



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Ecology
Grimsö Wildlife Research Station

Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2023

Rapport till Naturvårdsverket, Sverige och
Miljødirektoratet, Norge från SKANDULV

av

Henrik Andrén, Håkan Sand, Olof Liberg, Petter Wabakken

Version 2022-06-15



**Høgskolen
i Innlandet**

Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2023 - a report from the Scandinavian Wolf Research Project (SKANDULV) to the Swedish Environmental Protection Agency and to the Norwegian Environmental Agency.

2022-06-15

Authors:

Henrik Andrén, Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, SLU, Sweden
Håkan Sand, Grimsö Wildlife Research Station, Department of Ecology, SLU, Sweden
Olof Liberg, 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:

2022

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 2022/2023

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 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 pga skabb mm) – 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 beteprioriterade områden.

Uppdrag – beskattningsmodell på varg i Skandinavien inför jaktåret 2022/2023

Uppdragsbeskrivning

Miljødirektoratet och Naturvårdsverket önskar ett expertutlåtande kring hur olika beskattningsnivåer kan förväntas påverka tillväxttakten i den skandinaviska vargpopulationen. Arbetet ska innebära en uppdatering och eventuell vidareutveckling av rapporterna från Skandulv från 20 maj 2021 (Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2021). 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:

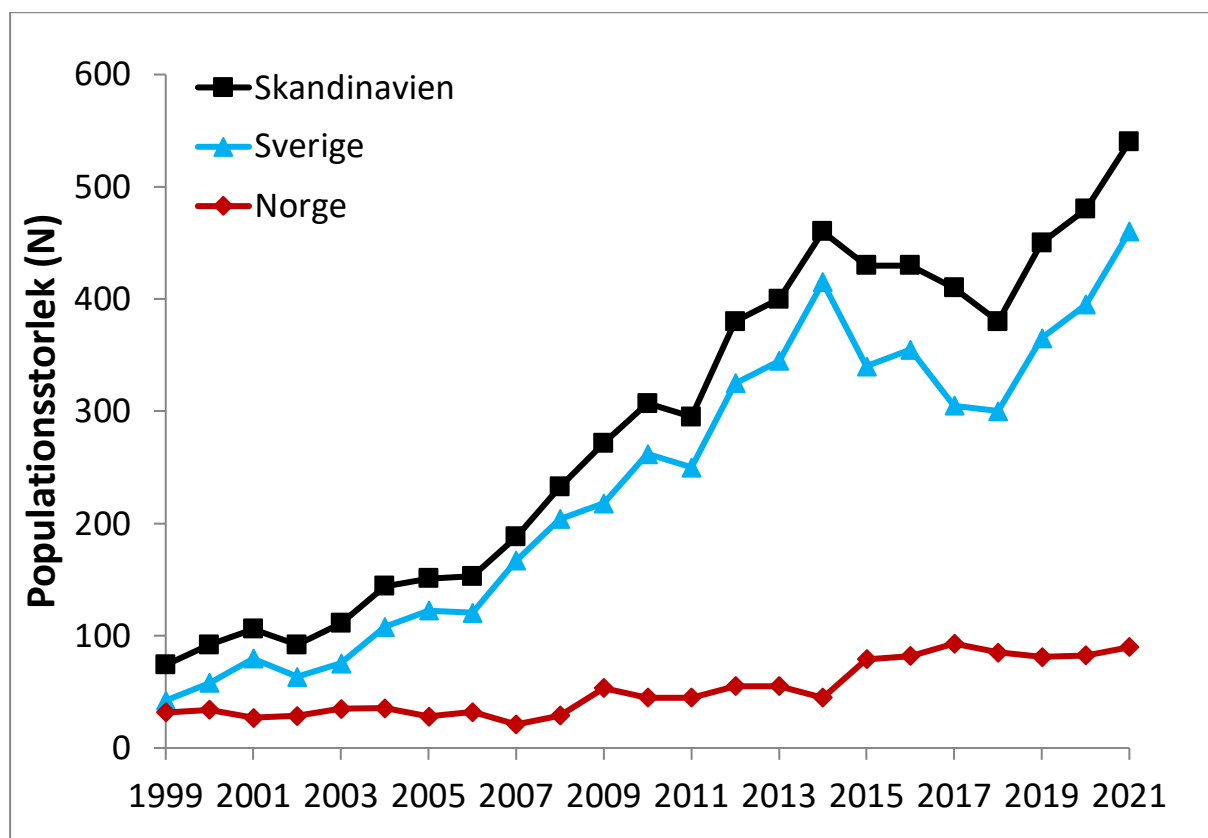
- Kunskap och information från båda länders DNA insamling och fastställda inventeringsresultat från inventeringssäsongen 2021/2022.
- Existerande kunskap om den totala dödligheten (alla kända dödsorsaker), inklusive rådande kunskap om (uppskattning av) omfattningen av illegal jakt.
- Den skandinaviska 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 2022 och 2023 (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 2022 och 2023 vid olika beskattningsnivåer (exempelvis varje 10-tal inom intervallet 0 till 100), samt det jaktuttag då sannolikheten att den svenska delen av populationen understiger 300 är mindre än 1%, 5% och 10%.

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 2015 (Figur 1). Därefter vände utvecklingen nedåt i Sverige fram till 2019, men de senaste tre åren har den vänt uppåt igen. I Norge, däremot ökade stammen något 2016 och har därefter varit relativt konstant. 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 2021 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).

