



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2021

Suomen villisikakanta tammikuussa 2021

Leena Ruha ja Mervi Kunnasranta

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2021

Suomen villisikakanta tammikuussa 2021

Leena Ruha ja Mervi Kunnasranta

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2021

Viittausohje:

Ruha, L. & Kunnasranta, M. 2021. Suomen villisikakanta tammikuussa 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 16 s.

Leena Ruha, ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-6404-7241>



ISBN 978-952-380-178-3 (Painettu)

ISBN 978-952-380-179-0 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-179-0>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Leena Ruha ja Mervi Kunnasranta

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2021

Julkaisuvuosi: 2021

Kannen kuva: Elmo Miettinen

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Leena Ruha¹⁾ ja Mervi Kunnasranta²⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

²⁾Luonnonvarakeskus, Yliopistokatu 6B, 80100 Joensuu

Suomessa oli tammikuun 2021 alussa keskimäärin (mediaani) 3426 villisikaa. Kanta-arvion todennäköisyysväli (90 %) on 2209–5727 yksilöä. Arvion perusteella villisikakannan kasvutrendi on nouseva edellisvuoden kanta-arvioon verrattuna (muutos 477 yksilöä (90 % todennäköisyysväli: 210–964 yksilöä)). Villisikojen alueellinen levinneisyys Suomessa on pysynyt suhteellisen vakaana ja villisikoja on edelleen eniten itäisen Uudenmaan ja Kaakkois-Suomen alueilla.

Luke on kehittänyt tilastotieteellistä villisikakanta-arviointia vuodesta 2017 lähtien ja nyt aikasarjan karttuessa voitiin siirtyä uuteen malliin. Keskeisin ero entiseen on, että nykyinen malli arvioi kannan koon koko aikasarjan pituudelta, kun taas vanhalla mallilla arviointi perustui vain kahden peräkkäisen vuoden havaintoaineistoihin. Uusi malli on Bayes-päätelyyn perustuva state-space malli, joka kykenee hyödyntämään tehokkaasti useita eri tietolähteitä, joista keskeisimpiä ovat suomalaisten metsästäjien tuottama arvio alueensa villisikojen runsaudesta, tieto saalismääristä ja havainnoista, sekä kirjallisuuteen perustuva tieto villisian lisääntyvyydestä ja kuolleisuudesta. Kun uutta aineistoa saadaan, edellisten vuosien kanta-arviot myös päivittyvät koko aikasarjan pituudelta.

Asiasanat: Villisika, kannanarviointi

Sisällys

1. Taustaa	5
2. Villisikakannanarviointi.....	6
2.1. Villisian biologiaa ja metsästystietoa kannanarvioinnin taustalla	6
2.2. Bayesiläinen kannankokoarviointi	7
3. Villisikakannan koko tammikuun 2021 alussa	9
4. Villisian esiintyvyyden painopistealueet	11
Viitteet.....	13
Liitteet	14

1. Taustaa

Villisika (*Sus scrofa*) levittäytyy Suomeen itärajan yli ja lajilla on myös vakiintunut lisääntyvä kanta Suomessa. Suomessa villisika ei ole vieraslajilistalla (<http://www.vieraslajit.fi/lajit/HBE.MG8/list>) vaan se on tulokaslaji, joka levittäytyy omin voimin. Villisika esiintyi alueellamme lämpökausien aikaan (Ukkonen ym. 2014). Ensimmäinen historiallisen ajan havainto luonnonvaraisesta villisiasta Suomessa tehtiin vuonna 1956 ja porsimishavainnot ovat 1970-luvun lopulta (Erkinaro ym. 1982). Villisika levisi tehokkaasti Venäjän Karjalassa 1970-luvulla, jolloin leviämisenopeudeksi arvioitiin 70 km vuodessa (Danilov & Panchenko 2012). Nykyisen villisikakantamme perustajat ovat vaeltaneet pääosin Venäjältä, josta kanta edelleen täydentyy. Lisäksi sikoja on karannut sekä Venäjän että Suomen villisikatarhoista. Levittäytyminen on tehostunut edelleen leudontuvan ilmaston myötä (Markov ym. 2019), sillä villisika ei pärjää arktisissa olosuhteissa. Lisäksi ruokinta on suurella todennäköisyydellä edesauttanut kannan kasvua ja levittäytymistä. Esimerkiksi Virossa villisian lisääntymismenestys ja kannan kasvu mahdollistui intensiivisen ruokinnan takia (Oja et al. 2014).

Villisian leviäminen ja runsastuminen nähdään haitallisena vahinko- ja tautiriskien näkökulmista. Toisaalta villisika on koettu Suomessa myös uutena ja arvostettuna riistaeläimenä. Kannan kokoa ja levinneisyyttä on pyritty rajoittamaan mahdollisimman tehokkaalla metsästyksellä, erityisesti afrikkalaisen sikaruton (ASF) leviämisen ehkäisemiseksi (<https://mmm.fi/-/villisikojen-tehostettu-metsastys-jatkuu>). ASF on vakava lakisääteisesti vastustettava eläintauti, joka voi levitä villisikojen välityksellä. ASF on sekä villi- että tuotantosioille tappava virustauti. Tautia ei vielä ole tavattu Suomessa, mutta riski sen leviämisestä on kasvanut (<https://www.ruokavirasto.fi/teemat/afrikkalainen-sikarutto-asf/>).

