



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 30/2018

Ilveskanta Suomessa 2018

Katja Holmala, Samu Mäntyniemi, Samuli Heikkinen ja Juha Heikkinen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2018

Ilveskanta Suomessa 2018

Katja Holmala, Samu Mäntyniemi, Samuli Heikkinen ja Juha Heikkinen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2018



ISBN 978-952-326-587-5 (Painettu)

ISBN 978-952-326-588-2 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-588-2>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Katja Holmala, Samu Mäntyniemi, Samuli Heikkinen ja Juha Heikkinen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2018

Julkaisuvuosi: 2018

Kannen kuva: Katja Holmala

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Katja Holmala¹⁾, Samu Mäntyniemi¹⁾, Samuli Heikkinen²⁾ ja Juha Heikkinen¹⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

²⁾Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

Luonnonvarakeskus (Luke) tuottaa riista- ja kalavarojen kestävän ja monipuolisen hyödyntämisen säätelyn edellyttämät riista- ja kalavarojen arviot ja ennusteet kantojen tilasta, alueellisen ja ajallisen säätelyn edellyttämät saalistilastot sekä huolehtii kannanarvioinnin kehittämisen edellyttämästä tutkimuksesta.

Uusimman kanta-arvion 2018 perusteella ilveskannan laskusuunta jatkuu. Kanta on pienentynyt edellisvuodesta noin 21 prosenttia. Ennen metsästyskautta 2018/2019 Suomessa arvioidaan olevan 1865–1990 yli vuoden ikäistä ilvestä. Pentuehavaintojen perusteella vuonna 2017 arvioidaan havaitun noin 332–375 pentuetta, mikä on 22 % vähemmän kuin 2016. Arviossa ei ole mukana Ahvenanmaan pentuehavaintoja. Se ei myöskään sisällä arviota touko-kesäkuussa 2018 syntyneistä pennuista.

Eniten ilveskanta on pienentynyt kuudella Suomen riistakeskuksen alueista: Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Savossa, Kainuussa Keski-Suomessa, Varsinais-Suomessa sekä Pohjanmaalla. Monin paikoin Suomea ilveskannan lasku on ollut loivaa tai kanta on pysynyt lähes edellisen vuoden tasolla. Edellisvuoteen verrattuna kanta ei ole kasvanut millään alueella.

Ilveskannan laskusuunnan taustalla on merkittävimpana syynä metsästyskuolleisuus. Ilvesten luontaisessa kuolleisuudessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna.

Kanta-arvio pohjautuu petoyhdyshenkilöiden 1.9.2016–28.2.2017 kirjaamien pentuehavaintojen ja erillisten lumijälkilaskentojen pohjalta tehtyyn arvioon pentueiden määrästä. Kaikki ilveshavainnot pitivät sisällään yhteensä ~ 4160 kpl ilvespentueiden näkö- ja jälkihavaintoa, mikä on noin 16 % vähemmän kuin vastaavana aikajaksona kaudella 2016–2017.

Havaintoihin pohjautuvan kanta-arvion lisäksi Luonnonvarakeskus on arvioinut ennustemallin avulla ilveskannan kehitystä vuoteen 2021 eri metsästysverotusasteilla.

Asiasanat: ilves, kanta-arvio, pentueet, suurpetohavainto, kuolleisuus, ennustemalli

Sisällys

1. Suomen ilveskannan koko vuonna 2018	5
1.1. Ilveskanta kannanhoitoalueittain	8
1.1.1. Poronhoitoalue	9
1.1.2. Poronhoitoalueen eteläpuolinen muu Suomi	10
2. Kanta-arvion tausta-aineistojen kuvailu	12
2.1.1. Suurpetoyhdyshenkilöverkoston havainnot	12
2.1.2. Suurpetojen erillislaskennat aineistona	16
2.1.3. Ilvesten metsästyskuolleisuus ja muu tunnettu kuolleisuus	18
3. Kanta-arvioinnin menetelmistä ja lukujen tulkinnasta	24
3.1.1. Suurpetohavaintojärjestelmästä irrotetun ilveshavaintoaineiston muokkaus	25
3.1.2. Erillisten ilvespentueiden tunnistaminen havainto-aineistosta: puskurointi	26
3.1.3. Erillisten ilvespentueiden tunnistaminen havainto-aineistosta: tiheyspinnat	26
4. Ilvespopulaatioon liittyvästä mallinnustyöstä ja ennustemallista	28
4.1.1. Populaatiomallin tekninen kuvaus	28
4.1.2. Populaatiomallin ja ennustemallin tulokset aikajaksolta 1998-2018	29
4.1.3. Populaatiomallin tulos muuttuu aikajaksolta 2010–2017	30
5. Ilveksen biologiasta ja elinpiirin muodostumisesta	32
6. Viitteet	34

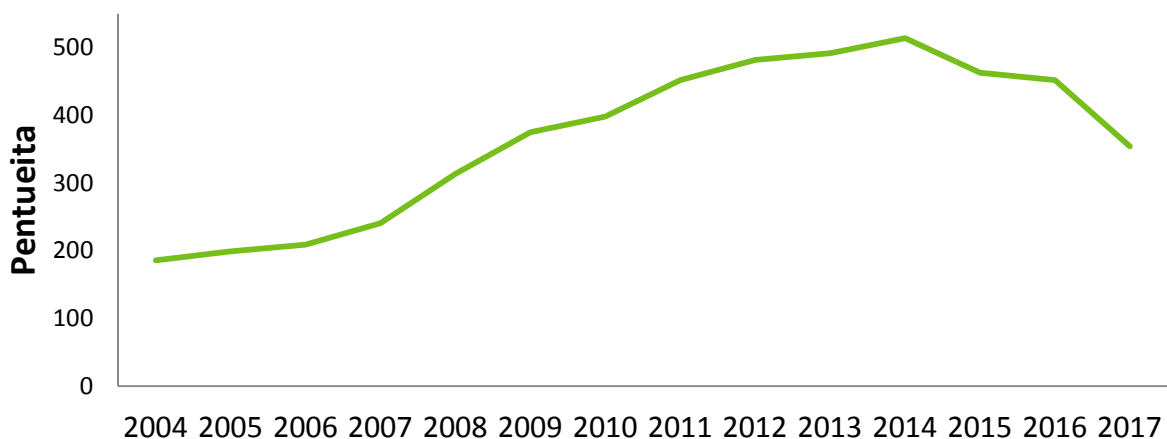
1. Suomen ilveskannan koko vuonna 2018



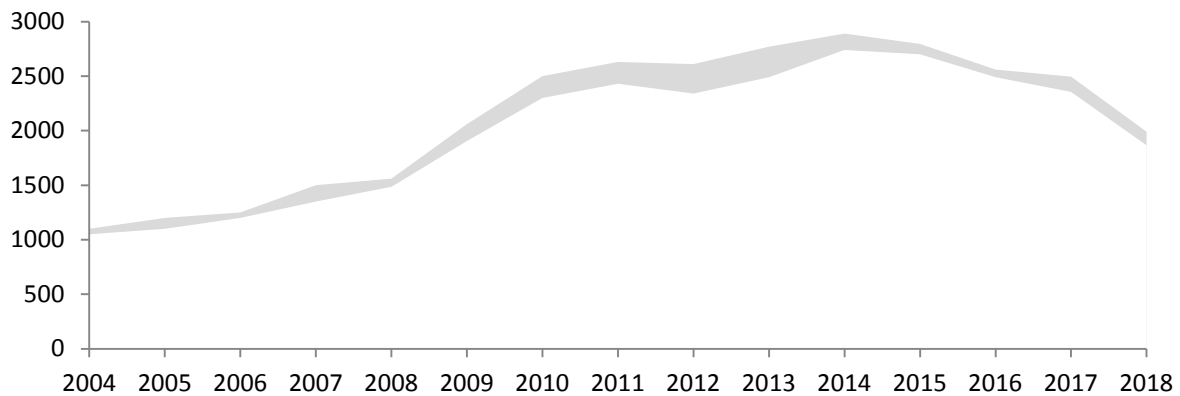
Kuva 1. Ilves on karhun jälkeen toiseksi yleisin suurpetomme vuonna 2018. Kuva P. Timonen.

Vuonna 2017 koko Suomessa arvioidaan havaitun 332–375 erillistä ilvespentuetta, mikä on noin 22 % vähemmän kuin vuonna 2016 (Kuva 2, 4). Vuotta aikaisemmin pentueita arveltiin olleen 434–469 erillistä ilvespentuetta (pentueet 2016). Pentueluvussa ei ole mukana Ahvenanmaalla esiintyviä pentueita.

Vastaavasti vuotta vanhempien ilvesten vähimmäiskannan koko on laskenut noin 21 % edelliseen arviointiin (alaluku) verrattuna, ollen vuonna 2018 ennen metsästyskautta arviolta 1865–1990 yli vuoden ikäistä ilvestä (2017: 2 355–2 495 ilvestä) (Kuva 3; Taulukko 1). Arvio ei sisällä arviota vuonna 2018 (touko-kesäkuussa) syntyvistä pennuista pentue-ennusteisiin liittyvien lukuisten epävarmuustekijöiden takia.

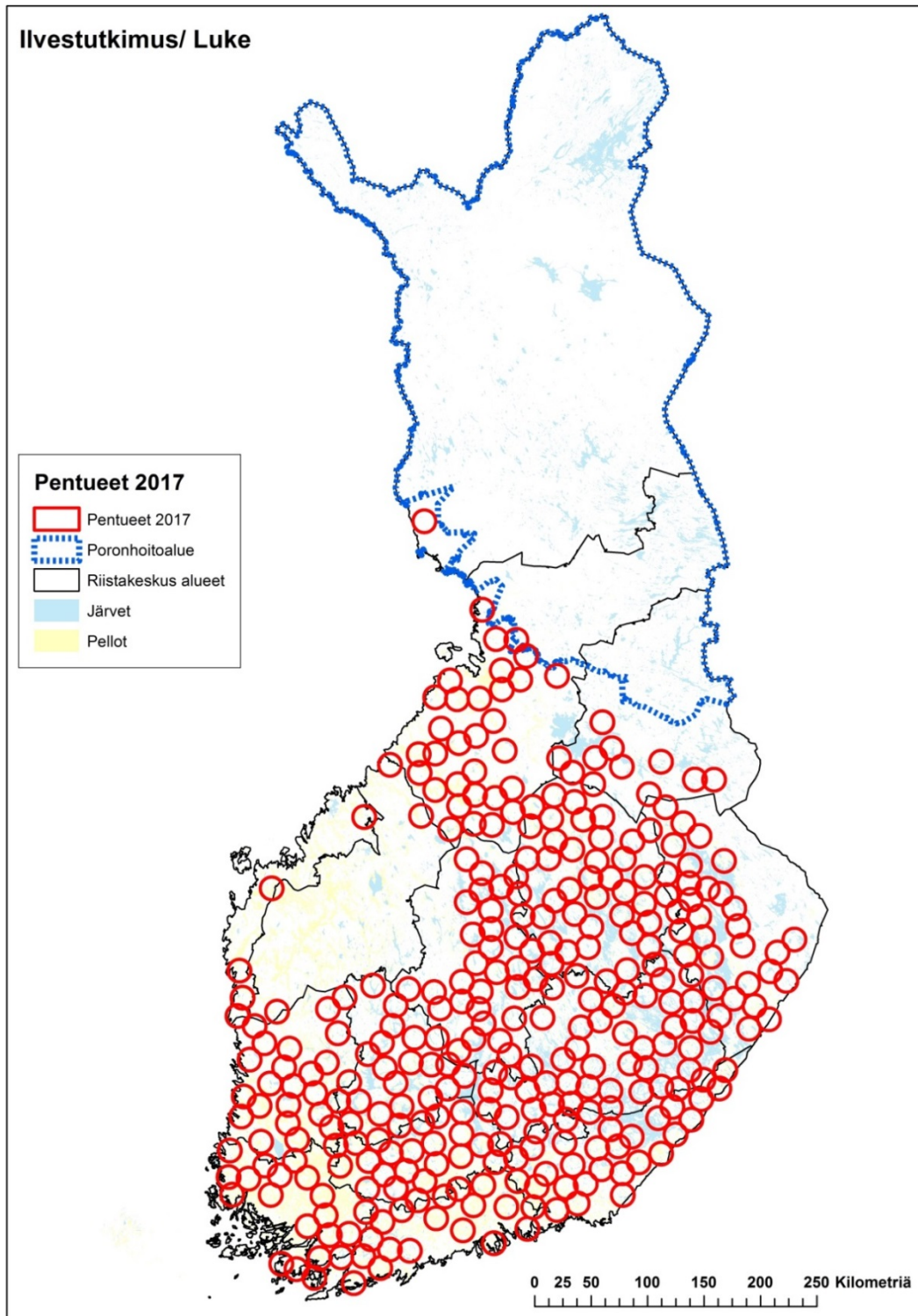


Kuva 2. Ilvespentueet vuosina 2004–2017 koko Suomessa.



Kuva 3. Vuotta vanhempien ilvesten arvioitu yksilömäärä ennen metsästyskautta vuosina 2004–2018 koko Suomessa.

Koko maan mittakaavassa ilveskanta on voimakkaasti pienentynyt edellisvuodesta. Jo aikaisempina vuosina havaitun kannan kasvun taittumisen ja nykyisen laskevan trendin taustalla on todennäköisesti viimeisen kahdeksan vuoden, lähelle arvioidun maksimiverotuksen (MSY) rajaa tai sen yli mitoitettu, tavoitteellinen metsästysverotus ja sen lisääntyvien yksilöiden määriin aikaansaaman vaikutuksen näkyminen viiveellä (kts. kappale 2.1.3). Ilveskannan koko Suomessa on nyt hieman pienempi kuin vuoden 2009 taso. Riistakeskuksen aluetoimistojen alueiden välillä on viime vuosina ollut jonkin verran eroja sekä kannan kehityssuunnissa että nopeuksissa. Erot ovat kuitenkin alkaneet tasoittua. Erojen taustalla on sekä ilvespopulaatiossa tapahtuva levittäytymiskehitys, metsästysverotushistoria että erillislaskentojen avulla täsmentyneet pentuearviot. Lisäksi alueiden maiseman rakenteessa sekä saaliseläinkannoissa on eroavaisuuksia, jotka vaikuttavat luontaiseen ilvestiheYTEEN. Ilvesten luontaisessa kuolleisuudessa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna.



Kuva 4. Ilvesten pentuehavainnoista johdettu arvio erillisistä pentueista vuonna 2017. Pentuetta kuvaava ympyrä on visuaalinen esitys elinpiirin mahdollisesta sijainnista, ei arvio todellisen elinpiirin rajasta. Kartta Luke.

Taulukko 1. Ilvespentueet, aluekohtainen kerroin ja vuotta vanhempien ilvesten arvioitu yksilömäärä ennen metsästyskautta 2018/2019.