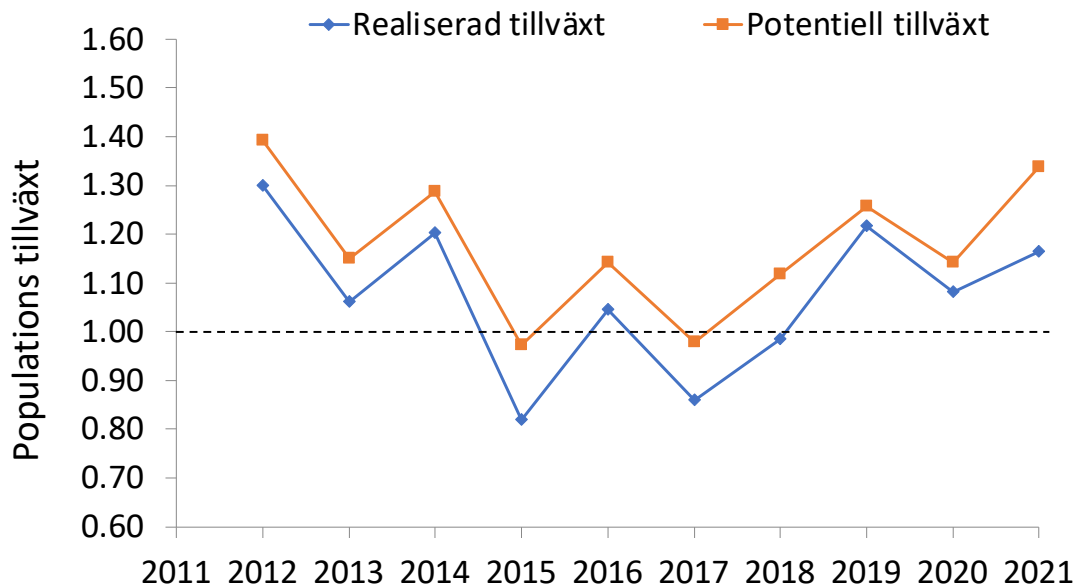
I den här rapporten kommer vi att använda några begrepp som inte förekommer i de nationella statusrapporterna men som är viktiga för att beräkna populationens nettoproduktion och därmed det utrymme som ges för jakt. För att beräkna kommande jaktuttag behöver vi veta hur snabbt populationen skulle växa utan effekter av legal jakt (inkluderar licensjakt, skydds jakt 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 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 2021/2022 (Wabakken/Svensson m.fl. 2005 – 2022). 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



Figur 2. Mellanårsvariation i den potentiella och realiserade tillväxttakten (λ) i vargpopulationen i Sverige (Tabell 1). Värderna 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).

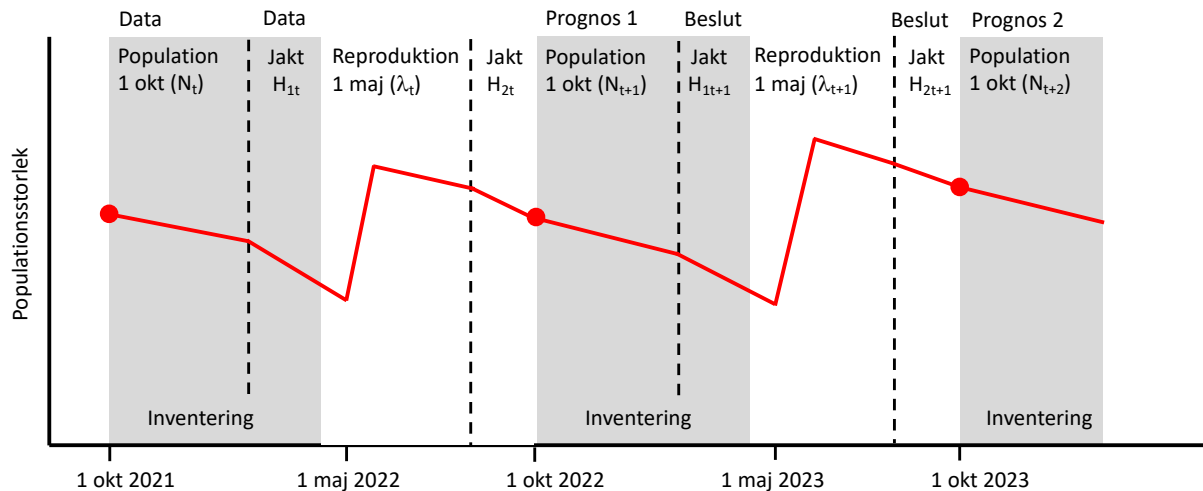
Beräkningar i denna rapport bygger på populationens storlek som redovisas i de årliga inventeringsrapporterna och har tidigare beräknats genom att multiplicera antalet funna och bekräftade föryngringar i populationen med en faktor 10 samt där hälften av flockarna och föryngringarna som är belägna på riksgränsen mellan länderna tillfaller respektive land (Svensson m.fl. 2019, 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 vandringsvargar). 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 2022 samt även till efterföljande inventeringssäsong d.v.s. vid hösten 2023 för olika storlek på jaktuttag under perioden 1 maj 2022 till 30 september 2023. Därför behöver man förutom att beakta populationstillväxten som sker under våren 2022 även att beakta den populationstillväxt som kommer att ske under våren 2023 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 20% för den senaste 10-årsperioden medan denna för den svenska delpopulationen uppgår till 17%. 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 2022 (N_{t+1}) beräknas från inventeringsresultatet 1 oktober 2021 (N_t) (data) och jakt från 1 oktober 2021 till 30 april 2022 (H_{1t}). Prognos 2 för 1 oktober 2023 beräknas från prognos 1 för 1 oktober 2022 (N_{t+1}) och beslut om eventuell jakt från 1 oktober 2022 till 30 september 2023 (H_{1t+1} och H_{2t+1}) (Tabell 2 och 3, för olika beskattningsnivåer).

