



22.5.2013 RKTL 297/401/2013

Maa- ja metsätalousministeriö
Luonnonvaraosasto
PL 30
00023 Valtioneuvosto

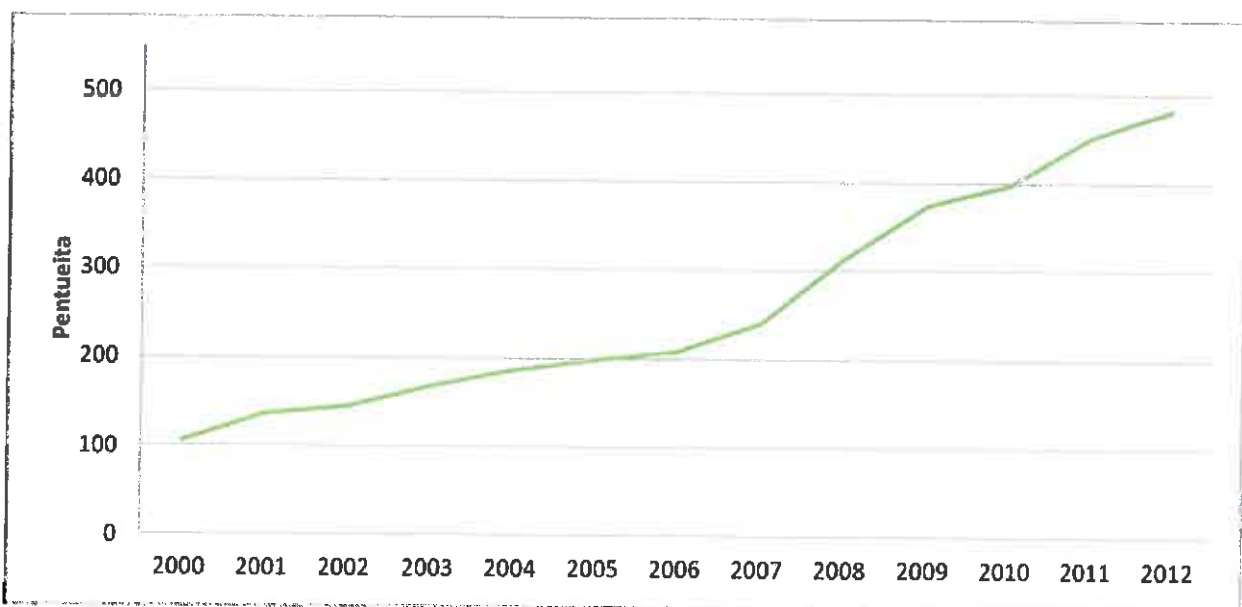
LAUSUNTO SUOMEN ILVESKANNAN RUNSAUDESTA, LISÄÄNTYMISESTÄ JA ENNUSTE ILVESKANNAN KEHITYKSESTÄ VUOTEEN 2016

Maa- ja metsätalousministeriön ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen välisen, vuodelle 2013 laaditun tulossopimuksen perusteella tutkimuslaitos huolehtii suurpetojen pyyntilupamenettelyn edellyttämästä kannan kehityksen ja kestävän metsästystason tiedontuotannosta.

