024 tavatuille susiyksilöille, ja siten voitiin selvittää kunkin laumareviirin sisältä tavattujen yksilöiden mahdollinen sukulaisuus. Mikäli yksittäisiä kertoja tavattu yksilö ei osoittautunut reviirin haltijoiden (lauman tai parin) sukulaiseksi, katsottiin sen olevan laumaan kuulumaton, todennäköinen vaeltaja. Mikäli yksilöstä oli kerätty useita näytteitä pidemmän aikajakson aikana, tulkittiin sen asuvan reviirillä, vaikka sillä ei olisi ollut sukulaisuussuhdetta muihin reviirin asukkaisiin. Menetelmän antaman tiedon luotettavuus on kuitenkin riippuvainen näytteiden keruun kattavuudesta.

Vuonna 2021 Lukessa otettiin käyttöön myös uusi koirasusiristeymien tunnistamiseen kehitetty menetelmä, joka perustuu 93 SNP-merkkigeeniin (Harmoinen ym. 2021). Menetelmän avulla voidaan tunnistaa takaisinristeymät suteen jopa kolmannen polven risteymiin saakka. Tämä tarkempi risteymäanalyysi tehdään kaikille ensimmäistä kertaa tavatuille yksilöille. Tänä vuonna analyyseista onnistui 94 %. Epäonnistuneet näytteet pyritään analysoimaan myöhemmin uudelleen. Todettua muuntelua verrataan suden ja koiran viiteaineistoon, joka on analysoitu samojen merkkigeenien suhteen.

Luke on tehnyt karttapohjaisen verkkopalvelun, jossa esitetään DNA-analyysiin perustuvat susien yksilölliset tiedot (yksilöllinen tunnistetieto, sukupuoli, keräyspäivämäärä). Palvelussa on nähtävillä ulostekeräysten DNA-tuloksia vuodesta 2013 alkaen, jolloin Lounais-Suomessa tehtiin ensimmäiset ulostekeräykset. Yksilötiedot metsästetyistä ja poikkeusluvilla ammutuista, kuolleena löydetyistä ja pannoitetuista susista on viety palveluun vuodesta 2014 eteenpäin. Palvelu löytyy osoitteesta: luonnonvaratieto.luke.fi/kartat. Uusia yksilötunnistustuloksia päivitetään palveluun joitakin kertoja vuodessa. Kanta-arviossa mukana olevien DNA-näytteiden tulokset on päivitetty palveluun tuoreeltaan kanta-arvion julkaisun yhteydessä.

4.4. Suurpetotutkimuksen muu maastotyö

Luke jatkoi talvella 2023–2024 susien lumijäljityksiin ja geneettisen materiaalin keruuseen pohjautuvaa työtä Pohjois-Pohjanmaan, Pohjanmaan, Pohjois-Savon, Kainuun ja Pohjois-Karjalan alueella. Varsinais-Suomen ja Satakunnan tunnetuilla susireviireillä maastotyöapua saatiin lisäksi Suomen Riistakeskuksen työntekijöiltä.

Tavoitteena on määrittää, onko reviirillä perhelauma vai pelkästään reviiriä merkkaava pari. Työssä pyritään saamaan luotettava arvio myös mahdollisen lauman yksilömäärästä. Tällaiset reviirit antavat vertailukohdan, jota tarvitaan uusien menetelmien edelleen kehittämisessä. Lisäksi havainnoitiin kaikkea susien käyttäytymistä ja liikkumista reviirialueilla. Keskeinen tuki ja näytekeruutyötä ohjaava aineisto oli petoyhdyshenkilöiden Tassu-järjestelmään kirjaamat susihavainnot.

5. Susiennuste

Suden populaatiomallin avulla voidaan kuvata susipopulaation koossa tapahtuvaa vuodenaikaista vaihtelua ja sitä, kuinka susipopulaation voidaan odottaa muuttuvan maaliskuuta koskevan kanta-arvion jälkeen. Populaatiomallilla voidaan ennustaa kannan kehitystä myös useamman vuoden päähän tulevaisuuteen. Yksityiskohtainen kuvaus mallin periaatteista ja toiminnasta löytyy Liitteestä 1.

Vuosina 2020–2022 susiennuste tuotettiin yksilöpohjaisella mallilla (ks. Heikkinen ym. 2022), jossa jokaista susiyksilöä ja sen kohtaloa mallinnettiin erikseen, ja populaatiotasolla näkyvät muutokset perustuivat simuloitujen yksilöiden välisiin vuorovaikutuksiin. Yksilöpohjainen mallinnus tuotti myös alueellisen ennusteen laumoille, pareille ja vaeltaville yksilöille yhden vuoden aikajänteellä. Vuonna 2023 susiennusteessa siirryttiin käyttämään uutta populaatiomallia, jossa pystytään hyödyntämään susikannasta viime vuosina kertyneet aineistot yksilöpohjaista mallinnusta tehokkaammin. Uuden populaatiomallin avulla voidaan myös ennustaa kannan kehitystä monta vuotta eteenpäin, kun yksilöpohjainen malli mahdollisti ennusteen tuottamisen vain yhden vuoden päähän. Toisin kuin yksilöpohjainen malli, uusi populaatiomalli ei kuitenkaan sovellu susien alueellisen jakautumisen ennustamiseen. Populaatiomallin keskeinen ominaisuus on, että sen tulokset ovat vertailukelpoisia suden suotuisan suojelutason viitearvolaskurin tulosten kanssa.

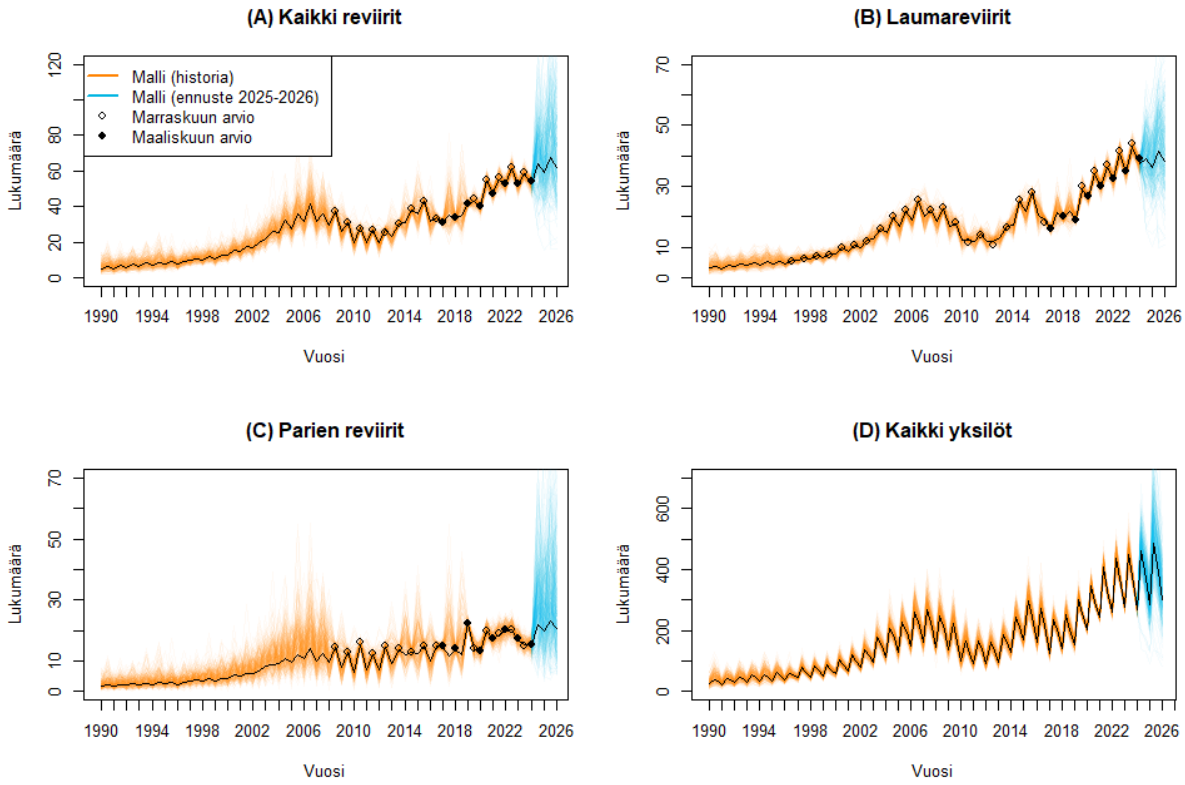
Tässä luvussa esitellään ensin maaliskuun 2024 kanta-arvion perusteella tehty ennuste, joka yltää maaliskuuhun 2026 saakka. Populaatioennustetta laskettaessa on tehty seuraavat oletukset:

- Susikannan syntyvyys ja luonnollinen kuolevuus pysyvät edelleen prosentuaalisesti samanlaisina kuin ne olivat keskimäärin jaksolla 1990–2024.
- Susien tuntematon poistuma populaatiosta (laiton tappaminen ja vaellus muualle) säilyvät prosentuaalisesti samanlaisina kuin ne olivat keskimäärin jaksolla 1990–2024.
- Liikennekuolemat sekä vahinkoperusteisista poikkeusluvista ja poliisin päätöksistä johtuva kuolleisuus pysyvät prosentuaalisesti samanlaisina kuin ne olivat keskimäärin jaksolla 1990–2024.
- Venäjän Karjalan susipopulaatio säilyy samalla tasolla kuin se oli viimeisen vuosikymmenen ajan.
- Kannanhoidollista metsästystä ei tapahdu ennustejaksolla. Mikäli kannanhoidollista metsästystä toteutettaisiin tulevaisuudessa, populaatio joko kasvaisi ennustetta hitaammin tai se kääntyisi laskuun riippuen kannanhoidollisen metsästyksen mitoituksesta.

