



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Department of Ecology
Grimsö Wildlife Research Station

Beräkningar av beskattning av den skandinaviska vargpopulationen 2025

Rapport till Naturvårdsverket, Sverige och
Miljødirektoratet, Norge från SKANDULV

av

Henrik Andrén, Camilla Wikenros, Olof Liberg, Håkan Sand,
Petter Wabakken

Version 2024-06-05 (preliminär version)



Högskolen i Innlandet

Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2025 - a report from the Scandinavian Wolf Research Project (SKANDULV) to the Swedish Environmental Protection Agency and to the Norwegian Environmental Agency.

2024-06-05 (preliminär version)

Authors:

Henrik Andrén, Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, SLU, Sweden
Camilla Wikenros, Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, SLU, Sweden
Olof Liberg, Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, SLU, Sweden
Håkan Sand, Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, SLU, Sweden
Petter Wabakken, Faculty of Applied Ecology, Agricultural Sciences and Biotechnology, Campus Evenstad, Inland Norway University of Applied Sciences, Norway

Program coordinator for SKANDULV:

Camilla Wikenros, camilla.wikenros@slu.se

Publisher of report in this format:

Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences

Postal address:

Grimsö 152
739 93 Riddarhyttan

Place of publication:

Riddarhyttan

Year of publication:

2024 – preliminär version

Online publication:

<http://pub.epsilon.slu.se>
<http://www.slu.se/skandulv>

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Uppdraget

Beskattningsmodell på varg i Skandinavien inför jaktåret 2023/2024

Bakgrund – svensk förvaltning

Art- och habitatdirektivet (92/43/EEG), där varg ingår i bilagorna II och IV, ställer bland annat krav på att medlemsstaterna inom EU ska se till att de arter och livsmiljöer som omfattas av direktivets bilagor uppnår och bibehåller en gynnsam bevarandestatus. I direktivets artikel 1 anges att en arts bevarandestatus är summan av de faktorer som påverkar arten och som på lång sikt kan påverka den naturliga utbredningen och storleken av artens populationer. Det finns tre förutsättningar som behöver vara uppfyllda om vargens bevarandestatus ska kunna anses vara gynnsam: I) vargens populationsutveckling visar att arten på lång sikt kommer att förbli en livskraftig del av sin livsmiljö, II) vargens naturliga utbredningsområde varken minskar eller sannolikt kommer att minska inom en överskådlig framtid, och III) det finns – och sannolikt kommer att fortsätta att finnas – en tillräckligt stor livsmiljö för att artens populationer ska bibehållas på lång sikt. I linje med art- och habitatdirektivet har riksdagen fattat beslut om att Sverige ska ha livskraftiga rovdjursstammar.

Förordningen (2009:1263) om förvaltning av björn, varg, järv, lo och kungsörn anger att syftet med förvaltningen är att rovdjursarterna ska finnas i så stort antal att de långsiktigt finns kvar i den svenska faunan och att djuren kan sprida sig till sina naturliga utbredningsområden. Detta syfte ska uppnås i en takt som främjar samexistensen mellan människor och dessa arter samtidigt som skador och olägenheter förebyggs och begränsas. Sverige är enligt 2 § förordningen indelat i tre rovdjursförvaltningsområden – norra, mellersta och södra – och för varje område finns ett samverkansråd för samverkan mellan länsstyrelserna och, i norra och mellersta området ingår även Sametinget.

Möjligheten att delegera beslut om jakt från Naturvårdsverket till en länsstyrelse infördes efter propositionen En ny rovdjursförvaltning (2008/09:210). Delegering medgavs då under vissa förutsättningar. Riksdagen beslutade den 10 december 2013 om En hållbar rovdjurspolitik (prop. 2012/13:191, 2013/14:MJU7). I propositionen uttalas att delegering till länsstyrelsen av beslutanderätten avseende skydds jakt på stora rovdjur bör ske utan begränsning, även till län som saknar reproducerande stam av den aktuella arten. Naturvårdsverket kan även överlåta rätten att fatta beslut om licensjakt till länsstyrelserna när antalet föryngringar för arten i rovdjursförvaltningsområdet överstiger de miniminivåer som fastställts för området. Att överlåta rätten att fatta beslut om skydds- och licensjakt till länsstyrelserna är en del av den regionaliserade rovdjursförvaltningen som beslutats av riksdagen.

Två forskargrupper med ledande internationell expertis i bevarandebiologi och vargekologi blev 2015 ombudda att bedöma referensvärdet för vargens populationsstorlek i Sverige (Favourable Reference Population, FRP; Evans & Arvela 2011). Bedömningarna gjordes genom vetenskapliga synteser av den befintliga kunskapen, med särskilt fokus på vargpopulationens storlek och behovet av invandring av vargar från Finland och Ryssland.

Som ett resultat av detta bedömer Naturvårdsverket att givet att vargarna i Sverige och Skandinavien (Sverige och Norge) utgör en del av den nordeuropeiska vargpopulationen

(genom immigration och emigration, och genflödet som är associerat med detta), att det behövs minst 300 vargar i Sverige, samt att minst en ny immigrant från Finland eller Ryssland ska reproducera sig inom det skandinaviska utbredningsområdet under naturliga förhållanden varje 5-årsperiod (varggeneration), för att vargen i Sverige ska kunna anses ha gynnsam bevarandestatus (Naturvårdsverket 2015, 2016).

Bakgrund – norsk förvaltning

Norsk förvaltning är baserad på både decentralisering/regionalisering och zoner. Landet är indelat i 8 rovdjursförvaltningsregioner med var sin rovdjursförvaltningsnämnd (rovviltmyndighet). Nämnderna består av regionala politiker från fylkeskommunerna och sametinget i respektive region. Statsforvalteren från fylker (län) är sekreterare för respektive regionala nämnd. Nämnderna har beslutsmyndighet för skadefellings- och lisensfällingskvoter för de arter som är på eller över det beståndsmål som är fastställt för respektive art i den regionen. Om regionen inte har ett beståndsmål för en art (d.v.s. inget delansvar för det nationella beståndsmålet) så har den regionala rovdjursnämnden alltid beslutsmyndighet för kvoter på den arten. När det gäller varg så är det två regioner (4 och 5) som gemensamt delar på det nationella beståndsmålet, samt det förvaltningsområde (ulvesonen) som målet huvudsakligen ska uppnås innanför. Ulvesonen utgör delar av de två regionerna.

Det nationella beståndsmålet för varg i Norge är 4 – 6 årliga föryngringar, varav minst 3 ska vara helnorska och där gränsrevir räknas med en faktor med 0,5. Det är bara när beståndet är över målet som rovdjursnämnden kan fastställa fällingskvoter som omfattar familjegrupper, eller enstaka vargindivider innanför ulvesonen.

Skadefällingskvoter på varg gäller för perioden 1 juni till och med 15 februari och fastställs vanligtvis under tidig vår. Skadefelling har som huvudsyfte att hantera akuta skadesituationer och statsforvalteren har mandat att fatta skadefällingsbeslut innanför den beslutade kvoten. Lisensfällingskvoter beslutas vanligtvis i juni efter att vinterns beståndsinventeringsresultat för Skandinavien har rapporterats. Lisensfelling pågår från 1 december till och med 31 maj utanför ulvesonen och 1 januari till och med 15 februari innanför ulvesonen/i etablerade revir. Lisensfelling har som huvudsyfte att vara beståndsreglerande, gällande populationsstorlek och utbredning. Från och med det datum en rovdjursnämnd har fattat beslut om kvot för lisensfelling så räknas all dödlighet orsakad av människor från lisensfällingskvoten (skydds jakt/skadefelling, trafikolyckor, dokumenterad illegal jakt, avlivning p.g.a. skabb m.m.), detta innebär att genomförda skydds jakter dras från både skadefällings- och lisensfällingskvoten.

Före 2015 har vargpopulationen i Norge legat på eller under beståndsmålet och det har därmed bara beslutats fällingskvoter som omfattar enstaka vargindivider utanför ulvesonen. Lisensfelling under säsongen 2017/2018 var första gången där lisensfelling också omfattade hela revir med föryngring, både helt eller huvudsakligen utanför ulvesonen. I tillägg blev det beslutat om kvoter på enstaka individer i region 4 och 5 utanför ulvesonen, och flera regioner utan beståndsmål beslutade också om lisensfelling. Kvoter som beslutas utanför ulvesonen och utanför region 4 och 5 omfattar oftast inte känd förekomst av varg, utan beslutas för att lisensfelling ska kunna genomföras om eventuella vargar i eller efter spridningsfas dyker upp i betyprioriterade områden.

Uppdrag – beskattningsmodell på varg i Skandinavien inför jaktåret 2024/2025

Uppdragsbeskrivning

Naturvårdsverket och Miljødirektoratet har gett i uppdrag åt SKANDULV att beräkna hur olika beskattningsnivåer kan förväntas påverka tillväxttakten i den skandinaviska vargpopulationen (Naturvårdsverket, ärende NV-01405-24, kontrakt 365-24-002). Arbetet ska innebära en uppdatering och eventuell vidareutveckling av rapporterna från SKANDULV 2023-06-02 (Andrén m.fl. 2023, Beräkningar av beskattning av den skandinaviska vargpopulationen 2024). Utlåtandet ska anpassas dels till hela den skandinaviska populationen och dels enbart den svenska delen av populationen, och ska minst använda sig av/ta hänsyn till:

- Kunskap och information från båda länders DNA insamling och fastställda inventeringsresultat från inventeringssäsongen 2023/2024.
- Existerande kunskap om den totala dödligheten (alla kända dödsorsaker), inklusive rådande kunskap om (uppskattning av) omfattningen av illegal jakt.
- Den skandinaviska vargpopulationens utveckling både för hela populationen, samt separat för enbart Sverige.

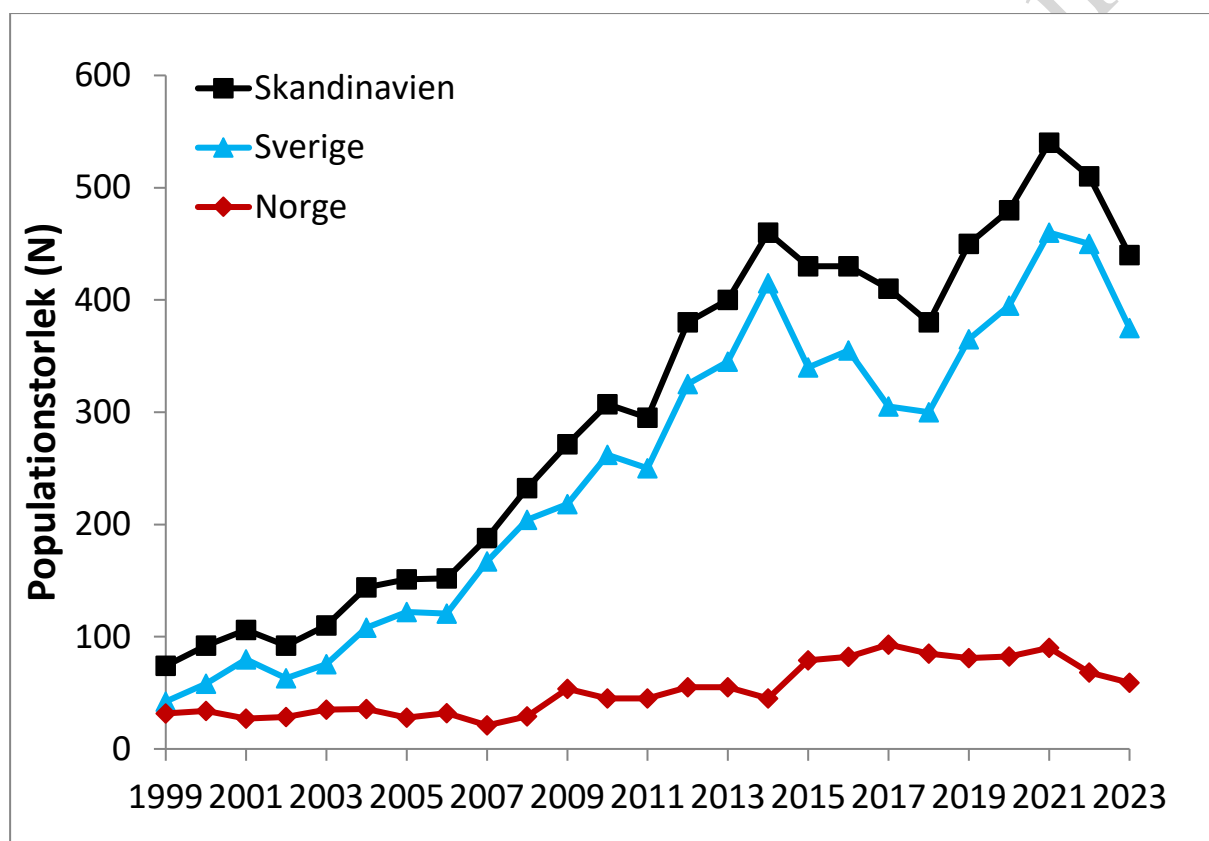
Rapporten ska vara gemensam för Norge och Sverige och synliggöra vilka konsekvenser de olika scenarier som har beskrivits ovan medför för den skandinaviska vargpopulationens utveckling. Specifikt önskar vi att det redovisas modelleringsresultat angående:

- Hur stor populationsstorleken för varg beräknas bli hösten 2024 och 2025 (med 80, 90 och 95 % konfidensintervall) vid olika nivåer av beskattning. Samt en beskrivning av hur denna räknas fram.
- En uppskattning av olika beskattningsnivåers konsekvenser för respektive lands möjlighet att uppnå/upprätthålla sina respektive beståndsmål.
- Sannolikhet att den svenska delen av populationen understiger referensvärdet för gynnsam bevarandestatus (d.v.s. 300) hösten 2024 och 2025 vid olika beskattningsnivåer (exempelvis varje 10-tal inom intervallet 0 till 150), samt det jaktuttag då sannolikheten att den svenska delen av populationen understiger 300 är mindre än 2,5%, 5% och 10%.

I årets uppdrag ingick också att testa populationsmodeller avseende antal revir. Beräkningar ska alltså bygga på antal revir, som vi tolkar som antal familjegrupper och antal par med revirmarkerande vargar. Enheterna för analyserna blir alltså inte antal vargar, utan antal familjegrupper och par. Beskattningen bygger då på antal fall när båda revirmarkerande vargarna skjuts i familjegrupper eller par.

Inledning

Utgångspunkten för varje beräkning av ett mänskligt uttag ur en vild djurpopulation, där man vill ha kontroll på konsekvenserna, är populationens storlek och tillväxt. Den skandinaviska vargpopulationen, och även de nationella delpopulationerna har haft en nästan obruten utveckling fram till 2014 (Figur 1). Därefter vände utvecklingen nedåt i Sverige fram till 2018, men de senaste fem åren har den pendlat mellan positiv och negativ tillväxt. I Norge, däremot ökade stammen något 2015 och har därefter varit relativt konstant förutom de två senaste åren då den har minskat något. Eftersom den svenska delpopulationen är avsevärt större än den norska återspeglas dynamiken i Sverige i den totala skandinaviska population, om än något dämpat.



Figur 1. Populationsutveckling av varg under perioden 1999 till 2023 för den skandinaviska populationen (svart), den svenska delpopulationen (blå) samt den norska delpopulationen (röd). Populationsstorleken per 1 oktober för respektive år inkluderar funna levande och döda vargar under inventeringssäsongen (1/10–30/3). Populationsskattningarna är hämtade från de årliga nationella statusrapporterna som produceras av Viltskadecenter (Sverige) och Rovdata och Høgskolen i Innlandet (Norge).