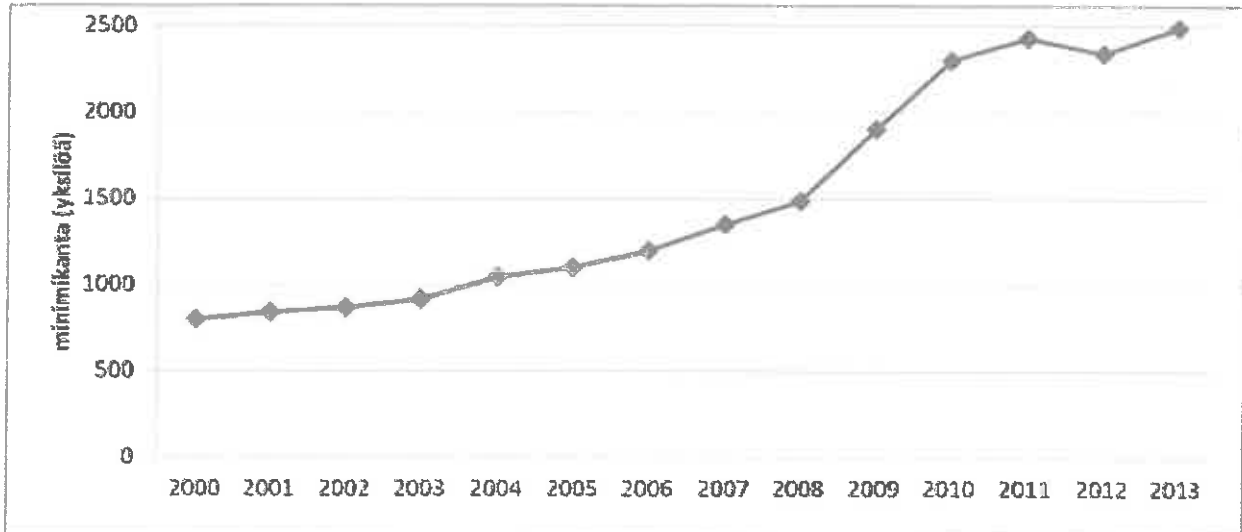
Ilveksen osalta tutkimuslaitos toteaa lausuntonaan seuraavan.

Arvio yksilömääristä ennen metsästyskautta 2013/2014 pohjautuu petoyhdyshenkilöverkoston kirjaamista havainnoista ja suoritetuista lumijälkien erillislaskennoista (4 riistakeskuksen aluetoimistoa talvella 2012/2013 ja 5 aluetoimistoa talvella 2011/2012) saadusta aineistosta tehtyyn laskelmaan vuoden 2012 pentueiden vähimmäismäärästä. Havainnot on kerätty 1.9.2011–30.4.2012 aikana (yhteensä 8 kk). Arvio ei sisällä arviota vuonna 2013 syntyvistä pennuista.

Kokonaisuudessaan ilveshavainnot (29 753 kpl) vähenivät 6 % vuosien 2011-2012 vastaavaan aikajaksoon verrattuna (31 533 kpl). Ilveshavainnot pitivät sisällään 5466 näkö- ja jälkihavaintoa ilvespentueista. Vuonna 2012 arvioidaan havaitun 449 – 536 erillistä pentuetta, mikä on vajaa 50 pentuetta enemmän kuin vuonna 2011 (Kuva 1), vastaavasti ilvesten vähimmäiskanta kasvoi 6 % edelliseen arviioon verrattuna (Kuva 2).



Kuva 1. Ilvespentueiden arvioitu lukumäärä koko Suomessa vuosina 2000 – 2012.



Kuva 2. Yli vuotta vanhempien ilvesten vähimmäiskanta koko Suomessa vuosina 2000 – 2013.

Tuloksen taustalla on erillislaskentojen kautta tarkentunut pentumäärä, minkä on tarkentanut laskettujen alueiden kanta-arviota. Erillislaskentojen yhteydessä kirjattujen ilveshavaintojen kautta on kyseisille alueille laskettu aluekohtaisia kertoimia, joiden avulla voidaan havaituista erillispentueista arvioida alueen yksilöiden kokonaismäärää (Taulukko 1). Kertoimet on muodostettu laskemalla havaittujen pentueiden osuus kaikista havaituista ilvesyksilöistä. Vuosien 2011-2013 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 arviointiin käytetty kerrointa 6, joka pohjautuu Pohjoismaissa kehitettyyn, perheryhmien pitkän aikavälin havainnointiin perustuvaan seuranta- ja arviointimenetelmään.

Alueilla, joilla suoritettiin erillislaskenta talvella 2011/2012 (Pohjois-Savo, Keski-Suomi, Satakunta, Etelä-Savo, Itä-Uusimaa) on vuoden 2012 pentueiden määrän arvioinnissa huomioitu ne erillislaskentapentueet, joiden lähialueelle ei liity RKTL:n tai Eviran aineiston perusteella lisääntymisikäisen naaraan metsästys- tai muuta poistumaa (10 km säteisellä alueella) laskentavuonna tai sitä seuraavana vuonna (arviovuosi). Usean aluetoimiston alueella liikkuvat ilvespentueet lasketaan sen aluetoimiston puolelle, josta pentueesta on kirjattu enemmän havaintoja. Tällaisia jaettuja pentueita on lukuisia erityisesti Etelä-Hämeen, Keski-Suomen, Satakunnan, Varsinais-Suomen, Pohjois-Hämeen ja Uudenmaan aluetoimistojen alueella, mikä olisi hyvä huomioida poikkeuslupien myönnön yhteydessä.