Susikanta vaihtelee voimakkaasti vuoden mittaan (Kuva 8). Vuoden kierrossa susikanta on pienimmillään huhti-toukokuun vaihteessa, mutta kasvaa toukokuun aikana uusien pentujen syntyessä. Toukokuun lopussa kanta käy suurimmillaan, mutta lähtee sitten laskemaan kuolevuuden vuoksi. Toukokuun lopussa 2024 susien lukumääräksi ennustetaan 395–560 yksilöä 90 % todennäköisyydellä. Marraskuussa 2024 kannaksi ennustetaan 305–460 (90 % TN). Talven mittaan susikannan ennustetaan pienenevän edelleen siten, että maaliskuun 2025 kannaksi ennustetaan 224–369 (90 % TN). Maaliskuun 2025 kanta on ennusteen mukaan 75 % todennäköisyydellä suurempi kuin maaliskuun 2024 kanta. Odotettu kannan kasvu on noin kymmenen prosenttia vuodessa. Maaliskuun 2026 susikannaksi ennustetaan 210–447 (90 % TN) yksilöä, jolloin kanta on 81 % todennäköisyydellä suurempi kuin se oli maaliskuussa 2024.

Lauma- ja parireviirien lukumäärän ennustamiseen sisältyy hieman enemmän epävarmuutta kuin yksilömäärän ennustamiseen. Ennustemallin mukaan marraskuussa 2024 susilaumojen määrä on 90 prosentin todennäköisyydellä 30–54. Maaliskuun 2025 laumareviirien lukumääräksi ennustetaan 27–51 (90 % TN), jolloin laumareviirien lukumäärä on 71 % todennäköisyydellä suurempi kuin maaliskuussa 2024. Ennusteen mukaan maaliskuun 2026 laumareviirien määrä on 26–61 (90 % TN), jolloin laumareviirejä olisi 78 % todennäköisyydellä enemmän kuin maaliskuussa 2024.

Maaliskuun 2025 parireviirien lukumääräksi ennustetaan 10–52 (90 % TN) ja maaliskuun 2026 parireviirien lukumääräksi ennustetaan 10–57 (90 % TN).



Kuva 8. Susikannan kehitys 1990–2024 (oranssilla) ja ennuste maaliskuusta 2024 maaliskuuhun 2026 (sinisellä). Musta viiva kuvaa todennäköisintä arviota ja ennustetta. Oranssin ja sinisen sävyt kuvaavat arvioon ja ennusteeseen liittyvää epävarmuutta: tummempi värisävy kuvastaa suurempaa todennäköisyyttä. Arvio ja ennuste koskevat kokonaan Suomen puolella poronhoitoalueen eteläpuolella elävää susikantaa. Lähde: Luonnonvarakeskus.

6. Kanta-arviomallinnus: reviirikohtaiset yksilömäärät, laumojen ja parien määrä ja populaatiokoko

Reviirikohtaisen yksilömäärän arviointi perustuu Luonnonvarakeskuksessa kehitettyyn todennäköisyyspohjaiseen matemaattiseen malliin (Mäntyniemi ym. 2022a). Malli on kuvattu yksityiskohtaisemmin raportin Liitteessä 1. Malli käyttää aineistonaan reviirikohtaisia DNA-näytteitä ja Tassu-havaintoja. Malli yhdistää aineistojen tiedot todennäköisyysjakaumaksi, joka kuvaa laumakohtaista yksilömäärää. Yksilömäärän lisäksi mallin tulos esitetään reviirin tilaa koskevana todennäköisyysjakaumana, jossa reviirin tila on luokiteltu yksilömäärän perusteella seuraavasti:

- Yksittäinen: yksilömäärä on vähemmän kuin kaksi. Reviirin havainnot selittyvät yksittäisten susien liikkeillä alueen läpi.
- Pari: yksilömäärä on kaksi. Alueella on todennäköinen pari.
- Lauma: yksilömäärä on vähintään kolme. Alueella on todennäköisesti perhelauma. Joskus reviirillä voi olla myös pelkästään sisaruksista tai vanhemmasta ja pennu(i)sta koostuva lauma. Lisäksi joissakin harvoissa tapauksissa reviirillä elävien yksilöiden välillä ei DNA-analyysien perusteella ole sukulaisuussuhdetta eikä reviiriltä ole Tassu-havaintoja yksilöiden liikkumisesta yhdessä. Nämä tapaukset on merkitty reviirin lisätietoihin.

Kun yksittäisten reviirien susien lukumääriä kuvataan todennäköisyysjakaumilla Liitteessä 1 kuvatulla tavalla, syntyy samalla todennäköisyysjakauma myös parien ja laumojen määrälle (katso tarkempi kuvaus Liitteestä 1).

Susipopulaatio koostuu sekä reviireillä että reviirien ulkopuolella elävistä susista. Havaintoaineistoja käytetään yksittäisillä reviireillä elävien susien lukumäärän arviointiin Liitteessä 1 kuvatulla tavalla. Reviireillä elävien susien kokonaismäärän todennäköisyysjakauma lasketaan samalla periaatteella kuin laumojen ja parien määrä. Reviirien ulkopuolella elävien, vaeltavien susien määrää arvioidaan käyttämällä hyväksi yleistietoa, että tyypillisesti susipopulaatioissa noin 10–20 prosenttia populaatiosta on reviireiden ulkopuolisia yksilöitä keväällä ennen edellisvuoden pentujen irtaantumista synnyinlaumoistaan.

7. Havaitut koiran ja suden risteymät

Tärkeä osa susikannan seurantaa on luonnonvaraisen suden lajipuhtauden seuranta, eli koiran ja suden risteymien havaitseminen susikannassa. Koirasusiristeymät pystytään tunnistamaan luotettavasti ko. tarkoitusta varten suunnitellun DNA-analyysin avulla (ks. luku 4.3). Koirasusiyksilöitä tai niiden reviirejä ei lasketa Suomen susikantaan.

Kauden 2023–2024 DNA-analyyseissä paljastui kolme koirasutta (Kuva 9). Kaksi niistä tunnistettiin talven DNA-keräysnäytteistä ja kumpikin niistä oli tavattu DNA-näytteissä jo edelliskaudella (2022–2023).

Toinen koirasusinäytteistä kerättiin maaliskuussa 2024 Haminassa. Tämä yksilö on alkujaan Ylämaan koirasusilaumasta, jossa se tavattiin DNA-näytteissä joulukuussa 2022. Toisen koirasuden ulostenäyte kerättiin helmikuussa 2024 Närpiössä (Kaskisen-Närpiön reviirialueella), missä sama yksilö oli tavattu DNA-näytteissä myös tammikuussa 2023. Sukulaisuusanalyysin perusteella myös tämä yksilö on alun perin Ylämaan laumasta.

Lisäksi yksi koirasusi lopetettiin poliisin päätöksellä joulukuussa 2023 Lappeenrannassa lähellä Venäjän rajaa. Se oli DNA-aineistossa uusi yksilö, eikä se analyysien perusteella ollut sukua Ylämaan koirasusilaumalle.

Kuva 9. Näytteenkeruujaksolla 1.8.2023–29.2.2024 todetut suden ja koiran risteymät. Lähde: Luonnonvarakeskus.

8. Kanta-arvion tietoaineistot reviireittäin

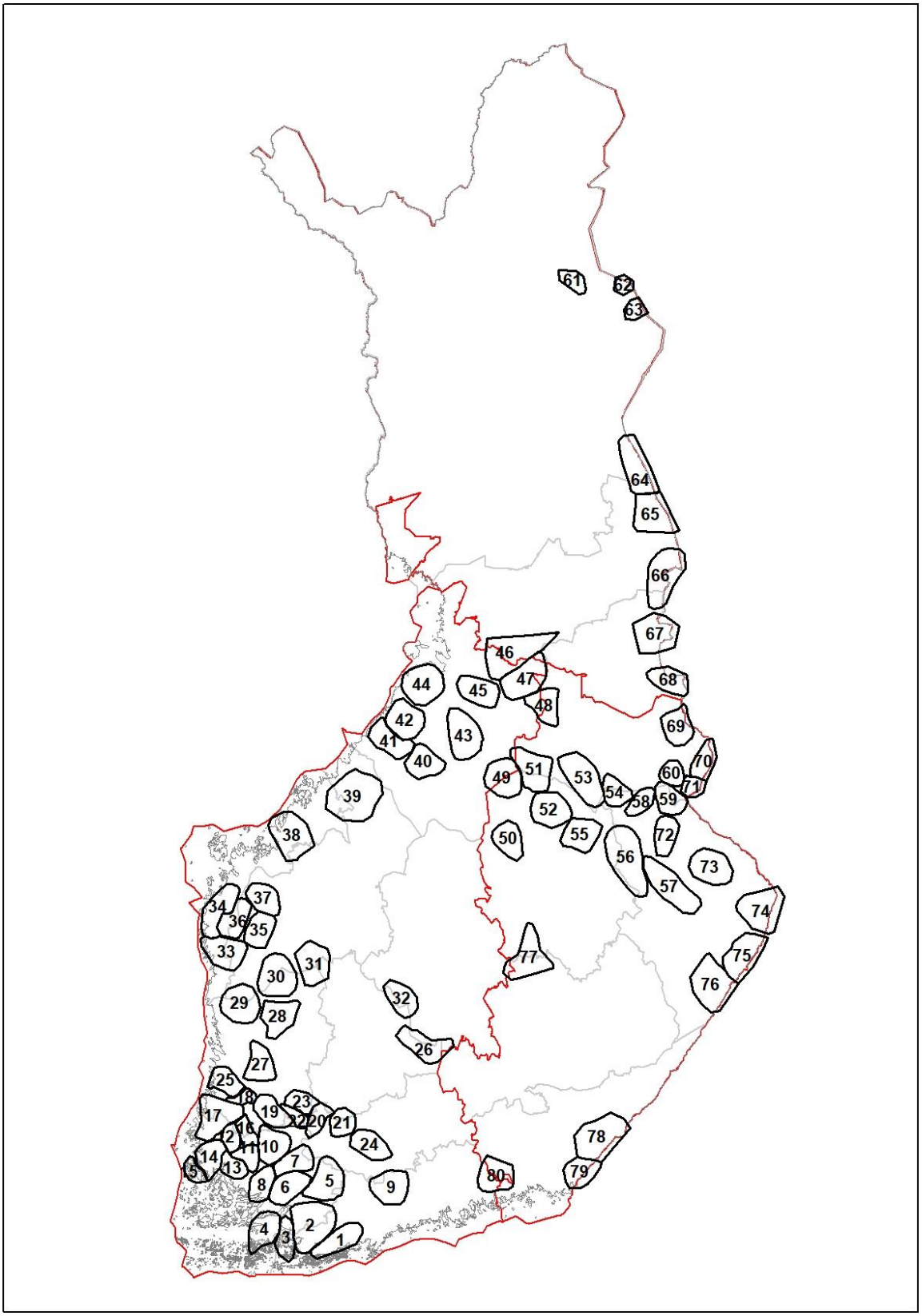
Kartassa (Kuva 10) näkyvät tarkasteltujen reviirien rajat ovat visuaalinen tulkinta, joka perustuu Tassu-järjestelmään kirjattuihin vähintään kahta yhdessä liikkuvaa sutta koskeviin havaintoihin ja/tai DNA-yksilöintitietoihin. Talvella 2023–2024 oli seurannassa yksi GPS-laitteella varustettu susi (reviiri nro 47). Reviirikohtaiset tiedot löytyvät erillisestä Liitteestä 2.