Maa- ja metsätalousministeriön asettama villisikatyöryhmä (2015) asetti keskeisiksi tavoitteiksi suunnitelmallisen villisikakannan hallinnan ja systemaattisen kannanarvioinnin Suomessa. Luonnonvarakeskus (Luke) on vuodesta 2017 lähtien kehittänyt villisian tilastotieteellisistä kannanarviointia. Viime vuoteen saakka Luken kehittämä villisikakanta-arviomalli (Kukko ym. 2018) perustui metsästäjien tuottamiin esiintyvyyks- ja runsausarvioihin kahdelta peräkkäiseltä vuodelta, yhdistettynä saalistilastoihin sekä kirjallisuustietoon tuottavuudesta ja kuolleisuudesta. Mallin etuna oli se, että kanta-arvio saatiin tuotettua pienellä aikasarjalla; jo heti parin seurantavuoden jälkeen. Heikkoutena on kuitenkin se, että mallin arvio riippuu vain kahdesta vuodesta, jolloin esimerkiksi muutokset havainnointiolosuhteissa voivat vääristää tulosta. Villisikaseurannan aikasarjan karttuminen on mahdollistanut nyt uuden kannanarviointimallin käyttöönoton, joka hyödyntää lähdeaineistojen osalta koko käytettävissä olevaa aikasarjaa ja tuottaa siten pysyvyyttä kanta-arvioihin.

Tässä raportissa esitellään vuonna 2021 käyttöönotettua villisikakannan arviointimallia sekä sen tuottamat arviot villisikakannan runsaudesta ja esiintymisestä Suomessa 2016–2020.

2. Villisikakannanarviointi

2.1. Villisian biologiaa ja metsästystietoa kannanarvioinnin taustalla

Villisika voi lisääntyä hyvin tehokkaasti. Villisikanaaraat voivat tulla sukukypsiksi jo ensimmäisen vuoden syksyllä, mutta vain n. 7 % alle vuoden ikäisistä on kantavia (Malmsten ym. 2017). Villisian keskimääräinen kantoaika on 115 vuorokautta ja se porsii maaliskoukokuussa. Suomessa pahnueita on tavallisesti yksi vuodessa. Porsaat vierotetaan seuraavaan kiimaan (marras-tammikuu) mennessä. Kiima-aikaa lukuun ottamatta aikuiset urokset ja naaraat eivät juuri kohtaa toisiaan. Karjut elävät pääsääntöisesti yksin tultuaan sukukypsiksi. Emakot ja jälkeläiset sen sijaan liikkuvat yleensä 5–20 eläimen perhelaumoissa.

Kukko ym. (2018) mukaan keskeisinä lisääntymistä koskevinä tutkimustietoon perustuvina parametreina pidetään 5,2 porsaan keskimääräistä pahnuekoko, 23 % porsaskuolleisuutta ja porsivien emakoiden 38 % osuutta. Villisika myös levittäytyy aktiivisesti itärajan yli Suomeen, joten syntyvyyden lisäksi kannan kokoon vaikuttaa myös tulomuuton suuruus. Metsästys on villisikakannan tehokkain ihmislähtöinen säätelykeino Suomessa. Ilman metsästystä villisikakannan vuosittaiseksi kasvupotentiaaliksi on arvioitu noin 40 % (luottamusväli 32–48 %) (Kukko ym. 2018).

Suomessa villisikaa metsästetään ympäri vuoden, mutta naaras, jota alle vuoden ikäiset jälkeläiset seuraavat, on rauhoitettu 1.3.–31.7. vuosittain. Saalisilmoitus tuli pakolliseksi elokuun alusta 2017 lähtien ja käytössä on Oma riistan kautta saatava villisikasaaliin määrä, joka on viime vuosina vaihdellut n. 580–1200 yksilön välillä (Taulukko 1). Koska saalisilmoitus tuli pakolliseksi vasta elokuussa 2017, analyyseissä on käytetty saalistietoja vasta vuodesta 2018. Vastaavasti Suurriistavirka-avun (SRVA) tapahtumia on hyödynnetty vasta vuodesta 2017 alkaen, koska se on ensimmäinen kokonainen kirjaamisvuosi.

Taulukko 1. Kanta-arvioinnin taustalla olevat vuosittaiset tiedot saalismääristä, metsästäjien arvioista, havainnoista ja SRVA-tapahtumista villisian osalta 2016–2020.