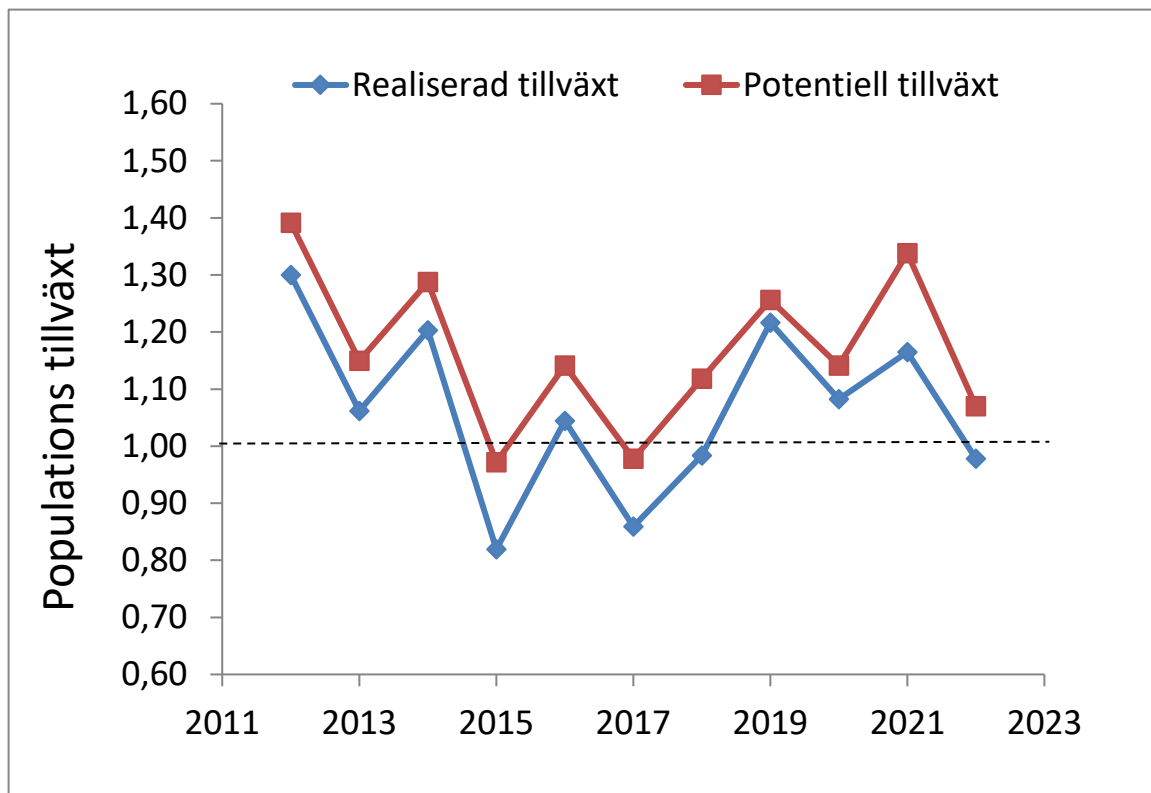
I den här rapporten kommer vi att använda några begrepp som inte förekommer i de nationella statusrapporterna men som är viktiga för att beräkna populationens nettoproduktion och därmed det utrymme som ges för jakt. För att beräkna kommande jaktuttag behöver vi veta hur snabbt populationen skulle växa utan effekter av legal jakt (inkluderar licensjakt,

skyddsjakt och nödvärn). Denna tillväxt ger den årliga nettoproduktion i populationen som ger utrymme för jakt. Vi kallar denna tillväxt för den *potentiella populationstillväxten*. I avsaknad av jakt är den *potentiella populationstillväxten* helt enkelt populationen vid en viss tidpunkt på året dividerad med populationen året innan vid samma tidpunkt. En sådan situation har vi inte haft i Skandinavien på många år. I stället jagas populationen både under sommar- och vinterhalvåren. För att beräkna den *potentiella populationstillväxten* måste vi därför kontrollera för effekterna av jakt. Det gör vi genom att jämföra inventeringsresultatet år 1 minus den jakt som genomförs under perioden 1 oktober – 30 april (*nettopopulation vår*) med inventeringsresultatet år 2 plus den jakt som skett under sommaren (1 maj – 30 september) innan inventeringen år 2 (*bruttopopulation höst*). Vi får den *potentiella populationstillväxten* genom att dividera *bruttopopulationen höst* år 2 med *nettopopulationen vår* år 1. Denna teoretiska tillväxt skiljer sig från den ”realiserade tillväxten” som är kvoten mellan populationsstorleken enligt inventeringsresultatet år 2 dividerad med motsvarande från år 1. Den *potentiella populationstillväxten* är därmed ett sätt att approximera hur populationen skulle vuxit utan någon laglig jakt alls. Däremot finns all ”övrig dödlighet” (naturlig, trafik och illegal jakt) inkluderad i beräkningen av den *potentiella populationstillväxten*. Observera att även om vi tidigare har visat att den illegala jakten kan vara omfattande (Liberg m.fl. 2012, 2020) så ingår denna i beräkningarna av den *potentiella populationstillväxten*.

Ett exempel på beräkning av den *potentiella tillväxten* är följande: Inventeringsresultatet för Skandinavien 2017/18 var 410 vargar. Från 1 okt 2017 till 30 april 2018 sköts 62 vargar. *Nettopopulationen vår* för 2017/18 blir då $410 - 62 = 348$ vargar. Inventeringsresultatet för 2018/2019 var 380 vargar. Sommaren före (1 maj 2018 till 30 september 2018) sköts 8 vargar. *Bruttopopulation höst* 2018/2019 blir då $380 + 8 = 388$. Den potentiella tillväxten för populationen från 2017/2018 till 2018/2019 blir då $388/348 = 1,11$ eller 11%. Värdena för *bruttopopulation höst* och *nettopopulation vår*, liksom den potentiella tillväxttakten presenteras för Skandinavien och för den svenska delpopulationen i Tabell 1 i syfte att ge en historisk översikt över populationens utveckling.

Tabell 1. Populationsnivåer uttryckta som antal föryngringar, bruttopopulation höst, nettopopulation vår, samt potentiella tillväxttakter (utan legal jakt) för varg Skandinavien och Sverige för perioden 2004/2005 till 2023/2024 (Wabakken/Svensson m.fl. 2005 – 2024). Populationsskattningarna (bruttopopulation höst och nettopopulation vår) bygger på de i statusrapporterna angivna antalet föryngringar multiplicerat med en omräkningsfaktor 10 samt det angivna antalet legalt skjutna vargar under olika perioder.

År	Skandinavien				Sverige			
	Antal föryngringar	Brutto pop höst	Netto pop vår	Potentiell tillväxt	Antal föryngringar	Brutto pop höst	Netto pop vår	Potentiell tillväxt
2004-2005	14	111	102	1,59	10	108	106	1,51
2005-2006	15	125	121	1,23	12	125	121	1,17
2006-2007	16	123	117	1,02	14	122	118	1,01
2007-2008	19	193	176	1,65	19	170	157	1,45
2008-2009	26	236	226	1,34	22,5	205	197	1,31
2009-2010	26	276	232	1,22	21	219	181	1,11
2010-2011	31	315	271	1,36	26,5	265	231	1,46
2011-2012	28	300	276	1,11	23,5	253	235	1,10
2012-2013	38	384	353	1,39	32,5	327	307	1,39
2013-2014	40	413	376	1,17	34,5	353	327	1,15
2014-2015	46	472	394	1,26	41,5	421	356	1,29
2015-2016	43	441	395	1,12	34	346	312	0,97
2016-2017	43	435	379	1,10	35,5	356	316	1,14
2017-2018	41	416	348	1,10	30,5	309	270	0,98
2018-2019	38	388	357	1,11	30	302	293	1,12
2019-2020	45	458	419	1,28	36,5	368	347	1,26
2020-2021	48	488	404	1,16	39,5	396	346	1,14
2021-2022	54	545	477	1,35	46	463	427	1,34
2022-2023	51	524	424	1,10	45	457	377	1,07
2023-2024	44	455	378	1,07	37,5	384	331	1,02



Figur 2. Mellanårsvariation i den potentiella och realiserade tillväxttakten (λ) i vargpopulationen under de 10 senaste åren i Sverige (Tabell 1). Värdet under 1,0 innebär att populationen har minskat från ett år till nästa.

Beräknad beskattning baserad på observerad populationsstorlek och årlig tillväxt

För att beräkna effekten av ett visst jaktuttag i vargpopulationen för en kommande vinter jämfört med föregående års nivå behöver man utgå från tidigare års tillväxt och hur denna har påverkats av genomfört jaktuttag i populationen. Däremot räknar vi inte in övrig känd dödlighet vid denna beräkning. Anledningen till detta är att man aldrig vet hur stor andel av den totala övriga dödligheten (naturlig, trafik och illegal jakt) som är ”känd”. Omfattningen av den ”kända” övriga dödligheten kan variera kraftigt mellan olika år och skulle man räkna in denna införs ett fel med okänd storlek. Istället ingår denna dödlighet som en del i populationens demografi utan jakt (se nedan).

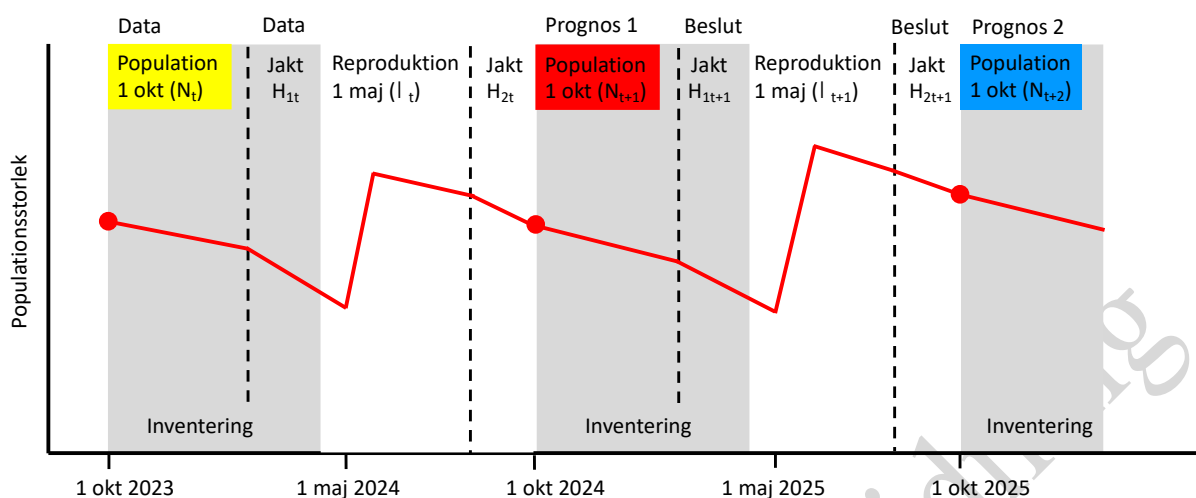
Beräkningar i denna rapport bygger på populationens storlek som redovisas i de årliga inventeringsrapporterna och har tidigare beräknats genom att multiplicera antalet funna och bekräftade föryngringar i populationen med en faktor 10 samt där hälften av flockarna och föryngringarna som är belägna på riksgränsen mellan länderna tillfaller respektive land (Svensson m.fl. 2019, 2022, Wabakken m.fl. 2020, 2022). I denna rapport har vi istället använt resultat från den mest omfattande inventeringen och insamlingen av prover som genomfördes i Sverige under inventeringssäsongen 2017 – 2018. Resultat från denna säsong analyserades med en ny typ av populationsmodell och där man beräknade kvoten mellan antalet familjegrupper och den skattade storleken på den totala populationen (Bischof m.fl.

2019). Denna kvot beräknades till 9,8 (9,5-10,2 95% konfidensintervall). Under detta inventeringsår var antalet familjegrupper detsamma som antalet föryngringar. Dessutom var insamlingen av varg DNA prover under de första åren (2013 – 2016) främst inriktad mot vargar i flockar, medan man under 2017 även försökte få med DNA-prover för vargar som inte tillhörde någon flock (ensamma stationära samt vandringstvargar). Dessutom gjorde man ansträngningar att även få med samtliga individer i familjegrupperna. Konverteringsfaktorn för 2017 ger därför en mer realistisk beskrivning av relationen mellan antalet registrerade föryngringar och populationsstorlek.

Målsättningen med denna rapport är att skatta populationsstorleken både till den kommande inventeringssäsongen d.v.s. hösten 2024 samt även till efterföljande inventeringssäsong d.v.s. vid hösten 2025 för olika storlek på jaktuttag under perioden 1 maj 2024 till 30 september 2025. Därför behöver man förutom att beakta populationstillväxten som sker under våren 2024 även att beakta den populationstillväxt som kommer att ske under våren 2025 vilket innebär att man måste ta hänsyn till ytterligare en faktor med viss osäkerhet i dessa beräkningar.

Beräknat på inventeringsresultatet över antal föryngringar multiplicerat med 10 (Tabell 1), blir den årliga *potentiella tillväxten* i den skandinaviska populationen i medeltal ca 16% för den senaste 10-årsperioden medan denna för den svenska delpopulationen uppgår till 13%. I denna rapport använder vi endast data på populationstillväxten för de senaste 10 åren för våra beräkningar eftersom den mer komplexa populationsmodellen ger väldigt osäkra resultat om man använder en kortare tidsperiod. Modellen ger också väldigt osäkra resultat om man gör en beräkning för enbart Norge.

Metoder och data



Figur 3. Tidslinje inom vargförvaltningen för inventering, jakt, beslut om jakt och prognoser. Vargpopulationens förändring över tid (röd linje), tidpunkt för jämförelse (1 oktober; röda punkter). Prognos 1 för 1 oktober 2024 (N_{t+1}) beräknas från inventeringsresultatet 1 oktober 2023 (N_t) (data) och jakt från 1 oktober 2023 till 30 april 2024 (H_{1t}). Prognos 2 för 1 oktober 2024 beräknas från prognos 1 för 1 oktober 2024 (N_{t+1}) och beslut om eventuell jakt från 1 maj 2024 till 30 september 2025 (H_{1t+1} och H_{2t+1}). Se tabellerna 2 och 3, för olika beskattningsnivåer. Färgerna för populationsstorleken 1 oktober återkommer i tabellerna 2 och 3 samt i figurerna 4 och 5.

Populationsmodellen som används i analyserna $N_{(t+1)} = \lambda_{pt} \times (N_t - H_{1t}) - H_{2t}$ är samma som använts för att beräkna bruttopopulationen på hösten, nettopopulationen på våren och den potentiella tillväxten i populationen från våren till hösten.

Beräkningarna i tabell 1 är exakta (deterministiska) och tar inte hänsyn till osäkerheten i olika faktorer. Däremot tar populationsmodellen som ligger till grund för resultaten i tabell 2 och 3 hänsyn till att det finns osäkerheter i omräkningsfaktorn, observerbarhet av vargföringringar, tillväxttakten och en processosäkerhet (se Bilaga 2), d.v.s. det faktum att populationsmodellen är en förenklad beskrivning av verkligheten.

I populationsmodellen har vi också tagit hänsyn till att man inte alltid har registrerat alla vargföringringar under inventeringsperioden, s.k. observerbarhet av vargföringringar. Under perioden 2005 – 2016 fann man 220 av 226 (97 %) vargföringringar under inventeringsperioden, 6 vargföringringar har i efterhand identifieras med hjälp av DNA-analyser och föräldraskap (Åkesson m.fl. 2022). Det innebär att man vissa år missar någon föringring samt att antalet registrerade vargföringringar är ett absolut minimum.

I år har vi även tagit hänsyn till populationsuppskattningarna som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023, samt preliminära uppskattningar; Bischof och Milleret muntligen 2024-05-14) då modellen ska anpassas till data. Detta gör att osäkerheten i prognoserna blir betydligt mindre. Då osäkerheten i fångst-återfångstberäkningar är betydligt mindre än populationsuppskattningarna från antal föringringar, får fångst-återfångstberäkningar större betydelse i populationsmodellen.

Populationsmodellen

För att göra prognoser för vargpopulationen i Sverige och Skandinavien har vi använt Bayesiansk hierarkisk modellering (modifierad efter Andrén m.fl. 2020, Nilsen m.fl. 2011) som bygger på inventeringsdata i form av antalet registrerade vargföringringar (Wabakken m.fl. 2024), uppskattade populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023 samt Bischof och Milleret muntligen) och antal legalt skjutna vargar (Wabakken m.fl. 2024). För en detaljerad beskrivning av den Bayesianska hierarkiska populationsmodellen se Bilaga 2.