Reviirisivuille on koottu kaikki saatavilla oleva tieto susireviireistä. Reviirikohtaisella sivulla esitetään matemaattisen mallin (ks. Liite 1) muodostama todennäköisyysjakauma sekä yksilömäärälle että reviirin statukselle maaliskuussa 2024 ja todennäköisyysjakauma yksilömäärälle marraskuussa 2023. Lisäksi ilmoitetaan reviiristatuksen laskennallinen todennäköisyys (TN). Jokaisen reviirin osalta raportoidaan myös tarkastelujaksolta alueelta kertynyt aineisto (Tassu-havainnot ja DNA-näytteet) ja muita tietoja.

Reviirit on jaettu statuksen mukaan kolmeen luokkaan: yksittäinen, pari ja lauma. Reviirejä asuttavat useimmiten perhelaumat tai parit. Mukana on kuitenkin myös useamman suden asuttamia, tyypillisen reviirin kokoisia alueita, joilla ei todennäköisesti ole elellyt perhelaumaa. Jos reviirillä on todettu useampia susia, mutta kaikki reviirin sudet kattavassa DNA-pohjaisessa sukulaisuusanalyysissä ei havaittu perhelaumarakennetta, reviirin status on lauma, mutta ei perhelauma. Pari- ja laumareviirien määrää laskettaessa nämä reviirit kirjautuvat parireviireiksi, mutta susikannan kokonaisyksilömäärää arvioitaessa huomioidaan kaikki reviirin yksilöt. Jos todennäköisyysmallin tulosten perusteella reviirin todennäköisin status oli lauma eikä alueelta ole DNA-havaintoja tai niitä on vähän, alue saa statuksen perhelauman reviirinä.

Alueen määrittäminen susireviiriksi edellyttää tiettyä määrää DNA-näytteitä, pari- ja/tai laumahavaintoja. Jos alueella ei ole ollut reviiriä maaliskuussa 2023, Tassu-havaintoja ja/tai DNA-näytteitä tulee olla kirjattu tarkastelujaksolta (1.8.2023–29.2.2024) vähintään kymmenen, jotta alue saa reviiristatuksen marraskuulle 2023. Jos tarkastelualueella on ollut reviiri maaliskuussa 2023 ja alueelta on kirjattu tarkastelujakson ajalta vähintään viisi Tassu-havaintoa (pari- tai laumahavainto) ja/tai DNA-näytettä, alue saa reviiristatuksen marraskuussa 2023. Lopullinen reviiristatus marraskuulle 2023 ja maaliskuulle 2024 määräytyy molemmissa tapauksissa todennäköisyysmallin ja sukulaisuusanalyysin perusteella. Reviirin maaliskuisen statuksen määrittämisessä erityisen tärkeitä ovat kevätpuolen DNA-näytteet ja Tassu-havainnot. Tarkastelujakson aikana muutamalta reviiriltä (ks. Kuva 6) kirjattiin havaintoja vain syyskaudella. Näissä tapauksissa reviirin susien lukumäärä ja reviirin status maaliskuussa on kuitenkin ennustettu matemaattisen mallin avulla käyttäen muilta susireviireiltä opittua talviaikaista susiyksilöiden selviytymistodennäköisyyttä (ks. Luku 9).

Reviirien lisäksi osa alueista on määritelty havaintoalueiksi. Nämä ovat alueita, joilla on ollut reviiri vuonna 2023, mutta jotka havaintomäärän perusteella eivät saa reviiristatusta yllä mainittujen sääntöjen mukaisessa tarkastelussa.



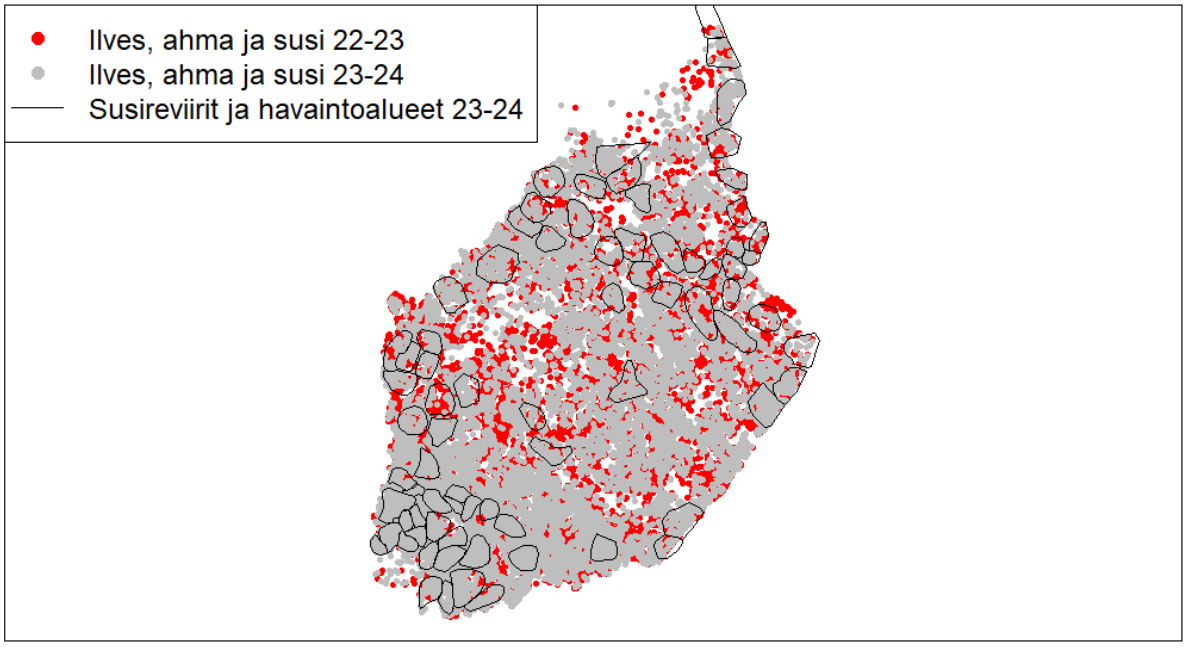
Kuva 10. Kartta susien (laumat ja kaksin liikkuvat sudet sekä havaintoalueet) tarkastelluista esiintymisalueista. Numerointi vastaa yksittäisten reviirien numerointia. Lähde: Luonnonvara-keskus.

9. Muutokset Tassu-havaintojen ja DNA-näytteiden määrissä ja niiden vaikutus kanta-arviointiin

Tassu-havaintojen alueellisessa ja ajallisessa jakautumisessa havaittiin muutos. Myös DNA-näytteitä kerättiin vähemmän kuin edellisinä vuosina. Tässä luvussa käsitellään muutosten vaikutuksia kanta-arviointiin.

Kanta-arvion luvut eivät määräydy suoraan havaintojen ja DNA-näytteiden lukumäärän perusteella. Lukumäärät vaikuttavat arvioon liittyvään epävarmuuteen mutta eivät arvioon kannan tasosta. Tassuun kirjattujen susihavaintojen osalta havaintojen kokonaislukumäärää oleellisempaa on aineiston alueellinen ja ajallinen kattavuus. Hyvä alueellinen kattavuus auttaa tunnistamaan kaikki susireviirit. Hyvä ajallinen kattavuus puolestaan kertoo reviirin säilymisestä yli talven. Maaliskuun kanta-arvion kannalta oleellisimpia ovat vuodenvaihteen jälkeen tehdyt havainnot.

Suurpetohavainnoinnin alueellista kattavuutta ja siinä tapahtuneita muutoksia voidaan arvioida tarkastelemalla yhtä aikaa kaikkia sudesta, ahmasta ja ilveksestä talven aikana kertyneitä havaintoja. Kuvassa 11 esitetään tarkastelukauden 2022–2023 suurpetohavainnot punaisella värillä, jonka päälle on harmaalla värillä esitettynä kauden 2023–2024 havainnot. Alueilla, jotka näkyvät punaisella, on siis kirjattu havaintoja kaudella 2022–2023, mutta ei kaudella 2023–2024. Kuvassa 11 näkyvät vertailukohtana myös maaliskuun 2024 kanta-arviossa tarkastellut reviirit ja havaintoalueet. Susireviirien suuren koon takia on epätodennäköistä, että useita susireviirejä olisi jäänyt havaitsematta tilanteessa, jossa havainnoinnin alueellinen kattavuus on muuttunut vuosien välillä.



Kuva 11. Syys- ja talvikaudella (syyskuu-helmikuu) Tassu-järjestelmään kirjatut suupetohavainnot (ilves, ahma ja susi) vuosina 2022–2023 (punaiset ympyrät) ja 2023–2024 (harmaat ympyrät) sekä tässä kanta-arvioraportissa tarkastellut susireviirit ja havaintoalueet (mustalla rajatut alueet). Lähde: Luonnonvarakeskus.