Vuosi	Saalis	Mets arvio	Havainnot	SRVA
2016	503	3439	836	5
2017	582	4104	801	53
2018	913	3731	785	46
2019	860	3185	736	47
2020	1195	4219	880	65

Vuonna 2020 kaadettiin noin 1200 sikaa, kun edellisvuonna saalismäärän arvioitiin olleen noin 860 yksilöä. Saalisilmoitusten luotettavuutta lisää osaltaan Ruokaviraston ja Suomen sikayrittäjien maksama näytepalkkio kaadetuista villisioista. Vuodesta 2016 alkaen hirvijahdin päättämisen yhteydessä kaikilta Oma riista -palvelua käyttäneiltä hirviseureilta on kysytty arvioita villisikakannan koosta omalla metsästysalueellaan vuoden lopussa. Vuonna 2020 näiden kokonaisarvioiden yhteissumma oli 4219 villisikaa.

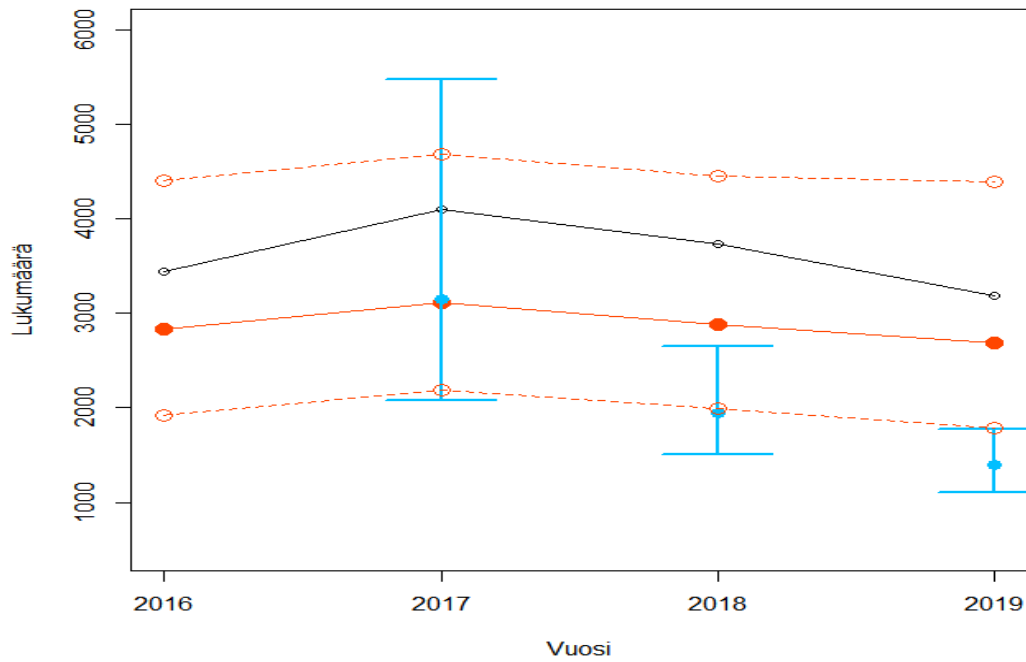
Lisäksi metsästäjät ovat voineet kirjata vuodesta 2015 alkaen Oma riista -palveluun villisikoista näkö-, riistakamera- ja jälkihavaintojaan. Vuonna 2020 näitä havaintoja oli 880 kpl. Villisikatieto saadaan myös SRVA:n villisikaan liittyvistä liikennevahinkoilmoituksista, joita oli vuonna 2020 yhteensä 65 kpl. Villisian aiheuttamat SRVA-tehtävät ovat pysyneet samassa suuruusluokassa viimeisen neljän vuoden aikana (Taulukko 1).

2.2. Bayesiläinen kannankokoarviointi

Vuonna 2021 Luke otti käyttöön villisikakannanarvioinnissa Bayesiläisen state space -mallin (Royle & Kery 2007), joka mahdollistaa sekä kirjallisuuteen perustuvan ennakkotiedon, että usean eri havaintoaineiston informaation hyödyntämisen arvion muodostamisessa. Koska menetelmässä yhdistetään useiden eri tietolähteiden informaatiota, se ei reagoi kovin voimakkaasti yksittäisiin poikkeaviin havaintoihin. Tuloksena on synteesi, joka kertoo kannan koon mahdollisten arvojen todennäköisyydet kunkin vuoden aineistolla. Tämän jakauman mediaania voidaan pitää parhaana kompromissina kannan koosta kyseisenä vuonna. Lähestymistavaltaan uusi malli vastaa pitkälti nykyisin käytössä olevaa Suomen hirvikannan arviointimenetelmää (Pusenius ym. 2017).

Verrattuna entiseen villisikamalliin, joka kohdistui vain kahteen peräkkäiseen vuoteen, uusi malli kohdistuu kaikkiin seurantavuosiin (2016–2020). Vuonna 2021 käyttöön otettu malli hyödyntää siten koko käytettävissä olevan aikasarjan tuoden ajallista jatkuvuutta kanta-arvioihin. Villisikakanta-arviomalli käyttää vanhan mallin tapaan useita eri tietolähteitä: metsästäjiltä kerätyt aineistot (esiintyvyyssarviot, havainnot ja saaliit) sekä liikennevahinkotilastot yhdistettynä kirjallisuustietoon villisikakannan tuottavuudesta ja kuolleisuudesta. Lisäksi malli huomioi nyt mahdollisen muuttoliikkeen Suomen rajojen yli. Samoin kuin aikaisemmassa mallissa, myös uudessa mallissa metsästäjien antaman jäävän kannan arvioilla iso merkitys. Mallin tarkempi kuvaus löytyy liitteestä 1.