Riistakeskus aluetoimisto	Pentueet 2017	Pentueet 2016	Kerroin 2018	Ennen metsästyskautta 2018/2019
Etelä-Häme	21–23	27–29	5,8 □	120–135
Etelä-Savo	43–46	48–50	4,9 #	210–225
Kainuu	11–16	25–30		70–90
<i>josta poronhoitoalueen ulkopuolella</i>	11–14	22–25	4,9 #	55–70
Keski-Suomi	30–33	45–47	4,9 #	145–160
Kaakkois-Suomi	30–32	31–33	4,9 #	145–155
Lappi	1–4	6–8		35–75
<i>josta poronhoitoalueen ulkopuolella</i>	1–2	3–4		10–20
Oulu	31–35	38–42		190–215
<i>josta poronhoitoalueen ulkopuolella</i>	31–34	36–39	5,8 □	180–195
Pohjanmaa	3–6	12–14	6	20–35
Pohjois-Häme	23–25	26–28	6	140–150
Pohjois-Karjala	30–33	40–42	6	180–200
Pohjois-Savo	44–47	53–56	4,9 #	215–230
Rannikko-Pohjanmaa	5–7	5–7	6	30–40
Satakunta	22–25	28–30	5,8 □	130–145
Uusimaa	20–22	22–24	6,4	130–140
Varsinais-Suomi	18–21	27–29	5,8 □	105–120
Yhteensä	332–375	434–469		1 865–1 990**
Kannanhoitoalueet	Pentueet 2017	Pentueet 2016		Ennen metsästyskautta 2018/2019
Poronhoitoalue	0–5	8–12		50–75***
Muu Suomi	332–370	425–457		1 815–1 915**

Alueet, joilla käytössä itäinen suuralue -kerroin

□ Alueet, joilla käytössä läntinen suuralue -kerroin

** raja-arvot pyöristetty lähimpään viiteen; lukumääräarvion yläraja on laskettu alueittaisten vaihteluvälien keskikohtien summana

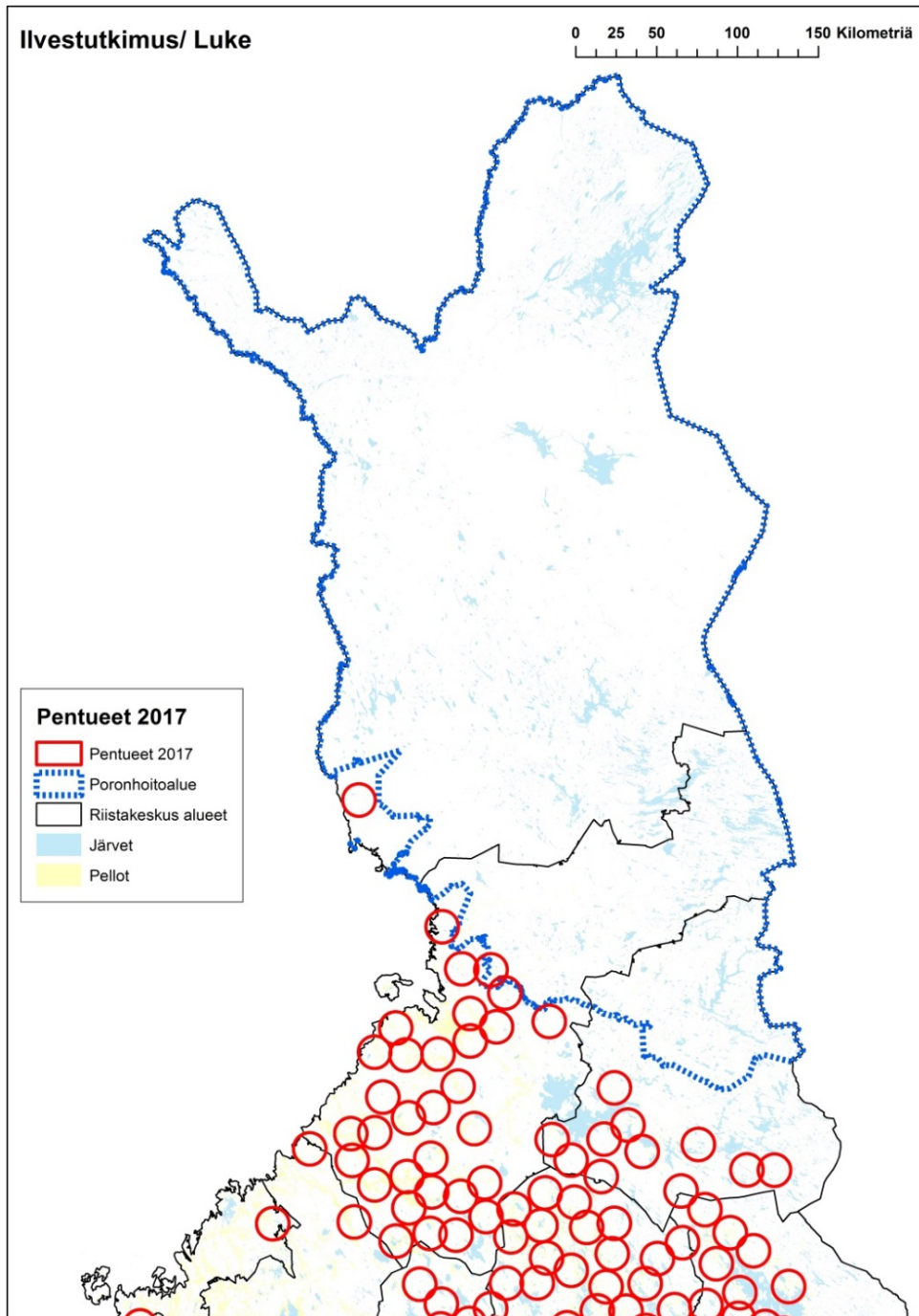
***arvio ottaa huomioon pentuehavaintojen pienen lukumäärän alueella

1.1. Ilveskanta kannanhoitoalueittain

Ilveksellä kannanhoitoalueet jakaantuvat poronhoitoalueeseen ja sen ulkopuoliseen muuhun Suomeen. Valtaosa (97 %) ilveskannasta on poronhoitoalueen ulkopuolella.

1.1.1. Poronhoitoalue

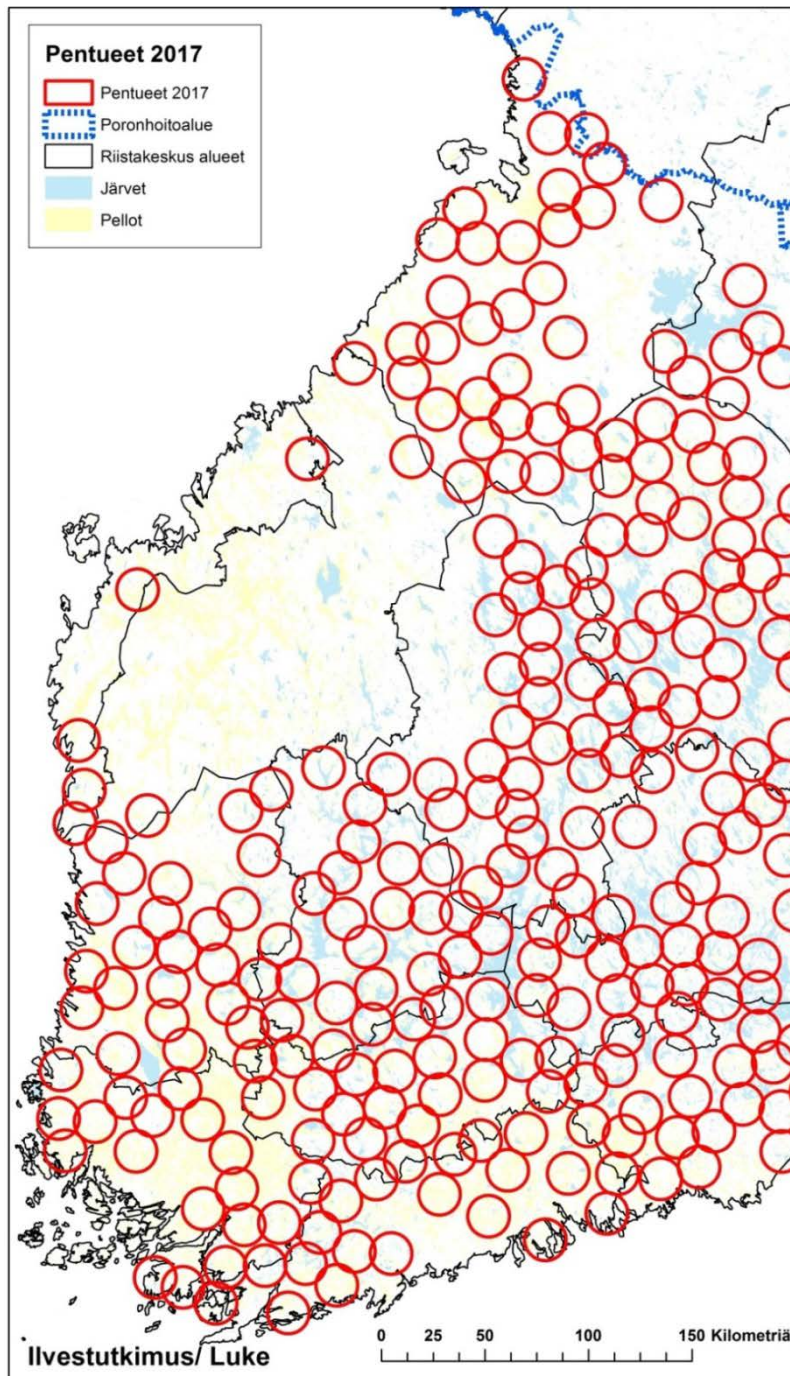
Poronhoitoalueella ilveskannan koon arvioidaan hieman laskeneen edellisestä vuodesta, mutta alueen kanta-arvioon liittyy muuta maata enemmän epävarmuustekijöitä. Poronhoitoalueella haasteena on suuri pinta-ala, harva havainnoitsijaverkosto ja havaintojen pieni määrä. Koska alueen ilvesten lisääntymistuotto vaikuttaisi pentueiden ja poikkeuslupasaaliin perusteella pieneltä, merkittävä osa arvioidusta ilvespopulaatiosta lienee nuoria ja pääosin alueen ulkopuolelta alueelle vaeltaneita nuoria aikuisia. Todennäköisimpinä lähtöalueina toiminevat poronhoitoalueen ulkopuolella pääasiassa Oulun eteläiset alueet, Ylä-Savo ja Kainuu, missä sijaitsevat lähimmät tuottavat pentuealueet.



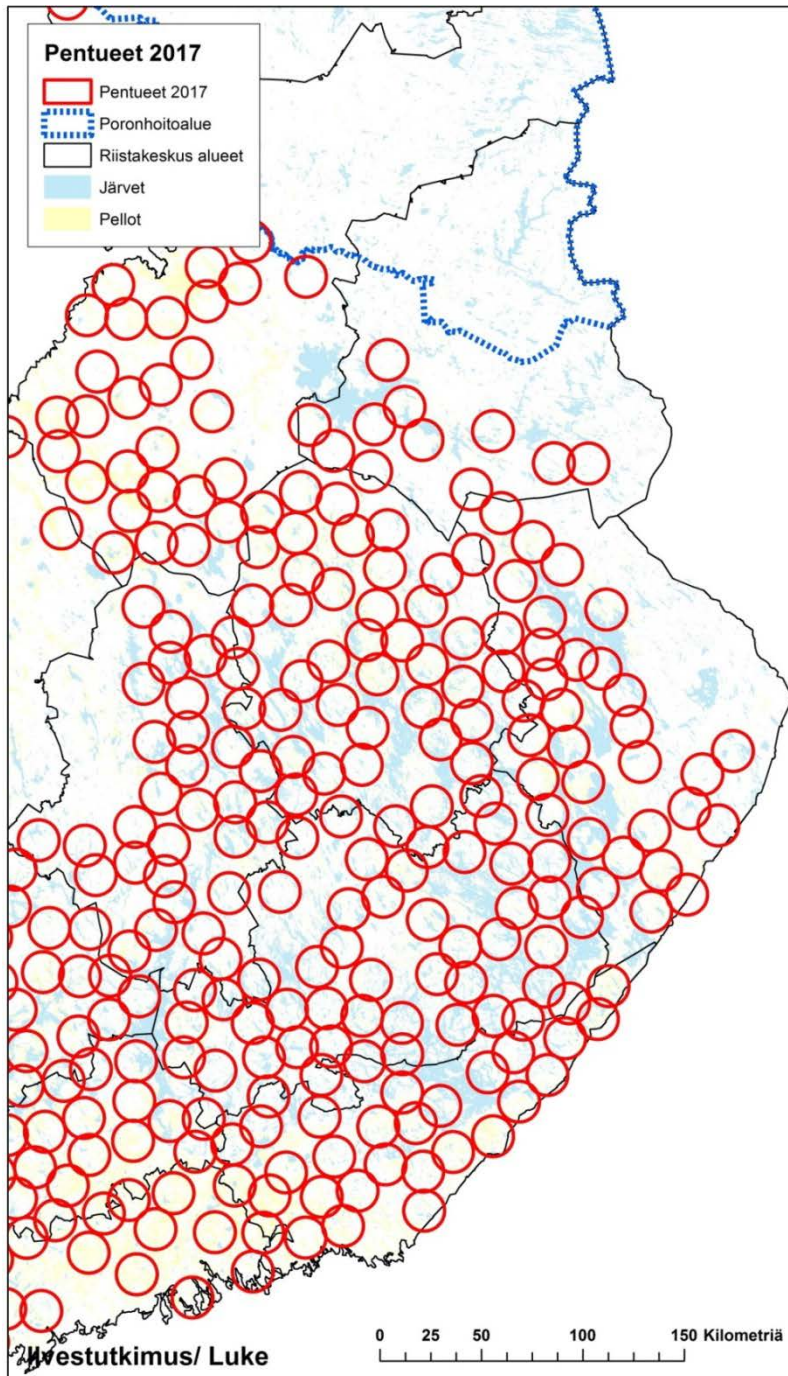
Kuva 5. Ilvesten pentuehavainnoista johdettu arvio erillisistä pentueista vuonna 2017: Poronhoitoalue. Pentuetta kuvaava ympyrä on visuaalinen esitys elinpiirin mahdollisesta sijainnista, ei arvio todellisen elinpiirin rajasta.

1.1.2. Poronhoitoalueen eteläpuolinen muu Suomi

Muun Suomen alueella ilvesten määrä on pääosin laskussa tai lähellä edellisen vuoden tasoa. Viidellä aluetoimiston alueella (Etelä-Savo, Kaakkois-Suomi, Pohjois-Häme, Rannikko-Pohjanmaa ja Uusimaa) ilveskannan lasku on ollut loivaa tai kanta on pysynyt lähes edellisen vuoden tasolla. Hieman enemmän laskua on ollut Satakunnan ja Oulun aluetoimistojen alueilla. Eniten ilveskanta on pienentynyt kuudella Suomen riistakeskuksen alueista: Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Savossa, Kainuussa Keski-Suomessa, Varsinais-Suomessa sekä Pohjanmaalla. (Taulukko 1, Kuvat 6, 7).



Kuva 6. Ilvespentuehavainnoista johdettu arvio erillisistä pentueista vuonna 2017: Läntinen alue. Pentuetta kuvaava ympyrä on visuaalinen esitys elinpiirin mahdollisesta sijainnista, ei arvio todellisen elinpiirin rajasta. Kartta Luke.



Kuva 7. Ilvespentuehavainnoista johdettu arvio erillisistä pentueista vuonna 2017: Itäinen alue. Pentuetta kuvaava ympyrä on visuaalinen esitys elinpiirin mahdollisesta sijainnista, ei arvio todellisen elinpiirin rajasta. Kartta Luke.

Aikaisemmin Itäisen ja Läntisen aluejaon (kappale 2.1.2.) perusteena oli merkittävä ero ilvespopulaatioiden kehitysvaiheessa (lännessä levittäytymisvaiheessa ollut kanta) ja kannan rakenteessa (lännessä nuoremmat ikäluokat runsaampana), mutta nyt erot näyttävät merkittävästi tasoittuneen, ja vuonna 2017 arveltiin Itäisellä alueella olleen yhtä paljon pentueita kuin Läntisellä alueella (Luke: kanta-arvio 2017). Vuonna 2017 Itäisellä alueella havaittiin noin 40 pentuetta enemmän kuin Läntisellä.

2. Kanta-arvion tausta-aineistojen kuvailu

Ilveskanta-arvion laadinnassa tausta-aineistona käytetään suurpetoyhdyshenkilöverkoston kirjaamia suurpetohavaintoja, metsästyssaaliiseen liittyviä Luken ja Suomen riistakeskuksen saalisseuranta-aineistoja, eri viranomaistahojen keräämää ja Suomen riistakeskuksen ylläpitämää kuolleisuustilastoa ja lisäksi Luken ilveksen kannanarviontiin liittyvän muun tutkimuksen aineistoja. Tässä kappaleessa tarkemmin esitellään suurpetohavaintoaineistoa, kuolleisuutta ja saalisaineiston seurantatietoja.



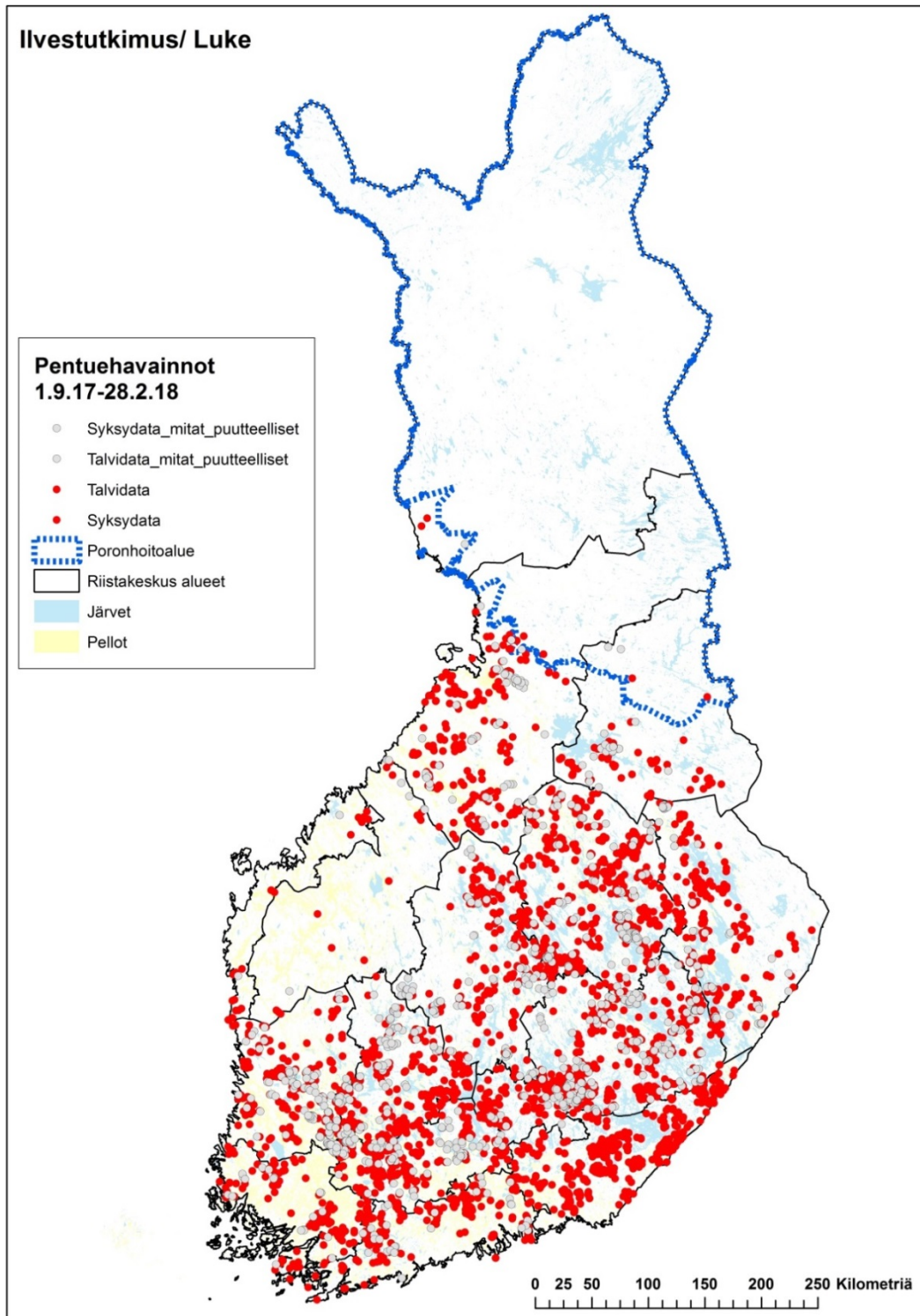
Kuva 8. Ilvesten liikkumisesta ja elinalueiden koosta kertyy kotimaista tutkimusaineistoa mm. satelliittipanta-seurantojen kautta. Seuranta on ollut käytössä vuodesta 2008 alkaen. Kuva K. Holmala/Luke.

2.1.1. Suurpetoyhdyshenkilöverkoston havainnot

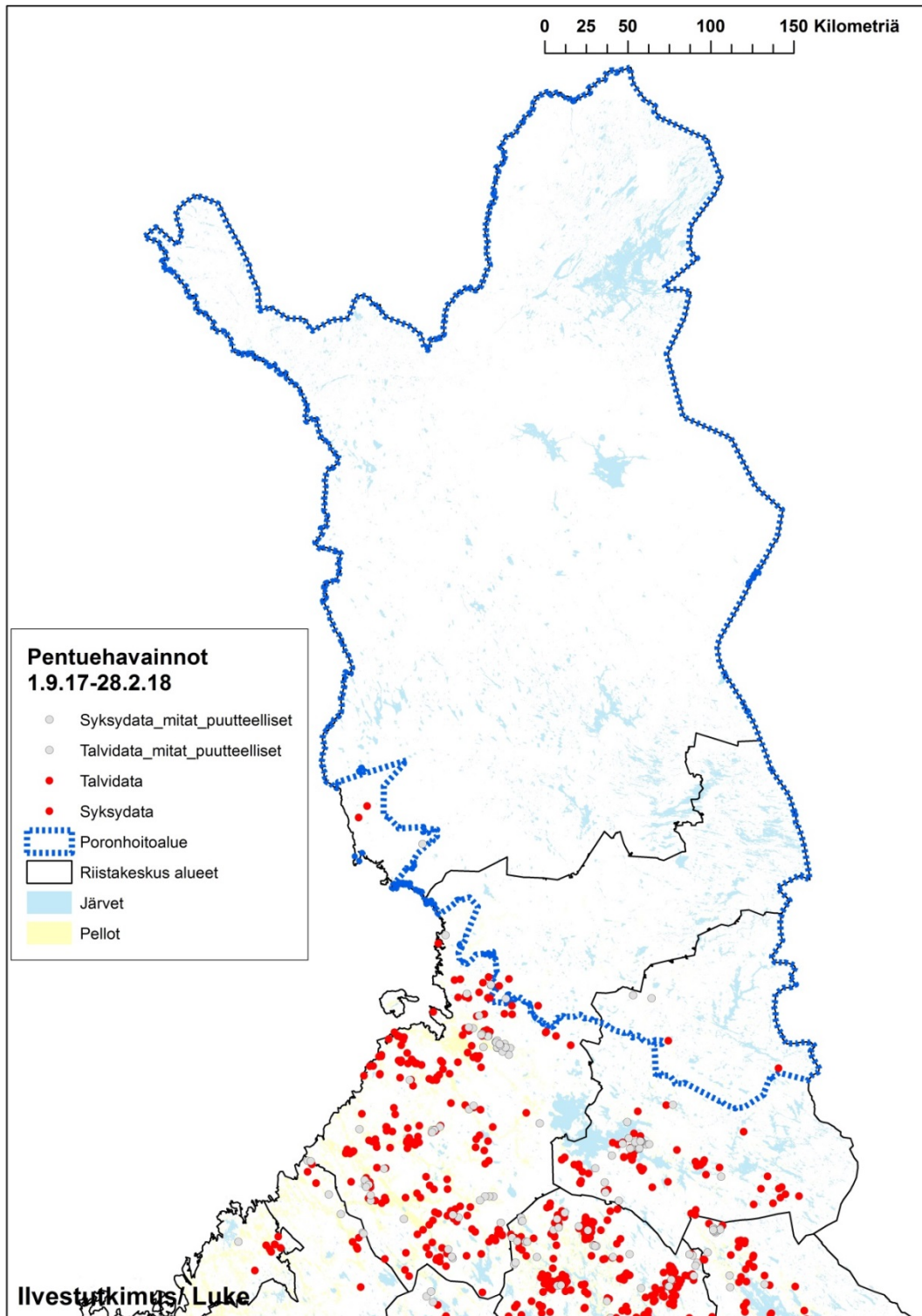
Arvio ilvespentueista ja yli vuoden ikäisten ilvesten yksilömääristä ennen metsästyskautta 2018/2019 pohjautuu petoyhdyshenkilöverkoston kirjaamista havainnoista ja suoritetuista lumijälkien erillislaskennoista (1 riistakeskuksen aluetoimisto talvella 2017/2018 ja 1 aluetoimistoa talvella 2015/2016) saadusta aineistosta tehtyyn laskelmaan vuoden 2017 erillisten pentueiden määrästä. Havainnot on tehty 1.9.2017–28.2.2018 (tallennettu 15.3.2018 mennessä).

Kokonaisuudessaan ilveshavaintoja (~ 19 200 kpl) tallennettiin noin 14 % vähemmän vuosien 2016–2017 vastaavaan aikajaksoon verrattuna. Kaikki ilveshavainnot pitivät sisällään yhteensä ~ 4160 kpl ilvespentueiden näkö- ja jälkihavaintoa (lisäksi ~ 140 riistakamerahavaintoa), mikä on noin 16 % vähemmän kuin vastaavana aikajaksona kaudella 2016–2017 (4930 kpl). Etutassun leveysmitat olivat puutteelliset tai poikkesivat normaaleista kokoluokista noin 870 havainnossa. Kuvat 9–12

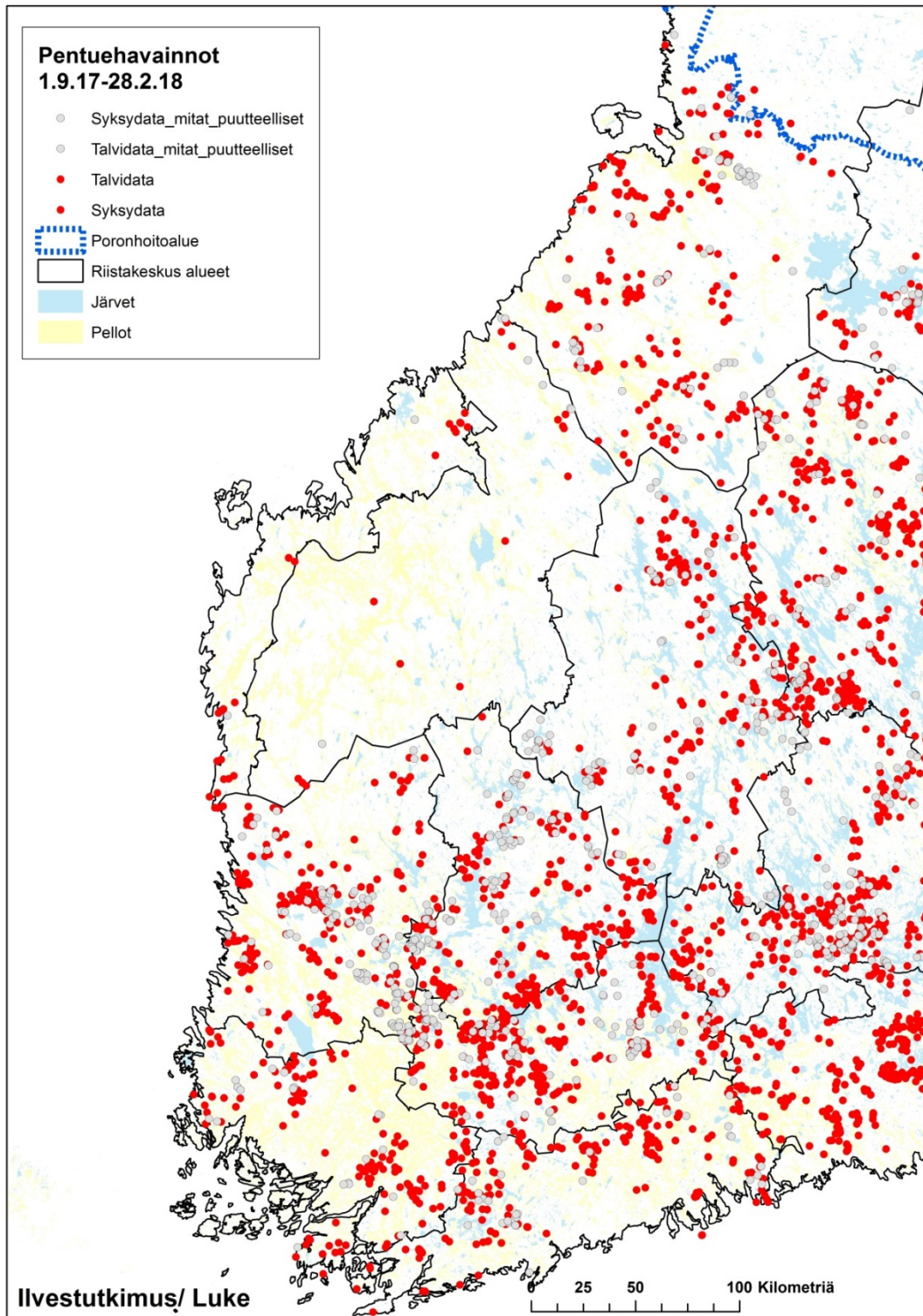
Havaintojen lukumäärien vaihteluihin voivat vaikuttaa eläinten lukumäärien muutosten ohella myös petoyhdyshenkilöiden motivaatio ja toimintaan annettu koulutus. Lisäksi havaintomäärään voivat vaikuttaa yleisön kiinnostus ilmoittaa havaintoja petoyhdyshenkilöille ja/tai median kiinnostus suurpetoasioihin sekä lumiolosuhteet. Yksilömäärän arvioinnissa tuloksen taustalla on myös mm. erillislaskentojen kautta saatu aluekohtainen kerroin, mikä on auttanut tarkentamaan laskettujen alueiden kanta-arviota. Kertoimen avulla voidaan havaituista erillispentueista arvioida alueen yksilöiden kokonaismäärää (Taulukko 1).



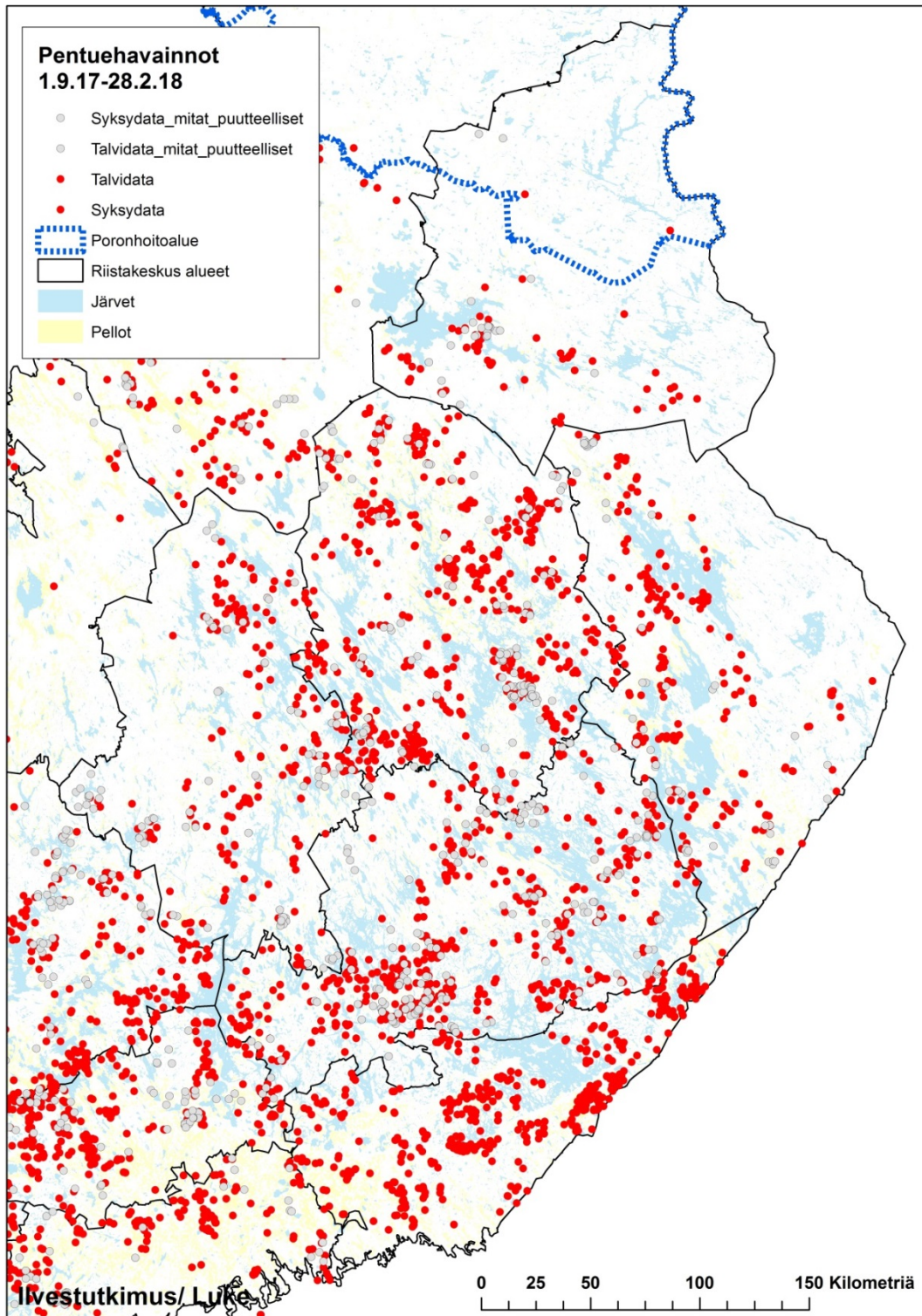
Kuva 9. Ilvespentuehavainnot ajalta 1.9.17–28.2.18: koko Suomi. Pentuehavainnossa on havaittu vähintään yksi aikuinen ja vähintään yksi alle vuoden ikäinen pentu. Harmaalla pallolla havainnot, jossa tallennetut etutassun leveysmitat eivät vastaa vuodenaikaan liittyviä tavanomaisia tassun mittoja tai mitat puuttuvat kokonaan. Kartta Luke.



Kuva 10. Ilvespentuehavainnot ajalta 1.9.17–28.2.18: Poronhoitoalue. Pentuehavainnossa on havaittu vähintään yksi aikuinen ja vähintään yksi alle vuoden ikäinen pentu. Harmaalla pallolla havainnot, jossa tallennetut etutassun leveysmitat eivät vastaa vuodenaikaan liittyviä tavanomaisia tassun mittoja tai mitat puuttuvat kokonaan. Kartta Luke.



Kuva 11. Ilvespentuehavainnot ajalta 1.9.17–28.2.18: Läntinen alue. Pentuehavainnossa on havaittu vähintään yksi aikuinen ja vähintään yksi alle vuoden ikäinen pentu. Harmaalla pallolla havainnot, jossa tallennetut etutassun leveysmitat eivät vastaa vuodenaikaan liittyviä tavanomaisia tassun mittoja tai mitat puuttuvat kokonaan. Kartta Luke.



Kuva 12. Ilvespentuehavainnot ajalta 1.9.17–28.2.18: Itäinen alue. Pentuehavainnossa on havaittu vähintään yksi aikuinen ja vähintään yksi alle vuoden ikäinen pentu. Harmaalla pallolla havainnot, jossa tallennetut etutassun leveysmitat eivät vastaa vuodenaikaan liittyviä tavanomaisia tassun mittoja tai mitat puuttuvat kokonaan. Kartta Luke.

2.1.2. Suurpetojen erillislaskennat aineistona

Kanta-arvion taustalla on mm. erillislaskentojen kautta tarkentunut arvio pentuemäärästä. Alueilla, joilla on toteutettu erillislaskenta, muodostuu pentuekartta sekä erillislaskennan tuloksena todetuis-

ta pentueista (sijainti kartalla ilmoitettujen koordinaattien perusteella) että muiden havaintojakson (6 kk) aikana tulneiden ilmoitusten perusteella muodostetuista pentueista. Valtaosasta erillislaskennoissa todetuista pentueista saadaan havaintoja myös tuolta tarkasteltavalta pidemmältä havaintojaksolta. Huomioitavaa on, että rajapentue on mukana vain kerran ja vain yhden alueen luvussa. Se on mukana sen alueen luvussa, jolla on lukumääräisesti enemmän kirjauksia kyseisestä pentueesta. Se, millä puolella pentue on havaittu mahdollisen erillislaskennan aikana, ei ratkaise kummalle puolelle pentue kirjautuu. Ilvesnaaraat voivat tuottaa pentuja useina vuosina peräkkäin ja vaikka ne asuvat suhteellisen vakituisilla alueilla, saman emon pentue saattaa eri vuosina kirjautua eri hallinnollisen puolen lukuun, riippuen havaintojen kirjaamisen aktiivisuudesta.

Erillislaskentojen yhteydessä kirjattujen ilveshavaintojen kautta on laskennan kohteena olleille alueille laskettu myös aluekohtaisia kertoimia, joiden avulla voidaan havaituista pentueista arvioida alueen yksilöiden kokonaismäärää tarkemmin. Kertoimet on muodostettu laskemalla havaittujen pentueiden osuus kaikista laskentapäivänä havaituista ilvesyksilöistä. Vuosien 2011–2016 aikana toteutettujen erillislaskentojen perusteella arvioidut kertoimet vaihtelevat 4,5:n ja 6,8:n välillä. Alueilla, joille havainnointia täydentävää erillislaskentaa ei vielä ole suoritettu, on kannan koon arviointiin käytetty kerrointa 6, joka pohjautuu Pohjoismaissa kehitettyyn, perheryhmien pitkän aikavälin havainnointiin perustuvaan seuranta- ja arviointimenetelmään (Andrén ym. 2002, Linnell ym. 2007).



Kuva 13. Ilveshavainnoissa yksittäisen havainnon tarkkuutta ja yksilön ikäluokan määrittystä parantaa etutassun leveyden mittaaminen ja tietojen tallentaminen. Kuva K. Holmala.

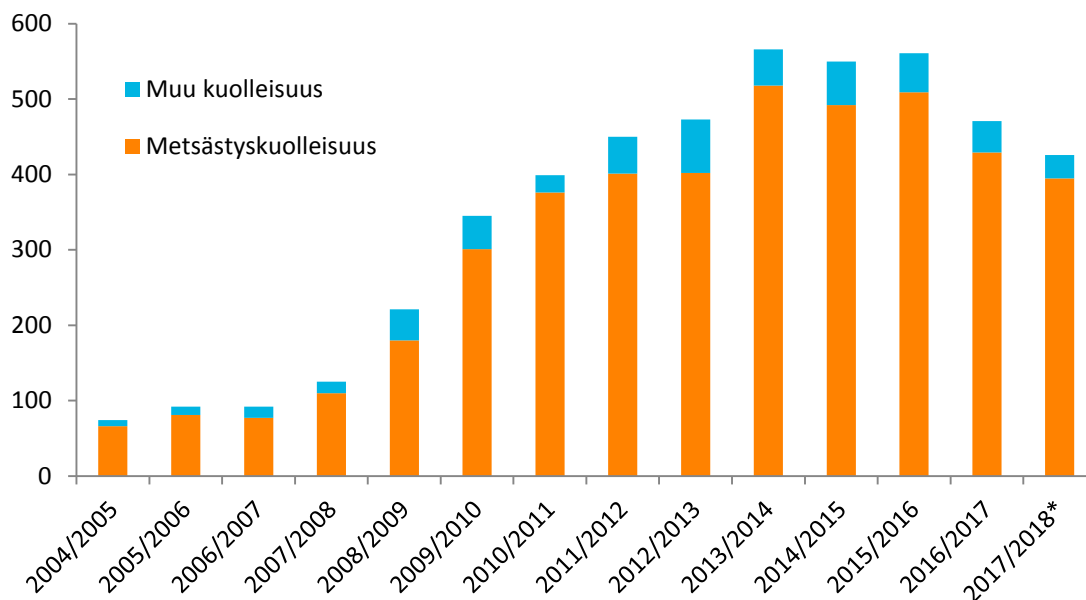
Erillislaskentojen kautta saatu tieto vanhentuu ajan myötä. Alueilla, joilla erillislaskennasta on kulunut yli kolme vuotta, on laskentakertoimenä käytetty ns. suuraluekerrointa (laskentahanketta koskevan suunnitelman mukaisesti). Suuraluekerroin on laskennassa mukana olleiden alueiden aluekohtaisten kertoimien keskiarvo, jossa itäiselle ja läntiselle osa-alueelle muodostuvat omat suuraluekeskiarvot. Itäiseen alueeseen lasketaan kuuluvaksi Etelä-Savo, Kaakkois-Suomi, Kainuu, Keski-Suomi, Pohjois-Karjala ja Pohjois-Savo. Läntiseen alueeseen lasketaan kuuluvan Etelä-Häme, Satakunta, Pohjois-Häme, poronhoitoalueen eteläpuolinen Oulu, Pohjanmaa ja Rannikko-Pohjanmaa, Varsinais-Suomi sekä Uusimaa. Suuraluekeskiarvojen käyttö nosti alueellista kerrointa suuremmaksi kuin aluekohtainen laskennan tuottama kerroin Kainuun, Kaakkois-Suomen ja Satakunnan kohdalla. Kertoimen suuruusluokka pysyi samana Keski-Suomen ja Pohjois-Savon kohdalla. Kerroin laski hieman alueellisesta kertoimesta suuraluekerroimeen siirtyneillä Etelä-Hämeellä ja Varsinais-Suomella. Huomioitavaa on kuitenkin, että pentueluvut ovat vuosien välillä edelleen suoraan vertailukelpoisia.

Vuoden 2017 erillisten pentueiden määrän arviointiin vaikuttaa erillislaskennan tulos Varsinais-Suomen ja Uudenmaan alueilla. Muilla alueilla pentuearviointi on tehty TASSU-tietojärjestelmään tallennettujen ilvespentueiden näkö- ja jälkihavaintoihin pohjautuen. Alueilla, joilla suoritettiin erillislaskenta talvella 2017/2018 ja 2015/2016 (Varsinais-Suomi, Uusimaa) on vuoden 2017 pentueiden määrän arvioinnissa huomioitu ne erillislaskentapentueet, joiden lähialueelle ei liity Luken:n, Suomen riistakeskuksen tai Eviran aineiston perusteella lisääntymisikäisen naaraan metsästys- tai muuta kuolleisuutta (10 km säteisellä alueella) laskentapäivän jälkeen laskentavuonna tai sitä seuraavina vuosina (ml. arviovuosi), ja joihin liittyy (vain Uusimaa) vähintään yksi TASSU-järjestelmään tallennettu pentuehavainto. Usean aluetoimiston alueella liikkuvat ilvespentueet lasketaan sen aluetoimiston puolelle, josta pentueesta on kirjattu lukumääräisesti enemmän havaintoja.

2.1.3. Ilvesten metsästyskuolleisuus ja muu tunnettu kuolleisuus

Vahinkoperusteisilla luvilla metsästetyt ilvekset kuuluvat valtiolle, ja ne tulee lähettää riistantutkimusta tekeväälle tutkimuslaitokselle eli Lukelle. Näiden lisäksi Luonnonvarakeskukselle lähetetään näytteeksi metsästyssaaliiseen liittyvää seuranta varten kannanhoidollisilla poikkeusluvilla metsästettyjä ilveksiä vuosittain vaihteleva määrä. Metsästysvuodesta 2015/2016 alkaen Luke otti käyttöön osittaisen seurannan ja ottaa näytteeksi vain naarasilvekset, mutta joka kolmas vuosi näytteeksi otetaan molempia sukupuolia.

Kannanhoidollisin poikkeusluvin metsästettyjen ilvesten lähettäminen näytteeksi on vapaaehtoista. Luke on vastaanottanut näytteeksi aikaisempina vuosina keskimäärin yli 90 % kannanhoidollisin luvin metsästetyistä ilveksistä. Metsästysvuonna 2017/2018 Lukeen on tähän mennessä tullut näytteitä 86 %:sta kuolleista ilveksiä.

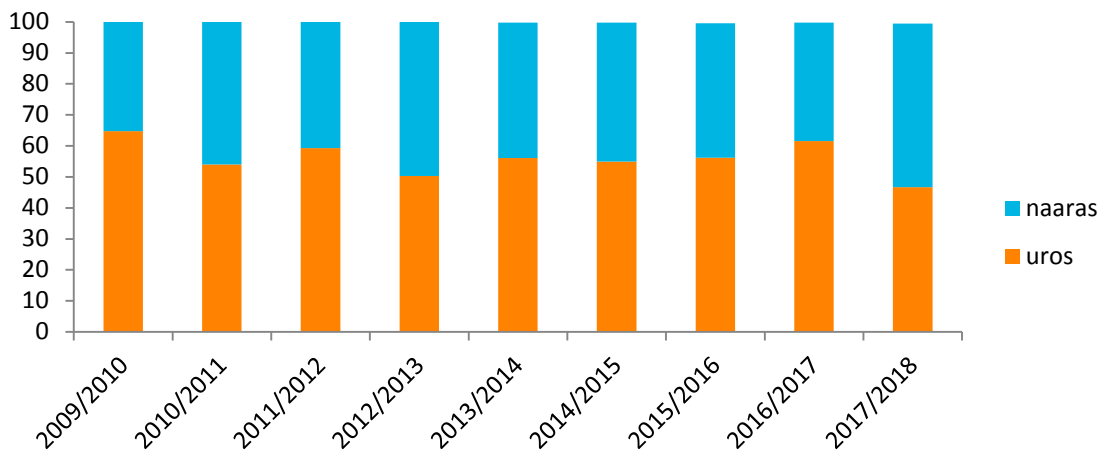


Kuva 14. Ilvesten tilastoitu kuolleisuus metsästysvuosittain 2004/2005–2017/2018, jaoteltuna metsästyskuolleisuuteen ja muuhun kuolleisuuteen. Metsästyskuolleisuuteen lasketaan mukaan sekä vahinkoperusteinen että kannanhoidollinen poikkeuslupametsästys. Muuhun kuolleisuuteen lasketaan mukaan poliisin määräykseen lopetetut, liikenteessä kuolleet ja luontaisista syistä kuolleet ilvekset. Lähteet: Suomen riistakeskus, Evira, Luke. * Metsästysvuosi 2017/2018 jatkuu 31.7.2018 asti.

Ilveksen merkittävin kuolinsyy Suomessa on metsästys (Kuva 14). Toiseksi tärkein on *muu kuolleisuus*-luokkaan menevä liikennekuolleisuus. Luontainen kuolleisuus on melko vähäistä, vaikkakin vain pieni osa siitä tulee tietoon.

Vuosien 2008–2018 välisenä aikana on vahinkoperusteisilla ja kannanhoidollisilla poikkeusluvilla metsästetty yhteensä 4003 ilvestä. Näiden lisäksi tällä samaisella kymmenvuotijaksolla on tilastoidusti kuollut muista syistä (ml. muu ihmisperäinen ja luontainen kuolleisuus) yhteensä 459 ilvestä. Huomionarvoista on kuitenkin tässä yhteydessä muistaa, että vain pieni osa luontaisesta kuolleisuudesta tulee tietoon.

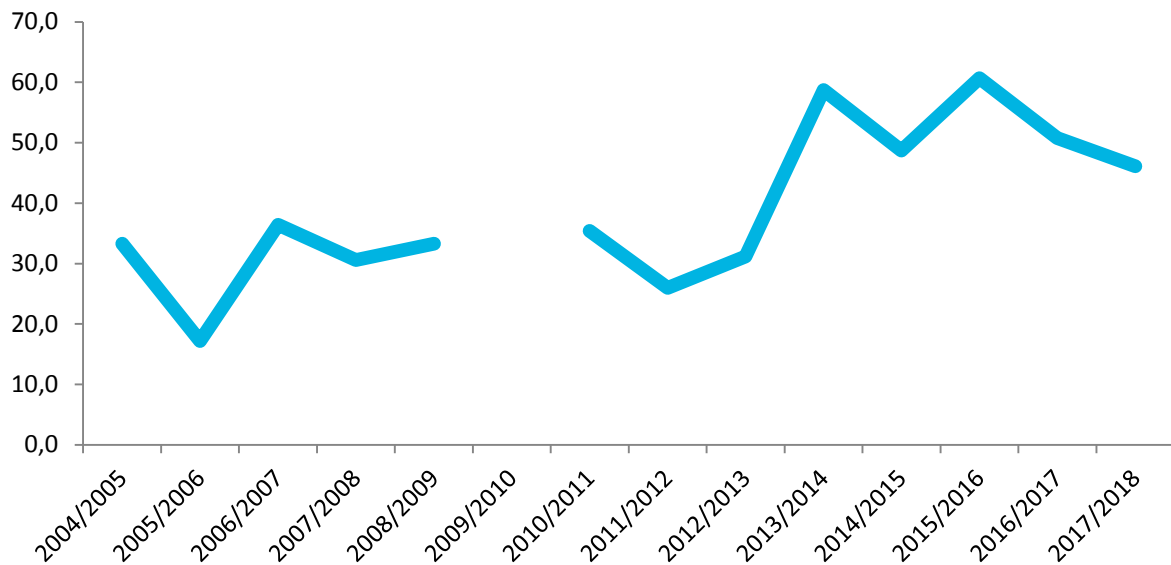
Uros/naaras -osuudet metsästetyissä ilveksissä Poronhoitoalueen eteläpuolisessa Suomessa



* metsästysvuosi 2017/2018 jatkuu 31.7.2018 asti.

Kuva 15. Urosten ja naaraiden osuudet kokonaismetsästysosaaliissa metsästysvuosittain 2009/2010–2017/2018 Poronhoitoalueen eteläpuolisessa Suomessa. Lähde: Suomen riistakeskus ja Luke.

Naaraiden osuudet metsästysosaaliissa ovat vaihdelleet tyypillisesti 40–50 % välillä viime vuosina, mutta metsästysvuonna 2017/2018 osuus on kohonnut lähelle 60 % (Kuva 15). Metsästyksen vaikutus pentueiden määrään riippuu etupäässä siitä, miten suuri osuus metsästetyistä naaraista on lisääntymisikäisiä tai lisääntyneitä naaraita. Kokonaiskiintiöiden kasvaessa saalisaineistossa näkyy selkeä muutos osuuksissa. Lisääntymisikäisten naaraiden osuus on noussut 30–40 %:sta lähelle 60 %:a kaikista metsästetyistä naaraista (Kuva 16). Tällaisella saalisrakenteella on sekä lyhyellä että pitkällä viiveellä näkyvä vaikutus pentueiden määrään tuleville vuosille. Lyhyellä viiveellä näkyy metsästettyjen lisääntyneiden yksilöiden poistuminen populaatiosta. Pitkäaikaisen havainnointiaineiston perusteella metsästysverotuksen vaikutus ilveskantaan näkyy erimittaisilla viiveillä. Yhtenä syynä on viive havainnoinnissa ja toisena syynä se, että metsästys on käynnissä yhtä aikaa havaintoaineiston kertymisen kanssa, eikä metsästettyjä lisääntyneitä naaraita vähennetä arvioituista pentueluvuista. Biologinen viive seuraa alle nuorten yksilöiden poistumisesta siten, että vaikutus voi olla havaittavissa vasta, kun kyseiset yksilöt olisivat tulleet lisääntymisikään.

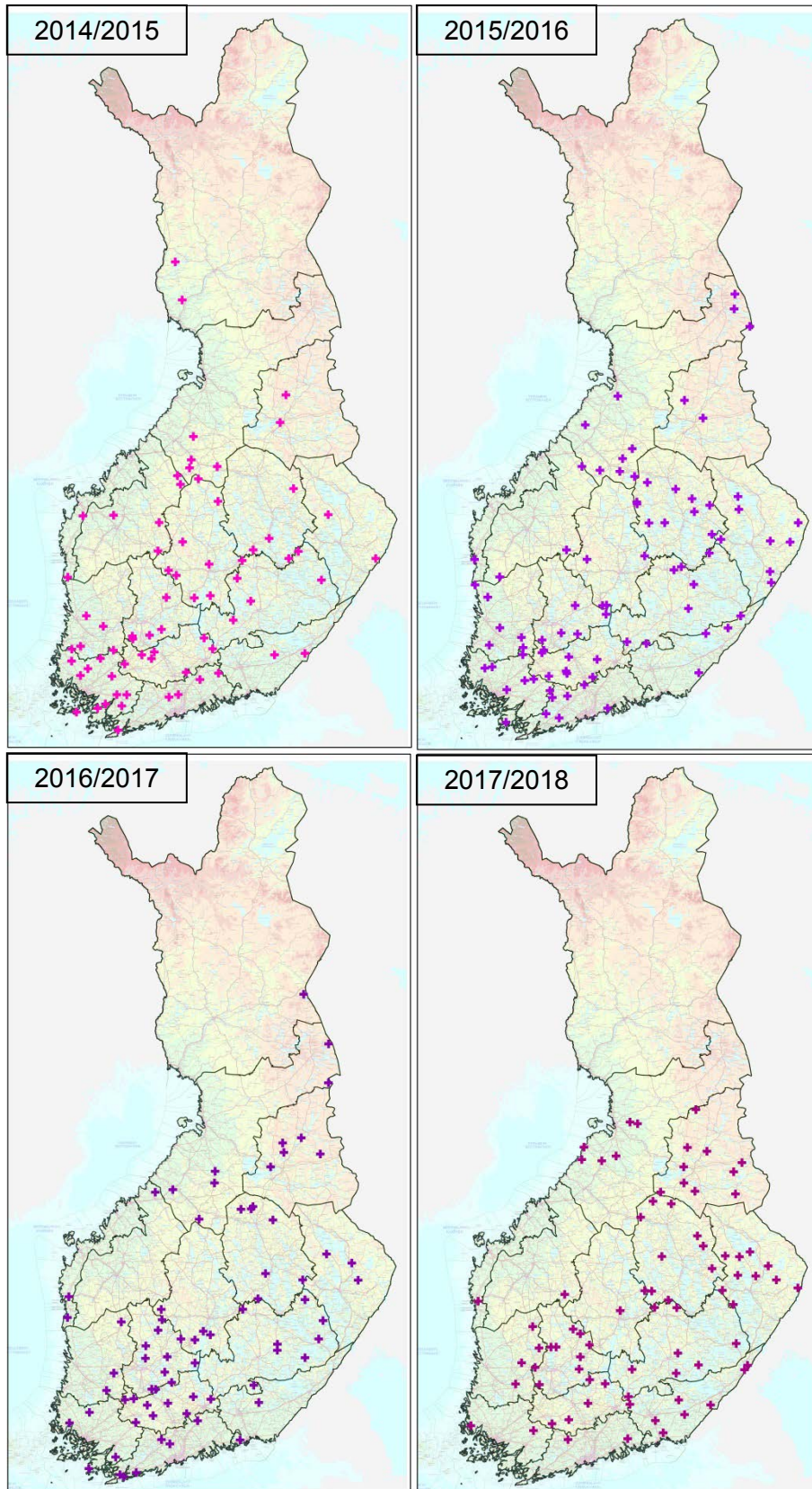


Kuva 16. Lisääntyneiden naaraiden prosentiaalinen osuus kaikista metsästetyistä naaraista metsästysvuosittain 2004/2005–2017/2018. Poronhoitoalueen näytteet eivät ole mukana tässä vertailussa. Lähde Luke.

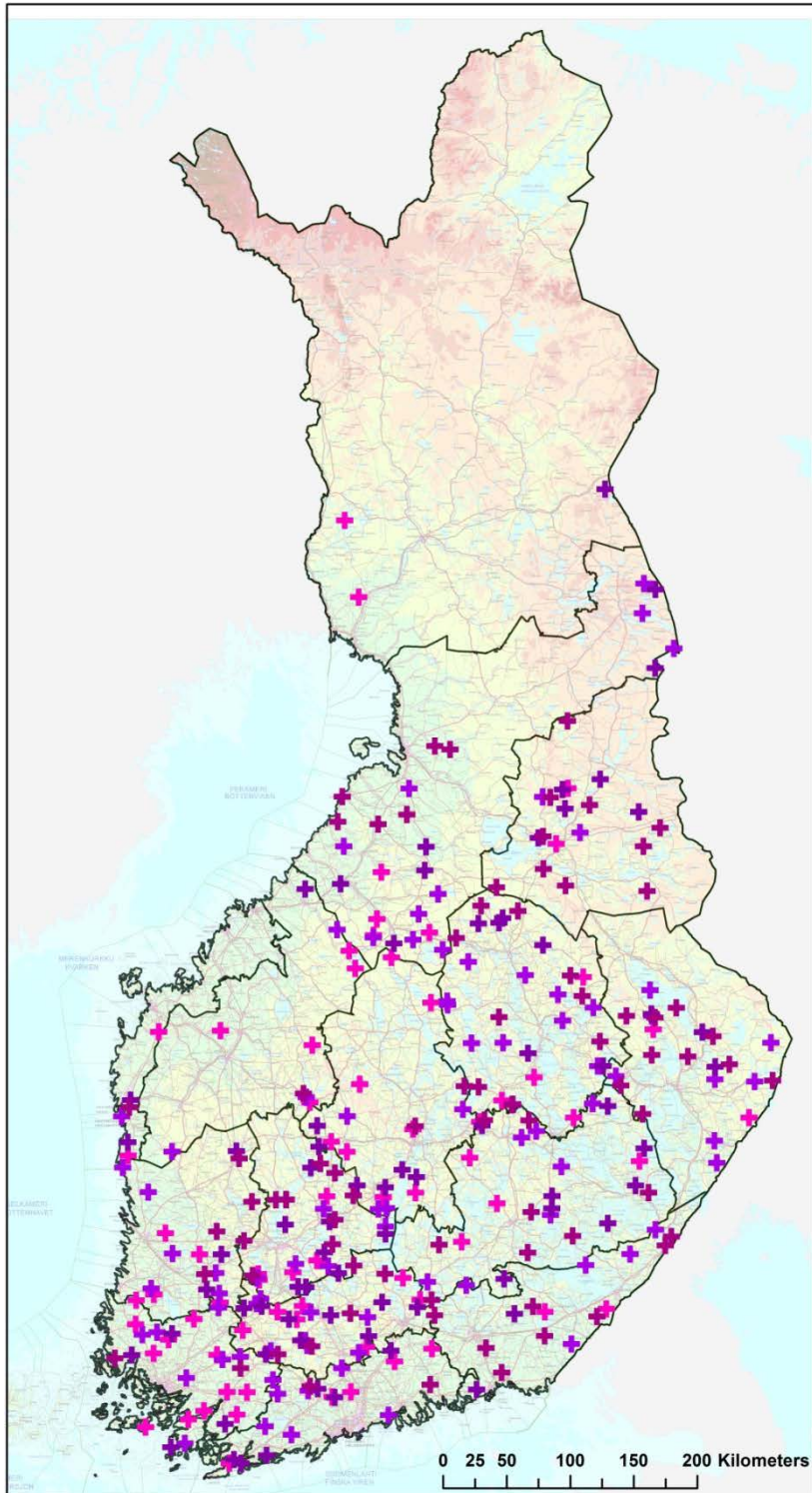
Skandinaavisessa tutkimuksessa ilvesten aikuiskuolleisuuskuolleisuus vaihteli 2–17 % välillä ja se heijastui voimakkaasti kannan tuottavuusarvioihin, jotka vaihtelivat 2–4 %:sta 20 %:iin (Andrén ym. 2006). Suomessa ilveskannan vuosittainen kasvuvauhti on vaihdellut 0 ja 25 % välillä, välissä on ollut myös kannan pienentymisen ajanjaksoja. Suurimman prosentuaalisen kasvun takana ei ole yksin biologia vaan myös samaan aikaan tarkentunut kanta-arviointimenetelmä (ml. erillislaskennat). Suomalaisen ilveskannan populaatiokehityksen tarkastelu on osoittanut ilveskannan lisääntymispotentiaalin olleen suurimmillaan 19 % jos kuolleisuutta ei huomioida. Kun sekä metsästyskuolleisuus että muu kuolleisuus (mukaan lukien kaikki ihmisen aiheuttama kuolleisuus ja luontainen kuolleisuus) otetaan huomioon, ilveskannan vuosittainen lisääntymispotentiaali on ollut 16 % luokkaa.

Viiveellä näkyvää muutosta voidaan pyrkiä ymmärtämään tarkastelemalla kuolleiden naaraiden toteumaa. Kuvassa 17 esitetään saalisilmoituksiin ja näytteisiin perustuva metsästettyjen aikuisten naaraiden maantieteellinen jakauma viiden eri metsästysvuoden ajalta. Jakson alkuosan vaikutus on todennäköisesti nähtävissä juuri ilvespentuemäärien kehityksessä viime ja edellisvuodelta. Samaa asiaa, mutta tarkemmalla aineistolla, kuvataan myös kartoilla tutkituista lisääntyneistä naaraista neljältä viimeiseltä metsästysvuodelta (Kuva 18, 19). Kuvien 18 ja 19 aineistot eivät sisällä kaikkia kuolleita aikuisia naaraita.

Kuluvan metsästysvuoden 2017/2018 naaraspoistuman vaikutus ei ole vielä nähtävissä vuoden 2017 pentueluvuissa. Arvioluvuissa on siis eräänäntyvää naaraspoistuma ”velkaa”, jonka toteutumisas- te voidaan nähdä vasta talven 2018/2019 havaintoaineiston kautta.



Kuva 18. Luonnonvarakeskukselle näytteeksi lähetetyt metsästysvuosina 2014/2015–2017/2018* tutkitut naaraat, joilla on ollut kohdusta istukan arpia eli ne ovat synnyttäneet edellisenä keväänä. 2014/2015 N = 71; 2015/2016 N = 81; 2016/2017 N = 72; 2017/2018 N = 77. *24.4.2018 mennessä käsitellyt; aineisto ei kata kaikkia kuolleita lisääntymiskäisiä naaraita. Taustakartta: Copyright Maanmittauslaitos, lupa nro. 6/MML/11.



Kuva 19. Tutkitut synnyttäneet naaraat 2014/2015–2017/2018* Suomen riistakeskus aluetoimisto-alueittain. N = 301. *24.4.2018 mennessä käsitelty; aineisto ei kata kaikkia kuolleita lisääntymiskäisiä naaraita. * metsästysvuosi 2017/2018 jatkuu 31.7.2018 asti. Taustakartta: Copyright Maanmittauslaitos, lupa nro. 6/MML/11.

3. Kanta-arvioinnin menetelmistä ja aineiston tulkinnasta

Pinta-alan suhteen eläinten määrän arviointi on haastavaa, sillä kuten monet muutkin lajit, ilveksiä ei ole tasaisesti kaikkialla, vaan esiintyminen on luontaisesti vaihtelevaa, alueesta ja olosuhteista riippuen tiheämpää tai harvempaa. Ilvesyksilöillä on myös erikokoisia elinalueita, eikä ilveksen tiheyteen Suomessa vaikuttavia kaikkia asioita tunneta. Havaintoihin pohjaava menetelmä on tasapuolinen kaikille koko Suomen mittakaavassa, sillä arvioinnin perusteet ovat kaikkialla täsmälleen samat. Suomessa nykyisin käytössä oleva menetelmä on esitetty esimerkkinä hyväksytyistä menetelmistä myös EU-tasolla.

Ilveskannan koon arviointi ei ole helppoa edes silloin, kun havaintoaineistoa on runsaasti. Käytössä olevat työkalut esiinnousevien kannanarvioinnin ongelmakohtien ratkaisemiseen ovat vajavaiset. Olemme epätäydellisen tiedon äärellä. Täydellisesti todellisuutta kuvaaviin lukuihin tuskin kuitenkaan pääsemme suuremmillakaan ponnistuksilla. Yleisesti esiintyvän ilveksen kohdalla voisi olla hyvä pohtia, kuinka tarkkaa tietoa kannanhoidollisten päätösten tueksi tarvitaan. Riittäisikö esimerkiksi pentueiden kohdalla tarkkuus aluekohtaisesti kymmenien tarkkuudella.

Kirjatut havainnot ilvespentueista ovat kanta-arviossa avainasemassa, sillä aluekohtaiseen pentuelukuun ei arvioida ilmoittamatta jääneiden pentueiden määrää eikä edellisten vuosien pentuehavaintoja huomioida uusissa arvioinneissa (poikkeuksena erillislaskennan tulos, kts. kappale 2.1.2.). Pentueiden näkö- ja jälkihavaintojen tarkasteluajanjakso on 1.9.–28(29).2. ja tuolta aikaväliltä tehdyt, etukäteen ilmoitettuun määräpäivään mennessä kirjatut havainnot otetaan kanta-arvioon mukaan.

Pentueeksi määritellään havainto, johon on kirjattu vähintään yksi aikuinen ja pentu/pentuja. Joka vuosi pentuehavaintoja ilmoitetaan kyseiselle ajanjaksolle vielä senkin jälkeen kun kanta-arvio on jo tehty. Tällaisia myöhässä ilmoitettuja havaintoja ei arviossa ole enää voitu ottaa huomioon.

Pentuemäärää kuvataan luvuilla, jotka muodostuvat kaikille Suomen riistakeskuksen alueilla samoilla periaatteilla. Luvut eivät ole minimi ja maksimi, vaan lukuhaarukka, jonka sisään pentueiden määrä havaintojen perusteella todennäköisimmin asettuu. (Taulukko 2)

Lukuhaarukan alempi luku saadaan tarkastelemalla erillisiksi arvioituja pentueita yhtä aikaa kartalla. Tämä luku kuvastaa selvästi erillisiksi toisista pentueista sijoittuvien pentueiden määrää. Koko maan mittakaavassa, ja pienemmässäkin mittakaavassa kuten aluetoimistojen sisällä, pentueiden etäisyyksissä toisiinsa on suurta vaihtelua mm. maiseman rakenteen vaihtelun vuoksi (järviä, peltoja, metsää, taajamia) sekä mahdollisesti ravinnon runsauden suhteen (esim. pienten hirvieläinten tiheän kannan alueet). Ilveskannan paikallisesti tiheimmillä alueilla, lähellä toisiaan olevia pentueita voi olla useita. Erillislaskenta on merkittävin, ja paikoin ainoa, työkalu erottaa lähellä toisiaan ja mahdollisesti jopa pienemmällä elinalueilla esiintyvät pentueet erillisiksi toisistaan.

Lukuhaarukan yläluku kuvastaa sitä määrää pentueita, jotka sijoittuvat aluetoimiston rajojen sisäpuolelle. Jonakin tiettyinä ajanhetkenä yksittäisen aluetoimiston rajojen sisäpuolella voidaan tehdä havaintoja tätä lukua suuremmasta määrästä pentueita johtuen mm. näistä ns. rajapentueista jotka yhtenä hetkenä voivat liikkua toisella alueella ja toisena hetkenä toisella alueella.

Tilanne, jossa erillislaskennassa tarkentunut arvioitu pentuemäärä (ja yksilömäärä) on huomattavasti korkeampi kuin aikaisemman vuoden arvioitu pentuemäärä, voi kertoa useasta erilaisesta asiasta. 1) havaintoverkoston kattavuudessa voi olla puutteita, 2) havaintojen ilmoittamisaktiivisuudessa voi olla puutteita, 3) alueellisesti on muodostunut useita lähekkäisiä pentueita, jotka eivät tule esille nykyiseltään tai 4) muutos ilveskannassa on tapahtunut niin nopeasti että se ei tule selvästi esille havaintoaineistossa. Tällainen suuri lukuero osoittaa selvästi niitä alueita ja ilveskannan kehitysvaiheita, jolloin erillislaskennat ovat tarpeellisia. Erillislaskennoilla päästään tällaisissa tapauksissa kiinni vallitsevaan todellisuuteen ilveskannan koossa. Vastaavasti pienehkö lukuero kertoo vallitsevan havainnointiverkoston ja aktiivisuuden toimivan riittävän hyvin, jotta ilveskannan kehitystä alueella pystytään seuraamaan. Tämä kertoo myös siitä, että mahdollisia erittäin lähekkäin tai pienillä alueilla

eläviä pentueita ei ole niin suurta osaa kaikista pentueista, että haasteet niiden tunnistamisessa aineistosta nousisivat suureen merkitykseen.

Taulukko 2. Ilvespentueet vuosina 2014–2017 Suomen riistakeskuksen aluetoimistottain. Luvuista ei ole vähennetty tunnettua, samoille vuosille kohdistuvaa lisääntymisikäisten naaraiden kuolleisuutta.

Riistakeskus aluetoimisto	Pentueet 2017	Pentueet 2016	Pentueet 2015	Pentueet 2014
Etelä-Häme	21–23	27–29	27–30	36–38
Etelä-Savo	43–46	48–50	44–46	48–50
Kainuu	11–16	25–30	31–33	31–34
<i>josta poronhoitoalueen ulkopuolella</i>	11–14	22–25	26–28	27–30
Keski-Suomi	30–33	45–47	51–54	44–51
Kaakkois-Suomi	30–32	31–33	28–31	35–37
Lappi	1–4	6–8	7–8	2–4
<i>josta poronhoitoalueen ulkopuolella</i>	1–2	3–4	3–4	2–3
Oulu	31–35	38–42	42–48	42–52
<i>josta poronhoitoalueen ulko- puolella</i>	31–34	36–39	42–47	42–52
Pohjanmaa	3–6	12–14	14–19	21–24
Pohjois-Häme	23–25	26–28	30–32	27–29
Pohjois-Karjala	30–33	40–42	40–43	44–47
Pohjois-Savo	44–47	53–56	47–49	53–56
Rannikko-Pohjanmaa	5–7	5–7	6–8	8–10
Satakunta	22–25	28–30	31–33	32–35
Uusimaa	20–22	22–24	24–26	28–31
Varsinais-Suomi	18–21	27–29	31–34	37–43
Yhteensä	332–375	434–469	453–474	487–541
Kannanhoitoalueet	Pentueet 2017	Pentueet 2016	Pentueet 2015	Pentueet 2014
Poronhoitoalue	0–5	8–12	9–11	4–5
Muu Suomi	332–370	425–457	444–463	483–536

3.1.1. Suurpetohavaintojärjestelmästä irrotetun ilveshavaintoaineiston muokaus

Ilveshavainnot noudetaan TASSU-suurpetohavaintojärjestelmästä aikajaksoon perustuvan hakutoiminnon perusteella. Käsittelyyn otetaan vain havainnot jotka on tallennettu aikaisemmin ilmoitettuun määräpäivään mennessä. Aineisto siirretään taulukko-ohjelmistoon kumulatiivisena eli siten

että samaan havaintotapahtumaan liittyvät eläinyksilöt ovat samassa kumulatiivisessa havainnossa. Taulukkoon jätetään sellaiset ilveksen jälki-, näkö- ja riistakamerahavainnot, jossa havainnossa on havaittu yhtä aikaa vähintään yksi aikuinen ja vähintään yksi alle vuoden ikäinen pentu. Havainnot yksittäisistä aikuisista, yksinäisistä pennuista, ylivuotisista tai ikäluokaltaan tunnistamattomista yksilöistä ei käytetä jatkoanalyysissä. Vuonna 2018 erityistä huomiota on kiinnitetty tallennetuissa havainnoissa ilmoitettuihin etutassun leveyksiin ja aineisto, jossa tassujen leveystiedot poikkeavat tunnetuista vuodenaikaan sidotuista normaaleista mitoista (pennun tassun kasvu talven mittaan; normaalit kokoluokat), on irrotettu erikseen tarkastelua varten. Kyseisenlaiset havainnot ovat mukana kanta-arvioaineistossa, mutta ko. havainnot eivät yksin muodosta perustetta erillisen pentueen määrittämisessä. Havainto-aineistot siirretään kartoille ja tiheyspinnoiksi paikkatieto- ja tilastomatematiikkaohjelmistoissa. Yksittäisten havaintojen käytöstä on siirrytty kohti tiheyspintoihin perustuvaa määrittystä.

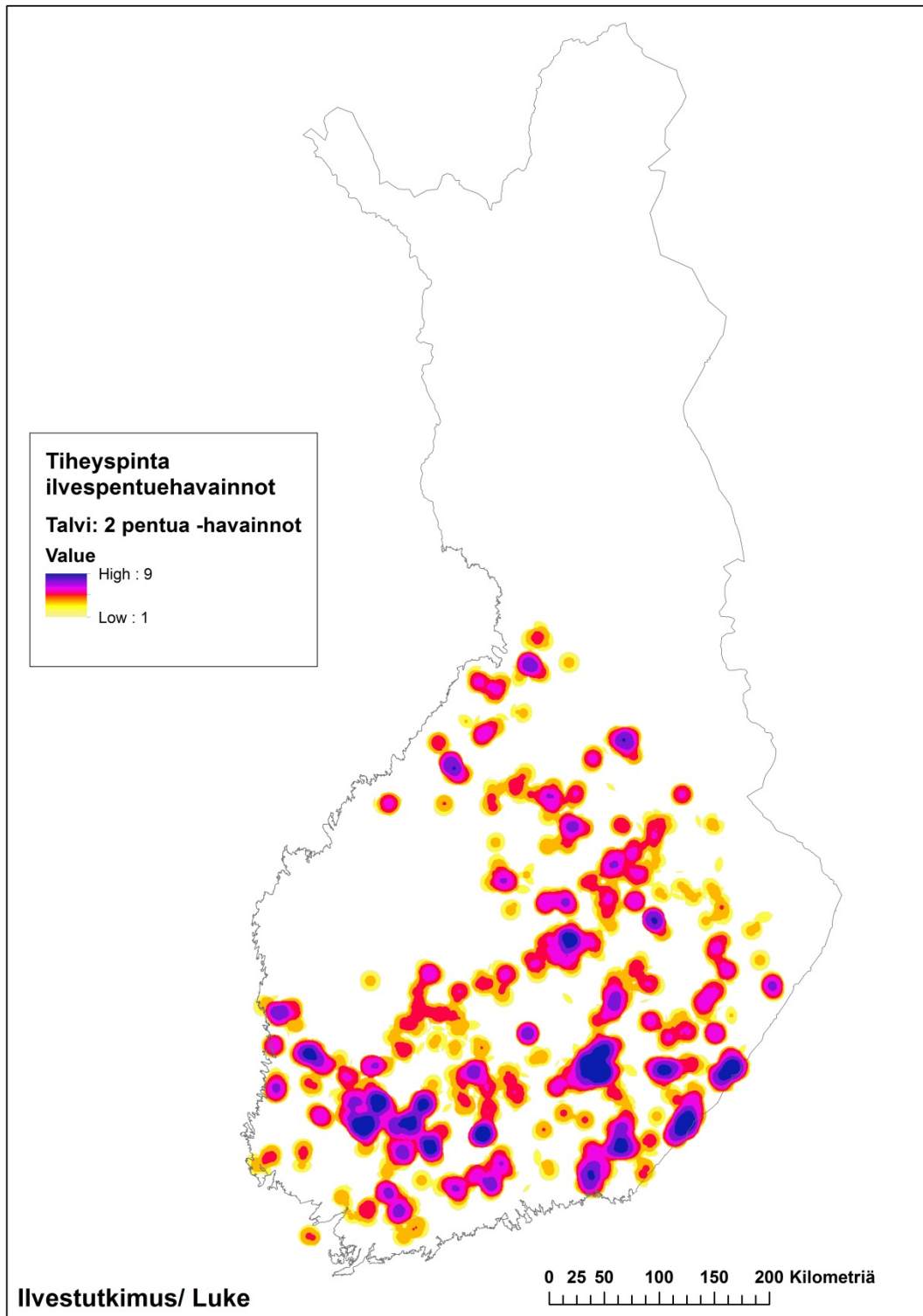
3.1.2. Erillisten ilvespentueiden tunnistaminen havainto-aineistosta: puskurointi

Erillisten pentueiden tunnistamisessa käytetään apuna 10 km säteistä ympyrää. Ympyrän halkaisijan koko perustuu Suomessa tehdyistä radioseurantatutkimuksista (RKTL, nykyisin Luke) saatuun tietoon ilvesten elinalueen koosta. Jokaiselle pentueelle tehdään 10 km puskurointi, jonka jälkeen puskureiden keskinäisiä alueellisia sijainteja on tarkasteltu visuaalisesti. Puskurointivähyöhykkeiden käytöstä ollaan jatkossa siirtymässä hyödyntämään havaintoaineistoista muodostettuja tiheyspintoja (kts. alla). Ko. menetelmää on testattu ensimmäisen kerran vuoden 2018 arvion yhteydessä.

Aineiston ensimmäisen analyysivaiheen lopputuloksena syntyy pentuekartta koko maata koskien. Seuraavassa vaiheessa pentueet sijoitetaan hallinnollisten rajojen perusteella eri aluetoimistojen alueelle.

3.1.3. Erillisten ilvespentueiden tunnistaminen havainto-aineistosta: tiheyspinnat

Eri pentueista tehtyjen havaintojen erottelussa käytettiin apuna havaintotihentymiä kuvaavia spatiaalisia tiheyspintaestimaatteja. Tiheyspinnat estimoitiin erikseen yhden, kahden sekä kolmen tai useamman pennun havainnoille (Kuva 20). Estimointi perustui ydinfunktiomenetelmään (Silverman 1986) ja se toteutettiin R-paketin spatstat (Baddeley ym. 2015) funktiolla *density*. Epanichnikovin ytimen leveys oli 10 km. Havainnollisuuden parantamiseksi tiheysestimaatin arvoksi asetettiin 0 kaikissa niissä paikoissa, joissa 10 km:n säteellä oli korkeintaan yksi havainto.



Kuva 20. Ilvespentuehavainnoista matemaattisesti johdettu tiheuspinta: esimerkkinä tiheuspinta 1.12.–28.2. havainnot kahden pennun pentueista. Tiheyspinnan liukuasteikon luvut eivät kuvasta sellaisenaan pentuja tai pentueita vaan estimaatin suhteellista arvoa. Estimaatin muodostumiselle ehtona oli vähintään 2 havaintoa 10 km säteisellä alueella. Kartta Luke.

4. Ilvespopulaatioon liittyvästä mallinnustyöstä ja ennustemallista

Jotta tulevaa ilveskannan kehitystä voitaisiin ennustaa, laadittiin havaittuun kannankehitykseen ja ilmoitettuihin metsästysverotusmääriin nojaava populaatiomalli ensimmäisen kerran vuonna 2012 RKTLn toimesta. Populaatiomalli tuotti perustietoa, kuten kasvuprosentin eri vuosilta ilveskantaan liittyen. Metsästysverotus oli vuosina 2008–2010 keskimäärin 16 % arvioidusta populaatiokoosta (mutta ennen vuotta 2008 keskimäärin noin 6 %). Populaatiomallin tulosten mukaisesti 16 % verotusosuus on samansuuruinen kuin kannan kestävä maksimaalinen verotus (MSY, maximum sustainable yield). Tuolla verotusosuudella kannan koon arvioidaan pysyttelevän suhteellisen vakaana. Yli 16 % verotusosuudella kanta tulee todennäköisesti pieneneään ja alle 16 % verotuksella kannan koko todennäköisesti kasvaa.

Ennustemallissa kannan eri mahdollisia kehityssuuntia on kuvattu tarkemmin 10 %, 16 % ja 20 % verotusosuuksien avulla. Ennustemalli on neljävuotinen, ja lähtövuodeksi on aina asetettu tuoreimman pentuearvion vuosi. Ennustemalli otettiin käyttöön ensimmäisen kerran vuonna 2012, ja sitä päivitetään vuosittain aina tuoreimmalla pentuemäärä- ja kuolleisuustiedoilla. Ilveksen kohdalla viimeisen viiden vuoden aikana toteutunut metsästysverotus on vaihdellut 15,9 ja 20,2 % välillä. Tällaisella metsästysverotuksen linjauksella Maa- ja metsätalousministeriö on tavoitellut ilveskannan kasvun hallittua pysäyttämistä ja kannan pienentymistä.

4.1.1. Populaatiomallin tekninen kuvaus

Vuosien 1998–2015 aikana koko maan kanta-arvioista laskettu vuosittainen kasvuvauhti on vaihdellut -7,8 ja 28 prosentin välillä. Suurin kasvuvauhti todettiin vuosien 2008–2010 aikana. Populaation tulevaa kehitystä erilaisissa metsästyskenaarioissa voidaan arvioida ennustemallin avulla. Tässä ennustemallilla arvioidaan ilveskannan todennäköistä kehitystä vuoteen 2021 mennessä erilaisten vaihtoehtoisten metsästysverotusten toteutuessa.

Aineistona metsästyksen vaikutuksista ilveksen populaatiodynamiikkaan käytimme vuosien 1998–2017 arviota havaituista pentueista ja metsästettyjen naaraiden ilmoitettuja lukumääriä (koko maan aineisto poronhoitoalue poisluettuna). Pentueiden lukumäärä on saatu petoyhdyshenkilöverkoston havainnoista ja lumijälkien erillislaskennoista metsästyskausittain 6 kk aikana (1.9.–27.2. esim. 2017/2018) kunkin metsästysvuoden sisällä. Analyysissä käytimme metsästettyjen naaraiden lukumääriä niiden toteutuneen osuuden vaihtelun mukaisesti (yli 3-vuotiaat). Näin analyysimme kuvaavat metsästyksen vaikutusta lisääntymiskykyisten naaraiden lukumäärän vaihteluun.

Populaatiodynamiikan mallinnuksessa sovelsimme Gompertz-tyyppistä aikasarjamallia (Dennis, Ponciano, Lele, Taper, & Staples, 2006; Lele, Dennis, & Lutscher, 2007) logaritmisille (\log_e) havaitun ilveskannan ja metsästettyjen lukumäärille vuosina $[t]$ 1998–2018. Kyseessä on ns. state-space-malli (SSM), jossa mallinnettavia systeemejä on kaksi, toinen populaatioprosessille ($pop_{[t]}$), johon vaikuttaa mallin parametri α_{KASVU} , sekä prosessivirhe $e_{pop[t]}$ sekä toinen havaitulle populaatiolle ($hav_pop_{[t]}$), jonka poikkeaman populaatioprosessista ilmaisee havainnointivirhe $e_{hav[t]}$. Kun $e_{hav[t]}$ otetaan huomioon, saadaan itse populaatioprosessiin vaikuttavat tekijät selville.

(SSM)

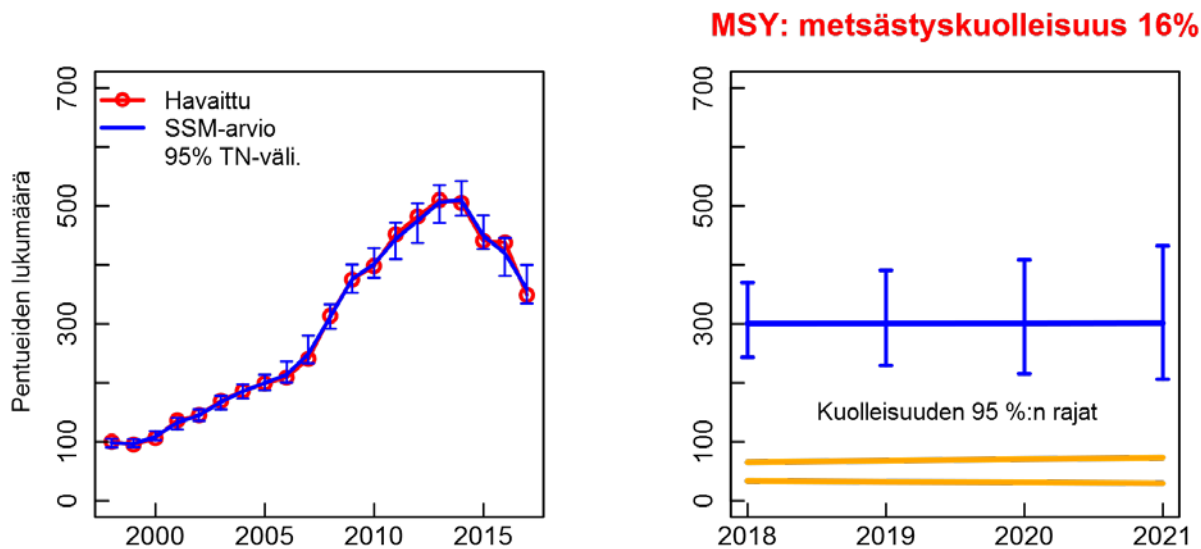
$$\begin{cases} pop_{[t+1]} = \alpha_{KASVU} + \ln(\exp(pop_{[t]}) - H_{[t]}r_{[t]}) + e_{pop[t+1]} \\ hav_pop_{[t]} = pop_{[t]} + e_{hav[t]} \end{cases}$$

Mallissa vakio α_{KASVU} on luonnollinen kasvukerroin, $H_{[t]}$ on metsästettyjen naaraiden lukumäärä ja $r_{[t]}$ on yli kolmevuotiaiden naaraiden osuus saaliissa. Estimoimalla α_{KASVU} -vakion arvo ilmoitetun vuotuisen metsästyksen vallitessa voidaan päätellä vuotuinen maksimaalinen osuus populaatiosta,

joka voidaan metsästyksellä poistaa niin että populaatio odotusarvoisesti pysyy vakiona. — ”Odotusarvoisesti” siksi, että populaatioprosessiin sisältyy luonnollisen kuolleisuuden ja syntyvyyden satunnaisvaihtelua ($e_{pop[t]}$), mikä aiheuttaa epävarmuutta mallin ennusteeseen populaation koosta. Virhetermin ($e_{pop[t]}$) jakauma tulee normaalijakaumasta keskiarvolla nolla: $N(0, var_{pop})$; var_{pop} on populaation kasvun virhetermin varianssi, vastaavasti arvioimme havainnointivirheen varianssin (var_{hav}). Vakion α_{KASVU} ”priori”-jakaumaksi asetimme äärimmäisen tasaisen ja leveän normaalijakauman, jonka mahdollistamista arvoista lopullinen ”posteriori”-jakauma (Gelman, Carlin, Stern, & Rubin, 2003) määräytyi. Mallin parametrien Bayesilaisen posteriorijakauman (todennäköisyysjakauman) määritimme Markov Chain Monte Carlo (MCMC) -menetelmällä käyttäen R-ympäristössä toimivaa BRugs versiota 0.8-0 yhdistettynä OpenBUGS versioon 3.2.2 (D. J. Lunn, Thomas, Best, & Spiegelhalter, 2000; D. Lunn, Spiegelhalter, Thomas, & Best, 2009). Mallin perusteella ennustimme naaraspopulaation (pentueiden määrä) muutosta vuodesta 2017 neljän vuoden päähän vuoteen 2021.

4.1.2. Populaatiomallin ja ennustemallin tulokset aikajaksolta 1998-2018

Jos populaatioon ei kohdistu kuolleisuutta, populaation luonnollinen kasvukerroin ($\exp(\alpha_{KASVU})$) kasvattaa ilvespopulaatiota noin 20 % vuodessa. Populaation toteutunut kasvu pysähtyy, kun poistettava kiintiö on yhtä suuri kuin luontainen kasvu. Tästä voidaan johtaa suurin mahdollinen vuotuinen poistettujen yksilöiden osuus, jolla populaatio todennäköisimmin pysyy vakaana eli maksimiverotus (MSY, engl. maximum sustainable yield). Maksimiverotusosuudeksi malli tuotti 16 % arvioidusta kannasta (Kuva 22, Taulukko 3).



Kuva 21. Populaatiomallin ja ennustemallin tulokset 1998-2018. Vasemmalla: Populaatiomallin mukaan laskettu populaatiokoko (pylväät: 95 %:n todennäköisyysvälit) ja havaittujen pentueiden lukumäärä. Oikealla: Ennustettu populaatiokehitys todennäköisyysväleineen ja metsästettyjen naaraiden lukumäärien 95 %:n ylä- ja alarajat. Oikeanpuoleisessa kuvassa ennuste perustuu maksimaaliseen sallittuun metsästysmäärään 16 % kannasta, jotta populaatio odotusarvoisesti pysyy vakiona.

Taulukko 3. Mallin (SSM) tärkeimpien parametrien posteriori-jakaumat.

Tekijä (SSM)	Keskiarvo	Keskihajonta	Alaraja 2.5 %	Yläraja 97.5 %
α_{KASVU}	0,17	0,020	0,161	0,212
Kasvukerroin	1,19	0,023	1,175	1,236
1-MSY	0,84	0,017	0,830	0,877

Tarkastelemalla mennyttä populaatiokehitystä, ilveskannalle on voitu laskea populaation toteutunut kasvu ja arvioidulle populaatiolle 95 % todennäköisyysväli. 95 % todennäköisyysvälien mukaisesti Poronhoitoalueen eteläpuolisessa Suomessa erillisten ilvespentueiden määrä asettui vuonna 2017 välille 349–369 ilvespentuetta (todennäköisimmin 356 pentuetta).

Ennustettaessa populaation kokoa neljän vuoden päähän (vuoteen 2021) voimme käyttää lähtökohtana mallin tuottamia populaatiokoon arvioita (Kuva 21: 95 % todennäköisyysvälit). Ennustamiseen liittyy kuitenkin epävarmuutta, jonka suuruutta pyrimme mallinnuksen avulla määrittämään. ”Keskihajonta”-sarakkeen luvut ilmaisevat, kuinka luotettava arviomme populaation koosta on. Tämän jakauman perusteella voidaan laskea, mille välille todellinen populaatiokoko 95 %:n todennäköisyydellä sijoittuu. Todennäköisyysjakaumasta voidaan lisäksi laskea todennäköisyyksiä eri tapahtumille. Mallin perusteella voidaan esimerkiksi ennustaa, mikä on odotettavissa oleva metsästettyjen (lisääntymisikäisten) naaraiden määrä vuonna 2021.

Taulukko 4. Ennustettu populaation koko ja hajontaluvut sekä metsästettävien naaraiden lukumäärien 95 % todennäköisyysväli SSM-mallin mukaan neljän vuoden kuluttua vuonna 2021 (vuodesta 2017). Eri metsästysverotusskenaarioille on laskettu todennäköisyydet (Tn), että populaatio kasvaa yli 600 tai laskee alle 300 pentueen vuoteen 2021.

Verotus	Keskiarvo- populaatio v. 2021	Keski- hajonta	Alaraja 2.5 %	Yläraja 97.5 %	Tn% (pop>600)	Tn% (pop<300)	Mets. alaraja 2.5 %	Mets. yläraja 97.5 %
10 %	376	76	246	542	1	14	25	54
16 %	306	56	206	432	0	47	43	73
20 %	265	51	175	377	0	78	35	75

16 %: ”vakaa populaatio”

10 %: ”kasvava populaatio”

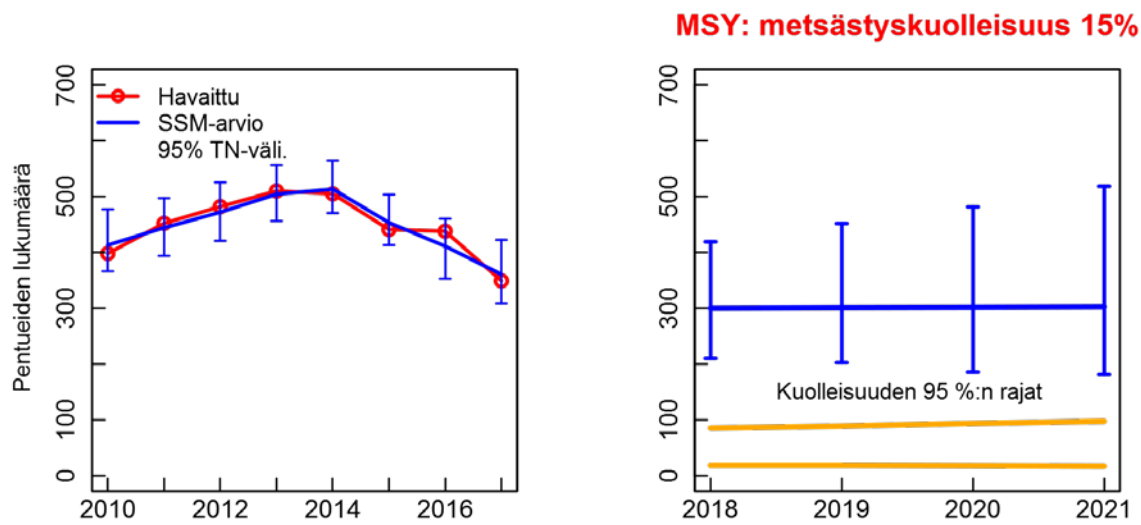
20 %: ”pienenevä populaatio”

Vakaan kehityksen ennustemallissa vuosien 2018–2021 sallitun metsästyksen 95 %:n ylä- ja alarajat ovat 43–73 lisääntyvää naarasta metsästyskautta kohti (Taulukko 4). 10 %:n vuotuisella metsästyksellä kanta kasvaisi 1 %:n todennäköisyydellä yli 600 pentueen vuoteen 2021 mennessä. Vastavasti 20 %:n verotuksella populaatio pienentyisi 78 %:n todennäköisyydellä alle 300 pentueen.

4.1.3. Populaatiomallin tulos muuttuu aikajaksolta 2010–2017

Monille eläinlajeille on tyypillistä, että populaation kasvukerroin on erilainen populaation kasvu- ja laskuvaiheissa. Koska ilveskannassa on aikaisemman voimakkaamman kasvuvaiheen jälkeen ollut vuodesta 2014 alkaen selkeä laskusuuntaus, päätettiin populaatiomalli ajaa vertailun vuoksi aikasempaa lyhyemmällä aikasarjalla. Kahdeksan vuoden aikasarjalla populaation kestävä verotuksen prosentti laski verrattuna pidempään malliin (Kuva 23). Nykyisillä populaatiotiheyksillä, joiden vallitessa tiheydestä riippuvaa populaation kasvukertoimen säätelymekanismia emme olettaneet merkittävimmiksi, mallin tuottamaa 15 %:n arviota maksimimetsästyksestä voitaneen soveltaa laskusuun-

taisessa populaatiossa kannan säilyttämiseksi vakaana, edellyttäen että naarasverotus pysyy sille asetetuissa 95 % luottamusrajojen sisällä.



Kuva 22. Vasemmalla: Populaatiomallin mukaan laskettu populaatiokoko (pylväät: 95 %:n todennäköisyysväli) ja havaittujen pentueiden lukumäärä. Oikealla: ennustettu populaatiokehitys todennäköisyysväleineen ja metsästettyjen naaraiden lukumäärien 95 %:n ylä- ja alarajat. Ennuste perustuu maksimaaliseen sallittuun metsästysmäärään 15 % kannasta (ks. teksti MSY), jotta populaatio odotusarvoisesti pysyy vakiona.

5. Ilveksen biologiasta ja elinpiirin muodostumisesta

Ilves on keskikokoinen kissapeto, jonka koossa, värityksessä ja turkinkuvioinnissa on suurta vaihtelua yksilön maantieteellisestä alkuperästä riippuen (Sunquist & Sunquist 2002). Aikuiset urokset ovat suurempikokoisia kuin naaraat, ja suomalaiset ilvekset painavat keskimäärin 17,5–21 kg, vastaavasti naaraiden keskipaino vaihtelee 14,5–17 kg (Holmala, julkaisematon). Ruumiinkoko ja -pituus vaihtelevat paljon, aikuisten yksilöiden ruumiinpituuden ollen tyypillisesti noin 80–130 cm kuonosta hännäkärkeen. Pohjoisemmilla leveysasteilla elävien ilvesten turkin väritys on yleisesti ottaen vaaleampi ja vähätäpläisempi kuin eteläiset lajikumppanit (Sunquist & Sunquist 2002). Täysin täplättömät ilvekset ovat harvinaisia, yleensä täpliä löytyy ainakin jalkojen sisäsyryiltä. Samassa pentueessa voi olla täplikkeitä ja vähätäpläisiä yksilöitä. Kesäturkki on väritykseltään punertavampi kuin talvella, ja kesäkarvapeite on lyhyempi, harvempi ja karkeampi kuin talviturkki (Sunquist & Sunquist 2002).

Kuten kissaeläimet yleisesti, ilveskin on saalistustavaltaan vaaniva peto, joka pyrkii yllättämään saaliinsa lähietäisyydeltä ja vain harvoin ajaa saalistaan takaa muutamia satoja metrejä pidempään (Sunquist & Sunquist 2002). Ilves pystyy loikkaamaan ylöspäin jopa kolmeen metriin asti, ja pituutta yksittäisillä loikilla voi olla jopa seitsemän metriä. Saalistava ilves liikkuu tyypillisesti verkkaisesti ja mutkitellen ja saattaa pysähtyä pitkiksikin ajoiksi paikalleen tarkkailemaan. Pienet saaliseläimet ilves tappaa puremalla niitä niskaan tai selkään, sorkkaeläimet se tukehduuttaa puremalla niitä kurkkuun (Liberg 1998).

Mosaikkimaisessa maisemassa ilveksen laajalla elinpiirillä on metsiä, peltoja, vesistöjä, asutusta ja muita maankäyttömuotoja. Ilves kuitenkin näyttäisi välttävän tiheämpää asutusta, ja pitävän etäisyyttä sekä asutukseen että vilkkaammin liikennöityihin teihin (Ruohomäki 2013, Holmala julkaisematon). Ilvekselle eri metsätyypeillä voi olla erilaisia rooleja mm. saalistuksen ja lepopaikkojen kannalta (Podgórski ym. 2008). Naaraan elinpiirillä on ravinnon lisäksi oltava sopiva pesäpaikka, joka sijaitsee tyypillisesti mahdollisimman kaukana ihmisen aiheuttamasta häiriöstä, usein esimerkiksi louhikossa tai muussa vaikeakulkuisessa maastossa. Yöaktiivisena eläimenä ilves lepäilee päiväajan (päiväleppäpaikka) suojaisessa paikassa, kuten tiheikössä tai korkeassa heinikossa metsän sisällä. Jos ilveksellä on suurempikokoinen saaliseläin, se saattaa viipyä sen äärellä useita päiviä, jopa viikon. Tällöin päivälepäpaikka on enintään muutaman sadan metrin etäisyydellä saaliista.

Ilves on sosiaalisen järjestelmänsä puolesta yksineläjä: naaraat ja urokset elävät omilla elinpiireillään ja ovat yhdessä vain lyhyenä kiima-aikana (Sunquist & Sunquist 2002). Emo huolehtii pennuista yksin ja muodostaa yhdessä pentujen kanssa ns. perheryhmän. Perheryhmässä on emo ja sen alle vuoden ikäiset pennut, joita voi olla 1–4 (Pulliainen & Rautiainen 1999), tyypillisimmin 1–2 pentua. Joskus edellisen vuoden naaraspentu voi jäädä synnyinalueellensa ja liikkua jonkin aikaa emon ja uusien pentujen mukana osallistuen mm. saalistukseen, mutta tämä on kuitenkin melko harvinaista.

Aikuisen ilveksen elinpiiri on pysyvä ja säilyy vuodesta toiseen suurin piirtein samankokoisena ja samalla alueella (mm. Schmidt ym. 1997, Linnell ym. 2001). Pientä vaihtelua vuosien välillä voi tapahtua elinpiirin koossa ja siten myös reuna-alueiden rajautumisessa mm. saaliseläinkannan tiheyden vaihteluiden tai vierekkäisten elinpiirien haltijoiden vaihtuessa (Herfindal ym. 2005). Ilvesuroksilla on tyypillisesti naaraita isommat elinpiirit ja niiden elinalue voi mennä osittain päällekkäin yhden tai useamman naaraan kanssa. Elinpiirien kokovaihtelu on kuitenkin suurta eri yksilöiden ja maantieteellisten alueiden välillä. Elinpiirien koot yksin Skandinaviassa ovat vaihdelleet uroksien 600–1400 km² ja naaraiden 300–800 km² välillä (Breitenmoser ym. 2000).



Kuva 23. Varustamalla ilveksiä lähetinpannoilla saadaan tietoa niiden liikkumisesta ja elinympäristön käytöstä kannanhoidon tueksi. Kuva L. Korhonen.

Radioseurantatutkimuksen perusteella suomalaisten ilvesten elinpiirit asettuvat noin 130–1200 km² välille, ollen tyypillisimmin noin 150–550 km² välillä (Holmala, julkaisematon). Urosten elinpiirit eivät yleensä ole päällekkäisiä keskenään, alueella on vain yksi sukukypsä valtauros. Pentueellisen naaraan urospentu saattaa emosta erottuaan vielä hetken asustella alueella. Sen pitää kuitenkin lähteä alueelta ennen sukukypsyyksiä saavuttamista. Naaraiden elinpiirit saattavat reuna-alueiltaan olla osin päällekkäisiä, mutta aiheesta ei ole paljoa tutkimustietoa. Alustavia selvityksiä on Pohjoismaista muutamista osin päällekkäisistä naaraelinpiireistä, joissa kyse on ollut yksittäisistä naaraista ja niiden naarasjälkeläisistä (naarassukulaiset). Aiheesta on käynnissä myös tutkimusta Luonnonvarakeskuksen toimesta.

Useimmilla eläimillä urokset dispersoivat eli vaeltavat omaa elinpiiriä etsiessään naaraita kauemmaksi. Mm. Ruotsissa urospennut ovat kulkeneet noin 50–450 km, kun taas nuoret ilvesnaaraat ovat vaeltaneet 30–150 km päähän synnyinseudultaan (Liberg 1998). Pennut ovat vaellukselle lähtiessään tyypillisesti 8–11 kk ikäisiä (mm. Schmidt 1998; Zimmermann ym 2005). Keski-Euroopassa vaellusten suuntaan ja pituuteen on vaikuttanut sopivan elinympäristön ja vapaiden elinpiirien jakautuminen maisemassa (Schmidt 1998). Suomesta on vasta alustavaa tietoa radioseurattujen ilvesten vaellusten pituudesta, ja ne ovat vaihdelleet noin 40–800 km välillä (Holmala, julkaisematon). Paikallispopulaatioiden säilymisen kannalta tärkeää on paikallisen lisääntymistuoton lisäksi uusien yksilöiden saapuminen alueelle. Levittäytymisvaelluksen onnistumiseen vaikuttaa etenkin maisema, jossa liikutaan.

6. Viitteet

- Andrén, H., Linnell, J.D.C., Liberg, O., Ahlqvist, P., Andersen, R., Danell, A., Franzén, R., Kvam, T., Odden, J. & Segerström, P. 2002. Estimating total lynx *Lynx lynx* population size from censuses of family groups. *Wildlife Biology*, 8:299–306.
- Andrén, H., Linnell, J. D. C., Liberg, O., Andersen, R., Danell, A., Karlsson, J., Odden, J., Moa, P.F., Ahlqvist, P., Kvam, T., Franzén, R. & Segerström, P. 2006: Survival rates and causes of mortality in Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in multi-use landscapes. *Biological Conservation*, 131, 23–32.
- Baddeley, A., Rubak, E., Turner R. (2015). *Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R*. London: Chapman and Hall/CRC Press.
- Breitenmoser, U., Breitenmoser-Würsten, C., Okarma, H., Kaphegyi, T., Kaphegyi-Wallmann, U. & Müller, U.M. 2000: Action Plan for the conservation of the Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) in Europe. *Nature and Environment*, 112.
- Dennis, Ponciano, Lele, Taper, & Staples, 2006: Estimating density dependence, process noise, and observation error. *Ecological Monographs*, 76: 323–341. doi:10.1890/0012-9615(2006)76[323:EDDPNA]2.0.CO;2
- Herfindal, I., Linnell, J.D.C, Odden, J., Nilsen, E.B. & Andersen, R. 2005: Prey density, environmental productivity and home range size in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Journal of Zoology*, 265(1), 63–71.
- Lele, Dennis, & Lutscher, 2007: Data cloning: easy maximum likelihood estimation for complex ecological models using Bayesian Markov chain Monte Carlo methods. *Ecology Letters*, 10: 551–563. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01047.x
- Liberg, O. 1998: *Lodjuret – viltet, ekologin och människan*. Svenska Jägareförbundet, Uppsala. 95 s.
- D. J. Lunn, Thomas, Best, & Spiegelhalter, 2000; WinBUGS-a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility. *Statistics and Computing* (2000) 10: 325. <https://doi.org/10.1023/A:1008929526011>
- Lunn, D., Spiegelhalter, Thomas, & Best 2009 The BUGS project: evolution, critique and future directions. *Statistics in Medicine*, 28: 3049–3067. doi:10.1002/sim.3680
- Linnell, J.D., Andersen, R., Kvam, T., Andren, H., Liberg, O., Odden, J., & Moa, P.F. 2001: Home range size and choice of management strategy for lynx in Scandinavia. *Environmental management*, 27(6), 869–879.
- Linnell, J., Odden, J., Andre´n, H., Liberg, O., Andersen, R., Moa, P., Kvam, T., Brøseth, H., Segerström, P., Ahlqvist, P., Schmidt, K., Jedrzejewski, W. & Okarma, H. 2007: Distance rules for minimum counts of Eurasian lynx *Lynx lynx* family groups under different ecological conditions. *Wildlife Biology*, 13: 447–455.
- Podgórski, T., Schmidt, K., Kowalczyk, R., & Gulczyńska, A. 2008: Microhabitat selection by Eurasian lynx and its implications for species conservation. *Acta Theriologica*, 53(2), 97–110.
- Pulliainen, E. & L. Rautiainen 1999. *Suurpetomme. Karhu, susi, ilves, ahma. Bear, wolf, wolverine, lynx in Northern Europe*. Articmedia, Kajaani.
- Ruohomäki, A. 2013: *Satelliittipannoitettujen ilvesten (Lynx lynx) liikkuminen talvella Etelä-Suomessa suhteessa ihmistoimintaan. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto*.
- Silverman, B. W. (1986) *Density Estimation*. London: Chapman and Hall.
- Schmidt, K. 1998. Maternal behaviour and juvenile dispersal in the Eurasian lynx. *Acta Theriologica* 43: 391–408.
- Sunquist, M., & Sunquist, F. 2002: *Wild cats of the world*. University of Chicago Press.
- Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C. & Breitenmoser, U. 2005: Natal dispersal of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Switzerland. *Journal of Zoology*, 267, 381–395.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000