Tassu-havaintojen ajallisessa jakautumisessa vuoden vaihteen molemmin puolin havaittiin kuitenkin muutos (Taulukko 3), jonka takia kanta-arviossa käytettäviä päättelysääntöjä päivitettiin hieman vastaamaan paremmin nykyistä tilannetta. Vuoden 2023 kanta-arviossa reviirin tulkittiin sisältävän maaliskuussa vain yksittäisiä susia, mikäli Tassu-havaintoja ja DNA-näytteiden yhdistelmiä oli vuodenvaihteen jälkeen raportoitu vain yksi. Muuttuneen tilanteen vuoksi päättelysääntöjä päivitettiin siten, että sellaisten reviirien, joilta ei ollut lainkaan havaintoja vuodenvaihteen jälkeen, status ennustettiin matemaattisen mallin avulla. Ennuste perustui muilta susireviireiltä laskettuun arvioon susien talviaikaisesta selviytymistä. Havaintojen täydellistä puuttumista kevätkaudella ei pidetty merkkinä reviirien häviämisestä, sillä havaintojen puuttumisen syyksi voitiin useimmissa tapauksissa päätellä poikkeuksellisen vaikeat lumiolosuhteet tai reviirin DNA-näytteiden kiintiöidyn määrän (katso alla) täyttyminen jo ennen vuodenvaihdetta. Reviirit, joilta havainnot puuttuivat kevätkaudelta kokonaan, on merkitty kuvaan 6.

Taulukko 3. Tassu-havainnot (pari- ja laumahavainnot) ja kerätyt DNA-näytteet vuosina 2022–2023 ja 2023–2024.

Havaintojakso / Aineistotyyppi	2022–2023		2023–2024	
	Syksy	Kevät	Syksy	Kevät
Tassu-havainnot	2 139 (58 %)	1 571 (42 %)	2 399 (70 %)	1 009 (30 %)
DNA-näytteet	426 (37 %)	723 (63 %)	351 (41 %)	501 (59 %)

DNA-näytteitä kertyi keräyssuunnitelman tavoitteiden mukaisesti vähemmän kuin edellisenä vuonna (Taulukko 3). Keräyssuunnitelman avulla keräystä pyrittiin optimoimaan resurssitehokkaammaksi siten, että reviirikohtainen näytekertymä olisi riittävä tuottamaan kanta-arviossa tarvittavan informaation 1) reviirialueiden erotteluun toisistaan, 2) lisääntymisten tunnistamiseen ja 3) vaeltavien susien erottamiseen reviirin vakituisista asukkaista. Tätä tavoitellen laumareviireille asetettiin tavoitteeksi 20 näytettä (maksimi 30 näytettä) ja parireviireille 10 näytettä (maksimi 20 näytettä). Suuren näytemäärän sijaan tavoitteena oli keräyksen korkea alueellinen kattavuus, mikä saavutettiinkin, sillä 88 prosentissa potentiaalisista reviireistä kerättiin vähintään yksi DNA-näyte (edelliskaudella 85 %).

Edellä mainittujen päätavoitteiden lisäksi kertyneitä DNA näytteitä käytetään myös reviireillä elävien susien lukumäärän arviointiin. Kun DNA-näytteiden määrä vähenee, voidaan odottaa myös näytteissä esiintyvien erillisten yksilöiden lukumäärän vähenevän. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että kanta-arvion yksilömäärä automaattisesti pienenisi. Kanta-arviossa käytettävä todennäköisyysmalli huomioi näytemäärän ja laskee, kuinka monta sutta todennäköisesti jäi DNA-keräyksen ulkopuolelle. DNA-näytteiden väheneminen vaikuttaa siten arvion epävarmuuteen, mutta ei aiheuta systemaattista harhaa.

Vapaaehtoisten keräämät Tassu-havainnot ja DNA-näytteet ovat olleet vuosittaisen kannanarvioinnin kulmakiviä. Nykyinen kannanarviointi koostaa tietoa monesta aineistolähteestä. Luke pyrkii kehittämään kanta-arviomenetelmiä edelleen siten, että ne toimivat myös silloin, jos yksittäisiin aineistolähteisiin tulisi muutoksia.

Viitteet

Harmoinen, J., von Thaden, A., Aspi, J., Kvist, L., Cocchiararo, B., Jarausch, A., Gazzola, A., Sin, T., Lohi, H., Hytönen, M.K., Kojola, I., Vik Stronen, A., Caniglia, R., Mattucci, F., Galaverni, M., Godinho, R., Ruiz-González, A., Randi, E., Muñoz-Fuentes, V. & Nowak, C. 2021. Reliable wolf-dog hybrid detection in Europe using a reduced SNP panel developed for non-invasively collected samples. – BMC Genomics 22: 1–15.

Heikkinen, S., Valtonen, M., Härkälä, A., Johansson, H., Harmoinen, J., Helle, I., Mäntyniemi, S. & Kojola, I. 2022. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 139 s.

Mäntyniemi, S., Helle, T. & Kojola, I. 2022a. Assessment of the residential Finnish wolf population combines DNA captures, citizen observations and mortality data using a Bayesian state-space model. – European Journal of Wildlife Research 68:70.

Mäntyniemi, S., Valtonen, M., Helle, I., Johansson, H., Ponnikas, S., Nivala, V., Harmoinen, J., Herrero, A., Heikkinen, S., Kvist, L., Aspi, J., Kojola, I. & Holmala, K. 2022b. Suomen susikannan suotuisan suojelutason viitearvojen määrittäminen: Loppuraportti 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 80/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 147 s.

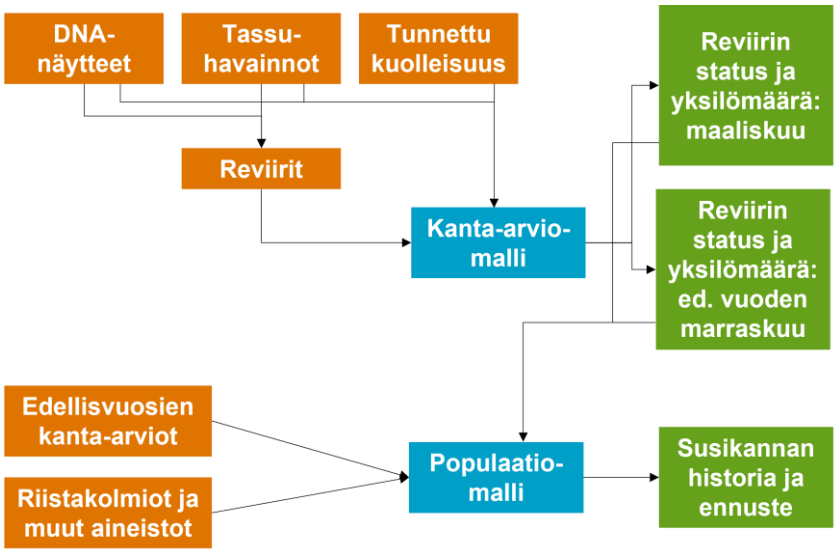
Liitteet

Liite 1. Mallinnusmenetelmät

Luonnonvarakeskus käyttää matemaattisia malleja sekä tehdessään suden kanta-arvioita että ennustaessaan susikannan kehittymistä kanta-arvion jälkeen. Mallit eivät koskaan pysty kuvaamaan todellisuutta täydellisesti. Malleja pyritään kehittämään jatkuvasti.

1. Malleilla on omat tehtävänsä mutta ne ovat yhteydessä toisiinsa

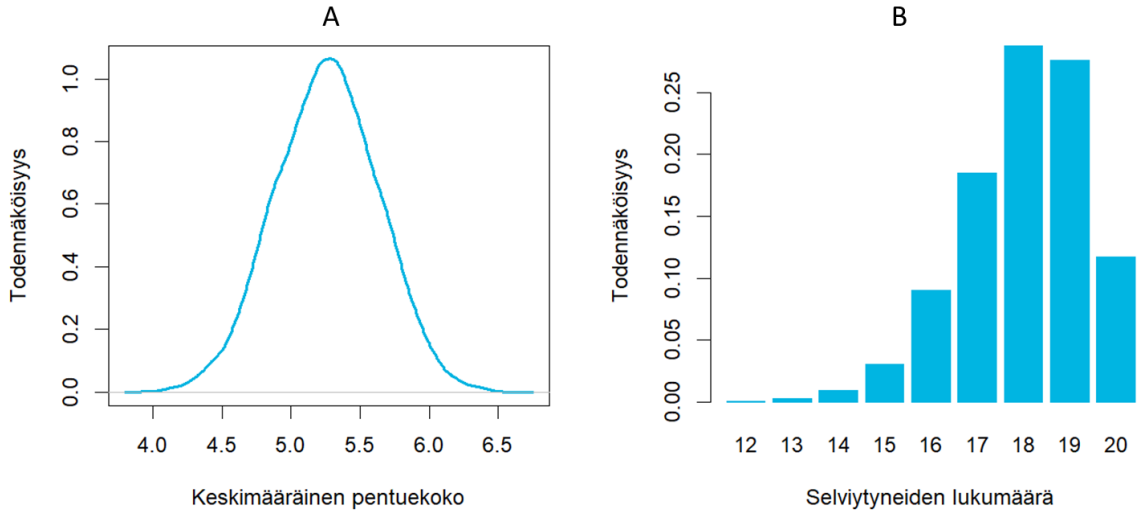
Kanta-arviomallia käytetään nimensä mukaisesti suden vuosittaiseen kanta-arvioon. Malli käyttää lähtötietoinaan vuoden aikana kerättyjä DNA-näytteitä, Tassu-havaintoja ja tietoja tunnetusta kuolleisuudesta, ja se tuottaa arvion susien lauma-, pari- ja yksilömääristä Suomessa. Suden populaatiomallilla vuorostaan kuvataan Suomen susikantaa pidemmän ajan kuluessa: sillä voidaan arvioida kannan kehitystä niin menneisyydessä kuin tulevaisuudessakin. Vaikka mallit ovat toisistaan erillisiä, niiden välillä on kytköksiä (Kuva L1).



Kuva L1. Luken susimallien kokonaisuus ja yhteydet toisiinsa. Siniset laatikot kuvaavat malleja, oranssit laatikot aineistoja ja vihreät laatikot mallien tuottamia tuloksia. DNA- ja Tassu-havaintoja käytetään reviirirajojen määrittämiseen. Reviiritietoja käytetään yhdessä DNA-, Tassu- ja kuolleisuustietojen kanssa kanta-arviomalliin syötettävinä aineistoina. Kanta-arviomalli tuottaa arvion susien reviiristatuksista ja yksilömääristä. Näitä käytetään vuorostaan aineistona yhdessä muiden aineistojen kanssa populaatiomallissa, joka tuottaa arvion susikannan koosta menneisyydessä ja jolla voidaan ennustaa myös kannan kehitystä tulevaisuudessa. Lähde: Luonnonvarakeskus.