Koska poronhoitoalueen ilvesten lisääntymistuotto vaikuttaisi havaittujen pentueiden perusteella pieneltä, merkittävä osa poronhoitoalueen arvioidusta ilvespopulaatiosta lienee nuoria ja pääosin poronhoitoalueen ulkopuolelta vaeltaneita aikuisia. Tätä olettamusta tukevat myös satelliittipannoitettujen ilvesten vaelluksista saadut liikkumishavainnot.

Taulukko 1. Ilvespentueet ja arvioitu yksilömäärä ennen metsästyskautta 2013/2014.

Kannanhoitoalue Aluetoimisto	Pentueet vuonna 2012	Kerroin	Vuotta vanhempia ennen metsästyskautta 2013/2014
Poronhoitoalue	8 – 11		100 – 145***
Kainuu	5 – 6		45 – 65
Lappi	3 – 5		35 – 60
Oulu	0		15 – 20
Muu Suomi	441 – 525	ka 5,5	2 390 – 2 625**
Etelä-Häme	32 – 40 □	6,8	215 – 270
Etelä-Savo	40 – 47 #	4,5	180 – 210
Kainuu	18 – 28 □	4,7	85 – 130
Keski-Suomi	50 – 67 #	5	250 – 335
Kaakkois-Suomi	33 – 36 □	5,4	180 – 195
Lappi	2 – 3	6	10 – 20
Oulu	20 – 21	6	120 – 125
Pohjanmaa	20 – 22	6	120 – 130
Pohjois-Häme	27 – 30	6	160 – 175
Pohjois-Karjala	24 – 26	6	145 – 155
Pohjois-Savo	59 – 62 #	4,9	290 – 305
Rannikko- Pohjanmaa	16 – 18	6	95 – 110
Satakunta	32 – 37 #	4,8	155 – 180
Uusimaa	32 – 34 #	4,7	150 – 160
Varsinais-Suomi	38 – 57 □	6,1	230 – 350
Yhteensä	449 – 536		2 490 – 2 770

Alueet, joilla erillislaskenta toteutettu tammikuussa 2012.

□ Alueet, joilla erillislaskenta toteutettu tammi-helmikuussa 2013.

**Lukumääräarvion yläraja on laskettu kannanhoitoalueittaisten vaihteluvälien keskikohtien summana

***arvio ottaa huomioon pentuehavaintojen pienen lukumäärän alueella

Koko maan mittakaavassa ilveskannan kasvu on voimakkaasti hidastunut verrattaessa vuosittaista kasvunopeutta ennen vuotta 2010 tehtyihin minimikanta-arvioihin. Vuoden 2011 arvioon verrattuna koko maan ilveskanta on kahdessa vuodessa kasvanut yhteensä 2,5 %. Maan sisällä on alueellisissa osa-arviossa tapahtunut kuitenkin voimakkaita muutoksia sekä ilvespopulaatiossa tapahtuvan kehityksen että tarkentuneiden pentuearvioiden myötä. Ilveskanta on vahvistunut erityisesti populaation keskisissä osissa ja läntisissä reunaosissa, joissa jälkimmäisessä levittäytyvä kanta on alkanut muuttua vakiintuneeksi kannaksi näkyen mm. ilvesten yksilötiheyksien kasvuna.

Ennustemallin taustan ja aineiston lyhyt kuvaus

Vuosien 1998–2012 aikana koko maan minimikanta-arvioista laskettu vuosittainen kasvuvauhti on vaihdellut 2 ja 28 prosentin välillä. Suurin kasvuvauhti todettiin vuosien 2008 – 2010 aikana. Populaation tulevaa kehitystä voidaan arvioida erilaisten skenaarioiden eli ennustemallien avulla. Tässä ennustemallilla arvioidaan ilveskannan todennäköistä kehitystä vuoteen 2016 mennessä erilaisten vaihtoehtoisten metsästysverotusten toteutuessa.