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), 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. 2021, samt preliminära uppskattningar; Richard Bischof muntligen 2022-06-08) 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 vargförnygringar (Wabakken m.fl. 2022), uppskattade populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2021 samt Bischof muntligen) och antal legalt skjutna vargar (Wabakken m.fl. 2022).

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 vargförnygringar; $N_t = R_t \times 9,8$ ($\pm 0,12$ SE; Bischof m.fl. 2019).
- R_t antal vargförnygringar registrerade under inventeringen.
- 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.
- Modellen inkluderar också en genomsnittlig observerbarhet på 97 % av samtliga vargförnygringar, d.v.s. det händer att man vissa år missar någon förnygring (Åkesson m.fl. 2022). Det innebär också att antalet registrerade vargförnygringar är ett absolut minimum.

Populationsmodellen beräknar tillväxttakten, med viss mellanårsvariation, för hela perioden och anpassar modellberäkningarna till funna data från inventeringarna (antal förnygringar och populationsuppskattningarna som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar [Milleret m.fl. 202]). Modellen tar också hänsyn till osäkerheter i omräkningsfaktorn, observerbarhet av vargförnygringar, 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 förnygringar multiplicerat med en konstant omräkningsfaktor på 10 samt de populationsuppskattningar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (se Figur 4 och 5 och Bilaga 2, Tabellerna B1 och B2).

Prognoserna för 1 oktober 2022 bygger på *modellprediktionen* för 1 oktober 2021 och därmed inte direkt på den beräknade populationsuppskattningen för 1 oktober 2021 som bygger på det senaste inventeringsresultatet över antal förnygringar 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.

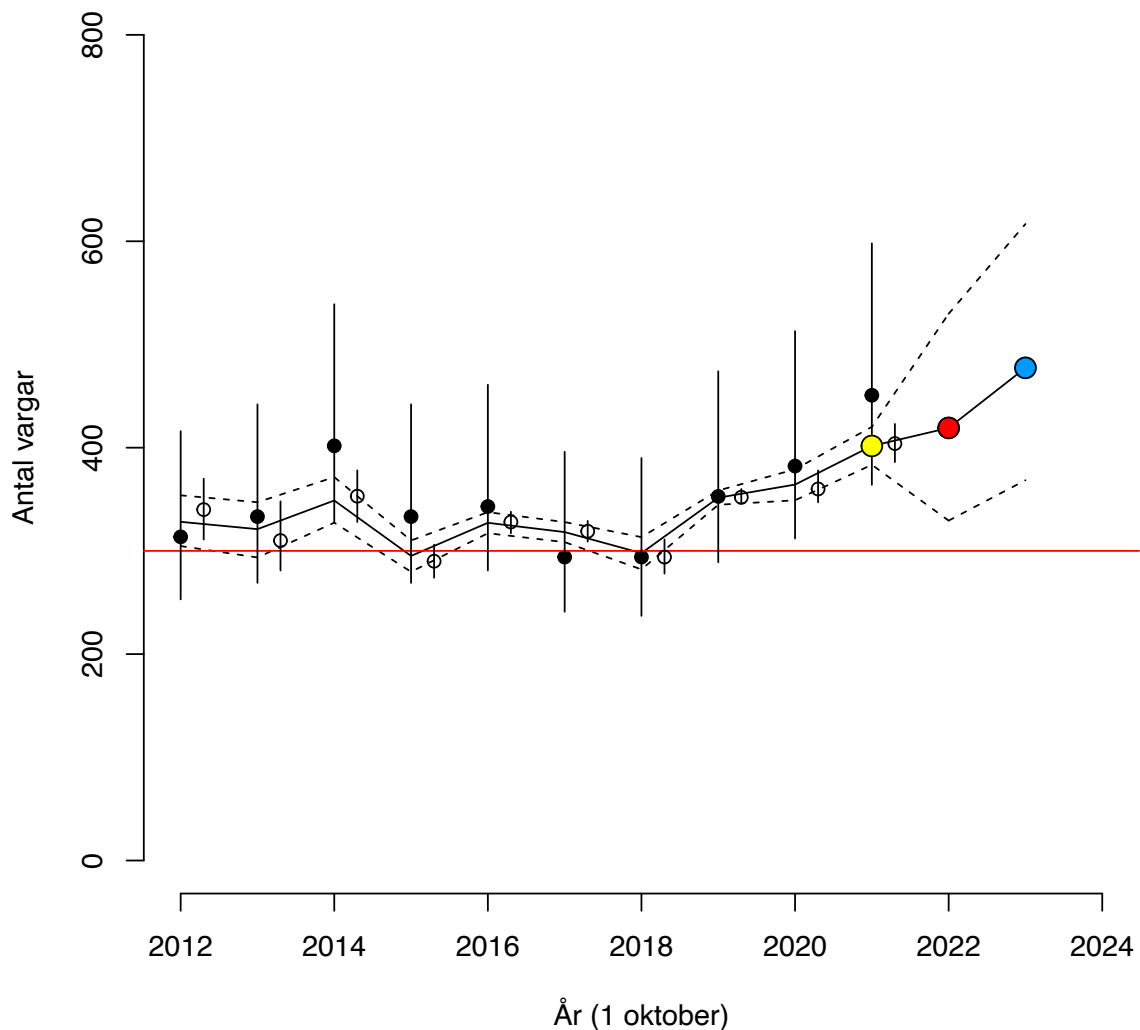
Resultat Sverige

Den mest sannolika storleken på den svenska delen av vargpopulationen beräknades enligt populationsmodellen till 402 (383 – 420; 95% KI) individer 1 oktober 2021. Det är lägre än populationsuppskattningen som enbart bygger på det senaste inventeringsresultatet och antal föryngringar multiplicerat med 10 (460 individer, 364 – 598; 95 % KI; Wabakken m.fl. 2022). 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. Det är viktigt att notera att konfidensintervallet för inventeringsresultat helt och håller överlappar konfidensintervallet för populationsmodellen. Detta innebär att om man tar hänsyn till osäkerheten i populationsuppskattningarna, så är det inte så stora skillnader mellan de olika typerna av populationsuppskattningar. Däremot ger populationsmodellen ungefär samma populationsuppskattning som den som bygger på DNA och fångst-återfångstmetodik (404 individer, 386 – 423; 95% KI, Bischof 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 419 (329 – 530; 95% KI) individer för 1 oktober 2022 där hänsyn har tagits till det jaktuttag på 33 individer som har skett under perioden 1 oktober 2021 till 30 april 2022. Om ytterligare jaktuttag genomförs under perioden 1 maj till 30 september 2022 skall detta antal dras ifrån den ovan angivna beräknade populationsnivån (Figur 4, Tabell 2).