2. Epävarmuuden huomiointi mallinnuksessa

Yhteistä Luken kehittämille susimalleille on, että ne pohjaavat todennäköisyyslaskentaan ja mahdollistavat näin ollen erilaisten epävarmuustyyppien huomioimisen. Tieteessä epävarmuuden mittana toimii todennäköisyyden käsite. Todennäköisyyden avulla kuvataan, kuinka voimakkaasti erilaisiin asioihin, kuten mallinnuksessa käytettäviin parametriarvoihin ja mahdollisiin kehityskulkuihin on syytä uskoa. Epävarmuutta kuvataan todennäköisyysjakaumalla. Todennäköisyysjakauma kertoo, kuinka mahdollisina pidämme kuvattavan asian, kuten esimerkiksi reviirikohtaisen yksilömäärän, mahdollisia arvoja. Jos jakauma on kovin leveä, olemme epävarmoja tästä arvosta; kapea ja korkeahuippuinen jakauma kuvaa vuorostaan suhteellisen varmaa tietoa. Kuvassa L2 havainnollistetaan kaksi erilaista todennäköisyysjakaumaa. Keskimääräisen pentuekoon jakauma (Kuva L2A) kuvaa, kuinka tarkasti keskimääräinen pentuekoko tunnetaan aikaisempien tutkimusten perusteella. Selviytyneiden susien ehdollinen todennäköisyysjakauma (Kuva L2B) puolestaan kuvaa sattuman vaikutusta: kuinka monta sutta selviytyisi seuraavaan vuoteen, jos edellisenä vuonna susia oli 20 yksilöä, ja jos keskimääräinen selviytymistodennäköisyys on 90 %. Jakauma on verrattavissa nopanheiton tuloksen ennakointiin: kuinka monta kuutosta saadaan, jos noppaa heitetään vaikkapa kymmenen kertaa?



Kuva L2. A) Keskimääräisen pentuekoon todennäköisyysjakauma kuvaa, kuinka hyvin keskimääräinen pentuekoko tunnetaan. B) Esimerkki satunnaisvaihtelua kuvaavasta todennäköisyysjakaumasta. Selviytyvien susien lukumäärän todennäköisyysjakauma, jos edellisenä vuonna susia oli 20 ja keskimääräinen selviytymistodennäköisyys on 90 %. Lähde: Luonnonvarakeskus.

Todennäköisyysjakaumien käyttö mahdollistaa epävarmuuden selkeän kuvaamisen, mutta niiden matematiikka on kuitenkin haasteellista: vain harvoissa poikkeustapauksissa tarvittavat integraalit on mahdollista ratkaista. Vaikka jakaumat eivät olekaan täsmällisesti ratkaistavissa, niitä voidaan approksimoida erittäin tarkasti niin sanotun Monte Carlo -simulaation avulla. Tämä tarkoittaa, että tunnetuista todennäköisyysjakaumista arvotaan eli valitaan satunnaisesti suuri joukko mahdollisia alkutilan ja populaatioparametrien sekä satunnaisvaihtelun arvoja, joiden avulla vastaavasti lasketaan suuri määrä mahdollisia ennusteita. Näin syntyvä ennusteiden ”parvi” kuvaa hyvin ennusteen tarkkuutta todennäköisyysjakauman muodossa.

Ensimmäinen epävarmuuden tyyppi, joka mallinnuksessa otetaan huomioon, on epätäydellinen tieto. Tämä koskee niin kanta-arviomallia kuin ennuste- ja populaatiomalleja. Kanta-arvio-mallissa epävarmuutta liittyy reviirikohtaisten yksilömäärien, parien ja laumojen määrien sekä kokonaisyksilömäärän arvioon. Ennuste- ja populaatiomalleissa ollaan epävarmoja populaation alkutilasta, jokaisen ajanhetken populaatiokoosta ja populaatiodynamiikan parametreista. Ennustemallissa alkutilalla tarkoitetaan maaliskuun kanta-arviota: susikannan tilaa ei tiedetä aivan täsmälleen, joten arvio esitetään välinä, jonka sisällä todellinen populaatiokoko on suurella todennäköisyydellä. Populaatiomallissa epävarmuutta liittyy vastaavasti laskennan ensimmäisen vuoden populaatiokokoon. Populaatiodynamiikan parametrit määrittelevät, millaista vauhtia susikanta voi kasvaa tai vähentyä. Keskeisiä parametrejä ovat esimerkiksi keskimääräinen pentuekoko, luonnollinen kuolevuus sekä ihmisen aiheuttama kuolevuus. Kuten ennusteen alkutilaa, myöskään näitä parametrejä ei ole mahdollista tuntea täsmällisesti. Tieteellisten julkaisujen ja tutkimusaineistojen perusteella on kuitenkin mahdollista päätellä rajat, joiden sisällä parametrien arvot todennäköisesti ovat.

Populaation muuttumiseen ajan myötä liittyy lisäksi sattuman vaikutus. Vaikka lähtötila ja populaatiodynamiikan parametrit täsmälleen tunnettaisiin, ei populaation kehitystä voi kuitenkaan täsmällisesti ennustaa. Populaatiodynamiikan parametrit määrittelevät, miten populaation voi odottaa kehittyvän, ja kuinka paljon erilaiset kehityskulut voivat sattumalta poiketa tästä odotusarvosta.

3. Kanta-arviomalli

Laumakohtaisen yksilömäärän arviointi

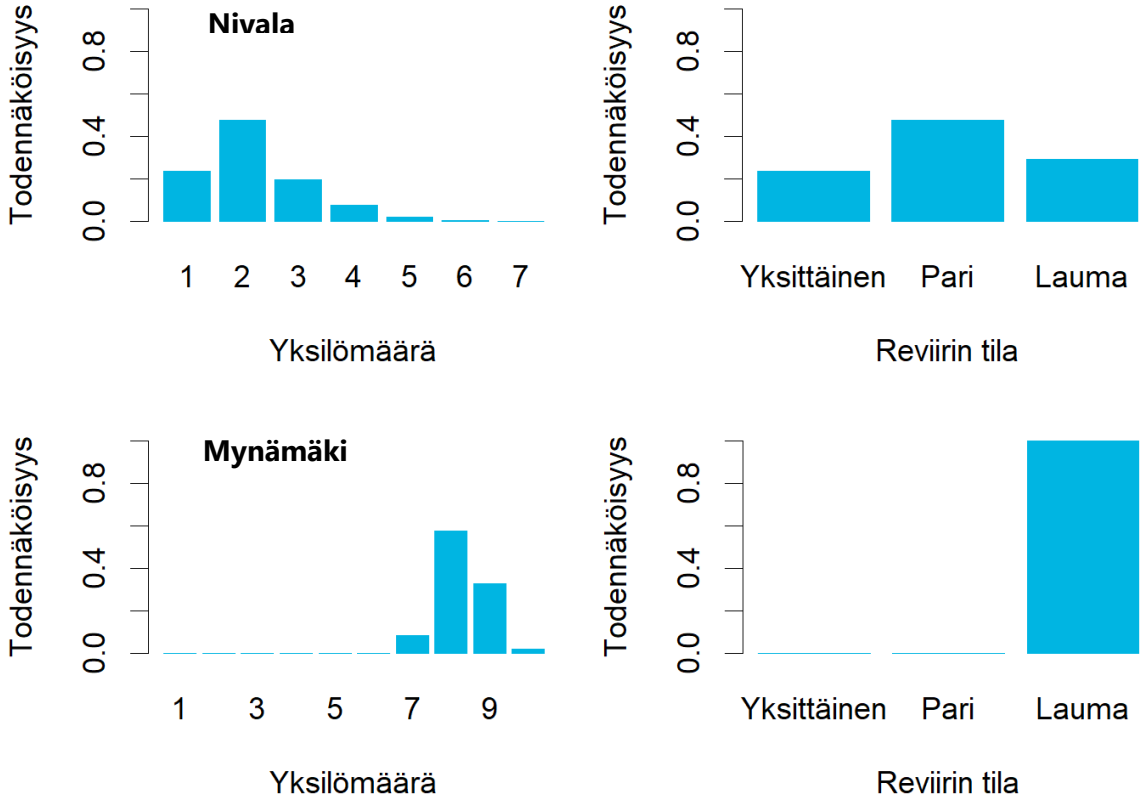
Aikaisemmin laumakohtaisen yksilömäärän arviointi perustui kokeneiden tutkijoiden näkemykseen, joka muodostui tarkastelemalla yhtä aikaa Tassu-havaintoja, DNA-näytteitä, GPS-aineistoa sekä Luonnonvarakeskuksen kenttähenkilökunnan tekemiä lisähavaintoja tiettyjen päättelysääntöjen avulla. Päättely eläinten lukumäärästä havaintoaineistojen perusteella sisältää aina enemmän tai vähemmän epävarmuutta. Osa eläimistä saatetaan havaita useaan kertaan, osa taas voi jäädä kokonaan havaitsematta. Tämä koskee sekä DNA- että Tassu-havaintoja.

Jotta reviirikohtaiseen tietoon ja yksilömääräarvioon liittyvää epävarmuuden määrää voitaisiin läpinäkyvällä tavalla arvioida ja viestiä entistä paremmin, yksilömäärien arviontiin on kehitetty todennäköisyyslaskentaan perustuva matemaattinen malli (Mäntyniemi ym. 2022a). Malli tulkitsee Tassu-havaintoja ja DNA-näytteitä ja yhdistää niiden sisältämän tiedon todennäköisyysjakaumaksi, joka kuvaa päätelmän tarkkuutta. Malli huomioi myös reviirikohtaisen tunnetun poistuman, eli kuolleisuuden ja reviiriltä vaeltamaan lähteneet sudet. Tuloksena syntyvä todennäköisyysjakauma liittää jokaiseen mahdolliseen yksilömäärään todennäköisyyden, joka kuvaa, kuinka pontevasti kuhunkin yksilömäärään on syytä uskoa havaintoaineiston ja taustatietojen perusteella.