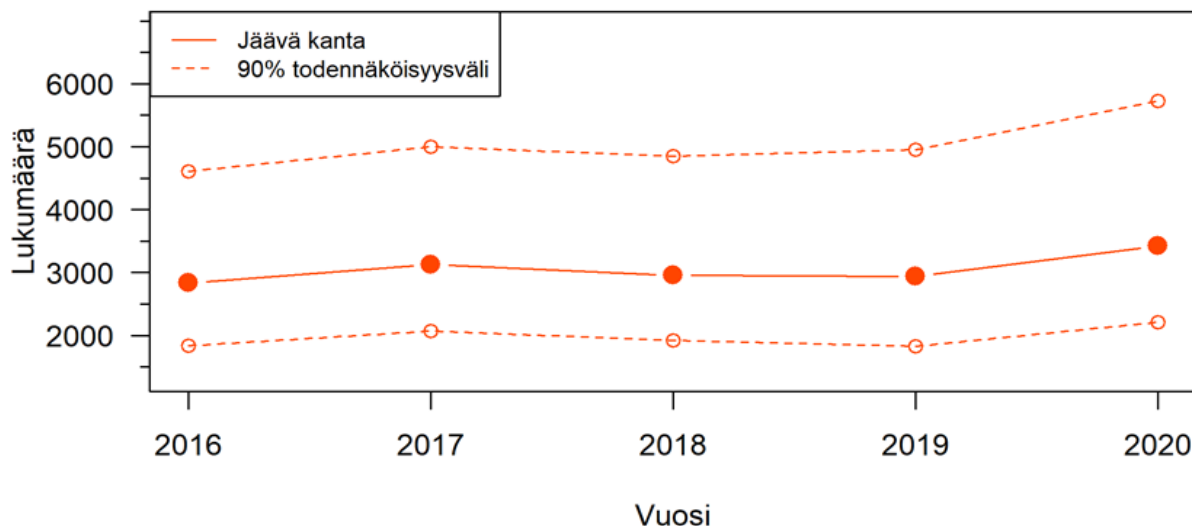
Kun uutta aineistoa saadaan, edellisten vuosien kanta-arviot myös päivittyvät koko aikasarjan pituudelta samaan tapaan kuin hirvimallissa. Verrattuna aikaisemman mallin tuottamiin vuosittaisiin villisikakanta-arvioihin vuoden 2017 arviot ovat hyvin lähellä toisiaan, mutta uudella menetelmällä ei havaita samanlaista laskua kannassa kuin vanhalla menetelmällä (Kuva 1.).



Kuva 1. Luken käyttämän uuden villisikamallin (oranssi) ja vanhan (sininen) tuottamat aikaisemmat vuosittaiset kantaestimaatit 90 % luottamusväleineen sekä metsästäjien oma arvio (musta).

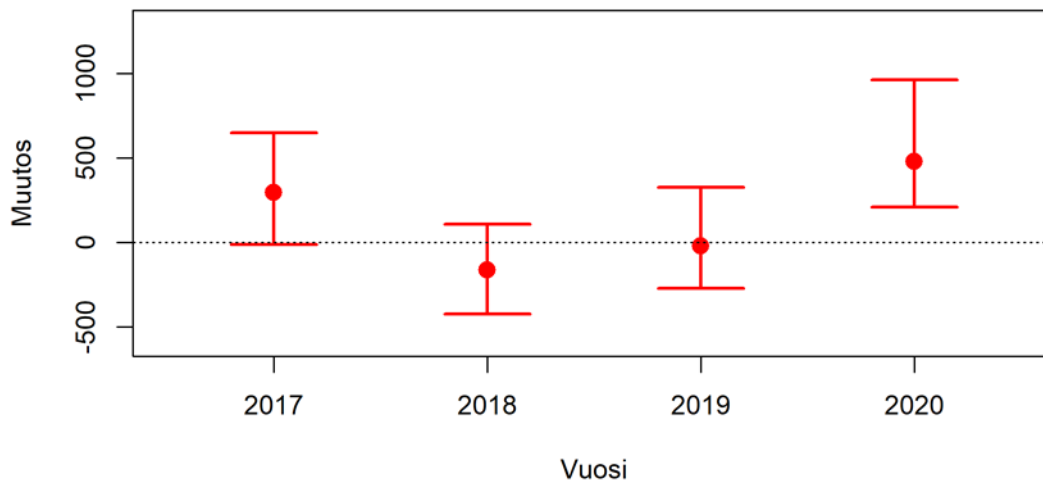
3. Villisikakannan koko tammikuun 2021 alussa

Suomessa oli tammikuun 2021 alussa keskimäärin 3426 (mediaani) villisikaa. Kanta-arvion 90 % todennäköisyysväli on laaja, 2209–5727 yksilöä, joten kannan kokoarvio sisältää huomattavaa epävarmuutta. Kuvassa 2. näkyy myös uuden mallin päivittämät edellisten vuosien kanta-arviot koko aikasarjan pituudelta. Kannanarviointiin edelleen sisältyvien epävarmuustekijöiden takia, vuosittaiset luvut on nähtävä enemmän suuruusluokkaa kuvaavana kuin tarkan yksilömäärän antavana arviona.