Ennustemallin pohjaksi ilveskannasta on tehty aikasarjaan pohjautuva populaatiomalli. Kyseessä on Gompertz-tyyppinen aikasarjamalli logaritmisille (\log_e) havaitun ilveskannan (tässä: pentueet) ja metsästettyjen yksilöiden (tässä: naaraiden) lukumäärille vuosina [t] 1998–2012 (kts. tarkempi mallin kuvaus http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/Riista/ennustemallin_kuvaus_ilves.pdf). Populaatiokokoa kuvattiin poronhoitoalueen eteläpuolisen Suomen lisääntyneiden naaraiden (ilvespentueiden) lukumääräarvioiden kautta. Poronhoitoalue on jätetty mallin ulkopuolelle, koska

1) alueen ilveskanta on harva, 2) ilveksiä koskeva havaintoaineisto on alueellisesti huonosti kattavaa ja vuosien välillä on suurta vaihtelua havaintomäärissä, 3) arviolta yli 90 % koko ilveskannasta sijaitsee alueen ulkopuolella ja 4) ympäristölliset ja eliömaantieteelliset olosuhteen poikkeavat voimakkaasti muun Suomen olosuhteista. Naaraisiin pohjautuva populaatiomalli soveltuu hyvin tarkoitukseen, sillä myös käytössä oleva kanta-arviomenetelmä perustuu havaintoihin lisääntyneistä naaraista. Lisäksi pennullinen naaras on rauhoitettu metsästykseltä, mihin liittyen ko. naaraisiin kohdistuvan metsästysverotuksen voidaan olettaa pysyvän suhteellisen tasaisena vuosien välillä. Pohjoismaisissa tutkimuksissa aikuisten naaraiden vuosittaisen kuolleisuuden on arvioitu olevan alle 10 % luokkaa. Lisäksi melko pitkäikäisen nisäkkään, kuten ilves, ollessa kyseessä samat naaraat lisääntyvät useita kertoja elämänsä aikana. Täten naaraiden lisääntyvässä kannanosassa ei pitäisi esiintyä suurta vaihtelua lyhyellä aikavälillä.

Mallissa oli mukana myös metsästyksen vaikutus ilveksen populaatiodynamiikkaan, jota tässä mallissa kuvaa metsästettyjen naaraiden lukumäärä metsästysvuosittain (koko maan aineisto poronhoitoalue poisluettuna). Naaraiden lukumäärä on saatu analysoimalla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Taivalkosken toimipisteeseen toimitettuja saalisnäytteitä ja kaatolomakkeita metsästysvuosina 1998/1999–2011/2012. Käytetyt arviot vuosittaisista pentuelukumääristä ovat vuosittain ilmoitettujen vaihteluvälien keskikohtia. Analyysissä on käytetty vuosittain metsästettyjen naaraiden lukumääriä kerrottuna luvulla 0,352 (vakio), joka on vuosien 1996–2011 metsästysnäytteiden aineistosta laskettu yli 3-vuotiaiden naaraiden osuus. Käytetyn vakion avulla analyysi ottaa huomioon metsästyksen vaikutusta lisääntymisikäisten naaraiden määrän (kohortin) vaihteluun.

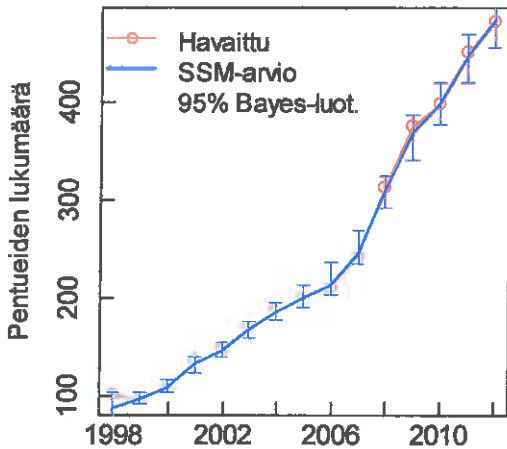
Mallin parametrien estimoinnissa on käytetty ns. state-space-mallinnusta (SSM), jossa mallinnettavia systeemejä on kaksi, toinen populaatioprosessille ($pop_{[t]}$), jota säätelevät parametrit (α_{KASVU} , β_{METS} , β_{THEYS}) sekä prosessivirhe $e_{pop[t]}$ sekä toinen havaitulle populaatiolle ($hav_pop_{[t]}$), jonka poikkeaman populaatioprosessista ilmaisee havainnointivirhe $e_{hav[t]}$. Mallin tekijöiden Bayesialaisen posteriorijakauman (todennäköisyysjakauman) määritimme Markov Chain Monte Carlo (MCMC) -menetelmällä käyttäen R-ympäristössä toimivaa BRugs versiota 0.8.0 yhdistettynä OpenBUGS versioon 3.2.2 (Taulukko 2).

Taulukko 2. Mallin (SSM) tärkeimpien tekijöiden ja tekijöistä johdettujen tunnuslukujen MCMC-poiminnan mukaiset *posteriori*-jakaumat.

Tekijä (SSM)	Keskiarvo	Keskihajonta	Alaraja 2.5 %	Yläraja 97.5 %
α_{KASVU}	0,180	0,044	0,10770	0,27860
β_{METS}	0,022	0,017	0,00099	0,06222
Kasvukerroin	1,193	0,054	1,11400	1,32100
1-MSY	0,84	0,036	0,75690	0,89790
var_{pop}	0,005	0,004	0,00040	0,01430
var_{hav}	0,001	0,002	0,00006	0,00567

MSY: metsästettyjen naaraiden osuus mallinnetusta populaatiosta
Kasvukerroin: luonnollinen kasvukerroin (kerrannallinen)

Jakaumat saatiin $3 \times 100\,000$ toistojen sarjoista (3 sarjaa). Kunkin iterointisarjan ja muuttujan lähtöarvot asetettiin eri lukuihin. Optimoidun mallin perusteella ennustimme naaraspopulaation (pentueiden määrän) muutosta vuodesta 2012 neljän vuoden päähän vuoteen 2016.



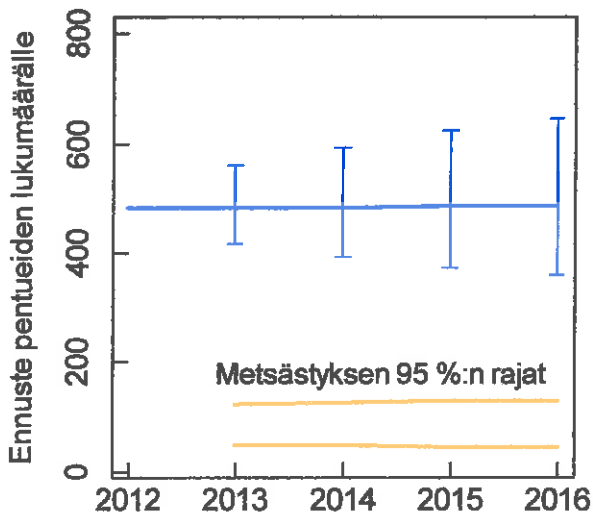
Kuva 3. Populaatiomallin (SSM, taulukko 1) mukaan laskettu populaatioprosessin luvut (siniset pylväät: 95 %:n Bayes-luotettavuusväli) ja havaitun populaation luvut (punaiset pallot).

Populaatiomallinnuksen tulokset vuoteen 2016

Nyt käytetty malli tarjoaa hyvät lähtökohdat arvioida Suomen ilvesten kannankehityksen viimeisen viidentoista vuoden aikaisia vaiheita analyttisesti. Kuitenkin itse lähtöaineiston luonne asettaa rajoituksia käytettävälle populaatiomallille tuottaen epävarmuustekijöitä, minkä vuoksi malliin mukaan otettuja muuttujia ja itse mallin matemaattista rakennetta on jouduttu pohtimaan paljon. Lopullinen malli pohjaa melko perinteiseen tapaan arvioida mennyttä populaatiokehitystä, mutta sen laskentatapa ja edelleen johdetut ennusteet ovat viimeikaisten tilastotieteen kehityssuuntausten mukaisia (ns. Bayesiläinen tilastotiede). Tuloksena syntyneet todennäköisyysjakaumat mahdollistavat suhteellisen luotettavan kehityssuunnan arvioinnin muutamilla erilaisilla verotusosuuksilla. Ennusteiden tuottamien kanta-arvioiden vaihteluväli (minimi-maksimi) kasvaa kuitenkin mentäessä vuosissa eteenpäin.

Populaation toteutunut kasvunopeus ja siitä johdettu maksimiverotus (MSY)

Tarkastelemalla mennyttä populaatiokehitystä, ilveskannalle on voitu laskea populaation toteutunut kasvu. Jos populaatioon ei kohdistu lainkaan metsästystä (metsästyskuolleisuus 0 yksilöä) populaation luonnollinen kasvukerroin ($\exp(\alpha_{KASVU})$) kasvattaa populaatiota keskimäärin 20 % vuodessa. Suuruusluokalta tämä asettuu melko samoihin lukuihin kuin muualta maailmasta esitetyt arviot ilvesten lisääntymispotentialista. Populaation toteutunut kasvu pysähtyy, kun poistettava kiintiö on yhtä suuri kuin luontainen kasvu. Tästä voidaan johtaa suurin mahdollinen vuotuinen poistettujen yksilöiden osuus populaatiosta, jolla populaatio todennäköisimmin pysyy vakaana (MSY, engl. *maximum sustainable yield*). Maksimiverotusosuudeksi malli tuotti 16 % arvioidusta kannasta (Taulukko 2). Kunakin ajanhetkenä ja prosentiosuuden tuottama yksilömäärä vaihtelee arviointihetken kannankoon mukaisesti (Kuva 4).



Kuva 4. Ennustettu populaatiokehitys luotettavuusväleineen (sininen viiva) ja poistettavien naaraiden lukumäärien 95 %:n ylä- ja alarajat (keltainen viiva). Ennuste perustuu maksimaaliseen metsästysmäärään 16 % kannasta (ks. teksti MSY), jotta populaatio odotusarvoisesti pysyy vakiona.

Tarkasteltava populaatio kokonaisuudessaan ei selvästikään vielä ole lähellä kantokyvyn rajaa, koska naaraspopulaation kasvu on ollut nopeaa vielä viime vuosiin saakka. Pentueaineiston perusteella populaatio yli nelinkertaistui 13 vuoden seurantajakson aikana (kuva 5). Nykyisillä populaatiotiheyksillä populaation kasvukertoimen tiheysriippuvan säätelyn arvioimme merkityksettömäksi (ks. mallin kuvaus), joten mallin kasvukertoimen perusteella saatua 16 %:n arviota (Taulukko 1) maksimiverotuksesta voitaneen soveltaa tulevaisuudessa kannan säilyttämiseksi vakaana. Mallin tuottama 16 %:n raja-arvo näyttäisi olevan yleistettävissä myös kokonaisyksilömäärän muutokseen nykyisellä metsästyspaineella, sillä vuosien 2010 ja 2011 (16 ja 17 %) metsästyksellä yksilömäärien kasvu on alkanut taittumaan (kuva 1).

Esimerkkiverotukset 10 %, 16 % ja 20 % sekä niistä johdetut ennusteet

Ennustettaessa populaation kokoa neljän vuoden päähän (vuoteen 2016) voimme käyttää lähtökohtana mallin tuottamia populaatiokoon odotusarvoja (Taulukko 3: keskiarvopopulaatio). Ennustamiseen liittyy kuitenkin epävarmuutta, jonka suuruutta pyrimme mallinnuksen avulla kuvaamaan (kvantifioimaan). ”Keskihajonta”-sarakkeen luvut ilmaisevat, kuinka luotettava arvioimme 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 2016.

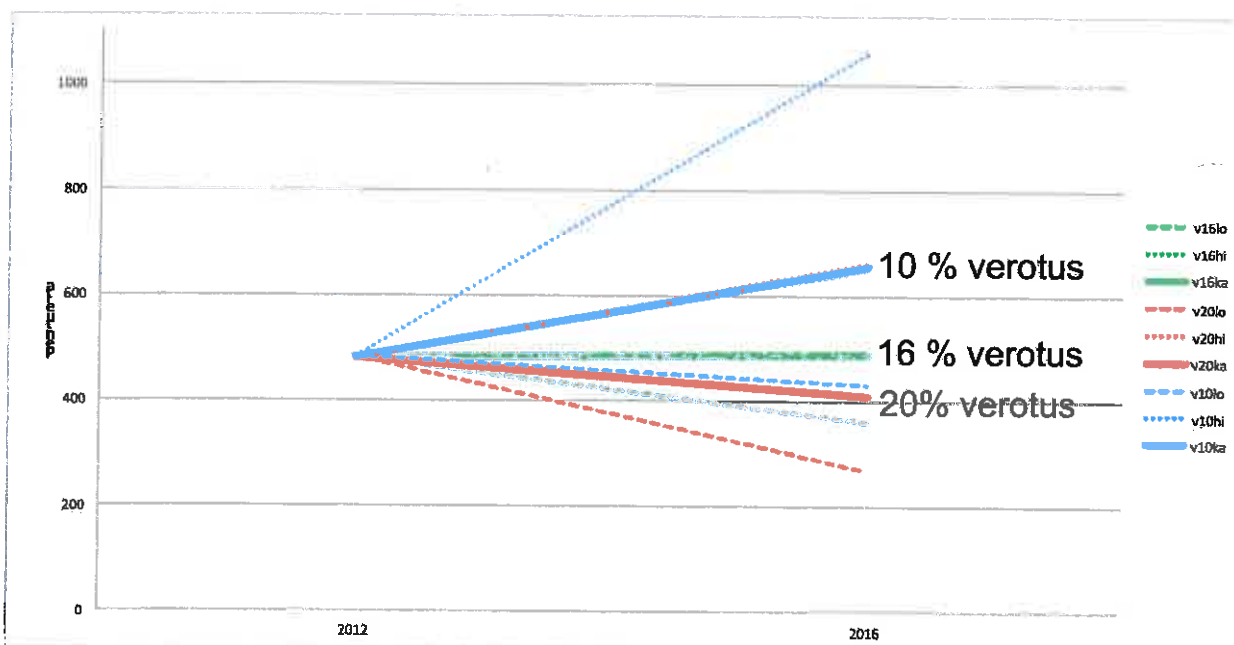
Taulukko 3. Ennustettu populaation koko ja hajontaluvut sekä metsästettävien naaraiden lukumäärien 95 % vaihteluväli mallin (SSM, Taulukko 2) mukaan neljän vuoden kuluttua vuonna 2016 (vuodesta 2012; lähtöpopulaation koko on 482 pentuetta). Eri metsästysverotuskenaariolle on laskettu todennäköisyydet (Tn), että populaatio kasvaa yli 500 tai laskee alle 300 pentueen vuonna 2016.

Verotus	Keskiarvo- populaatio v. 2015	Keski- hajonta	Alaraja 2.5 %	Yläraja 97.5 %	Tn% (pop>500)	Tn% (pop<300)	Mets. alaraja 2.5 %	Mets. yläraja 97.5 %
10 %	655	167	429	1062	88	0,06	43	106
16 %	487	71	359	646	38	0,3	45	130
20 %	409	105	268	661	15,0	8	54	132

16 %:n metsästysverotuksella populaatio pysyisi 68% todennäköisyydellä samansuuruisena (keskiarvopopulaatio ± keskihajonta; tässä: 487 pentuetta) kuin lähtötilanteessa 2012 (482 pentuetta, pieni ero johtuu mallin tekijöiden pyöristämisestä). Todellinen populaatio vuonna 2016 sijoittuisi 95 % todennäköisyydellä välille 358–646 pentuetta. Lisäksi 16 %:n vuotuisella verotuksella saalispopulaatio sijoittuisi 95 %:n todennäköisyydellä välille 45–130 lisääntymisikäistä naarasta vastaavaa määrää (taulukko 3). Tästä populaatiosta voidaan käyttää nimitystä ”vakaa populaatio”.

10 %:n verotuksella keskiarvopopulaation koko olisi 655 pentueen luokkaa. Ilveskanta kasvaisi 88 %:n todennäköisyydellä yli 500 pentueen vuoteen 2016 mennessä. Tästä populaatiosta voidaan käyttää nimitystä ”kasvava populaatio”.