Raportin luvussa 8 esitetään yhteenveto reviirikohtaisesta havaintoaineistosta. Samassa yhteydessä esitetään myös mallin tuottama susien lukumäärän todennäköisyysjakauma kyseiselle reviirille sekä maaliskuussa että edellisen vuoden marraskuussa. Yksilömäärän lisäksi mallin tulos esitetään reviirin tilaa koskevana todennäköisyysjakaumana, jossa reviirin tila on luokiteltu yksilömäärän perusteella seuraavasti:

- Yksittäinen: yksilömäärä on vähemmän kuin kaksi. Reviirin havainnot selittyvät yksittäisten susien liikkeillä alueen läpi.
- Pari: yksilömäärä on kaksi. Alueella on lisääntymiskykyinen pari.
- Lauma: yksilömäärä on vähintään kolme. Yleensä kyseessä on perhelauma eli havaintojen perusteella yksilöt liikkuvat yhdessä ja/tai sukulaisuusanalyysissä todetaan yksilöiden välillä vanhempi-jälkeläis-suhde. Joskus reviirillä voi olla myös sisaruksista tai vanhemmasta ja pennu(i)sta koostuva lauma. Joissain harvoissa tapauksissa reviirillä tulkitaan aineiston perusteella elävän vähintään kolme yksilöä, mutta sukulaisuusanalyysin perusteella yksilöt eivät muodosta perhelaumaa. Nämä tapaukset on merkitty reviirin lisätietoihin.

Tarkastellaan esimerkkinä Nivalan reviiriä vuodelta 2022. Kuva L3 (ylärivi) esittää Nivalan reviirillä elävien susien lukumäärän todennäköisyysjakauman. Tässä esimerkkitapauksessa todennäköisin lukumäärä on kaksi sutta, mutta myös hieman suuremmat ja pienemmät lukumäärät ovat mallin mukaan myös mahdollisia, mutta eivät niin todennäköisiä.

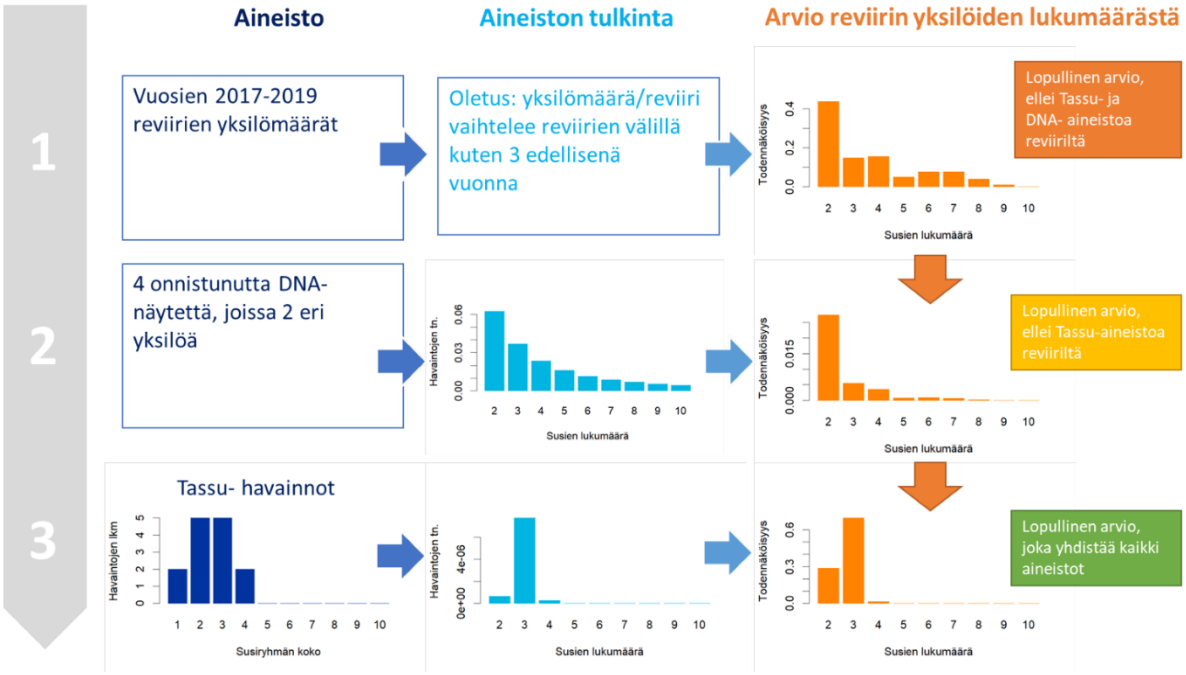


Kuva L3. Nivalan (ylhäällä) ja Mynämäen (alhaalla) reviireillä maaliskuussa 2022 elävien susien lukumäärän todennäköisyysjakauma (vasemmalla) ja reviirin tilaa koskevan luokittelun todennäköisyysjakauma (oikealla). Lähde: Luonnonvarakeskus.

Huomionarvoista on, että tällaisessa tapauksessa ei ole varmaa, onko tällä reviirillä ollut vain yksittäisiä susia, susipari vai perhelauma (lisääntyvä pari ja edellisen vuoden pentuja). Parin todennäköisyys on hieman alle 50 % ja lauman todennäköisyys on noin 30 %. Alueen havainnot selittyvät yksittäisillä susilla hieman yli 20 % todennäköisyydellä. Nivalan reviirin tilaa koskeva suuri epävarmuus johtuu vähäisestä havaintojen määrästä. Alueelta on keväältä vain kaksi havaintoa parista, eikä lainkaan DNA-näytteitä.

Mynämäen reviiri (Kuva L3, alarivi) on esimerkki alueesta, jossa aineistoa on ollut enemmän käytettävissä. Todennäköisin yksilömäärä on kahdeksan, mutta reviirillä voi olla myös yhdeksän sutta yli 30 % todennäköisyydellä. Erityisesti 11 onnistuneesti määritettyä DNA-näytettä, joista löytyi kahdeksan eri yksilöä vaikuttavat siihen, että reviiri luokitellaan 100 % todennäköisyydellä laumaksi.

Todennäköisyysmalli ottaa kaikki saatavilla olevat tiedot huomioon yhtä aikaa. Mallin toiminnan voi kuitenkin ajatella vaiheittain etenevänä oppimisprosessina. Seuraavassa käydään läpi mallin toimintaperiaate kuvitteellisen reviirin tapauksessa (Kuva L4).



Kuva L4. Havainnekuva todennäköisyysmallin toiminnasta kuvitteellisen reviirin tapauksessa. Mallin avulla arvioidaan reviirikohtaista susien lukumäärää yhdistämällä aiempien vuosien aineisto reviirikohtaisiin DNA- ja Tassu-havaintoihin. Mallin toimintaperiaate kuvataan tarkemmin tekstissä. Lähde: Luonnonvarakeskus.

1. **Aikaisempien vuosien kanta-arvioista nähdään, kuinka usein erilaisia yksilömääriä on reviireillä suhteellisesti esiintynyt.** Näiden tietojen perusteella muodostuu ennakkotietoa kuvaava jakauma. Ellei reviiriltä ole tarkentavaa havaintoaineistoa, tämä jakauma toimii yksilömäärän arviona sellaisenaan.
2. **Jakaumaa päivitetään DNA-aineiston perusteella. Päivittäminen tapahtuu todennäköisyyslaskennan laskusääntöjen mukaisesti.** (Mikäli DNA-aineistoa ei ole, siirrytään suoraan vaiheeseen 3.) Tässä vaiheessa on tarpeellista määrittää, kuinka todennäköistä olisi havaita juuri sellainen DNA-aineisto, joka reviiriltä on kertynyt, mikäli susien lukumäärä tunnettaisiin. Tämä lasketaan jokaiselle mahdolliselle yksilömäärälle lähtien oletuksesta, että kaikilla reviirin susilla on sama mahdollisuus päätyä DNA-aineistoon. Esimerkkitapauksessa on saatu neljä onnistunutta näytettä, joista on löytynyt kahden eri yksilön DNA:ta. Tällaisen aineiston havaitseminen on todennäköisintä, jos susia on reviirillä kaksi. Aineiston todennäköisyys laskee lukumäärän kasvaessa. Nämä havaintoaineiston ehdolliset todennäköisyydet kerrotaan vaiheessa 1) määritellyillä todennäköisyyksillä. Syntyy uusi jakauma, joka sisältää sekä DNA-aineiston että aikaisemmista kanta-arvioista kertyneen informaation. Mikäli

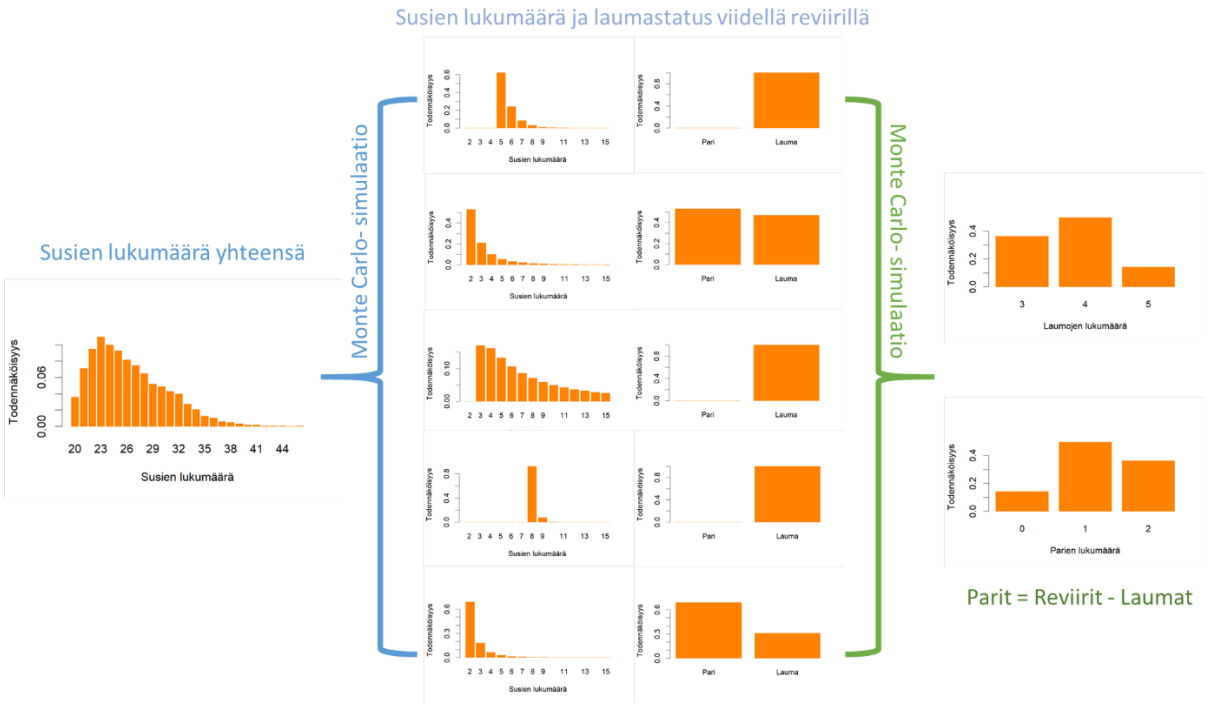
reviiriltä ei ole muuta havaintoaineistoa, tämä jakauma päätyy yksilömäärän arvioksi kyseiselle reviirille.