Den mest sannolika storleken på populationen beräknas till 478 (334 – 668; 95% KI) individer för 1 oktober 2023 om inget jaktuttag alls görs under perioden 1 oktober 2022 till 30 september 2023. Vid detta scenario är risken 1,1% att populationen kommer att understiga 300 individer. En 5% risk att understiga 300 individer medger ett uttag på 59 individer och en beräknad total population på 410 (274 – 591; 95% KI). En 10% risk medger ett uttag på 84 individer och ger en beräknad total population på 382 (248 – 560; 95% KI) individer (Tabell 2). Modellen visar även att ett totalt jaktuttag på 50 individer under denna period medför att populationen kommer att uppgå till samma populationsstorlek som 1 oktober 2022 d.v.s. ca. 419 individer och att ett totalt jaktuttag på 65 individer ger samma populationsstorlek som 1 oktober 2021, d.v.s. ca. 402 individer.

Sverige



Figur 4. Populationsstorlek (beräknat som antal föryngringar $\times 9,8$) 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. 2021 samt Bischof muntligen; cirklar och 95% KI). Modellens skattning av populationens storlek vid 1 oktober 2021 (gul punkt) samt prognos för 1 oktober 2022 (röd punkt, med den genomförda beskattningen på 33 vargar under perioden 1 oktober 2021 – 30 april 2022), samt för 1 oktober 2023 (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 (2012 – 2021) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,14 (1,05 – 1,23, 95% KI).

Tabell 2. Beräknat antal vargar hösten 2021 i Sverige, samt prognoser för hösten 2022 och för hösten 2023 efter olika jaktuttag mellan 1 oktober 2022 till 30 september 2023, samt sannolikheterna att komma under referensvärdet för gynnsam bevarandestatus på 300 vargar. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,14 (1,05 – 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 ^f	95 % KI	
	1 oktober 2021				
	460 ^a			364 – 598	
	404 ^b			386 – 423	
	402 ^c	390 – 414	386 – 417	383 – 420	<0,001
1 oktober 2021 – 30 september 2022 33 ^d	1 oktober 2022				
	419	365 – 481	347 – 505	329 – 530	0,008
1 oktober 2022 – 30 september 2023	1 oktober 2023				
0	478	390 – 581	361 – 623	334 – 668	0,01
5	472	385 – 575	356 – 616	329 – 661	0,01
10	466	379 – 569	351 – 610	324 – 655	0,01
15	460	374 – 563	346 – 604	319 – 649	0,02
20	455	369 – 557	340 – 598	313 – 642	0,02
25	449	364 – 550	335 – 591	308 – 635	0,02
30	443	358 – 545	329 – 585	303 – 629	0,02
35	438	353 – 538	325 – 579	299 – 623	0,03
40	432	348 – 532	320 – 572	293 – 616	0,03
45	426	342 – 526	315 – 566	288 – 609	0,03
50 ^e	420	337 – 520	309 – 560	283 – 603	0,04
55	415	332 – 513	304 – 554	278 – 596	0,05
59 ^f	410	327 – 508	300 – 549	274 – 591	0,05
60	409	326 – 508	299 – 548	272 – 590	0,05
65 ^g	403	320 – 502	294 – 542	267 – 584	0,06

^a – Populationsuppskattning enligt inventeringsrapporten (antal registrerade föryngringar × 10) 46 föryngringar den 1 oktober 2021 (Wabakken m.fl. 2022).

^b – Populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (preliminär uppskattning för 1 oktober 2021, Richard Bischof muntligen 2022-06-08).

^c – Modellens skattning av populationen 1 oktober 2021 med högst sannolikhet.

^d – Under perioden 1 oktober 2021 – 30 april 2022 sköts 33 vargar i Sverige.

^e – Det jaktuttag som beräknas ge en nolltillväxt mellan 1 oktober 2022 och 1 oktober 2023.

^f – 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.

^g – Det jaktuttag som beräknas ge en samma nivå som 1 oktober 2021.

^h – Det jaktuttag som ger en 10% risk att hamna under 300 individer till hösten 2023.

Tabell 2. Fortsättning.

Beskattning (antal vargar)	Populationsstorlek			Sannolikhet < 300 vargar	
	Median	80 % KI	90 % KI		95 % KI
1 oktober 2022 – 30 september 2023	1 oktober 2023				
65^g	403	320 – 502	294 – 542	267 – 584	0,06
70	398	315 – 496	288 – 535	262 – 577	0,07
75	392	310 – 489	283 – 529	257 – 571	0,08
80	386	304 – 484	278 – 523	252 – 565	0,09
84^h	382	300 – 478	273 – 517	248 – 560	0,10
85	381	299 – 477	273 – 516	247 – 557	0,10
90	375	294 – 471	267 – 510	242 – 551	0,12
95	369	288 – 465	262 – 504	237 – 546	0,13
100	364	283 – 459	257 – 498	232 – 540	0,15
110	352	273 – 447	246 – 485	221 – 526	0,20
120	341	261 – 435	236 – 473	211 – 514	0,25
130	329	251 – 423	225 – 460	201 – 500	0,31
140	318	240 – 411	215 – 448	191 – 487	0,38
150	306	230 – 398	204 – 435	180 – 474	0,46
160	295	219 – 387	193 – 423	170 – 462	0,53
170	284	208 – 375	183 – 411	159 – 450	0,61
180	272	197 – 362	173 – 399	149 – 437	0,67
190	261	186 – 350	161 – 386	139 – 424	0,74
200	249	175 – 338	151 – 374	128 – 411	0,79
210	238	164 – 326	140 – 362	117 – 399	0,83
220	227	153 – 314	129 – 349	106 – 386	0,87
230	215	142 – 302	118 – 337	96 – 375	0,90
240	204	132 – 290	108 – 325	85 – 362	0,92
250	192	120 – 279	97 – 313	74 – 348	0,94

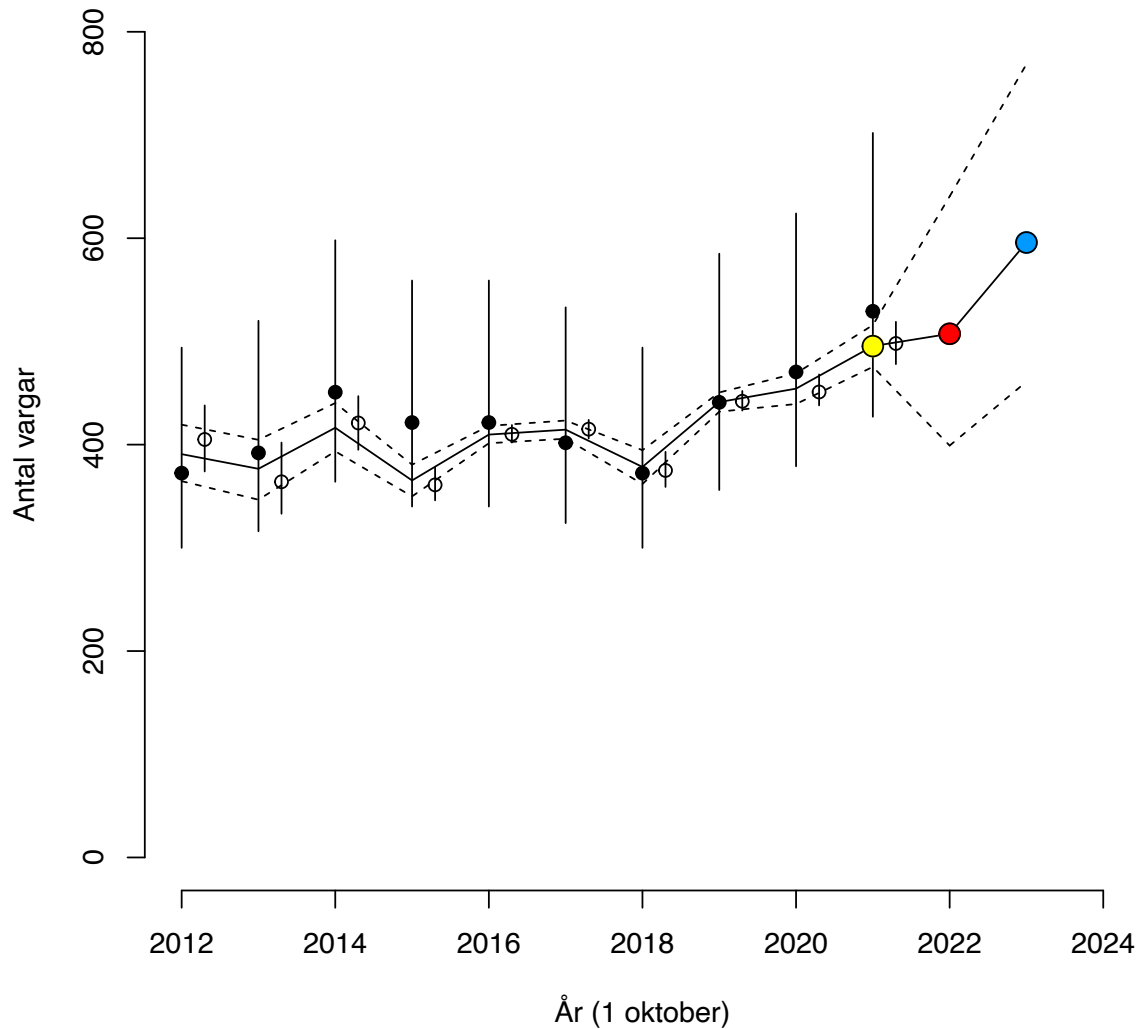
Resultat Skandinavien

Den mest sannolika skattningen av den skandinaviska vargpopulationen uppgår enligt populationsmodellen till 495 (475 – 516; 95% KI) individer 1 oktober 2021. Det är något lägre än populationsuppskattningen som enbart bygger på det senaste inventeringsresultatet och antal föryngringar multiplicerat med 10 (540 individer, 427 – 702; 95 % KI; Wabakken m.fl. 2022). Det är viktigt att notera att konfidensintervallet för inventeringsresultat helt och håller överlappar konfidensintervallet för populationsmodellen. Detta innebär att om man tar hänsyn till osäkerheten i populationsuppskattningarna, så är det inte så stora skillnader mellan de olika metoderna för populationsuppskattning. Modellens skattning populationsuppskattning är dock ungefär densamma som den preliminära populationsuppskattning som bygger DNA och fångst-återfångstmetodik (498 individer, 478 – 519; 95% KI, preliminär uppskattning, Richard Bischof muntligen 2022-06-08) vilket inte är så konstigt då fångst-återfångstberäkningar har större betydelse i populationsmodellen.

Den mest sannolika skattningen av den skandinaviska vargpopulationen uppgår till 507 (399 – 641; 95% KI) individer 1 oktober 2022 där hänsyn har tagits till det jaktuttag på 63 individer som har skett under perioden 1 oktober 2021 till 30 april 2022. Om ytterligare jaktuttag genomförs under perioden 1 maj till 30 september 2022 skall detta antal dras ifrån den ovan angivna beräknade populationsnivån (Figur 5, Tabell 3).

Den mest sannolika skattningen av populationen uppgår till 596 (418 – 832; 95% KI) individer 1 oktober 2023 om inget jaktuttag alls görs under perioden 1 oktober 2022 till 30 september 2023 (Tabell 3). Modellen visar även att ett totalt jaktuttag på 75 individer under denna period medför att populationen kommer att uppgå till ungefär samma populationsstorlek som 1 oktober 2022 d.v.s. ca. 507 individer och att ett totalt jaktuttag på 85 individer ger ungefär samma populationsstorlek som 1 oktober 2021, d.v.s. ca. 495 individer.

Skandinavien



Figur 5. Populationsstorlek (beräknat som antal föryngringar \times 9.8) 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. 2021 samt Bischof muntligen; cirklar och 95% KI). Modellens skattning av populationens storlek vid 1 oktober 2021 (gul punkt) samt prognos för 1 oktober 2022 (röd punkt, med den genomförda beskattningen på 63 vargar under perioden 1 oktober 2020 – 30 april 2021), samt för 1 oktober 2023 (blå punkt, utan någon jakt). Modellprediktion (heldragen linje) och 95 % KI; (streckade linjer). Under perioden (2012 – 2021) var median tillväxttakten i modellberäkningen (λ) = 1,18 (1,08 – 1,27; 90% KI).

Tabell 3. Beräknat antal vargar hösten 2021 i Skandinavien, samt prognoser för hösten 2022 och för hösten 2023 efter olika jaktuttag mellan 1 oktober 2022 till 30 september 2023. I beräkningarna är median tillväxttakten (λ) 1,18 (1,08 – 1,27; 90% 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 2021			
	540 ^a			427 – 702
	498 ^b			478 – 519
	495^b	482 – 509	478 – 513	475 – 516
1 oktober 2021 – 30 september 2022 63 ^c	1 oktober 2022			
	507	442 – 582	420 – 611	399 – 641
1 oktober 2022 – 30 september 2023	1 oktober 2023			
0	596	487 – 725	452 – 777	418 – 832
5	590	482 – 718	446 – 770	413 – 825
10	584	477 – 712	442 – 764	408 – 820
15	579	471 – 707	436 – 758	402 – 812
20	573	466 – 699	431 – 752	397 – 806
25	567	460 – 694	425 – 745	391 – 798
30	561	455 – 687	420 – 738	388 – 793
35	555	449 – 681	414 – 732	381 – 787
40	549	443 – 674	409 – 725	376 – 779
45	543	438 – 669	404 – 719	370 – 773
50	537	432 – 662	398 – 712	366 – 766
55	532	427 – 656	393 – 706	360 – 760
60	526	421 – 649	387 – 700	355 – 752
65	520	416 – 643	382 – 693	350 – 747
70	514	410 – 637	377 – 687	345 – 739
75^d	508	405 – 630	371 – 680	340 – 732
80	502	400 – 624	366 – 674	335 – 726
85^e	496	394 – 618	361 – 667	329 – 719
90	490	388 – 612	355 – 660	324 – 712
95	484	383 – 605	350 – 654	318 – 705
100	479	377 – 600	345 – 648	313 – 699

^a – Populationsuppskattning enligt inventeringsrapporten (antal registrerade föryngringar \times 10) 54 föryngringar den 1 oktober 2021 (Wabakken m.fl. 2022).

^b – Populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (preliminär uppskattning för 1 oktober 2021, Richard Bischof muntligen 2022-06-08).

^b – Modellens skattning av populationen 1 oktober 2021 med högst sannolikhet.

^c – Under perioden 1 oktober 2021 – 30 april 2022 sköts 63 vargar i Skandinavien.

^d – Det jaktuttag som beräknas ge en nolltillväxt mellan 1 oktober 2022 och 1 oktober 2023.

^e – Det jaktuttag som beräknas ge samma nivå som vid 1 oktober 2021.

^f – Det jaktuttag som ger en 10% risk att hamna under 360 individer till hösten 2023.

Tabell 3. Fortsättning.

Beskattning (antal skjutna vargar)	Populationsstorlek			
	Median	80 % KI	90 % KI	95 % KI
1 oktober 2022 – 30 september 2023	1 oktober 2023			
100	479	377 – 600	345 – 648	313 – 699
110	467	366 – 586	334 – 635	302 – 686
115^f	461	360 – 579	329 – 627	298 – 677
120	455	355 – 574	323 – 622	292 – 673
130	443	344 – 562	312 – 610	282 – 660
140	432	333 – 549	301 – 596	270 – 647
150	420	322 – 537	290 – 583	260 – 633
160	408	311 – 524	279 – 571	250 – 620
170	396	299 – 512	268 – 558	238 – 607
180	385	288 – 499	258 – 545	228 – 593
190	373	277 – 487	246 – 532	217 – 580
200	361	266 – 474	235 – 519	206 – 567
210	349	255 – 462	224 – 507	195 – 554
220	337	244 – 449	213 – 493	184 – 541
230	326	233 – 437	202 – 481	173 – 528
240	314	221 – 424	191 – 468	163 – 515
250	302	210 – 412	180 – 456	151 – 502

Diskussion

Den nya 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 tidsserien och antal vargföringringar. 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 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 vargföringringar som har kunnat konstateras i populationen genom att föringringar 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.

Populationsuppskattningarna för 1 oktober 2021 i populationsmodellen var lägre än de som bygger på inventeringsresultatet och antal föringringar multiplicerat med en faktor 10. Detta kan bero på att andelen föringringar var högre vintern 2021/2022 än föregående vintrar (Tabell 4). Även vinter 2014/2015 var andelen föringringar i populationen hög (Tabell 4) samtidigt som populationsmodellen ger en betydligt lägre populationsstorlek än inventeringsresultatet även för den vintern (Figur 4 och 5). Vi förväntar oss att strukturen i vargpopulationen, t.ex. andelen föringringar, även påverkar omräkningsfaktorn, vilket skulle kunna förklara att populationsmodellen ger en betydligt lägre populationsstorlek än inventeringsresultatet för 1 oktober 2021 (Tabell 2 och 3). Eftersom det finns data som visar att strukturen i vargpopulationen varierar mellan år och att vintrarna 2021/2022 och 2014/2015 hade en större andel föringringar än andra år (Tabell 4), så är antagligen populationsuppskattningen som bygger på antal föringringar multiplicerat med en faktor 10 en överskattning av populationen för vintrarna 2021/2022 och 2014/2015. Men det är oklart hur stor denna överskattning är. Man ska också tänka på att osäkerheten i skattningen (konfidensintervallet) för inventeringsresultatet för vintern 2021/2022 helt och håller överlappar med konfidensintervallet för populationsmodellen. Detta innebär att om man tar hänsyn till osäkerheten i populationsuppskattningarna, så är det inte så stora skillnader mellan populationsuppskattningarna.

Tabell 4. Inventeringsresultat (Wabakken m.fl. 2022) 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
2012-2013	38	25	0.60	32,5	20	0.62
2013-2014	40	25	0.62	34,5	22	0.61
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

Sveriges och Norges möjligheter att uppnå/upprätthålla sina respektive beståndsmål

I vårt uppdrag för denna rapport ingick att utlåtandet skulle innehålla en bedömning av 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 betydligt större möjligheter att ligga väl över beståndsmålet hösten 2022 på minst 300 vargar jämfört med de senaste två åren. Medelvärdet för den beräknade bruttopopulationen den kommande hösten (2022) är 419 (329 – 530; 95% KI) vargar med det genomförda jaktuttaget på 33 vargar under perioden 1 oktober 2021 – 30 april 2022. Utrymmet för viss jakt under hela perioden 1 maj 2022 till 30 september 2023 finns därmed och modellens prognos för 1 oktober 2023 visar att risken för att hamna under 300 individer är 10% för ett totalt uttag (summa av licensjakt, skyddsjakt och nödvärn) på 84 individer.

För Norge har den *potentiella tillväxten* legat på 33% (0,75 – 1,92; 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 sluppen 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 2021 på 495 (475 – 516; 95% KI) vargar ligger väl över detta mål. Den mest sannolika prognosen för 1 oktober 2022 är 507 (399 – 641; 95% KI) vargar med ett genomfört jaktuttag på 63 vargar under perioden 1 oktober 2021 – 30 april 2022.

Vid en beskattning från 1 oktober 2022 till 30 september 2023 i Skandinavien på 115 vargar är risken 10% att populationen hamnar under 360 till 1 oktober 2023, 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 84 vargar i Sverige en risk på 10% att komma under referensvärdet på 300 vargar, d.v.s. det finns utrymme på 31 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 75 vargar mellan 1 oktober 2022 och 1 oktober 2023 beräknas ge nolltillväxt och ett jaktuttag på 85 vargar beräknas ge samma populationsstorlek som 1 oktober 2021. Observera att modellens utfall gäller all jakt som genomförs under perioden 1 maj 2022 – 30 september 2023. Blir det en omfattande skydds jakt sommaren 2022 och 2023, eller om man vill ha utrymme för skydds jakt under vintern 2022/2023, ska dessa dras från eventuella kvoter för licensjakt under vintern 2022/2023 för att modellresultaten ska gälla.

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.
- 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).
- Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Brøseth, H. and Kindberg, J. 2019. RovQuant: Estimating density, abundance and population dynamics of bears, wolverines and wolves in Scandinavia. – MINA fagrappport 63, 79 pp. ISSN: 2535-2806
- 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.
- 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.
- Svensson, L., Wabakken, P., Maartmann, E., Åkesson, M., Flagstad, Ø. & Hedmark, E. 2019. Inventering av varg vintern 2018 – 2019. Bestandsovervåking av ulv vinteren 2018 – 2019. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien Rovdata, Viltskadecenter och Høgskolan i Innlandet. Rapport 1-2019. 53 s.
- Wabakken, P., Svensson, L., Maartmann, E., Nordli, K., Flagstad, Ø. & Åkesson, M. 2020. Bestandsovervåking av ulv vinteren 2019 – 2020. Inventering av varg vintern 2019 – 2020. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien. Rovdata, Viltskadecenter 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 vinteren 2021 – 2022. Inventering av varg vintern 2021 – 2022. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2022. 59s.
- Svensson, L., Wabakken, P., Maartmann, E., Palacios, C., Flagstad, Ø. & Åkesson, M. 2021. Inventering av varg vintern 2020 – 2021. Bestandsovervåking av ulv vinteren 2020 – 2021. Bestandsstatus for store rovdyr i Skandinavia. Bestandsstatus för stora rovdjur i Skandinavien 1-2021. 55 s.
- 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

Hierarkisk Bayesiansk populationsmodell

Processmodell (deterministisk populationsstorlek):

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

Observationsmodell (stokastisk modell):

$$\log(\lambda_{pt}) \sim \text{normal}(b_0, s)$$

$$F_{(t+1)} \sim \text{poisson}(\text{predict}.N_{(t+1)}/p)$$

$$\text{predict}.N_{(t+1)} \sim \text{gamma}(\text{shape}_{(t+1)}, \text{rate}_{(t+1)})$$

$$\text{shape}_{(t+1)} = (N_{(t+1)}^2)/(\text{sigma}.o^2)$$

$$\text{rate}_{(t+1)} = N_{(t+1)}/(\text{sigma}.o^2)$$

$$R_{(t+1)} \sim \text{binomial}(F_{(t+1)}, O)$$

$$N_{\text{CMR}(t+1)} \sim \text{normal}(\text{predict}.N_{(t+1)}, \text{sigma}.CMR_{(t+1)})$$

Oinformerade prior

$b_0 \sim \text{normal}(0, 1000)$ – medelvärdet för tillväxttaktens hyperparameter

$s \sim \text{uniform}(0, 10)$ – standardavvikelsen för tillväxttaktens hyperparameter

$\text{sigma}.o \sim \text{uniform}(0, 100)$ – observationsfel

Den potentiella tillväxttakten, $\log(\lambda_{pt})$, kan variera mellan olika år (kan jämföras med en slumpfaktor i andra statistiska analyser) och den årliga tillväxttakten dras från en hyperparameter (b_0), som kan beskrivas som den genomsnittliga tillväxttakten under hela perioden.

Använder känd kunskap (informerade prior)

$p \sim \text{gamma}(6669, 681)$ – moment matching $9,8 \pm 0,12$

$O \sim \text{beta}(221, 7)$ – moment matching $220/226 = 0,97$

- N_t är den beräknade populationsstorleken år t vid början av inventeringsperioden (1 oktober)
- N_t beräknas från antal vargförnygringar; $N_t = R_t \times p$
- $N_{\text{CMR}(t)}$ populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångst
- $\text{sigma}.CMR_{(t)}$ standardavvikelsen i populationsuppskattning som bygger på DNA och fångst-återfångst
- F_t antal vargförnygringar enligt populationsmodellen
- R_t antal vargförnygringar registrerade under inventeringen
- 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.
- p är konverteringsfaktor från antal vargförnygringar till totala populationen ($9,8 \pm 0,12$ SE; Bischof m.fl. 2019).
- O är observerbarhet av vargförnygringar. Under perioden 2005 – 2016 fann man 220 av 226 (97 %) vargförnygringar vid under inventeringsperioden, 6 vargförnygringar har i efterhand identifieras med hjälp av DNA-analyser och föräldraskap (Åkesson m.fl. 2022). Det innebär att man vissa år missar någon förnygring samt att antalet registrerade vargförnygringar är ett absolut minimum.

BILAGA 2

Tabell B1. Uppskattningar av vargpopulationen i Sverige sedan 1 oktober 2012 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. 2012	32,5	325 (257 – 423)	328 (308 – 349)	340 (311 – 370)
1 okt. 2013	34,5	345 (273 – 449)	321 (298 – 343)	310 (281 – 348)
1 okt. 2014	41,5	415 (328 – 539)	349 (331 – 368)	353 (328 – 378)
1 okt. 2015	34	340 (269 – 442)	295 (282 – 308)	290 (274 – 306)
1 okt. 2016	35,5	355 (281 – 461)	327 (319 – 336)	328 (317 – 338)
1 okt. 2017	30,5	305 (241 – 396)	318 (310 – 326)	319 (309 – 329)
1 okt. 2018	30	300 (237 – 390)	298 (285 – 311)	294 (278 – 311)
1 okt. 2019	36,5	365 (289 – 474)	352 (346 – 357)	352 (346 – 360)
1 okt. 2020	39,5	395 (312 – 513)	364 (351 – 377)	360 (347 – 378)
1 okt. 2021	46	460 (364 – 598)	402 (386 – 417)	404 (386 – 423)

^a – Populationsstorlek enligt inventeringsrapporterna (antal registrerade föryngringar × 10; Wabakken m.fl. 2022).

^b – Populationsstorlek enligt populationsmodellen i den här rapporten.

^c – Populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2021, samt preliminära populationsuppskattningar, Bischof muntligen 2022-06-08)

BILAGA 2

Tabell B2. Uppskattningar av vargpopulationen i Skandinavien sedan 1 oktober 2012 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. 2012	38	380 (300 – 494)	391 (365 – 419)	405 (374 – 438)
1 okt. 2013	40	400 (316 – 520)	377 (347 – 405)	364 (333 – 402)
1 okt. 2014	46	460 (343 – 598)	416 (394 – 440)	421 (395 – 447)
1 okt. 2015	43	430 (340 – 559)	365 (350 – 381)	361 (346 – 378)
1 okt. 2016	43	430 (340 – 559)	410 (401 – 418)	410 (402 – 419)
1 okt. 2017	41	410 (324 – 533)	414 (406 – 423)	415 (406 – 424)
1 okt. 2018	38	380 (300 – 494)	378 (362 – 395)	375 (359 – 393)
1 okt. 2019	45	450 (356 – 585)	441 (432 – 451)	442 (433 – 452)
1 okt. 2020	48	480 (379 – 624)	454 (439 – 469)	451 (438 – 468)
1 okt. 2021	54	540 (427 – 702)	495 (475 – 516)	498 (478 – 519)

^a – Populationsstorlek enligt inventeringsrapporterna (antal registrerade föryngringar × 10; Wabakken m.fl. 2022).

^b – Populationsstorlek enligt populationsmodellen i den här rapporten.

^c – Populationsstorlekar som bygger på DNA och fångst-återfångstberäkningar (Milleret m.fl. 2021, samt preliminära populationsuppskattningar, Bischof muntligen 2022-06-08)