Vi har använt modellen för att uppskatta vargpopulationens potentiella tillväxttakt (λ_{pt}) för både den svenska delpopulationen och för hela den skandinaviska populationen samt för att göra prognoser för vargpopulationens utveckling vid olika beskattningsnivåer. För Sverige har vi även beräknat sannolikheterna att populationen skall hamna under referensvärdet för gynnsam bevarandestatus på 300 vargar vid olika beskattningsnivåer. Modellen tar inte hänsyn till ålders- och könsfördelningen bland de skjutna vargarna i prognoserna, utan antar att den är ungefär densamma som under tidigare år.

Modell: $N_{(t+1)} = \lambda_{pt} \times (N_t - H_{1t}) - H_{2t}$ där:

- N_t är den beräknade populationsstorleken år t vid början av inventeringsperioden (1 oktober).
- N_t beräknas från antal vargföringringar; $N_t = R_t \times \phi_t$
- R_t antal vargföringringar registrerade under inventeringen.
- ϕ_t är konverteringsfaktorn från antal vargföringringar till antal vargar. Konverteringsfaktorn beräknas i populationsmodell med hjälp av både populationsuppskattningar och antal vargföringringar. Konverteringsfaktorn tillåts variera mellan år. Ingångsvärdet för konverteringsfaktorn är $\phi_t = 10 \pm 2$ SD.
- H_{1t} antal skjutna vargar år t , under perioden 1 oktober till 30 april (samma vinter som inventeringen samt våren efter inventeringen, men före reproduktionen).
- H_{2t} antal skjutna vargar år t , under perioden 1 maj till 30 september (vår, sommar och höst efter inventeringen och reproduktionen, men före nästa inventering).
- λ_{pt} årlig potentiell tillväxttakt utan legal jakt, medan all annan dödlighet ingår i den beräknade tillväxttakten. Legal jakt inkluderar licensjakt, skyddsjakt och nödvärn. Den potentiella tillväxttakten tillåts variera mellan år.
- Modellen inkluderar också en genomsnittlig observerbarhet på 97 % av samtliga vargföringringar, d.v.s. det händer att man vissa år missar någon föringring (Åkesson m.fl. 2022). Det innebär också att antalet registrerade vargföringringar är ett absolut minimum.

Populationsmodellen beräknar tillväxttakten, med viss mellanårsvariation, för hela perioden och anpassar modellberäkningarna till funna data från inventeringarna (antal föringringar och populationsuppskattningarna som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar; Milleret m.fl. 2023). Modellen tar också hänsyn till osäkerheter i omräkningsfaktorn, observerbarhet av vargföringringar, tillväxttakten och en processosäkerhet (d.v.s. att populationsmodellen är en förenklad beskrivning av verkligheten). Detta leder till att populationsuppskattningen från populationsmodellen kan vara högre eller lägre än populationsuppskattningen som bygger på det senaste inventeringsresultatet och antal föringringar multiplicerat med en konstant

omräkningsfaktor på 10 samt de populationsuppskattningar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (se Figur 4 och 5 och Bilaga 1, Tabellerna B2 och B3).

Prognoserna för 1 oktober 2024 bygger på *modellprediktionen* för 1 oktober 2023 och därmed inte direkt på den beräknade populationsuppskattningen för 1 oktober 2023 som bygger på det senaste inventeringsresultatet över antal föryngringar multiplicerat med 10. Den bygger således inte heller direkt på populationsuppskattningarna som är baserade på DNA och fångst-återfångstberäkningar. Men både inventeringsresultatet i form av antal föryngringar och populationsuppskattningarna som är baserade på DNA och fångst-återfångstberäkningar ingår i populationsmodellen. De senare har större betydelse i populationsmodellen, eftersom osäkerheten i fångst-återfångstberäkningar är betydligt mindre än de som baseras på antal föryngringar.

Analys på revirnivå

I populationsmodellerna som avser antal revir är enheterna antal familjegrunder och antal par registrerade under inventeringen, samt antal fall då båda revirmarkerande vargarna skjutits i familjegrunder eller par. Vi även beräknat sannolikheterna att antalet familjegrunder skall hamna under 30 familjegrunder för Sverige och under 36 familjegrunder för Skandinavien vid olika beskattningsnivåer.

Vi gör fyra olika beräkningar;

1. antal familjegrunder i Sverige
2. antal familjegrunder och antal par i Sverige
3. antal familjegrunder i Skandinavien
4. antal familjegrunder och antal par i Skandinavien

Populationsmodell: $F_{(t+1)} = \lambda_{pt} \times (F_t - K_t)$ där:

- F_t antal familjegrunder och par registrerade under inventeringen.
- K_t antal fall då båda revirmarkerande vargarna är skjutna i familjegrunder och par år t , under perioden 1 oktober till 30 april.
- λ_{pt} årlig potentiell tillväxttakt för antal familjegrunder och par utan legal jakt, medan all annan dödlighet ingår i den beräknade tillväxttakten. Legal jakt inkluderar licensjakt, skyddsjakt och nödvärn. Den potentiella tillväxttakten tillåts variera mellan år.
- Modellen inkluderar också en genomsnittlig observerbarhet på 97 % av samtliga vargföryngringar, d.v.s. det händer att man vissa år missar någon föryngring (Åkesson m.fl. 2022). Vi antar samma observerbarhet för familjegrunder och par, som för föryngringar. Det innebär också att antalet registrerade antal familjegrunder och par är ett absolut minimum.

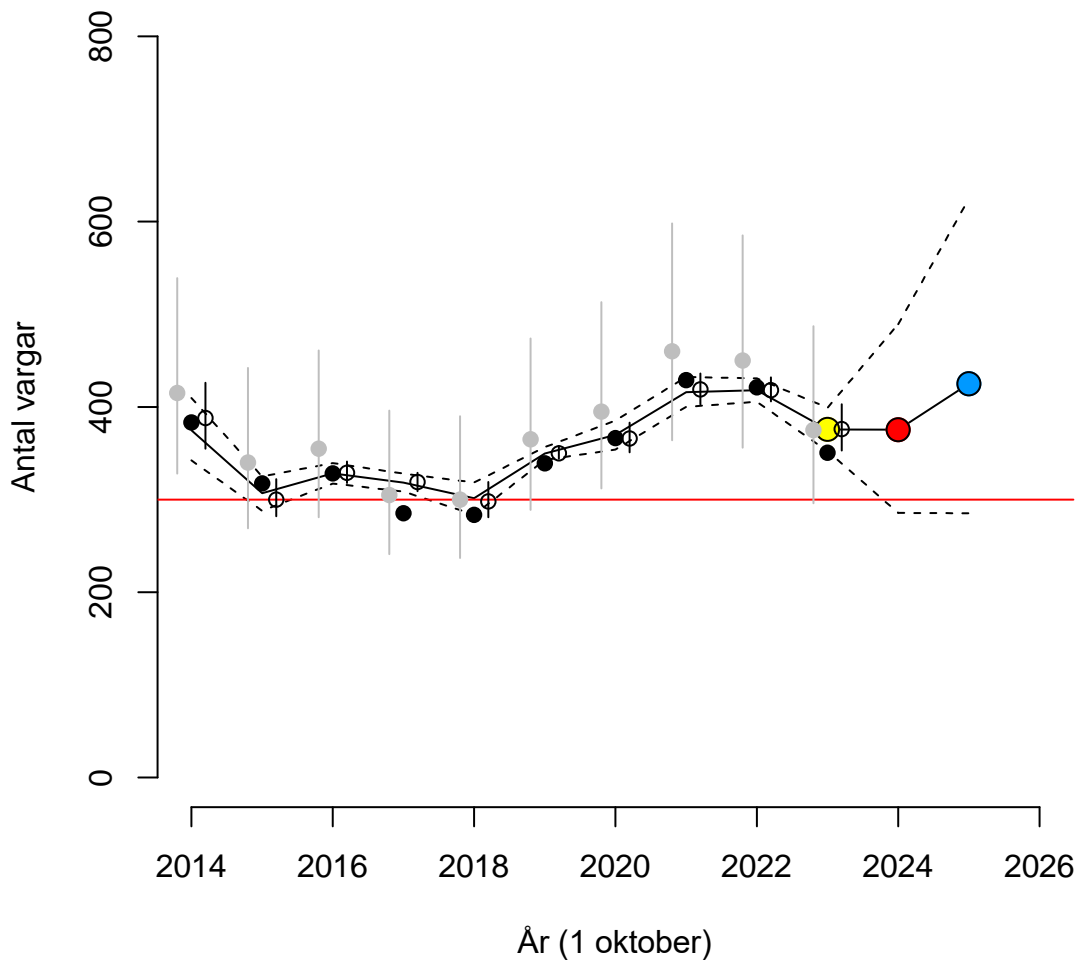
Resultat Sverige

Den mest sannolika storleken på den svenska delen av vargpopulationen beräknades enligt populationsmodellen till 376 (352 – 399; 95% KI) individer 1 oktober 2023. Det är ungefär samma som populationsuppskattningen som enbart bygger på det senaste inventeringsresultatet och antal föryngringar multiplicerat med 10 (375 individer, 296 – 487; 95 % KI; Wabakken m.fl. 2024). Den senare populationsuppskattning är helt deterministisk och tar inte med att kvoten mellan antalet familjegrupper och den skattade storleken på den totala populationen kan variera mellan år. Även populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångstmetodik ger ungefär samma resultat (376 individer, 353 – 403; 95% KI, Bischof och Milleret muntligen) vilket inte är så konstigt då fångst-återfångstberäkningar har större betydelse i populationsmodellen.

Den mest sannolika beräkningen för den svenska delen av vargpopulationen uppgår till 375 (286 – 488; 95% KI) individer för 1 oktober 2024 där hänsyn har tagits till det jaktuttag på 44 individer som har skett under perioden 1 oktober 2023 till 30 april 2024. Om ytterligare jaktuttag genomförs under perioden 1 maj till 30 september 2024 skall detta antal dras ifrån den ovan angivna beräknade populationsnivån (Figur 4, Tabell 2).

Den mest sannolika storleken på den svenska populationen beräknas till 425 (285 – 624; 95% KI) individer för 1 oktober 2025 om inget jaktuttag alls görs under perioden 1 maj 2024 till 30 september 2025. Vid detta scenario är risken 4 % att populationen kommer att understiga 300 individer. En 5% risk att understiga 300 individer medger ett uttag på 11 individer och en beräknad total population på 412 (275 – 608; 95% KI). En 10% risk medger ett uttag på 37 individer och ger en beräknad total population på 383 (250 – 572; 95% KI) individer (Tabell 2). Modellen visar även att ett totalt jaktuttag på 43 individer under denna period medför att populationen kommer att uppgå till samma populationsstorlek som 1 oktober 2024 d.v.s. ca. 375 individer, samma totala jaktuttag på 43 individer ger samma populationsstorlek som 1 oktober 2023, d.v.s. ca. 376 individer.

Sverige



Figur 4. Populationsstorlek (beräknat som antal föryngringar $\times 9,42$) i relation till år (1 oktober, d.v.s. vid inventeringsperiodens start, **svarta punkter**), samt uppskattade populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023 samt Bischof och Milleret muntligen; **cirklar** och 95% KI), och populationsstorlek (beräknat som antal föryngringar $\times 10$ och 95 % KI; Wabakken m.fl. 2024, **gråa punkter**). Modellens skattning av populationens storlek vid 1 oktober 2023 (**gul punkt**) samt prognos för 1 oktober 2024 (**röd punkt**, med den genomförda beskattningen på 44 vargar under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024), samt för 1 oktober 2025 (**blå punkt**, utan någon jakt). Modellprediktion (**heldragen linje**) och 95 % KI (**streckade linjer**). Nivån för gynnsam bevarande status (300 vargar, **röd horisontell linje**). Under perioden (2014 – 2023) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,13 (1,04 – 1,23, 95% KI).

Tabell 2. Beräknat antal vargar hösten 2023 i Sverige, samt prognoser för hösten 2024 och för hösten 2025 efter olika jaktuttag mellan 1 maj 2024 till 30 september 2025, samt sannolikheterna att komma under referensvärdet för gynnsam bevarandestatus på 300 vargar. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,13 (1,04 – 1,23; 95% KI). De färgade punkterna i figur 4 är de samma som de markerade med färger i tabellen. Tabellen fortsätter på nästa sida.

Beskattning (antal vargar)	Populationsstorlek				Sannolikhet < 300 vargar ^f
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI	
	1 oktober 2023				
	375 ^a			296 – 487	
	376 ^b			353 – 403	
	376^c	360 – 391	356 – 395	352 – 399	<0,001
1 oktober 2023 – 30 april 2024 44 ^d	1 oktober 2024				
	375	320 – 437	302 – 462	286 – 488	0,05
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025				
0	425	338 – 529	310 – 574	285 – 624	0,04
5	419	333 – 523	306 – 567	281 – 617	0,04
10	414	328 – 516	301 – 560	276 – 610	0,05
11^e	412	326 – 516	300 – 559	275 – 608	0,05
15	408	323 – 510	296 – 554	271 – 603	0,06
20	402	318 – 504	291 – 547	266 – 596	0,06
25	397	312 – 498	286 – 541	261 – 589	0,07
30	391	307 – 491	281 – 534	257 – 581	0,08
35	385	302 – 485	276 – 528	252 – 575	0,09
37^f	383	300 – 483	274 – 524	250 – 572	0,10
40	379	297 – 479	271 – 521	247 – 569	0,11
43^{g, h}	376	294 – 475	268 – 517	244 – 565	0,12
45	374	292 – 472	266 – 514	242 – 560	0,12
50	368	287 – 467	261 – 509	238 – 555	0,14
55	363	281 – 460	256 – 501	233 – 548	0,16

^a – Populationsuppskattning enligt inventeringsrapporten (antal registrerade föryngringar × 10) 37,5 föryngringar den 1 oktober 2023 (Wabakken m.fl. 2024).

^b – Populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023, preliminär uppskattning för 1 oktober 2024, Bischof och Milleret muntligen 2024-05-14).

^c – Modellens skattning av populationen 1 oktober 2023 med högst sannolikhet.

^d – Under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024 sköts 44 vargar i Sverige.

^e – Ett 90% konfidensintervall beskriver sannolikheten för hela fördelningen d.v.s. sannolikheten att framtida värden (populationsstorlekar) både kan vara större och mindre än konfidensintervallet. Detta betyder att det finns en sannolikhet på 5% att komma under det nedre gränsvärdet vilket i tabellens högra kolumn motsvaras av 300 vargar.

^f – Det jaktuttag som ger en 10% risk att hamna under 300 individer till hösten 2025.

^g – Det jaktuttag som beräknas ge en samma nivå som 1 oktober 2023.

^h – Det jaktuttag som beräknas ge en nolltillväxt mellan 1 oktober 2024 och 1 oktober 2025.

Tabell 2. Fortsättning.