Kuva 2. Suomen villisikakannan kokoarvio (jäävä kanta) kunkin vuoden lopussa

Metsästyksestä huolimatta Suomen villisikakanta kasvaa. Nyt trendi on nouseva edellisen vuoden arviointiin verrattuna (Kuva 3). Muutos on arviolta 477 yksilöä (90 % todennäköisyysväli: 210–964). Suhteellinen muutos viime vuoden takautuvasti arvioituun jäävään kantaan verrattuna on arviolta 17 % (7 % – 29 %). Ilman metsästystä mallin tuottama villisikakannan vuosittainen kasvupotentiaali on keskimäärin 28 % (16 % – 45 %). Arvion perusteella villisikakannan kasvutrendissä on tapahtunut tilastollisesti merkitsevä muutos viime vuoden jälkeen. Aikaisempien vuosien osalta mallin tulokset osoittavat kannan pysyneen suhteellisen vakaana. Vaikka metsästys on keskeinen villisikakannan säätelytekijä, niin Massei ym. (2015) mukaan metsästyksen mahdollisuudet villisikakannan kasvun rajoittamiseen ovat kuitenkin rajalliset. Kannan kasvua metsästyksestä huolimatta voivat selittää erityisesti leudot talvet, ruokinta ja villisikapopulaation vasteet metsästyspaineeseen (mm. tehostuva lisääntyminen).



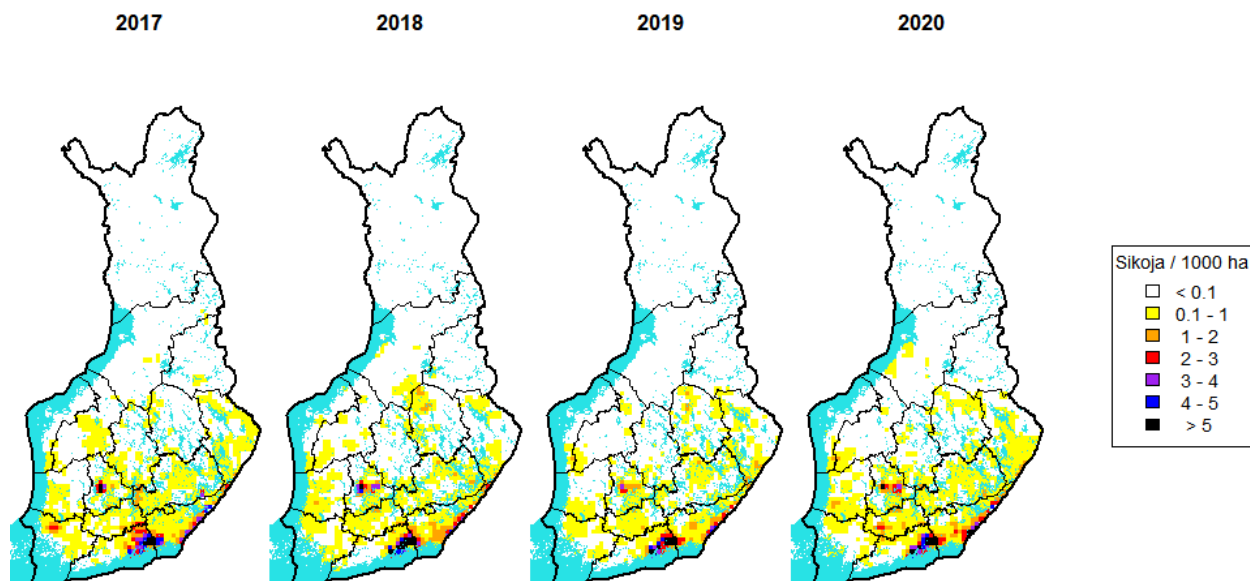
Kuva 3. Vuotuiset muutokset mallin perusteella arvioidussa jäävässä villisikakannassa 90 %:n todennäköisyysväleineen.

Pidentynyt aikasarja mahdollistaa lisääntymistä ja selviytymistä kuvaavien mallin muuttujien (parametrit) tarkistamisen. Mallin mukaan keskimäärin 42 % (90 % todennäköisyysväli 37 % – 48 %) naaraista saa porsaita ja keskimääräinen pahnuekoko on 3,98 (3,53 – 4,43) porsasta. Aikuisten selviytymistodennäköisyys on 73 % (60 % – 86 %) ja porsailla vastaavasti 70 % (57 % – 82 %).