20 %:n verotuksella populaatio pienenesi noin 400 pentueeseen (Taulukko 3). Ilvespopulaatio pienentyisi 8 %:n todennäköisyydellä alle 300 pentueen. Tästä populaatiosta voidaan käyttää nimitystä ”pienenevä populaatio”.



Kuva 5. Yleistetty esitys kolmen erilaisen verotusosuuden tuottamista todennäköisestä pentueiden määrän kehityksestä. Ennusteiden keskiarvon mukaiset populaatiot kuvattu yhtenäisellä paksunnetulla viivalla, alarajat (lo) katkoviiva-viivalla ja ylärajat (hi) pisteviivalla.

Suomessa käytössä olevan kannanarviointimenetelmän periaatteiden mukaisesti myös ennustemallin pentueluvuista voidaan johtaa arvio yksilömäärästä kertoimia hyödyntäen (kts. taulukko 1). Esimerkiksi 16 %:n vuotuisella verotuksella populaation yksilömääräarvio sijoittuu vuonna 2016 noin 2700 yksilöön ja saalispopulaatio sijoittuisi 95 %:n todennäköisyydellä välille 45–130 naarasta (Taulukko 3), mikä muutettuna yksilömääräksi vastaisi noin 248–715 yksilöä (kun kertoimena käytetään lukua 5,5).

Tulosten tulkintaan liittyviä epävarmuustekijöitä

Ennustemalli tuottaa populaation menneeseen kehitykseen pohjautuen todennäköisyysjakaumilla varustettuja kehityssuuntia. Keskeisimmät epävarmuustekijät, jotka vaikuttavat populaatiokehitykseen ja sen ennustamiseen ovat mahdolliset puutteet lisääntyneisiin naaraisiin liittyvässä havaintojen alueellisessa kattavuudessa, viive ilveskannan kasvun havaitsemisessa sekä naaraisiin kohdistuvan metsästysverotuksen muutokset. On mahdollista, että paikallisesti nopeasti kasvanut ilveskanta on jo täyttänyt alueen elinkelpoiset reviirit, jolloin esim. uusien naaraiden asettuminen alueelle on epätodennäköistä ja eikä ilvesten määrä voi juuri kasvaa. Lisääntyviin naaraisiin liittyvä havainnointi on tarkentunut erillisten maalaskentojen vuoksi vuosina 2010-2013 Suomen riistakeskuksen yhdeksän aluetoimiston alueella. Lisäksi malli olettaa, että ilveskannan alueellinen tiheys ei vaikuta kannan kasvunopeuteen. Mallia ei voida soveltaa tilanteissa, joissa tiheydestä riippuva säätely on todennäköistä, kuten suurilla populaatiotiheyksillä tai paikallispopulaatioilla, joilla sopivan elinympäristön määrä on rajallinen. Tällöin populaation kasvukerroin vaihtelee kulloisenkin populaatiokoon mukaan ja tämä on otettava huomioon mallin β_{THEYS} tekijän avulla. Tällaisia tilanteita (ja pienempiä maantieteellisiä alueita) varten on syytä luoda aluettainen, tiheydestä riippuvan säätelyn huomioiva malli.

Mallimme ei ota huomioon ikärakenteen mahdollista vaihtelua vuosittain ja tämän ilmiön vaikutusta populaation kasvukertoimeen. Ikärakenteisissa populaatioissa yksilöiden lukusuhteet eri ikäluokissa hakeutuvat tasapainoon. Silti on mahdollista, että jokin ulkoinen tekijä olisi vinouttanut populaation ikärakennetta hetkellisesti pois tasapainotilasta, mutta aineistomme ei viittaa tällaiseen tapahtumaan eikä siihen että ikärakennetta olisi metsästyksellä oleellisesti muutettu.

Päivitetyn mallin lähtövuosi on 2012. Tällä hetkellä (vuonna 2013) jo tapahtuneet muutokset pentueiden määrään voidaan nähdä vasta tulevan talven havaintoaineistossa (yhden vuoden viive). Näiden seikkojen vuoksi tätä neljän vuoden ennustetta tulisi tarkastella kokonaisvaltaisesti, myös populaatioennusteiden vaihteluvälit huomioon ottaen.

Ylijohtaja


Eero Helle

Yksikönjohtaja


Riitta Rahkonen