Beskattning (antal vargar)	Populationsstorlek				Sannolikhet < 300 vargar
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI	
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025				
55	363	281 – 460	256 – 501	233 – 548	0,16
60	357	284 – 427	263 – 458	244 – 492	0,18
65	351	278 – 421	258 – 452	239 – 485	0,20
70	345	273 – 415	252 – 445	234 – 479	0,23
75	340	268 – 409	248 – 439	229 – 472	0,26
80	334	263 – 402	243 – 433	224 – 466	0,29
85	328	257 – 396	237 – 426	219 – 459	0,32
90	323	252 – 390	232 – 420	214 – 452	0,35
95	317	247 – 384	227 – 414	209 – 447	0,39
100	312	241 – 378	222 – 407	204 – 439	0,42
110	300	231 – 365	212 – 394	194 – 427	0,50
120	289	220 – 353	201 – 382	183 – 414	0,58
130	277	210 – 341	191 – 370	174 – 401	0,65
140	266	199 – 329	180 – 357	163 – 388	0,72
150	255	188 – 316	170 – 345	153 – 374	0,77
160	243	178 – 304	160 – 332	143 – 362	0,82
170	232	167 – 292	149 – 319	133 – 348	0,86
180	221	156 – 280	139 – 307	122 – 336	0,89
190	210	145 – 268	128 – 294	112 – 322	0,91
200	198	135 – 256	117 – 282	102 – 310	0,93
210	187	124 – 244	107 – 270	91 – 298	0,95
220	175	113 – 232	96 – 257	80 – 285	0,96
230	164	102 – 220	85 – 245	70 – 272	0,97
240	153	91 – 208	75 – 233	59 – 260	0,97
250	142	80 – 196	64 – 221	48 – 247	0,98

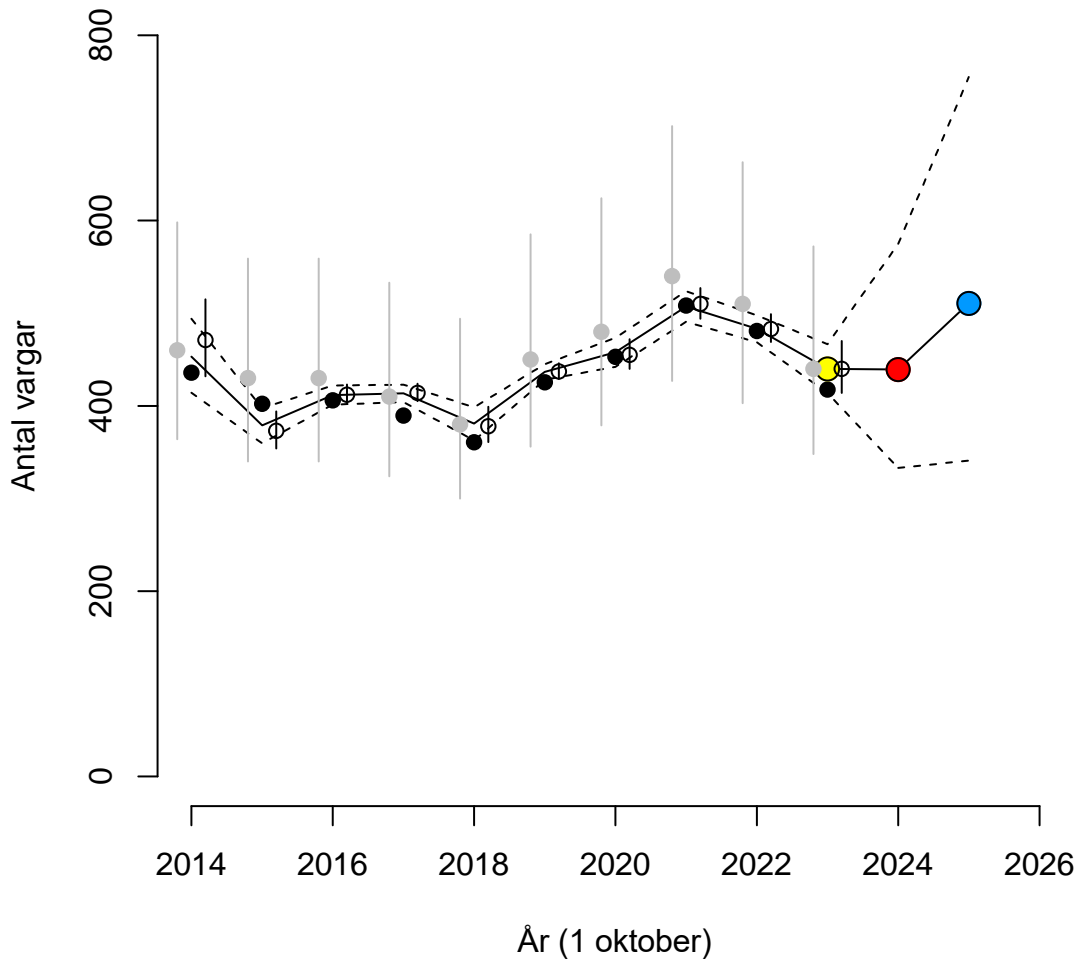
Resultat Skandinavien

Den mest sannolika skattningen av den skandinaviska vargpopulationen uppgår enligt populationsmodellen till 440 (414 – 467; 95% KI) individer 1 oktober 2023. Det är samma som populationsuppskattningen som enbart bygger på det senaste inventeringsresultatet och antal föryngringar multiplicerat med 10 (440 individer, 348 – 572; 95 % KI; Wabakken m.fl. 2023). Modellens skattning populationsskattning är också samma som den preliminära populationsuppskattning som bygger DNA och fångst-återfångstmetodik (440 individer, 414 – 470; 95% KI, preliminär uppskattning, Bischof och Milleret muntligen 2024-05-14) vilket inte är så konstigt då fångst-återfångstberäkningar har större betydelse i populationsmodellen.

Den mest sannolika skattningen av den skandinaviska vargpopulationen uppgår till 439 (333 – 575; 95% KI) individer 1 oktober 2024 där hänsyn har tagits till det jaktuttag på 62 individer som har skett under perioden 1 oktober 2023 till 30 april 2024. Om ytterligare jaktuttag genomförs under perioden 1 maj till 30 september 2023 skall detta antal dras ifrån den ovan angivna beräknade populationsnivån (Figur 5, Tabell 3).

Den mest sannolika skattningen av den skandinaviska populationen uppgår till 511 (341 – 755; 95% KI) individer 1 oktober 2025 om inget jaktuttag alls görs under perioden 1 maj 2024 till 30 september 2025 (Tabell 3). Modellen visar även att ett totalt jaktuttag på 60 individer under denna period medför att populationen kommer att uppgå till ungefär samma populationsstorlek som 1 oktober 2024 d.v.s. ca. 439 individer och samma totala jaktuttag på 60 individer ger ungefär samma populationsstorlek som 1 oktober 2023, d.v.s. ca. 440 individer.

Skandinavien



Figur 5. Populationsstorlek (beräknat som antal föryngringar $\times 9,48$) i relation till år (1 oktober, d.v.s. vid inventeringsperiodens start, **svarta punkter** och 95% KI), samt uppskattade populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023 samt Bischof och Milleret muntligen; **cirklar** och 95% KI), och populationsstorlek (beräknat som antal föryngringar $\times 10$ och 95 % KI; Wabakken m.fl. 2024, **gråa punkter**). Modellens skattning av populationens storlek vid 1 oktober 2023 (**gul punkt**) samt prognos för 1 oktober 2024 (**röd punkt**, med den genomförda beskattningen på 62 vargar under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024), samt för 1 oktober 2024 (**blå punkt**, utan någon jakt). Modellprediktion (**heldragen linje**) och 95 % KI; (**streckade linjer**). Under perioden (2014 – 2023) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,16 (1,07 – 1,26; 95% KI).

Tabell 3. Beräknat antal vargar hösten 2023 i Skandinavien, samt prognoser för hösten 2024 och för hösten 2025 efter olika jaktuttag mellan 1 maj 2024 till 30 september 2025. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,16 (1,07 – 1,26; 950% KI). De färgade punkterna i figur 5 är markerade med samma färger i tabellen. Tabellen fortsätter på nästa sida.

Beskattning (antal skjutna vargar)	Populationsstorlek			
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI
	1 oktober 2023			
	440 ^a			348 – 572
	440 ^b			414 – 470
	440 ^c	423 – 457	418 – 462	414 – 467
1 oktober 2023 – 30 april 2024 62 ^d	1 oktober 2024			
	439	374 – 514	353 – 543	333 – 575
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025			
0	511	405 – 640	372 – 694	341 – 755
5	505	399 – 633	366 – 687	336 – 747
10	499	394 – 627	362 – 681	332 – 740
15	493	389 – 620	357 – 674	326 – 734
20	488	384 – 613	352 – 667	322 – 726
25	481	378 – 608	346 – 662	317 – 721
30	475	373 – 600	341 – 654	312 – 713
35	470	368 – 595	336 – 647	307 – 706
40	464	363 – 588	331 – 641	302 – 699
45 ^e	458	358 – 582	326 – 633	298 – 691
50	453	352 – 575	321 – 627	293 – 684
55	447	347 – 568	316 – 619	288 – 675
60 ^{f, g}	441	342 – 562	311 – 614	283 – 671
65	435	336 – 556	306 – 607	278 – 664
70	429	331 – 550	301 – 600	273 – 657
75	423	325 – 543	296 – 593	268 – 650
80	417	320 – 536	290 – 587	263 – 643
85	412	315 – 530	285 – 581	258 – 635
90	406	310 – 523	281 – 572	253 – 628
95	400	305 – 517	275 – 567	249 – 622

^a – Populationsuppskattning enligt inventeringsrapporten (antal registrerade föryngringar × 10) 51 föryngringar den 1 oktober 2023 (Wabakken m.fl. 2024).

^b – Populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (preliminär uppskattning för 1 oktober 2023, Bischof och Milleret muntligen 2024-05-15).

^c – Modellens skattning av populationen 1 oktober 2023 med högst sannolikhet.

^d – Under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024 sköts 62 vargar i Skandinavien.

^e – Det jaktuttag som ger en 10% risk att hamna under 360 individer till hösten 2025.

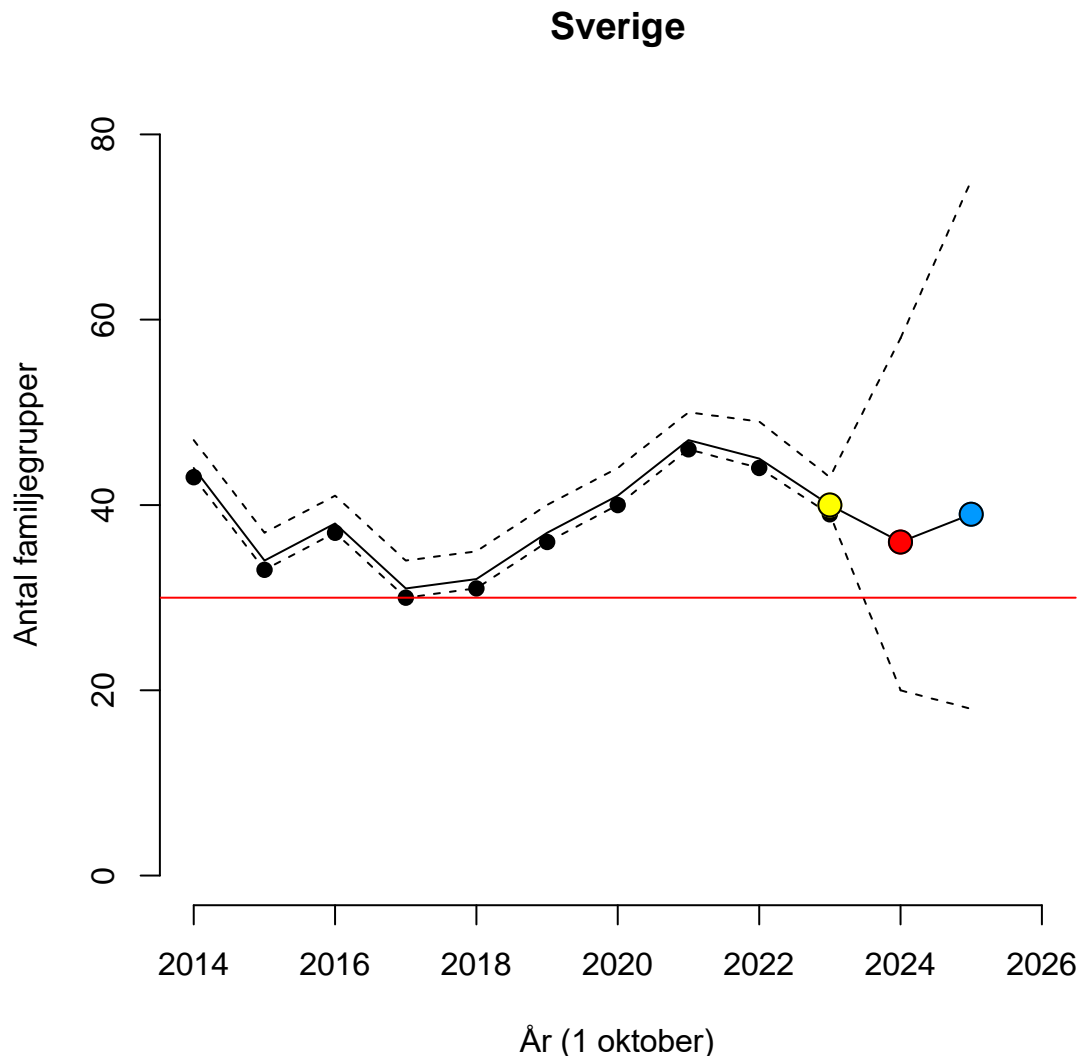
^f – Det jaktuttag som beräknas ge samma nivå som vid 1 oktober 2023.

^g – Det jaktuttag som beräknas ge en nolltillväxt mellan 1 oktober 2024 och 1 oktober 2025.

Tabell 3. Fortsättning.

Beskattning (antal skjutna vargar)	Populationsstorlek			
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025			
95	400	305 – 517	275 – 567	249 – 622
100	394	299 – 511	270 – 561	244 – 615
110	382	289 – 498	260 – 546	234 – 600
120	371	278 – 485	250 – 534	224 – 587
130	359	268 – 472	240 – 520	214 – 573
140	348	257 – 460	229 – 507	204 – 558
150	336	246 – 447	219 – 493	193 – 545
160	324	235 – 433	208 – 480	184 – 531
170	312	225 – 421	198 – 467	173 – 520
180	301	214 – 408	188 – 454	163 – 504
190	289	203 – 395	177 – 441	153 – 491
200	277	192 – 383	166 – 428	143 – 478
210	266	181 – 370	156 – 414	132 – 464
220	254	170 – 358	145 – 401	122 – 450
230	243	160 – 345	135 – 389	112 – 436
240	231	149 – 333	124 – 375	101 – 422
250	219	138 – 320	113 – 363	90 – 410

Resultat på revirnivå – Antal familjegrupper i Sverige



Figur 6. **Antal familjegrupper** i relation till år (1 oktober, d.v.s. vid inventeringsperiodens start, **svarta punkter** och 95% KI) i Sverige. Modellens skattning av antal familjegrupper vid 1 oktober 2023 (**gul punkt**) samt prognos för 1 oktober 2024 (**röd punkt**, med den genomförda beskattningen på 6 fall då båda revirmarkerande vargarna sköt i familjegrupper under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024), samt för 1 oktober 2025 (**blå punkt**, utan någon jakt). Modellprediktion (**heldragen linje**) och 95 % KI (**streckade linjer**). Förvaltningsnivå på 30 föryngringar (**röd horisontell linje**). Under perioden (2014 – 2023) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,09 (0,92 – 1,38, 95% KI).

Tabell 4. Beräknat antal familjegrupper hösten 2023 i Sverige, samt prognoser för hösten 2024 och för hösten 2025 efter olika uttag då båda revirmarkerande vargarna skjuts i familjegrupper 1 maj 2024 till 30 september 2025, samt sannolikheterna att komma under förvaltningsnivån på 30 föryngringar. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,09 (0,92 – 1,38; 95% KI). De färgade punkterna i figur 6 är samma som de markerade med färger i tabellen.

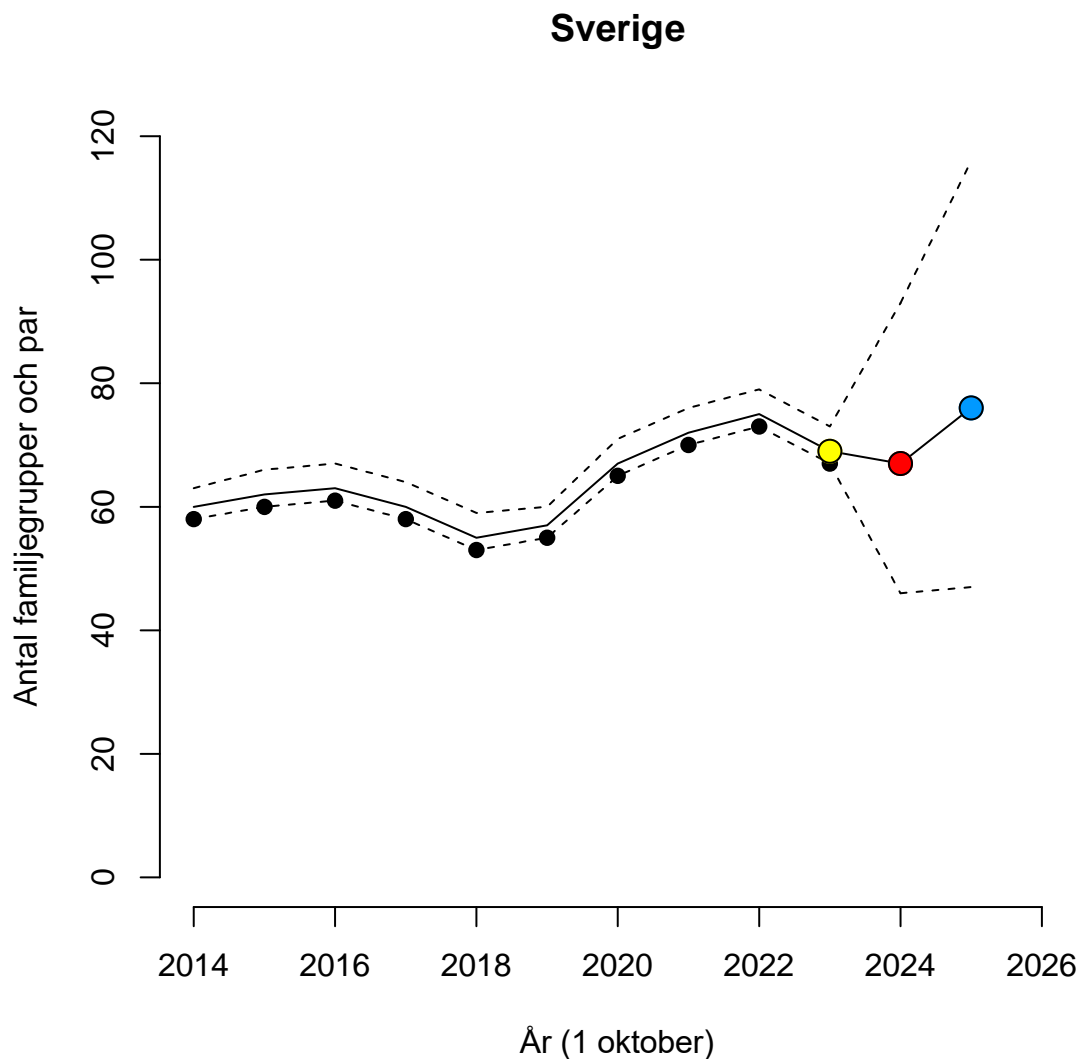
Beskattning (båda revirmarkerande vargarna i familjegrupper)	Populationsstorlek				Sannolikhet < 30 familjegrupper
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI	
	1 oktober 2023				
	39 ^a				
	40 ^b	39 – 42	39 – 43	39 – 43	<0,001
1 oktober 2023 – 30 april 2024 6 ^c	1 oktober 2024				
	36	25 – 48	23 – 53	20 – 58	0,26
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025				
0	39	25 – 57	22 – 65	18 – 75	0,22
1	38	24 – 56	21 – 64	17 – 73	0,25
2	37	23 – 54	20 – 62	17 – 72	0,28
3	36	23 – 53	19 – 61	16 – 71	0,31
4	35	22 – 52	18 – 60	15 – 69	0,35
5	34	21 – 50	17 – 58	14 – 67	0,39
6	32	20 – 49	17 – 57	14 – 66	0,43
7	31	19 – 48	16 – 55	13 – 64	0,47
8	30	18 – 47	15 – 54	12 – 63	0,51
9	29	17 – 45	14 – 52	11 – 61	0,55
10	28	16 – 44	13 – 51	11 – 60	0,60
11	27	15 – 43	12 – 50	10 – 58	0,64
12	26	15 – 41	12 – 48	9 – 57	0,68
13	25	14 – 40	11 – 47	8 – 55	0,72
14	24	13 – 39	10 – 46	7 – 54	0,75
15	23	12 – 37	9 – 44	7 – 52	0,78

^a – Antal familjegrupper den 1 oktober 2023 enligt inventeringsrapporten (Wabakken m.fl. 2024).

^b – Modellens skattning av antal familjegrupper 1 oktober 2023 med högst sannolikhet.

^c – Under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024 sköts båda revirmarkerande vargarna i 6 familjegrupper i Sverige.

Resultat på revirnivå – Antal familjegrupper och par i Sverige



Figur 7. **Antal familjegrupper och par** i relation till år (1 oktober, d.v.s. vid inventeringsperiodens start, **svarta punkter** och 95% KI) i **Sverige**. Modellens skattning av antal familjegrupper vid 1 oktober 2023 (**gul punkt**) samt prognos för 1 oktober 2024 (**röd punkt**, med den genomförda beskattningen på 7 fall då båda revirmarkerande vargarna sköt i familjegrupper eller under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024), samt för 1 oktober 2025 (**blå punkt**, utan någon jakt). Modellprediktion (**heldragen linje**) och 95 % KI (**streckade linjer**). Under perioden (2014 – 2023) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,12 (1,00 – 1,26, 95% KI).

Tabell 5. Beräknat **antal familjegrupper och par** hösten 2023 i **Sverige**, samt prognoser för hösten 2024 och för hösten 2025 efter olika uttag då båda revirmarkerande vargarna skjuts i familjegrupper eller par 1 maj 2024 till 30 september 2025. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,09 (0,92 – 1,38; 95% KI). De färgade punkterna i figur 7 är samma som de markerade med färger i tabellen.

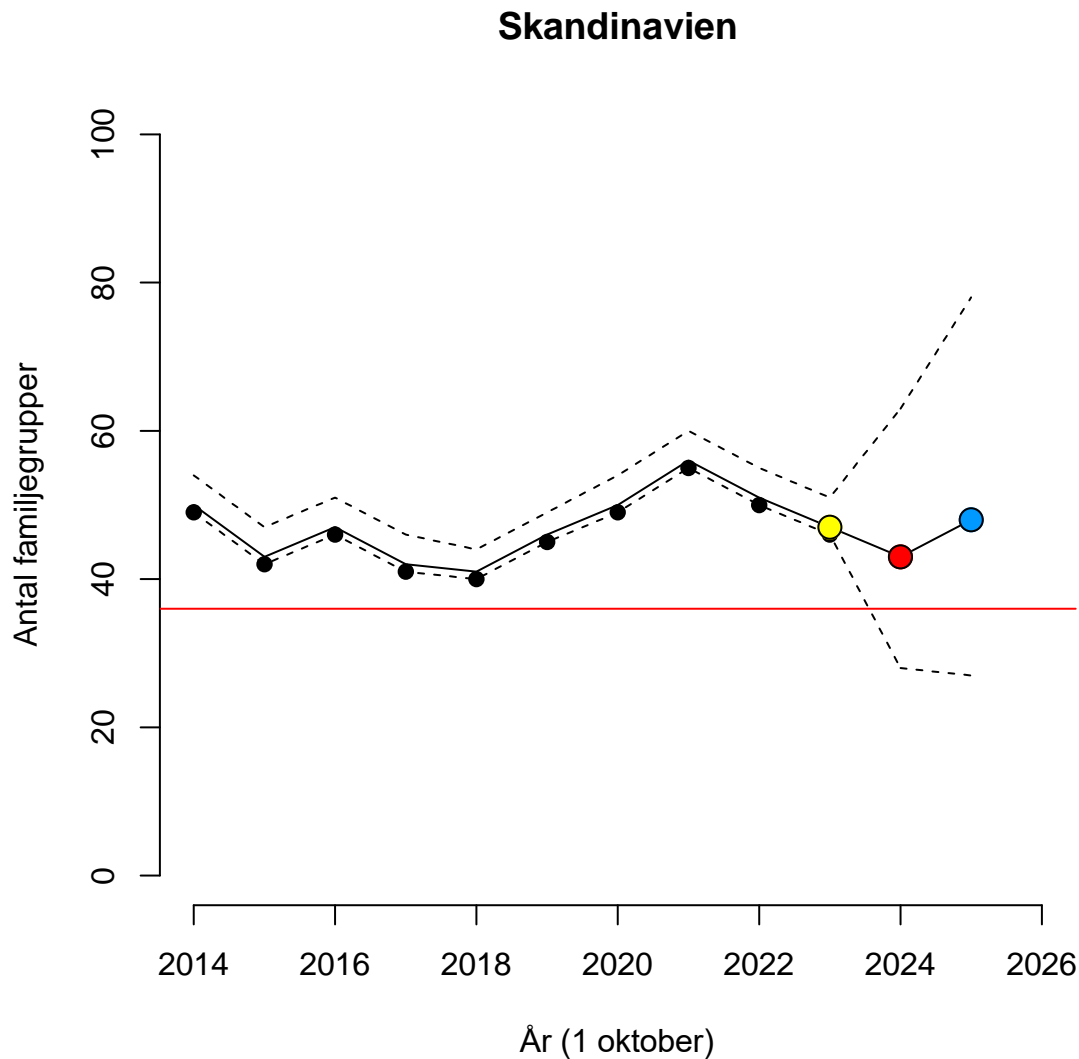
Beskattningsgrupp (båda revirmarkerande vargarna i familjegrupper eller par)	Populationsstorlek			
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI
	1 oktober 2023			
	67 ^a			
	69 ^b	67 – 71	67 – 72	67 – 73
1 oktober 2023 – 30 april 2024 7 ^c	1 oktober 2024			
	67	54 – 82	50 – 88	46 – 93
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025			
0	76	57 – 98	52 – 107	47 – 116
1	74	56 – 97	51 – 105	46 – 115
2	73	55 – 95	50 – 104	45 – 113
3	72	54 – 94	49 – 103	44 – 112
4	71	53 – 93	48 – 101	43 – 111
5	70	52 – 91	47 – 100	42 – 109
6	69	51 – 90	46 – 98	41 – 108
7	68	50 – 89	45 – 97	41 – 106
8	66	49 – 88	44 – 96	40 – 105
9	65	48 – 86	43 – 95	39 – 104
10	64	47 – 85	42 – 93	38 – 102
11	63	46 – 84	41 – 92	37 – 101
12	62	45 – 82	41 – 91	36 – 100
13	61	44 – 81	40 – 89	35 – 98
14	60	43 – 80	39 – 88	34 – 97
15	59	42 – 79	38 – 87	33 – 95

^a – Antal familjegrupper och par den 1 oktober 2023 enligt inventeringsrapporten (Wabakken m.fl. 2024).

^b – Modellens skattning av antal familjegrupper och par 1 oktober 2023 med högst sannolikhet.

^c – Under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024 sköts båda revirmarkerande vargarna i 6 familjegrupper eller par i Sverige.

Resultat på revirnivå – Antal familjegrupper i Skandinavien



Figur 8. **Antal familjegrupper** i relation till år (1 oktober, d.v.s. vid inventeringsperiodens start, **svarta punkter** och 95% KI) i **Skandinavien**. Modellens skattning av antal familjegrupper vid 1 oktober 2023 (**gul punkt**) samt prognos för 1 oktober 2024 (**röd punkt**, med den genomförda beskattningen på 7 fall då båda revirmarkerande vargarna sköt i familjegrupper under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024), samt för 1 oktober 2025 (**blå punkt**, utan någon jakt). Modellprediktion (**heldragen linje**) och 95 % KI (**streckade linjer**). Förvaltningsnivå på 36 föryngringar (**röd horisontell linje**). Under perioden (2014 – 2023) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,11 (0,97 – 1,26, 95% KI).

Tabell 6. Beräknat antal familjegrupper hösten 2023 i Skandinavien, samt prognoser för hösten 2024 och för hösten 2025 efter olika uttag då båda revirmarkerande vargarna skjuts i familjegrupper 1 maj 2024 till 30 september 2025, samt sannolikheterna att komma under förvaltningsnivån på 36 föryngringar. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,11 (0,97 – 1,26; 95% KI). De färgade punkterna i figur 8 är samma som de markerade med färger i tabellen.

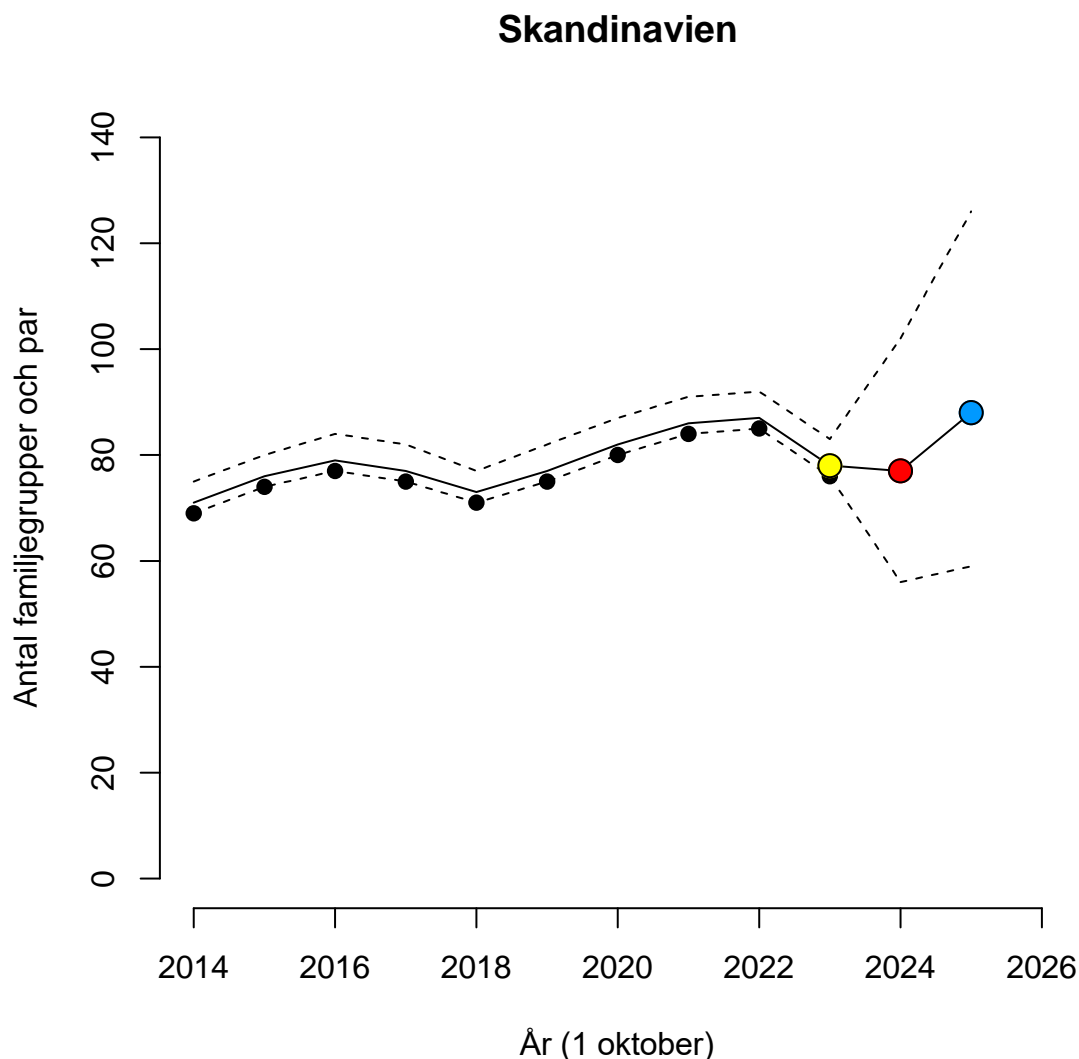
Beskattning (båda revirmarkerande vargarna i familjegrupper)	Populationsstorlek				Sannolikhet < 36 familjegrupper
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI	
	1 oktober 2023				
	46 ^a				
	47 ^b	46 – 49	46 – 50	46 – 51	<0,001
1 oktober 2023 – 30 april 2024 7 ^c	1 oktober 2024				
	43	33 – 55	38 – 59	28 – 63	0,21
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025				
0	48	34 – 64	31 – 71	27 – 78	0,14
1	47	33 – 63	30 – 69	26 – 76	0,16
2	46	33 – 62	29 – 68	26 – 75	0,19
3	45	32 – 61	28 – 67	25 – 74	0,22
4	43	31 – 59	27 – 65	24 – 72	0,25
5	42	30 – 58	26 – 64	23 – 71	0,28
6	41	29 – 57	25 – 63	22 – 69	0,32
7	40	28 – 55	24 – 61	21 – 68	0,36
8	39	27 – 54	23 – 60	21 – 66	0,40
9	38	26 – 53	23 – 59	20 – 65	0,44
10	37	25 – 52	22 – 57	19 – 64	0,49
11	36	24 – 50	21 – 56	18 – 62	0,53
12	35	23 – 49	20 – 55	17 – 61	0,58
13	33	22 – 48	19 – 53	16 – 59	0,62
14	32	21 – 46	18 – 52	15 – 58	0,67
15	31	20 – 45	17 – 51	15 – 56	0,71

^a – Antal familjegrupper den 1 oktober 2023 enligt inventeringsrapporten (Wabakken m.fl. 2024).

^b – Modellens skattning av antal familjegrupper 1 oktober 2023 med högst sannolikhet.

^c – Under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024 sköts båda revirmarkerande vargarna i 7 familjegrupper i Skandinavien.

Resultat på revirnivå – Antal familjegrupper och par i Skandinavien



Figur 9. **Antal familjegrupper och par** i relation till år (1 oktober, d.v.s. vid inventeringsperiodens start, **svarta punkter** och 95% KI) i **Skandinavien**. Modellens skattning av antal familjegrupper vid 1 oktober 2023 (**gul punkt**) samt prognos för 1 oktober 2024 (**röd punkt**, med den genomförda beskattningen på 8 fall då båda revirmarkerande vargarna sköt i familjegrupper eller par under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024), samt för 1 oktober 2025 (**blå punkt**, utan någon jakt). Modellprediktion (**heldragen linje**) och 95 % KI (**streckade linjer**). Under perioden (2014 – 2023) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,14 (1,03 – 1,25, 95% KI).

Tabell 7. Beräknat antal familjegrupper och par hösten 2023 i Skandinavien, samt prognoser för hösten 2024 och hösten 2025 efter olika uttag då båda revirmarkerande vargarna skjuts i familjegrupper eller par 1 maj 2024 till 30 september 2025. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,14 (1,03 – 1,25; 95% KI). De färgade punkterna i figur 9 är samma som de markerade med färger i tabellen.

Beskattning (båda revirmarkerande vargarna i familjegrupper eller par)	Populationsstorlek			
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI
	1 oktober 2023			
	76 ^a			
	78 ^b	76 – 81	76 – 82	76 – 83
1 oktober 2023 – 30 april 2024 8 ^c	1 oktober 2024			
	77	63 – 92	59 – 97	56 – 102
1 maj 2024 – 30 september 2025	1 oktober 2025			
0	88	69 – 110	63 – 118	59 – 126
1	86	68 – 108	62 – 116	58 – 124
2	85	67 – 107	61 – 115	57 – 123
3	84	66 – 106	60 – 114	56 – 122
4	83	65 – 104	60 – 112	55 – 121
5	82	64 – 103	59 – 111	54 – 119
6	81	63 – 102	58 – 110	53 – 118
7	80	62 – 101	57 – 108	52 – 116
8	78	61 – 99	56 – 107	51 – 115
9	77	60 – 98	55 – 106	50 – 114
10	76	59 – 97	54 – 104	49 – 112
11	75	58 – 95	53 – 103	48 – 111
12	74	57 – 94	52 – 102	47 – 109
13	73	56 – 93	51 – 100	46 – 108
14	72	55 – 92	50 – 99	45 – 107
15	70	54 – 90	49 – 97	45 – 105

^a – Antal familjegrupper och par den 1 oktober 2023 enligt inventeringsrapporten (Wabakken m.fl. 2024).

^b – Modellens skattning av antal familjegrupper och par 1 oktober 2023 med högst sannolikhet.

^c – Under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024 sköts båda revirmarkerande vargarna i 8 familjegrupper eller par i Skandinavien.

Tabell 8. Modellosäkerhet (standardavvikelse/medelvärde = variationskoefficient; CV) för sex olika populationsmodeller för prediktion 1 oktober 2023, d.v.s. sista året med data (gul punkt i figurerna). Prognos för 1 oktober 2024, d.v.s. ettårs prognos (röd punkt i figurerna) och för 1 oktober 2025, d.v.s. tvåårs prognos (blå punkt i figurerna). Modellosäkerhet har delats in i tre nivåer; liten osäkerhet $0 < CV < 12,5 \%$, medel osäkerhet $12,5 < CV < 25 \%$, stor osäkerhet $25 < CV < 50 \%$ (Robson & Regier 1964).

Modell	Prediktion 1 oktober 2023	Prognos 1 oktober 2024	Prognos 1 oktober 2025
Antal vargar, Sverige	3,1 %	14 %	20 %
Antal vargar, Skandinavien	3,1 %	14 %	21 %
Antal familjegrupper, Sverige	3,1 %	28 %	47 %
Antal familjegrupper och par, Sverige	2,5 %	18 %	23 %
Antal familjegrupper, Skandinavien	2,9 %	21 %	27 %
Antal familjegrupper och par, Skandinavien	2,4 %	15 %	19 %

Diskussion

Populationsmodellen inkluderar osäkerhet i olika parametrar på ett strikt statistiskt sätt och den inkluderar också kända kunskaper om vargpopulation. Modellen kräver en viss mängd data, t.ex. längden på tidserien och antal vargföryngringar. Modellen ger mycket större osäkerhet i resultaten om man bara använder den senaste 5 åren eller om man gör en separat beräkning för Norge. Vi har använt ett ingångsvärde på omräkningsfaktorn 9,8 från den omfattande inventeringen som genomfördes 2017 och som presenterades av Bischof m.fl. (2019). Vi har även använt en observerbarhet 97% av vargföryngringar som har kunnat konstateras i populationen genom att föryngringar har kunnat bekräftas i efterhand på basis av DNA-analyser av avkommor (Åkesson m.fl. 2022). Både dessa parametrar har hög precision och leder till att osäkerheten i modellen minskar.

Utvärderingen av populationsmodell med Bayesian p-värde visar att den ger en relativt bra beskrivning av data. Bayesian p-värde för modellerna var mellan 0,51 och 0,59 och p-värden mellan 0,1 och 0,9 anses vara visa en bra anpassning mellan en modell och data. Den uppskattade tillväxten varierade mellan år, men det fanns ingen signifikant trend i tillväxttakten under perioden 2014 till 2022 (Figur S1 och S4). Även konverteringsfaktorn från antal vargreproduktioner till totala vargpopulationen varierade mellan år, men inte heller för konverteringsfaktorn fanns det någon signifikant trend under perioden 2014 till 2023 (Figur S2 och S5).

Sveriges och Norges möjligheter att uppnå/upprätthålla sina respektive beståndsmål

I vårt uppdrag ingick att bedöma konsekvenserna av olika beskattningsnivåer för respektive lands möjlighet att uppnå/upprätthålla sina respektive mål. Naturvårdsverket bedömer att det behövs minst 300 vargar i Sverige, samt att minst en ny immigrant från Finland eller Ryssland ska reproducera sig med de skandinaviska vargarna under naturliga förhållanden varje 5-årsperiod för att vargen i Sverige ska kunna anses ha gynnsam bevarandestatus. Det nationella beståndsmålet för varg i Norge är 4 – 6 årliga föryngringar, varav minst 3 helnorska och där gränsrevir räknas med en faktor med 0,5.

För Sveriges del finns stor möjlighet att ligga väl över beståndsmålet hösten 2024 på minst 300 vargar. Medelvärde för den beräknade populationen den kommande hösten (2024) är 375 (286 – 488; 95% KI) vargar med det genomförda jaktuttaget på 44 vargar under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024. Utrymmet för viss jakt under hela perioden 1 maj 2024 till 30 september 2025 finns därmed och modellens prognos för 1 oktober 2025 visar att risken för att hamna under 300 individer är 10% för ett totalt uttag (summa av licensjakt, skyddsjakt och nödvärn) på 37 individer.

För Norge har den *potentiella tillväxten* legat på 38% (0,79 – 1,97; 90% KI) de senaste 10 åren. Den stora variationen i tillväxttakten i Norge beror på att beräkningarna bygger på en begränsad del av en större population och därmed får slumpen en relativt större påverkan. Dessutom kan spridning av vargar från Sverige ha stor påverkan på tillväxttakten i Norge eftersom denna delpopulation endast utgör mindre än 20% av den skandinaviska populationen. Om vi utgår från det högre nationella målet, 6 föryngringar inklusive hälften av gränsreviren, så blir målet räknat som antal individer ca 60 vargar.

Det finns inget uttalat mål för den skandinaviska populationen. Om man emellertid lägger samman målen för de norska och svenska delpopulationerna blir det *minimum* 340 till 360 vargar (spannet beror på det norska målet om 4 till 6 föryngringar). Den beräknade populationen hösten 2023 på 440 (414 – 467; 95% KI) vargar ligger väl över detta mål. Den mest sannolika prognosen för 1 oktober 2024 är 439 (333 – 575; 95% KI) vargar med ett genomfört jaktuttag på 62 vargar i Sverige och Norge under perioden 1 oktober 2023 – 30 april 2024.

Vid en beskattning från 1 oktober 2024 till 30 september 2025 i Skandinavien på 45 vargar är risken 10% att populationen hamnar under 360 till 1 oktober 2025, d.v.s. det undre 80% konfidensintervallet i Tabell 3. Om man kombinerar möjligt jaktuttag i Sverige och Skandinavien för att nå beståndsmålen, så ger ett jaktuttag på 37 vargar i Sverige en risk på 10% att komma under referensvärdet på 300 vargar, d.v.s. det finns utrymme på 8 vargar kvar för Norge om man vill hålla sig till en risk på 10% att komma under 360 vargar för Skandinavien.

Ett jaktuttag i Skandinavien på 60 vargar mellan 1 maj 2024 och 1 oktober 2025 beräknas ge nolltillväxt och beräknas också ge samma populationsstorlek som 1 oktober 2023. Observera att modellens utfall gäller all jakt som genomförs under perioden 1 maj 2024 – 30 september 2025. Blir det en omfattande skydds jakt sommaren 2024 och 2025, eller om man vill ha utrymme för skydds jakt under vintern 2024/2025, ska dessa dras från eventuella kvoter för licensjakt under vintern 2024/2025 för att modellresultaten ska gälla.

Analyser på revirnivå

I årets uppdrag ingick också att utvärdera populationsmodeller på revirnivå. Beräkningar bygger på antal revir; antal familjegrupper och antal par med revirmarkerande vargar. Enheterna för analyserna blir alltså inte antal vargar, utan antal familjegrupper och par. Beskattningen bygger då på antal fall när båda revirmarkerande vargarna skjuts i familjegrupper eller par.

Vi gjorde fyra olika beräkningar;

1. antal familjegrupper i Sverige
2. antal familjegrupper och antal par i Sverige
3. antal familjegrupper i Skandinavien
4. antal familjegrupper och antal par i Skandinavien

Beräkningarna som byggde på bara antal familjegrupper hade relativt stor modellosäkerhet för prognoserna för 1 oktober 2025, 47 % för Sverige och 27 % för Skandinavien (Tabell 8). Den stora osäkerheten syns också i att det är stor sannolikhet att komma under målet på 30 familjegrupper i Sverige och 36 familjegrupper i Skandinavien (Tabellerna 4 och 6).

Beräkningarna som byggde på summan av antal familjegrupper och antal par hade ungefär samma modellosäkerhet som beräkningarna som byggde på antal vargar (Tabell 8). Eftersom det inte finns några mål uppsatta för summan av antal familjegrupper och antal par går det inte att bedöma konsekvenserna av olika beskattningsnivåer för respektive lands möjlighet att uppnå/upprätthålla sina respektive mål för dessa beräkningar (Tabellerna 5 och 7).

Referenser

- Andrén, H., Hobbs, N.T., Aronsson, A., Brøseth, H., Chapron, G., Linnell, J.D.C., Odden, J., Persson, J. and Nilsen, E.B. 2020. Harvest models of small populations of a large carnivore using Bayesian forecasting. – *Ecological Applications* 30(3), e02063, 18 pages.
- Andrén, H, Sand, H, Liberg, O. och Wabakken, P. 2022. Beräkningar av beskattning av den skandinaviska vargpopulationen 2023. Rapport till Naturvårdsverket och Miljødirektoratet, Norge från SKANDULV. 26 sidor.
- Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Åkesson, M., Brøseth, H., and Kindberg, J. 2019. Estimating the size of the Scandinavian wolf population with spatial capture-recapture and conversion factors - MINA fagrappport 57. 80 pp. ISSN: 2535-2806.
- Evans D, and Arvela M. 2011. Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive – Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007 – 2012. European Topic Centre on Biological Diversity, Paris, France. Finnish Wildlife Agency 2015 <http://riista.fi/metsastys/saalisiseuranta/kannanhoidollinen-susisaalis/> (accessed June 2015).
- Liberg, O., Chapron, G., Wabakken, P., Pedersen, H.C., Hobbs., N.T. and Sand. H., 2012. Shoot, shovel and shut up: cryptic poaching slows restoration of a large carnivore in Europe. *Proc. R. Soc. B* 279, 910–915.
- Liberg, O., Suutarinen, J., Åkesson, M., Andrén, H., Wabakken, P., Wikenros, C. and Sand, H. 2020. Poaching-related disappearance rate of wolves in Sweden was positively related to population size and negatively to legal culling. – *Biological Conservation* 243: 108456
- Milleret, C., Dupont, P., Åkesson, M., Brøseth, H., Kindberg, J., and Bischof, R., 2021. Estimates of wolf density, abundance, and population dynamics in Scandinavia, 2012 - 2021 - MINA fagrappport 72. 30 pages.
- Milleret, C., Dupont, P., Brøseth, H., Flagstad, Ø., Kindberg, J., Svensson, L., and Bischof, R., 2023. Estimates of wolf density, abundance, and population dynamics in Scandinavia, 2013–2023 – MINA fagrappport 85. 34 pp. ISBN 2535-2806
- Naturvårdsverket. 2015. Delredovisning av regeringsuppdraget att utreda gynnsam bevarandestatus för varg (M2015/1573/Nm). Rapport från Naturvårdsverket, NV-02945-15. 13 s.
- Naturvårdsverket. 2016. Femårig plan för genetisk förstärkning 2016 – 2020. Rapport från Naturvårdsverket, NV-02544-15. 21 s.
- Nilsen, E.B., Brøseth, H., Odden, J., Andrén, H. og Linnell, J.D.C. 2011. Prognosemodell for bestanden av gaupe i Norge. – NINA Rapport 774. 26 sid.
- Robson, D. S. & Regier, H. A. 1964. Sample size in Petersen mark-recapture experiments. - *Transactions of the American Fishery Society* 93 (3): 215-226.
- Svensson, L., Wabakken, P., Maartmann, E., Åkesson, M., Flagstad, Ø. & Hedmark, E. 2019. Inventering av varg vintern 2018 – 2019. Bestandsövervakning av ulv vintern 2018 – 2019. Bestandsstatus for store rovdjur i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien Rovdata, Viltskadecenter och Høgskolan i Innlandet. Rapport 1-2019. 53 s.
- Svensson, L., Wabakken, P., Maartmann, E., Palacios, C., Flagstad, Ø. & Åkesson, M. 2021. Inventering av varg vintern 2020 – 2021. Bestandsövervakning av ulv vintern 2020 – 2021. Bestandsstatus for store rovdjur i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2021. 55 s.

- Svensson, L., Wabakken, P., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø., Danielsson, A., Hensel, H., Pöchhacker, K., & Åkesson, M. 2023. Inventering av varg vintern 2022 – 2023. Bestandsovervåking av ulv vintern 2022 – 2023. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2023. 65s.
- Wabakken, P., Svensson, L., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø. & Åkesson, M. 2020. Bestandsovervåking av ulv vintern 2019 – 2020. Inventering av varg vintern 2019 – 2020. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien. Rovdata, Vilskadecenter og Høgskolen i Innlandet. Rapport 1-2020 55 s.
- Wabakken, P., Svensson, L., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø. & Åkesson, M. 2022. Bestandsovervåking av ulv vintern 2021 – 2022. Inventering av varg vintern 2021 – 2022. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2022. 59s.
- Wabakken, P., Svensson, L., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø., Danielsson, A., Cardoso Palacios, C och Åkesson, M. 2024. Bestandsovervåking av ulv vintern 2023-2024. Inventering av varg vintern 2023-2024. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2024. 60s.
- Åkesson, M., Svensson, L., Flagstad, Ø, Wabakken, P. and Frank, J. 2022. Wolf monitoring in Scandinavia: evaluating counts of packs and reproduction events. Journal of Wildlife Management 86: e22206. (13 pages).

BILAGA 1

Tabell B1. Inventeringsresultat (Wabakken m.fl. 2024) antal föryngringar, antal revirmarkerande par, samt andelen föryngringar (= antal föryngringar / (antal föryngringar + antal revirmarkerande par)).

År	Skandinavien			Sverige		
	Antal föryngringar	Antal revirmarkerade par	Andel föryngringar	Antal föryngringar	Antal revirmarkerade par	Andel föryngringar
2014-2015	46	20	0,70	41,5	14,5	0,74
2015-2016	43	32	0,57	34	27	0,56
2016-2017	43	31	0,58	35,5	23,5	0,60
2017-2018	41	34	0,55	30,5	27,5	0,53
2018-2019	38	31	0,55	30	22,5	0,57
2019-2020	45	30	0,60	36,5	23	0,61
2020-2021	48	31	0,61	39,5	25	0,61
2021-2022	54	28	0,66	46	23	0,67
2022-2023	51	34	0,60	45	28,5	0,61
2023-2024	44	30	0,59	37,5	27,5	0,58

BILAGA 1

Tabell B2. Uppskattningar av vargpopulationen i Sverige sedan 1 oktober 2014 med olika metoder.

År	Antal registrerade föryngringar ^a	Population (föryngringar × 10) ^a (95% KI)	Modell-Prediktion (95 % KI) ^b	Uppskattning från DNA fångst-återfångst (95 % KI) ^c
1 okt. 2014	41,5	415 (328 – 539)	375 (343 – 410)	388 (355 – 426)
1 okt. 2015	34	340 (269 – 442)	307 (288 – 325)	300 (282 – 322)
1 okt. 2016	35,5	355 (281 – 461)	328 (317 – 339)	329 (318 – 341)
1 okt. 2017	30,5	305 (241 – 396)	318 (309 – 328)	319 (309 – 329)
1 okt. 2018	30	300 (237 – 390)	301 (284 – 319)	298 (281 – 319)
1 okt. 2019	36,5	365 (289 – 474)	350 (343 – 357)	350 (344 – 358)
1 okt. 2020	39,5	395 (312 – 513)	370 (354 – 385)	366 (351 – 383)
1 okt. 2021	46	460 (364 – 598)	416 (400 – 432)	419 (403 – 436)
1 okt. 2022	45	450 (356 – 585)	418 (405 – 431)	418 (406 – 432)
1 okt. 2023	37,5	375 (296 – 487)	376 (352 – 399)	376 (353 – 403)

^a – Populationsstorlek enligt inventeringsrapporterna (antal registrerade föryngringar × 10; Wabakken m.fl. 2024).

^b – Populationsstorlek enligt populationsmodellen i den här rapporten.

^c – Populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023, samt preliminära populationsuppskattningar, Bischof och Milleret muntligen 2024-05-14).

BILAGA 1

Tabell B3. Uppskattningar av vargpopulationen i Skandinavien sedan 1 oktober 2014 med olika metoder.

År	Antal registrerade föryngringar ^a	Population (föryngringar × 10) ^a (95% KI)	Modell-prediktion (95% KI) ^b	Uppskattning från DNA fångst-återfångst (95 % KI) ^c
1 okt. 2014	46	460 (343 – 598)	453 (414 – 494)	471 (432 – 512)
1 okt. 2015	43	430 (340 – 559)	379 (360 – 397)	373 (354 – 394)
1 okt. 2016	43	430 (340 – 559)	412 (401 – 422)	412 (402 – 423)
1 okt. 2017	41	410 (324 – 533)	414 (404 – 423)	414 (405 – 424)
1 okt. 2018	38	380 (300 – 494)	381 (363 – 399)	378 (361 – 399)
1 okt. 2019	45	450 (356 – 585)	437 (428 – 445)	437 (429 – 446)
1 okt. 2020	48	480 (379 – 624)	458 (442 – 474)	455 (440 – 472)
1 okt. 2021	54	540 (427 – 702)	507 (491 – 524)	510 (494 – 527)
1 okt. 2022	51	510 (403 – 663)	483 (469 – 498)	483 (469 – 499)
1 okt. 2023	44	440 (348 – 572)	440 (414 – 467)	440 (414 – 470)

^a – Populationsstorlek enligt inventeringsrapporterna (antal registrerade föryngringar × 10; Wabakken m.fl. 2024).

^b – Populationsstorlek enligt populationsmodellen i den här rapporten.

^c – Populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2023, samt preliminära populationsuppskattningar, Bischof och Milleret muntligen 2024-05-14).

BILAGA 2

Population model

We used Bayesian hierarchical population models to estimate the posterior distribution of the unobserved population size with process and observation equations.

The deterministic process model is:

$$\mu_t = \log [(\psi_{t-1} - H_{1,t-1}) \times \exp(\alpha_{t-1}) - H_{2,t-1}] \quad (\text{Eq. S1})$$

Where μ_t is the deterministic prediction of the log (population size) at time t , ψ_{t-1} is the predicted unobserved population size at time $t-1$, $H_{1,t-1}$ is the observed harvest October 1 to April 30 at time $t-1$ and $H_{2,t-1}$ is the observed harvest May 1 to September 30 at time $t-1$. The growth rate on log-scale (α_t) at time t , was drawn from a normal distribution, which was based on a normal distribution for the mean (α) and its variation and a uniform distribution for the standard deviation (σ_α) and its variation, which correspond to α_t being a random factor from the hyperparameter ($\alpha \pm \sigma_\alpha$, Table S1) and allows handling of some of the temporal variation. The growth rate on log-scale (α_t) is the potential growth rate at time t without legal harvest, but the potential growth includes all other factors that might influence growth rate, e.g., natural causes of mortality, poaching and vehicle collisions (Liberg et al. 2012, 2020) and inbreeding (Liberg et al. 2005, Wikenros et al. 2021).

$$\alpha_t \sim \text{normal}(\alpha, \sigma_\alpha) \quad (\text{Eq. S2})$$

We include stochasticity in the process using:

$$\psi_t \sim \text{lognormal}(\mu_t, \sigma_{proc}) \quad (\text{Eq. S3})$$

$$\rho_t \sim \text{Poisson}(\psi_t / \phi_t) \quad (\text{Eq. S4})$$

Where σ_{proc} is the standard deviation on log-scale of the unobserved population size, ρ_t is the predicted unobserved number of reproductions at time t . The conversion factor from number of reproductions to total population size (ϕ_t) at time t , was drawn from a gamma distribution, which was based on a normal distribution for the mean (ϕ) and its variation and a uniform distribution for the standard deviation (σ_ϕ) and its variation, which correspond to ϕ_t being a random factor from the hyperparameter ($\phi \pm \sigma_\phi$, Table S1) and allows handling of some of the temporal variation. The parameters for the gamma distribution (s_t , r_t) were computed using moment matching.

$$s_t = \phi^2 / \sigma_\phi^2 \quad (\text{Eq. S5})$$

$$r_t = \phi / \sigma_\phi^2 \quad (\text{Eq. S6})$$

$$\phi_t \sim \text{gamma}(s_t, r_t) \quad (\text{Eq. S7})$$

The process equations were linked to two different data sets using the observation equations using:

$$N_t \sim \text{normal}(\psi_t, \sigma_{obs,t}) \quad (\text{Eq. S8})$$

$$R_t \sim \text{binomial}(\delta, \rho_t) \quad (\text{Eq. S9})$$

Where N_t is the estimated population size at time t and $\sigma_{obs,t}$ is the estimated standard deviation of the estimated wolf population size at time t (from Bischof et al. 2020, Milleret et al. 2022). Bischof et al. (2020) used open spatial capture – mark – recapture methods of DNA from wolf scats and urine collected during the monitoring season to estimate the mean and standard deviation of the wolf population size. R_t is the observed number of wolf reproductions at time t (Wabakken et al. 2024) and δ is the probability to find a wolf reproduction during the monitoring season (Åkesson et al. 2022).

Model fitting and evaluation

Vague prior distributions were assigned to the hyperparameter growth rate and its variation, $\alpha \sim \text{normal}(0, 100)$ and $\sigma_\alpha \sim \text{uniform}(0, 10)$. We also used a vague prior for the process error, $\sigma_{proc} \sim \text{uniform}(0, 10)$. We used a weakly informed prior for the hyperparameter conversion factor from number of wolf reproductions to total population size and its variation; $\phi \sim \text{normal}(10, 2)$ and $\sigma_\phi \sim \text{uniform}(0, 4)$. Bischof et al. (2019) estimated the conversion factor to 9.8 ± 0.12 SD. However, we preferred to have it less informed prior, to increase the possibility for annual variation and to be able to find trends in the annual estimates. An informed prior was used for the probability to find a wolf reproduction during the monitoring season, $\delta \sim \text{beta}(221, 7)$. Åkesson et al. (2022) showed that 220 reproductions out of 226 reproductions, i.e., 97 %, were found during the monitoring seasons (2005 – 2016), the rest was detected ≥ 1 year later from kinship assessments of all DNA-detected individuals.

We approximated the marginal posterior distributions of parameters fitting the models to data using the Markov Chain Monte Carlo algorithm implemented in *rjags* and *coda* packages (Plummer 2003) in R (R Core Team 2022). We ran three chains of 100,000 iterations following a 50,000 burn-in. Convergence was checked by visual inspection of trace plots and by the diagnostics of Heidelberger (Heidelberger and Welch 1983) and Gelman (using the threshold value of <1.02 indicating very low variation between the three chains, Brooks and Gelman 1997) implemented in the *coda* package (Plummer 2003). We used posterior predictive checks to evaluate lack-of-fit between models and data using Bayesian p-values (where $0.1 < p < 0.9$ suggest good fit between the model and the data; Hobbs and Hooten 2015). We present posterior means and SD with associated 95% Bayesian credible intervals (BCI).

Results – Sweden

Posterior predictive checks showed that the model was able to simulate data that were consistent with the observations. Bayesian p-values for discrepancy statistics were 0.51 for the number of reproductions and 0.57 for the estimated population size. The parameters α , σ_α , ϕ , σ_ϕ , δ and σ_{proc} all passed Heidelberger diagnostics. The upper confidence limits for all parameters were <1.01 in Gelman diagnostics, indicating very lower variation between the three chains.

The overall mean growth rate (hyperparameter) on log-scale (α) was 0.123 ± 0.071 , which correspond to a growth rate $\lambda = 1.13 \pm 0.046$. The potential growth rate excluding legal harvest indicates an increasing population without legal harvest. The probability that $\exp(\alpha) = \lambda$ being > 1 was > 0.993 (Table S1, Figure S3). There was no trend in the annual estimated growth rates ($r = 0.31$, $df = 7$, $p = 0.38$; Figure S1). The overall mean conversion factor (hyperparameter) from number of wolf reproductions to total population size (ϕ) was 9.42 ± 0.51 (Table S1, Figure S3). There was no trend in the annual estimated conversion factor ($r = 0.03$, $df = 8$, $p = 0.94$; Figure S2).

Results – Scandinavia

Posterior predictive checks showed that the model was able to simulate data that were consistent with the observations. Bayesian p-values for discrepancy statistics were 0.51 for the number of reproductions and 0.59 for the estimated population size. The parameters α , σ_α , ϕ , σ_ϕ , δ and σ_{proc} all passed Heidelberger diagnostics. The upper confidence limits for all parameters were < 1.01 in Gelman diagnostics, indicating very lower variation between the three chains.

The overall mean growth rate (hyperparameter) on log-scale (α) was 0.149 ± 0.073 , which correspond to a growth rate $\lambda = 1.16 \pm 0.048$. The potential growth rate excluding legal harvest indicates an increasing population without legal harvest. The probability that $\exp(\alpha) = \lambda$ being > 1 was > 0.997 (Table S2, Figure S6). There was no trend in the annual estimated growth rates ($r = 0.27$, $df = 7$, $p = 0.46$; Figure S4). The overall mean conversion factor (hyperparameter) from number of wolf reproductions to total population size (ϕ) was 9.48 ± 0.46 (Table S2, Figure S6). There was no trend in the annual estimated conversion factor ($r = 0.11$, $df = 8$, $p = 0.74$; Figure S5).

References

- Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Åkesson, M., Brøseth, H., and Kindberg, J. 2019. Estimating the size of the Scandinavian wolf population with spatial capture-recapture and conversion factors - MINA fagrapport 57. 80 pp. ISSN: 2535-2806.
- Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Tourani, M., Ordiz, A., Valpine, P., Turek, D., Royle, J.A., Gimenez, O., Flagstad, Ø., Åkesson, M., Svensson, L., Brøseth, H., and Kindberg, J. 2020. Estimating and forecasting spatial population dynamics of apex predators using transnational genetic monitoring. – PNAS 117(48): 30531–30538.
- Brooks, S.P., and A. Gelman, 1997. General methods for monitoring convergence of iterative simulations. – Journal of Computational and Graphical Statistics 7: 434-455.
- Heidelberger, P., and P. Welch. 1983. Simulation run length control in the presence of an initial transient. – Operations Research 31: 1109-1044.
- Hobbs, N.T. and M.B. Hooten. 2015. Bayesian models. A statistical primer for ecologists. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Liberg, O., Andrén, H., Pedersen, H.-C., Sand, H., Sejberg, D., Wabakken, P., Åkesson, M., and Bensch, S. 2005. Severe inbreeding depression in a wild wolf (*Canis lupus*) population. – Biology Letters 1: 17-20.

- Liberg, O., Chapron, G., Wabakken, P., Pedersen, H.C., Hobbs., N.T. and Sand. H., 2012. Shoot, shovel and shut up: cryptic poaching slows restoration of a large carnivore in Europe. *Proc. R. Soc. B* 279, 910–915.
- Liberg, O., Suutarinen, J., Åkesson, M., Andrén, H., Wabakken, P., Wikenros, C. and Sand, H. 2020. Poaching-related disappearance rate of wolves in Sweden was positively related to population size and negatively to legal culling. – *Biological Conservation* 243: 108456
- Milleret, C., Dupont, P., Åkesson, M., Brøseth, H., Kindberg, J., and Bischof, R., 2021. Estimates of wolf density, abundance, and population dynamics in Scandinavia, 2012 - 2021 - MINA fagrappport 72. 30 pages.
- Milleret, C., Dupont, P., Åkesson, M., Brøseth, H., Svensson, L., Kindberg, J., and Bischof, R., 2022. Estimates of wolf density, abundance, and population dynamics in Scandinavia, 2013–2022 - MINA fagrappport 77. 34 pp. ISBN 2535-2806
- Milleret, C., Dupont, P., Brøseth, H., Flagstad, Ø., Kindberg, J., Svensson, L., and Bischof, R., 2023. Estimates of wolf density, abundance, and population dynamics in Scandinavia, 2013–2023 – MINA fagrappport 85. 34 pp. ISBN 2535-2806
- Plummer, M. 2003. JAGS: A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. DSC Working Papers. Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing, March 20–22, 2003. Technische Universität Wien, Vienna, Austria.
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Svensson, L., Wabakken, P., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø., Danielsson, A, Hensel, H., Pöchlacker, K., & Åkesson, M. 2023. Inventering av varg vintern 2022 – 2023. Bestandsövervakning av ulv vintern 2022 – 2023. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2023. 65s.
- Wabakken, P., Svensson, L., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø., Danielsson, A., Cardoso Palacios, C och Åkesson, M. 2024. Bestandsövervakning av ulv vintern 2023-2024. Inventering av varg vintern 2023-2024. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2024. 60s.
- Wikenros, C., Gicquel, M., Zimmermann, B., Flagstad, Ø. and Åkesson, M. 2021. Age at first reproduction in wolves: different patterns of density dependence for females and males. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 288: 20210207.
- Åkesson, M., Svensson, L., Flagstad, Ø, Wabakken, P. and Frank, J. 2022. Wolf monitoring in Scandinavia: evaluating counts of packs and reproduction events. *Journal of Wildlife Management* 86: e22206. (13 pages).

Table S1. Prior and posterior distributions of parameters in the Bayesian hierarchical population model for Sweden.

Parameter	Prior	Posterior (mean \pm SD)	Posterior (95 % BCI)	Description
α	normal (0, 100)	0.123 \pm 0.0407	0.038 – 0.203	Growth rate on log-scale (hyperparameter)
σ_α	uniform (0, 10)	0.0712 \pm 0.0478	0.0043 – 0.183	Variation in growth rate (hyperparameter)
ϕ	normal (10, 2)	9.42 \pm 0.531	8.44 – 10.52	Conversion factor from number of wolf reproductions to total population size (hyperparameter)
σ_ϕ	uniform (0, 4)	0.5711 \pm 0.439	0.018 – 1.62	Variation in conversion factor from number of wolf reproductions to total population size (hyperparameter)
δ	beta (221, 7)	0.970 \pm 0.011	0.944 – 0.988	Probability to find a wolf reproduction during the monitoring season. 220 reproductions were found out of 226 reproductions (0.973; Åkesson et al. 2022)
σ_{proc}	uniform (0, 10)	0.071 \pm 0.048	0.0034 – 0.184	Process error on log-scale

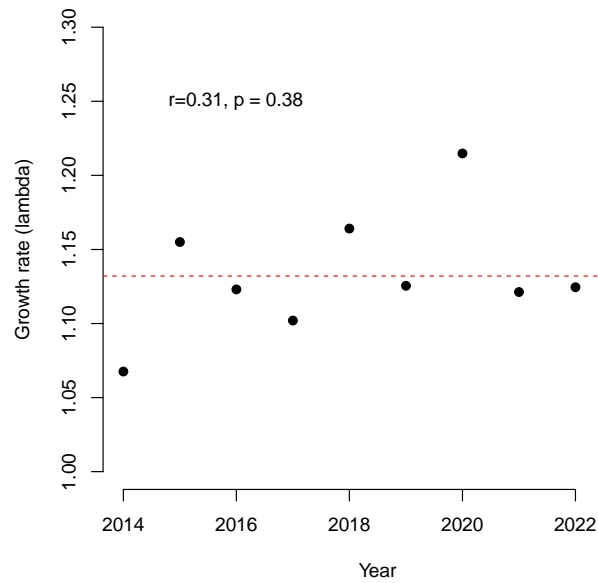


Figure S1. Mean annual potential growth rate (λ_{pt}) in the Swedish wolf population in relation to year. Red dashed line shows the overall mean potential growth rate ($\lambda = 1.13$).

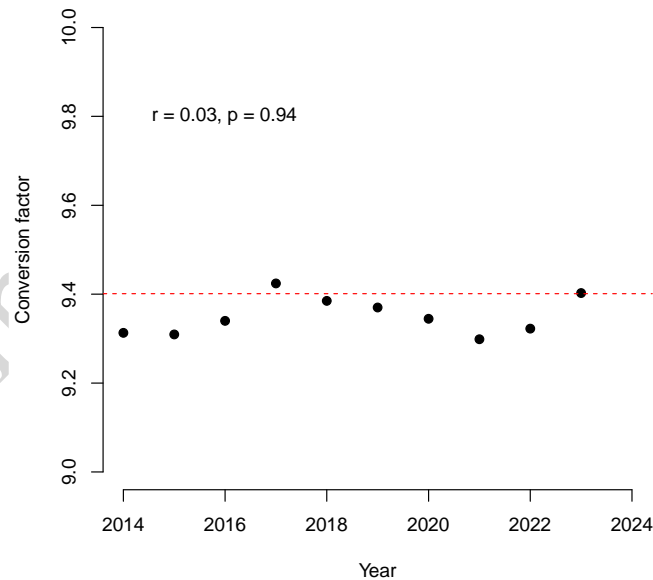


Figure S2. Mean annual conversion factor from number of wolf reproduction to total population size (ϕ_t) for the Swedish wolf population in relation to year. Red dashed line shows the overall mean conversion factor ($\phi = 9.42$)

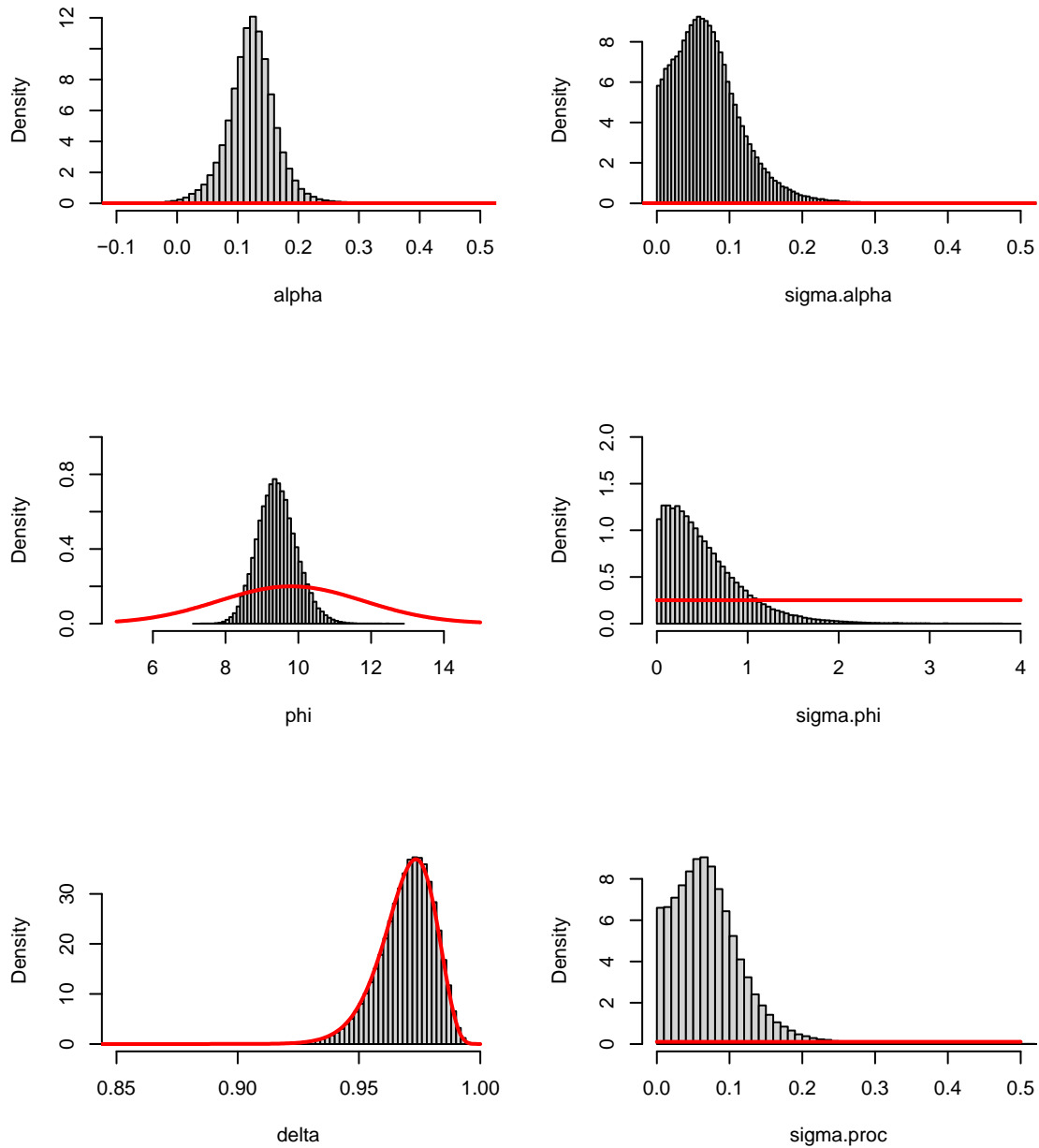


Figure S3. Prior (red lines) and posterior distribution for parameters included in the Bayesian hierarchical population model for Sweden (Table S1). The parameters are mean growth rate (hyperparameter, α (alpha)), variation in growth rate (hyperparameter, σ_{α} (sigma.alpha)), conversion factor (hyperparameter, ϕ (phi)), variation in conversion factor (hyperparameter, σ_{ϕ} (sigma.phi)), probability to find a wolf reproduction (δ (delta)) and process error (σ_{proc} (sigma.proc)).

Table S2. Prior and posterior distributions of parameters in the Bayesian hierarchical population model for Scandinavia.

Parameter	Prior	Posterior (mean \pm SD)	Posterior (95 % BCI)	Description
α	normal (0, 100)	0.149 \pm 0.0416	0.063 – 0.230	Growth rate on log-scale (hyperparameter)
σ_α	uniform (0, 10)	0.0728 \pm 0.0492	0.0046 – 0.187	Variation in growth rate (hyperparameter)
ϕ	normal (10, 2)	9.48 \pm 0.49	8.57 – 10.48	Conversion factor from number of wolf reproductions to total population size (hyperparameter)
σ_ϕ	uniform (0, 4)	0.462 \pm 0.388	0.018 – 1.43	Variation in conversion factor from number of wolf reproductions to total population size (hyperparameter)
δ	beta (221, 7)	0.970 \pm 0.011	0.944 – 0.988	Probability to find a wolf reproduction during the monitoring season. 220 reproductions were found out of 226 reproductions (0.973; Åkesson et al. 2022)
σ_{proc}	uniform (0, 10)	0.073 \pm 0.049	0.0032 – 0.189	Process error on log-scale

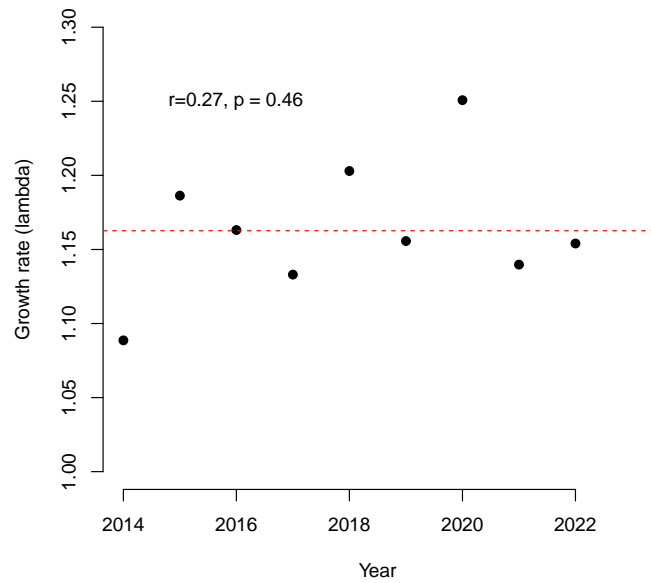


Figure S4. Mean annual potential growth rate (λ_{pt}) in the Scandinavian wolf population in relation to year. Red dashed line shows the overall mean potential growth rate ($\lambda = 1.16$).

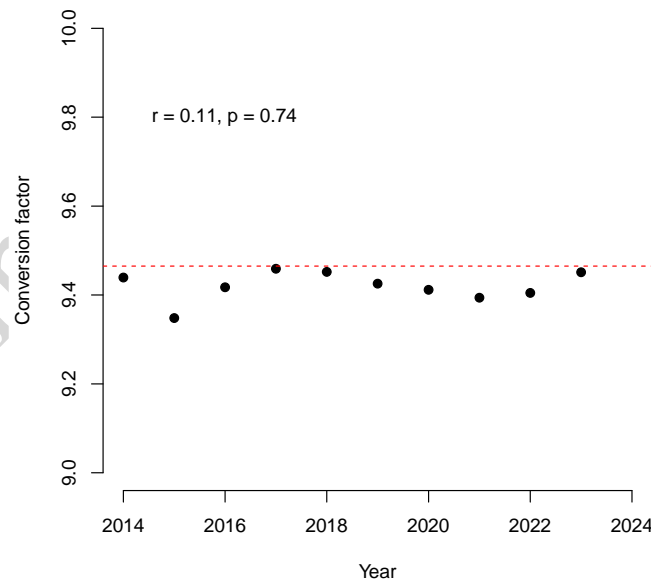


Figure S5. Mean annual conversion factor from number of wolf reproduction to total population size (ϕ_t) for the Scandinavian wolf population in relation to year. Red dashed line shows the overall mean conversion factor ($\phi = 9.48$)

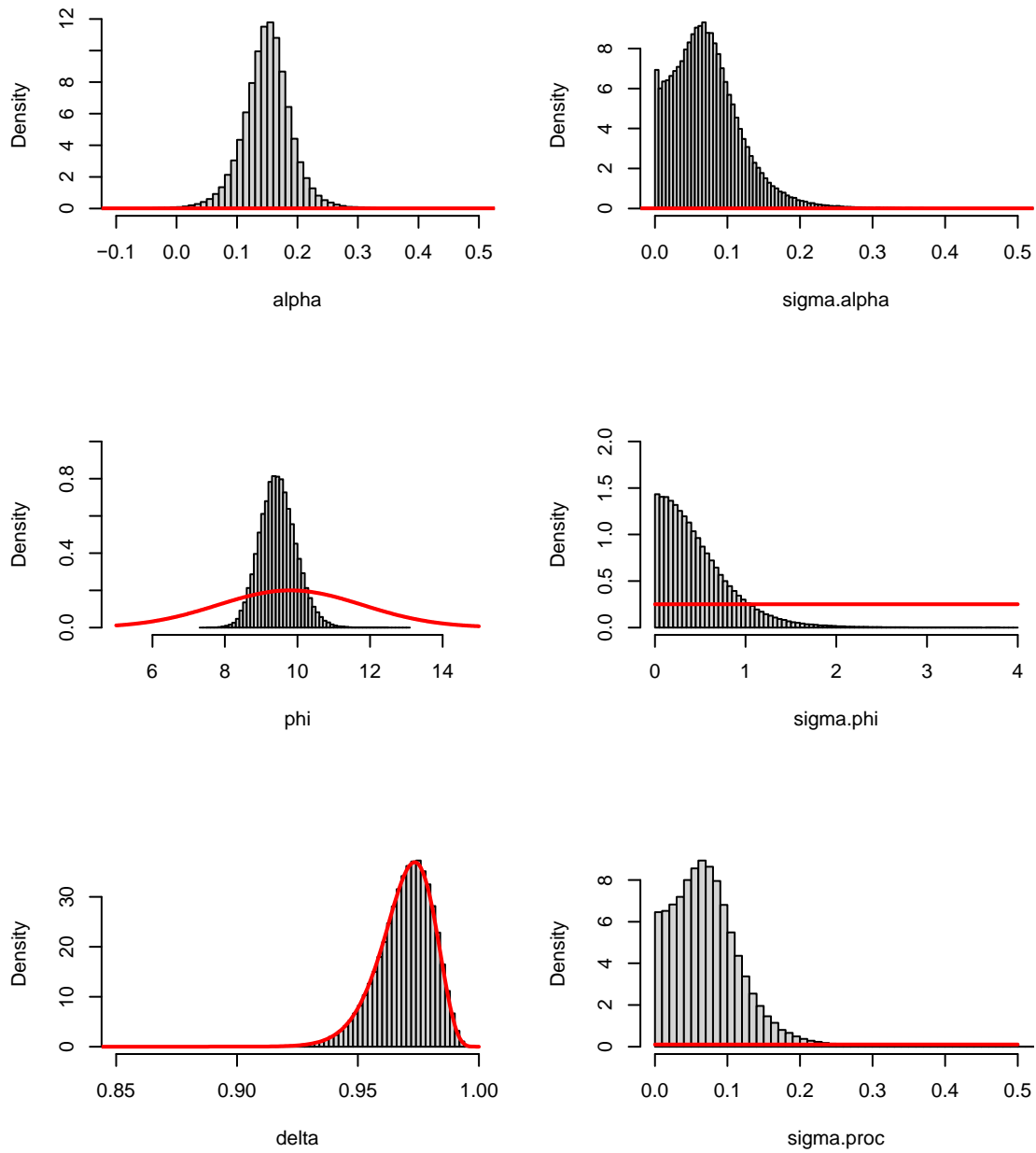


Figure S6. Prior (red lines) and posterior distribution for parameters included in the Bayesian hierarchical population model for Scandinavia (Table S1). The parameters are mean growth rate (hyperparameter, α (alpha)), variation in growth rate (hyperparameter, σ_{α} (sigma.alpha)), conversion factor (hyperparameter, ϕ (phi)), variation in conversion factor (hyperparameter, σ_{ϕ} (sigma.phi)), probability to find a wolf reproduction (δ (delta)) and process error (σ_{proc} (sigma.proc)).