3. **Jos reviiriltä on olemassa Tassu-havaintoja, jakauman päivittäminen jatkuu niiden perusteella.** Aineistona käytetään parihavaintojen osuutta kaikista vähintään kahta sutta koskevista havainnoista ja suurinta yhtä aikaa havaittujen susien määrää. Tassuhavaintojen kokonaismäärä kyseiseltä reviiriltä otetaan huomioon havaintojen tulkinnassa. Tässäkin tapauksessa on määritettävä aineiston syntymisen todennäköisyys erilaisten yksilömäärien osalta. Aineiston todennäköisyyttä arvioidaan käyttämällä tietoa sellaisilta reviireiltä, joissa yksilömäärä on voitu arvioida tarkasti jo DNA-havaintojen perusteella. Tässä esimerkissä on havaittu useimmiten kahden ja kolmen suden ryhmiä, mutta myös neljän suden ryhmä on havaittu. Malli ei kuitenkaan automaattisesti tulkitse laumaa varmuudella vähintään neljän yksilön kokoiseksi: Tassu-havainnoissa esiintyy silloin tällöin virheitä liittyen esimerkiksi susien lukumäärän päättelyyn jälkihavaintojen perusteella, mikä on otettava mallissa huomioon. Vaiheessa 2 syntynyttä jakaumaa käytetään nyt ennakkotietoa kuvaavana jakaumana: se kuvaa tietoa ennen Tassu-havaintojen tulkintaa. Kun jakaumaan yhdistetään Tassu-havaintojen todennäköisyys, syntyy jälleen uusi jakauma, joka sisältää nyt Tassu-havaintojen, DNA-näytteiden sekä aiemmista kanta-arvioista kertyneen tiedon. Tässä esimerkkitapauksessa aiempien vuosien ennakkotieto ja DNA-näyte tukivat voimakkaimmin kahden suden yksilömäärää, mutta Tassu-havainnot muuttivat käsitystä siten, että todennäköisin arvo on kolme, mutta myös parin mahdollisuus on kohtalaisen suuri. **Aineistojen suhteellinen painoarvo vaihtelee reviiristä toiseen sen mukaan, kuinka paljon mitäkin aineistoa on reviiriltä kertynyt.**

Laumojen ja parien lukumäärän arviointi

Reviiri, jolla elää kaksi sutta, luokitellaan parin reviiriksi. Jos susien määrä on tätä suurempi, reviiri luokitellaan lauman reviiriksi. Kuten edellisessä alaluvussa huomattiin, reviirillä elävien susien määrä on joissakin tapauksissa epävarma. Tämä heijastuu myös siihen, kuinka tarkasti laumojen ja parien lukumääriä on mahdollista arvioida. Kun yksittäisten reviirien susien lukumääriä kuvataan todennäköisyysjakaumilla, syntyy samalla todennäköisyysjakauma myös parien ja laumojen määrälle (Kuva L5).

Parien ja laumojen jakaumien laskemiseen käytetään Monte Carlo -simulaatiotekniikkaa (Mäntyniemi ym. 2022a). Tällöin jokaisen reviirin susilauman kokoa kuvaavasta todennäköisyysjakaumasta poimitaan satunnaisesti yksilömäärä. Tämän yksilömäärän perusteella määritetään, onko kyseessä lauma vai pari. Kun kaikki reviirit on käyty läpi, laumojen ja parien lukumäärät lasketaan. Tätä toistetaan kaikkien reviireiden osalta tuhansia kertoja, jolloin simuloiduista arvoista muodostuu laumojen ja parien lukumäärien todennäköisyysjakaumat.



Kuva L5. Havainnekuva laumojen, parien ja reviirillä elävien susien kokonaislukumäärän todennäköisyysjakaumien muodostamisesta kuvitteellisessa viiden reviirin kokoisessa susipopulaatiossa, jossa susien lukumäärä on arvioitu ensin reviirikohtaisesti. Lähde: Luonnonvarakeskus.

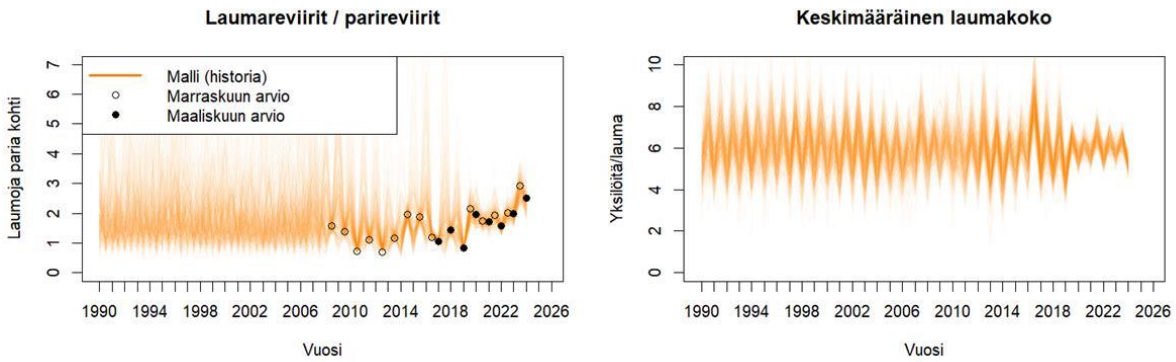
Laumojen ja parien lukumääräsuhteen sekä laumakoon vaihtelu

Lauma- ja parireviireiden välisessä lukumääräsuhteessa on nähtävissä huomattavaa vuosien välistä vaihtelua (Kuva L6). Enimmillään laumojen määrä on ollut kaksinkertainen parien määrään verrattuna, mutta joinakin vuosina laumoja on ollut vähemmän kuin pareja (Kuva L6). Lauma- ja parireviireiden välisen lukumääräsuhteen vuosivaihtelu on piirre, joka vähentynee populaatiokoon kasvaessa.

Populaatiomallin mukaan lukumääräsuhde on myös yhteydessä vuodenaikaan, sillä talven mittaan kuolleisuuden vaikutuksesta osa lauman asuttamista reviireistä muuttuu statukseltaan parireviireiksi. Tämän takia laumareviirejä on parireviireiden määrään verrattuna marraskuussa jonkin verran enemmän kuin maaliskuussa (Kuva L6).

Keskimääräisessä laumakoossa ei ole populaatiomallin perusteella nähtävissä muutokseen viittaavaa pitkän aikavälin trendiä (Kuva L6). Laumakoko on yhteydessä vuodenaikaan.

Parireviireiden määrää on arvioitu aineistopohjaisesti vuodesta 2008 alkaen, tätä aiemmin arvioitiin vain laumareviireiden lukumäärä. Vuodesta 2017 lähtien lukumääräsuhteen samoin kuin laumakoon vuodenaikaiseroja on ollut arvioitavissa sekä geneettisen aineiston että havaintoaineiston pohjalta.



Kuva L6. Populaatiomallin avulla arvioitu laumareviirien ja parireviirien lukumäärien suhde (vasemmalla) ja keskimääräinen susilauman koko (oikealla) kokonaan Suomen puolella poronhoitoalueen ulkopuolella sijaitsevilla susireviireillä. Kultakin vuodelta esitetään marraskuun ja maaliskuun arviot. Tummempi oranssin sävy kuvaa suurempaa todennäköisyyttä. Lähde: Luonnonvarakeskus.

Koko susipopulaation yksilöiden lukumäärän arviointi

Susipopulaatio koostuu sekä reviireillä että reviirien ulkopuolella elävistä susista. Havaintoaineistoja käytetään yksittäisillä reviireillä elävien susien lukumäärän arviointiin yllä kuvatulla tavalla. Reviireillä elävien susien kokonaismäärän todennäköisyysjakauma lasketaan samanlaisella Monte Carlo -simulaatiolla kuin laumojen ja parien määrä.