Mallin kehitystä tullaan jatkamaan edelleen sen yhä sisältämien epävarmuustekijöiden vuoksi. Tulevaisuudessa tarkoitus on huomioida mallissa myös mm. lumen vaikutus metsästäjien jäävän kannan arviossa. Lumi voi helpottaa villisikojen havainnointia ja vähäinen lumenmäärä siten tuottaa aliarvoisen metsästäjien jäävän kannan arvion. Toisaalta lumen määrä voi vaikuttaa myös villisikojen liikkumiseen. Metsästäjien jäävän kannan arvioon voi vaikuttaa lisäksi villisikojen dispersio eli vaeltaminen alueiden välillä. Mikäli villisiat vaeltavat monen metsästysporukan alueella, ne voivat tulla lasketuiksi useaan kertaan. Tämän ilmiön voimakkuutta voidaan myöhemmin arvioida pannoitettujen villisikojen liikkumisesta ja elinympäristön käytöstä saadun tiedon avulla. Kun aikasarja aineistoissa edelleen pitenee, mahdollistuu myös villisikamäärän alueellinen arvioiminen erityisesti Kaakkois-Suomessa, missä kannat ovat runsaimmillaan.

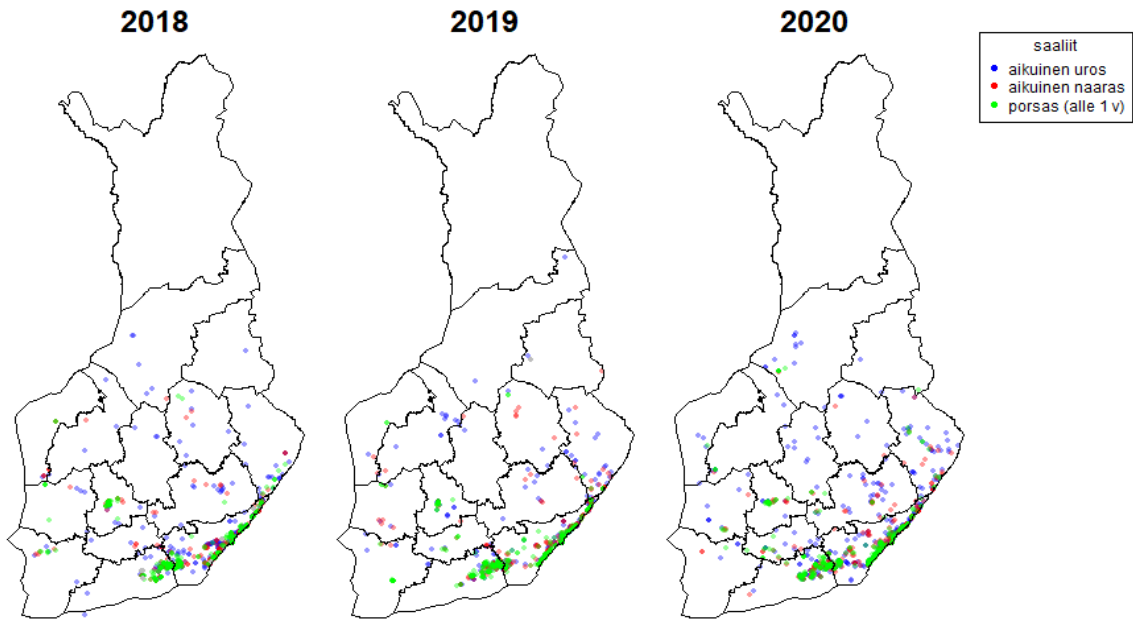
4. Villisian esiintyvyyden painopistealueet

Hirviseurueiden loppuvuodesta 2020 ilmoittama arvio villisikakannan koosta alueellaan on lähtökohta kannan esiintyvyyden kuvaamiseen. Villisikakannan esiintyvyydessä ei ole ollut havaittavissa merkittäviä alueellisia muutoksia seurantajaksolla. Hirveä metsästäneiden seurueiden jahtikauden 2020 päättymisen yhteydessä arvioimien yksilömäärien perusteella villisikojen tiheimpiä esiintymisalueita Suomessa ovat edelleen Kaakkois-Suomen rajaseutu ja Itäisen Uudenmaan rannikkoalueet (Kuva 4).



Kuva 4. Villisian esiintyvyys ja runsaus hirvenmetsästäjien arvioihin perustuen vuosien 2017, 2018, 2019 ja 2020 lopussa.

Suomen villisikakannan esiintymisen keskittymistä Kaakkois-Suomeen ja itäiselle Uudellemaalle indikoi myös saalistilastojen ikäluokkatiedot. Suurin osa porsaista ammutaan juuri näillä alueilla (Kuva 5), mikä viittaa ko. alueiden vakiintuneeseen lisääntyvään kantaan. Saalistilastojen perusteella villisiat lisääntyvät myös Pirkanmaalla. Muualla porsaita metsästetään vain satunnaisesti ja saaliit painottuvat nuoriin/aikuisiin uroksiin, mikä viittaa kyseisillä alueilla kannan levittäytymiseen enemmän kuin vakiintuneeseen kantaan. Metsästyksessä tosin pyritään välttämään aikuisia emakoita, mikä voi vaikuttaa urosten esiintyvyyteen saalistilastoissa.



Kuva 5. Villisikasaaliin ikäluokkien alueellinen jakautuminen Oma riistan saaliskirjauksiin perustuen

Viitteet

- Danilov, P.I. & Panchenko, D.V. 2012. Expansion and some ecological features of the wild boar beyond the northern boundary of its historical range in European Russia. *Russ J Ecol* 43: 45. <https://doi.org/10.1134/S1067413612010043>
- Erkinaro, E., Heikura, K., Lindgren, E., Pulliainen, E. & Sulkava, S. 1982. Occurrence and spread of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in Eastern Fennoscandia. – *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 58(2): 39–47.
- Kukko, T., Pellikka, J. & J. Pusenius. 2018. Miten arvioida suomalaisen villisikakannan kookoa? *Suomen Riista* 64: 53–70.
- Malmsten, A., Jansson, G., Lundeheim N. & Dalin, A.-M. 2017 The reproductive pattern and potential of free ranging female wild boars (*Sus scrofa*) in Sweden. *Acta Vet Scand* 59, 52.
- Markov, N., Pankova, N., & Morelle, K. 2019. Where winter rules: Modeling wild boar distribution in its north-eastern range. *Science of The Total Environment* 687: 1055–1064.
- Massei, G., Kindberg, J., Licoppe, A., Gačić, D., Šprem, N., Kamler, J., Baubet, E., Hohmann, U., Monaco, A., Ozoliņš, J., Cellina, S., Podgórski, T., Fonseca, C., Markov, N., Pokorny, B., Rosell, C. & Náhlik, A. 2015. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science* 71: 492–500.
- Oja, R., Kaasik, A. & Valdmann, H. 2014. Winter severity or supplementary feeding—which matters more for wild boar? *Acta Theriologica* 59: 553–559.
- Pusenius, J., Kukko, T., Tykkyläinen, R. & Wallen, M. 2017. Hirvikannan koko ja vasatuotto. – Teoksessa: Helle, P. (toim). *Riistakannat 2016. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41/2017*. Luonnonvarakeskus, ss. 7–13.
- Royle, J. A. & Kéry, M. 2007. A Bayesian state-space formulation of dynamic occupancy models. *Ecology*, 88(7), 1813–1823.
- Ukkonen, P., Mannermaa, K. & Nummi, P. 2014. New evidence of the presence of wild boar (*Sus scrofa*) in Finland during Early Holocene. Dispersal restricted by snow and hunting? *The Holocene*. Online. DOI: 10.1177/0959683614557575

Liitteet

Liite 1. Villisikakannan arvioinnissa käytettävän populaatiomallin tekninen kuvaus

Populaatiodynaamisessa mallissa villisiat jaetaan sekä sukupuolittain (urokset ja naaraat) että ikäluokittain (aikuiset ja porsaas) kahteen luokkaan. Lisäksi villisikakanta jaetaan vuosittain kolmeen aikakauteen: keväällä ennen porsaiden syntymistä olevaan kantaan, jossa edellisvuoden porsaas on yhdistetty aikuisiin (merkitään vuodelle i : B_i), keväällä porsaiden syntymisen jälkeen olevaan metsästettävään kantaan (N_i) ja vuoden lopussa olevaan jäävään kantaan (J_i).

Käytetään alaindeksejä niin, että esimerkiksi metsästettävälle kannalle:

$N_{am,i}$	Aikuisten urosten lukumäärä vuonna i
$N_{af,i}$	Aikuisten naaraiden lukumäärä vuonna i
$N_{pm,i}$	Urosporsaiden lukumäärä vuonna i
$N_{pf,i}$	Naarasporsaiden lukumäärä vuonna i
N_i	Koko metsästettävä kanta vuonna i

Käytetty populaatiodynaaminen malli vuodelle i ($i = 2016, \dots, 2020$) voidaan kuvata seuraavasti

$$N_i = N_{am,i} + N_{af,i} + N_{pm,i} + N_{pf,i}.$$

Metsästettävästä kannasta saadaan ikä- ja sukupuoliluokittain jäävä kanta vähentämällä metsästyksen määrä H ja huomioimalla muu kuolleisuus, josta selviytyvä osuus on $Surv$. Muun kuolleisuuden osuuden sallitaan olevan eri aikuisilla ja porsailla. Näin ollen saadaan

$$J_{j,l,i} = (N_{j,l,i} - H_{j,l,i}) * Surv_{j,i}, \quad j = a, p, \quad l = m, f.$$

Vuoden i jäävä kanta muuntuu vuoden $i + 1$ porsivaksi kannaksi. Samalla vuonna i syntyneet porsaas yhdistetään aikuisiin:

$$B_{am,i+1} = J_{am,i} + J_{pm,i}, \quad B_{af,i+1} = J_{af,i} + J_{pf,i}.$$

Vuonna $i + 1$ syntyvät porsaas lasketaan porsivan kannan naaraiden, lisääntyvyytöden $Breed$ ja keskimääräisen pahnuekoon $Npig$ avulla seuraavasti

$$N_{pf,i+1} \sim Pois(B_{af,i+1} * Breed_{i+1} * Npig_{i+1} * FemRat)$$

$$N_{pm,i+1} \sim Pois(B_{af,i+1} * Breed_{i+1} * Npig_{i+1} * (1 - FemRat)).$$

Vuoden $i + 1$ metsästettävässä kannassa huomioidaan myös mahdollinen Suomen rajojen yli tapahtuvan muuttoliikkeen M määrä lisäämällä aikuisiin naaraisiin ja uroksiin muuttopopulaation määrä, joka siis voi olla myös negatiivinen, jos villisikoja siirtyy enemmän Suomen rajojen ulkopuolelle. Tällöin

$$N_{am,i+1} = Pois(B_{am,i+1} + M_{m,i+1}), \quad N_{af,i+1} = Pois(B_{af,i+1} + M_{f,i+1}).$$

Jäävän ja metsästettävän kannan suuruuksista saadaan tietoa metsästäjien jäävän kannan arvioiden, metsästyksen kokonaismäärän ja SRVA-tapahtumissa osallisena olleiden villisikojen määrän perusteella:

$$E_i \sim Norm(\gamma_i * J_i, \gamma_i * J_i * \theta),$$

$$\theta \sim \text{Gamma}(10, 10)$$

Metsästäjien jäävän kannan arvioiden summan (E_i) jakauma muistuttaa Poisson-jakaumaa, mutta hyperparametri θ sallii siihen verrattuna enemmän tai vähemmän vaihtelua. Kokonaismetsästykselle ja SRVA-onnettomuuksiin osallisena olleiden villisikojen määrälle käytetään:

$$H_i \sim \text{Binom}(\text{HuntRat}_i, N_i)$$

$$K_i \sim \text{Binom}(\text{SRVARat}_i, N_i).$$

Keskimääräisestä pahnuekoosta ja lisääntymistodennäköisyydestä saadaan tietoa havainnoista, joissa on kirjattu vain yksi naaras. Merkitään näiden havaintojen vuosittaista lukumäärää O_i . Lisäksi keskimääräisestä pahnuekoosta saadaan tietoa havaittujen pahnuekokojen avulla. Merkitään pahnuehavaintojen vuosittaista lukumäärää P_i . Tällöin

$$F_{k,i} \sim \text{Bern}(\text{Breed}_i), k = 1, \dots, O_i,$$

$$S_{r,i} \sim \text{Poisson}(Np_{ig}_i), r = 1, \dots, P_i.$$

Priorijakaumat keskimääräiselle syntyvyydelle (Breed), keskimääräiselle pahnuekoolle (Np_{ig}) ja selviytymiselle (Surv_a ja Surv_p) saadaan kirjallisuudesta (ks. Kukko et al. 2018 ja siellä esitetyt viitteet). Koska suomalaista villisikaa koskevaa tutkimus- ja seurantatietoa on erittäin vähän, tietolähteinä on käytetty myös tutkimuksia, jotka keskittyvät villisian eteläisemmille levinneisyysalueille, eivätkä välttämättä vastaa Suomen tilannetta. Tästä syystä priorijakaumien hajonnat on pidetty suhteellisen suurina.

Metsästäjien jäävän kannan arvion keskimääräisen skaalaparametrille γ sekä metsästystodennäköisyys- (HuntRat) ja onnettomuusriskiparametreille (SRVARat) asetettiin suhteellisen epäinformatiiviset priorit. Jakaumien odotusarvot ja hajonnat keskeisimmille parametreille on esitetty taulukossa A1.

Esimerkiksi sääolosuhteet ja muu vaihtelu olosuhteissa vaikuttavat villisikojen lisääntyvyyteen, selviytyvyyteen ja toisaalta myös metsästäjien mahdollisuuteen havaita villisikoja. Jotta malli voisi adaptoitua tällaiseen vuotuisen vaihteluun, mallissa sallitaan parametrien arvojen vaihdella vuosittain keskimääräisen arvonsa ympärillä.

Yllä kuvattujen yhtälöiden avulla voidaan muodostaa niin kutsutut Bayesiläiset posteriorijakaumat vuotuiselle jäävälle ja metsästettävälle kannalle sekä mallin parametreille. Tässä käytimme hyväksi Markov Chain Monte Carlo (MCMC) -menetelmää käyttäen Jags ohjelmistoa (versio 4.3.0.) R-ympäristössä paketin rjags versiolla 4 –10 (rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC, Martyn Plummer, 2019).

Taulukko A1: Keskeisimpien parametrien priorijakaumat

Parametri	Odotusarvo	SD	Jakauma
<i>Npig</i>	5.00	0.50	Normal
<i>Breed</i>	0.35	0.05	Beta
<i>FemRat</i>	0.48	0.03	Beta
<i>Surv_P</i>	0.75	0.07	Beta
<i>Surv_A</i>	0.85	0.07	Beta
γ	1.00	0.32	Gamma
<i>HuntRat</i>	0.50	0.28	Beta
<i>SRVARat</i>	0.20	0.16	Beta



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000