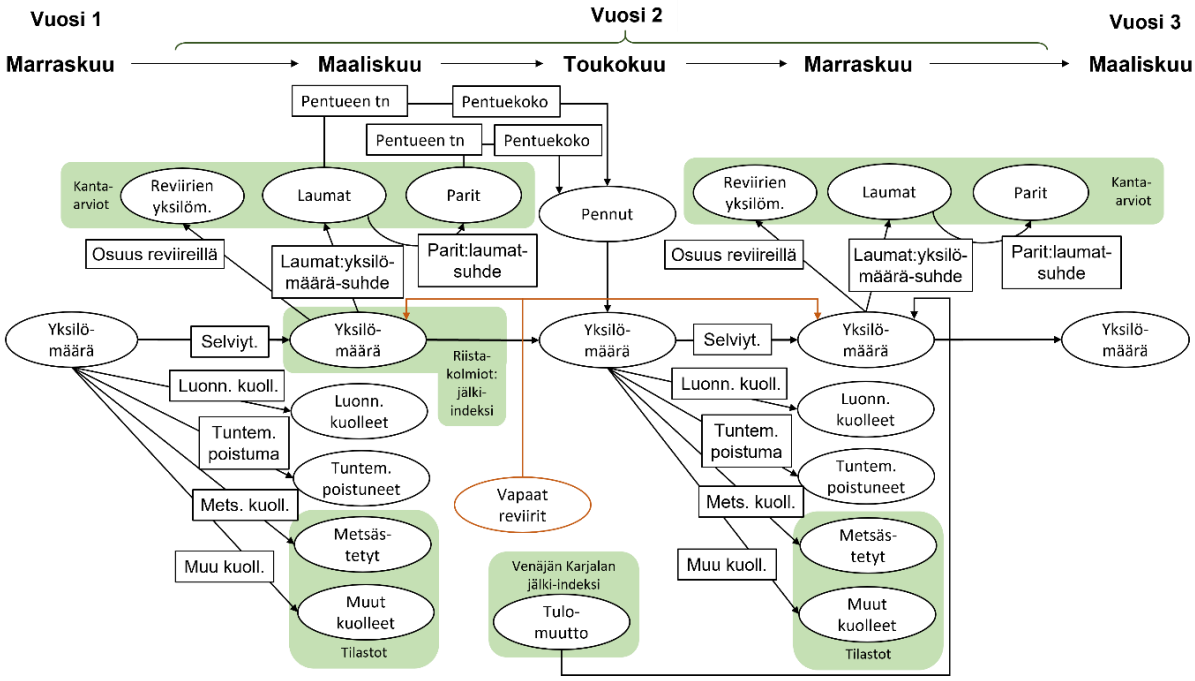
Reviirien ulkopuolella elävien, vaeltavien susien määrää on aiemmin arvioitu käyttämällä hyväksi sitä yleistietoa, että keväällä ennen edellisvuoden pentujen irtaantumista synnyinlaumoistaan tyypillisesti noin 10–20 % susipopulaatiosta elää reviirien ulkopuolella. Arvio koko susipopulaation yksilömäärästä lasketaan siis lisäämällä reviireillä elävien susien lukumäärän todennäköisyysjakaumaan kirjallisuudesta saatava arvio vaeltavien susien määrästä (10–20 % koko kannasta).

4. Suden populaatiomalli: historia ja ennuste

Suden kanta-arviota ja muuta tutkimusta tukemaan on kehitetty populaatiomalli, joka kuvaa Suomen susikannan kehitystä ajan kuluessa (ks. myös Mäntyniemi ym. 2022b). Malli kuvaa porohoitoalueen ulkopuolisen susipopulaation yhtenä kokonaisuutena, eli malli ei huomioi alueellisia eroja.

Mallissa susipopulaatio kuvataan yksilömäärän kautta, jonka perusteella lasketaan myös laumojen ja parien määrä. Mallissa vuosi on jaettu kolmeen ajankohtaan, joiden kohdalla yksilö-, pari- ja laumamäärää tarkastellaan: 1) kevät (noin maaliskuu) ennen uusien pentujen syntymistä, 2) loppukevät (noin toukokuu), jolloin uudet pennut ovat syntyneet, ja 3) loppusyksy (noin marraskuu). Nämä ovat mielekkäitä ajankohtia sekä suden biologian että kannan seurannan kannalta.

Populaation kuvaus (Kuva L7) alkaa alkukeväästä, jolloin populaatiokoko on alhaisimmillaan. Loppukeväästä populaatioon syntyvät uudet pennut, jolloin kanta kasvaa. Kesän ja alkusyksyn aikana populaatiossa esiintyy erilaista kuolleisuutta, ja populaatiokokoon vaikuttavat myös vaeltavat yksilöt Suomen ja Venäjän välillä. Myöhäissyksystä seuraavan vuoden kevääseen populaatiossa esiintyy kuolleisuutta ja poismuuttoa alueelta, ja populaatiokoko lähtee kasvuun vasta uusien pentujen syntymisen myötä.



Kuva L7. Yksinkertaistettu kuvaus populaatiomallista. Ovaalit kuvaavat mallin muuttujia ja suorakaiteet mallin parametreja. Vihreällä on merkitty käytettyjen aineistojen yhteys muuttujiin. Mallissa edellisen vuoden marraskuun yksilömäärä ja talven aikana tapahtuva kuolleisuus ja poismuutto vaikuttavat seuraavan vuoden maaliskuun yksilömäärään. Toukokuussa kanta kasvaa uusilla pennuilla, ja loppukeväästä marraskuuhun kannan kokoon vaikuttavat sekä Venäjältä Suomeen siirtyvät vaeltajat että kuolleisuus ja poismuutto. Yksilömäärän kasvua rajoittaa läpi vuoden vapaiden reviirien määrä. Malli arvioi yksilömäärän lisäksi myös eri syistä populaatiosta poistuneiden (eri kuolinsyyt ja poismuutto) susien määrän. Lähde: Luonnonvarakeskus.

Mallissa siirtymiset ajanhetkestä toiseen kuvataan matemaattisilla lausekkeilla. Populaatioon kuuluvien yksilöiden selviytyminen tai kuoleminen ajan hetkestä toiseen, keskimääräinen pentuekoko jne. ovat mallin parametrejä, joihin liittyvä epävarmuus huomioidaan kuvaamalla parametriä yhden luvun sijasta todennäköisyysjakaumana. Myös populaation alkutilaan eli laskennan ensimmäisen kevään yksilömäärät kuvataan todennäköisyysjakaumien avulla.

Populaatiomalli mahdollistaa myös havaintoaineistoon eli tässä tapauksessa aiempien vuosien kanta-arvioihin liittyvän epävarmuuden huomioimisen. Malli ei siis edellytä, että käsityksemme edellisten vuosien susipopulaation koosta olisi täysin tarkka. Malli käyttää aineistona vuosina 1996–2024 tehtyjä kanta-arvioita, jotka vuosien 1996–2016 ja 2019–2020 osalta kuvaavat tilannetta loppusyksystä ja vuosien 2017–2024 osalta kannan kokoa keväällä. Koska malli sisältää molemmat ajankohdat, voidaan molempia aineistoja hyödyntää mallissa. Lisäksi mallissa käytetään aineistona Suomen riistakolmioaineistoa ja Venäjän puolen susipopulaation runsausindeksiä, jota käytetään apuna rajan yli liikkuvien susien määrän arvioinnissa.

Populaatiomallin laskenta voidaan jakaa kahteen osaan. Ensin malli laskee populaation dynamiikkaa ottamalla huomioon edellisinä vuosina kertyneen havaintoaineiston. Tällöin parametreille annetut alkuperäiset todennäköisyysjakaumat usein päivittyvät eli muuttuvat hieman vastaamaan tarkemmin havaintoaineiston kuvaamaa populaation dynamiikkaa. Voidaan siis ajatella, että havainnot auttavat meitä oppimaan lisää ja hienosäätämään mallissa käytettyjä parametrejä. Kun malli on laskenut historian läpi ja näin päivittänyt parametrien arvot, voidaan mallia käyttää myös populaation tulevan kehityksen ennustamiseen. Tällöin malli

käyttää päivitettyjä parametrien arvoja simuloidessaan populaation tilaa eteenpäin. Tällä tavalla mallia voidaan käyttää susikannan kehityksen ennustamiseen esimerkiksi vuoden tai pidemmän ajan päähän.

Tässä raportissa on esitetty ennuste poronhoitoalueen ulkopuolisen susikannan kehityksestä vuoden 2026 maaliskuuhun asti. Populaatioennusteen laskennassa tehtiin seuraavat oletukset:

- Susikannan syntyvyys ja luonnollinen kuolevuus pysyvät edelleen prosentuaalisesti samanlaisina kuin ne olivat keskimäärin jaksolla 1990–2024.
- Susien tuntematon poistuma populaatiosta (laiton tappaminen ja vaellus muualle) säilyvät prosentuaalisesti samanlaisina kuin ne olivat keskimäärin jaksolla 1990–2024.
- Liikennekuolemat sekä vahinkoperusteisista poikkeusluvista ja poliisin päätöksistä johtuva kuolleisuus pysyvät prosentuaalisesti samanlaisina kuin ne olivat keskimäärin jaksolla 1990–2024.
- Venäjän Karjalan susipopulaatio säilyy samalla tasolla kuin se oli viimeisen vuosikymmenen ajan.
- Kannanhoidollista metsästystä ei tapahdu ennustejaksolla. Mikäli kannanhoidollista metsästystä toteutettaisiin tulevaisuudessa, populaatio joko kasvaisi ennustetta hitaammin tai se kääntyisi laskuun riippuen kannanhoidollisen metsästyksen mitoituksesta.

Vuosina 2020–2022 susiennuste tuotettiin yksilöpohjaisella mallilla (ks. Heikkinen ym. 2022), jossa jokaista susiyksilöä ja sen kohtaloa mallinnettiin erikseen, ja populaatiotasolla näkyvät muutokset perustuivat simuloitujen yksilöiden välisiin vuorovaikutuksiin. Yksilöpohjainen mallinnus tuotti myös alueellisen ennusteen laumoille, pareille ja vaeltaville yksilöille yhden vuoden aikajänteellä. Tänä vuonna susiennusteessa siirryttiin käyttämään uutta populaatiomallia, jossa pystytään hyödyntämään susikannasta viime vuosina kertyneet aineistot yksilöpohjaista mallinnusta tehokkaammin. Uuden populaatiomallin avulla voidaan myös ennustaa kannan kehitystä monta vuotta eteenpäin, kun yksilöpohjainen malli mahdollisti ennusteen tuottamisen vain yhden vuoden päähän.

Viitteet

Heikkinen, S., Valtonen, M., Härkälä, A., Johansson, H., Harmoinen, J., Helle, I., Mäntyniemi, S. & Kojola, I. 2022. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 139 s.

Mäntyniemi, S., Helle, T. & Kojola, I. 2022a. Assessment of the residential Finnish wolf population combines DNA captures, citizen observations and mortality data using a Bayesian state-space model. – European Journal of Wildlife Research 68:70.

Mäntyniemi, S., Valtonen, M., Helle, I., Johansson, H., Ponnikas, S., Nivala, V., Harmoinen, J., Herrero, A., Heikkinen, S., Kvist, L., Aspi, J., Kojola, I. & Holmala, K. 2022b. Suomen susikannan suotuisan suojelutason viitearvojen määrittäminen: Loppuraportti 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 80/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 147 s.

Liite 2. Suden kanta-arvion tietoaineistot ja tulokset reviireittäin vuonna 2024

Reviirikohtaiset tiedot löytyvät erillisestä tiedostosta.

Luke
LUONNONVARAKESKUS

Löydät meidät verkosta

luke.fi

Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki