

2016-02-03

NV-08531-15

*Promemoria:*

## En värdering av genetiskt viktiga vargar i Skandinavien

**Sammanfattning:** Invandrade vargar från Finland och Ryssland som reproducerar sig med skandinaviska vargar har en mycket stor positiv genetisk effekt på den skandinaviska stammen. En genetisk sårbarhetsanalys visar att med omkring 300 skandinaviska vargar och 1 ny immigrant per varggeneration som reproducerar sig med dem, så minskar den skandinaviska stammens förlust av genetisk variation lika mycket som ifall stammen var isolerad och bestod av 827 vargar, dvs. var ca. 530 individer fler. Därför är de invandrade vargarna, liksom alfapår där de ingår, genetiskt viktiga för att säkra den skandinaviska stammens gynnsamma bevarandestatus. På liknande sätt så är de invandrade vargarnas ungar, liksom deras ungar i sin tur, genetiskt viktiga – dock på en fallande skala.

Vargar med ryskt eller finländskt ursprung invandrar spontant till Skandinavien. Under perioden 2002-2009 dokumenterades 12 sådana immigranter, men endast 2 av dem lyckades överleva och reproducera sig med skandinaviska vargar. Genom att så långt som möjligt sträva efter att de flesta av dem överlever i Skandinavien och Sverige säkras det att minst en lyckas reproducera sig. Då räcker en populationsstorlek på minst 300 vargar för gynnsam bevarandestatus i Sverige. Om ingen av de invandrade vargarna lyckas reproducera sig med skandinaviska vargar under en varggeneration (5-6 år) blir den skandinaviska stammen genetiskt isolerad under generationen, och kan inte anses ha gynnsam bevarandestatus.

Denna promemoria beskriver det genetiska värdet av invandrade vargar och deras ättlingar och hur detta behöver beaktas i den praktiska förvaltningen av varg i Sverige, exv. i frågor om skydds jakt. Mot bakgrunden av den genetiska effekten så ges i värderingen varje ny invandrad varg som reproducerar sig med skandinavisk varg under en generation (5-6 år) en lika stor positiv genetisk effekt som om stammen med 300 vargar istället hade haft 500 ytterligare vargar av skandinaviskt ursprung.

Sveriges riksdag har genom beslutet om prop. 2012/13:191 lagt fast att det övergripande och långsiktiga målet i politiken för rovdjur är att varg, björn, järv, lodjur och kungsörn i Sverige ska uppnå och bibehålla gynnsam bevarandestatus enligt art- och habitatdirektivet.

### *Gynnsam bevarandestatus – referensvärdet för populationsstorlek*

För vargen i Sverige kommer referensvärdet för populationsstorlek under åren 2013-2018 att sättas till minst 300 vargar **under förutsättningen** att minst en ny invandrad varg per 5-årsperiod (varggeneration) från Finland eller Ryssland reproducerar sig med de skandinaviska vargarna och därmed tillför genetisk variation och relativt obesläktade gener. Om denna invandring och reproduktion sker varje varggeneration så innebär det två viktiga saker: (1) den svenska och skandinaviska vargstammen då är genetiskt förbunden med, och utgör en del av, den stora nordeuropeiska vargpopulationen som totalt sett har mer än 1700 vargar och därmed bibehåller sin genetiska diversitet; (2) den skandinaviska vargpopulationen *i sig* förlorar mindre än 5 % av sin genetiska diversitet på 100 år (Bruford 2015) och uppfyller därmed ett genetiskt kriterium på en minsta livskraftig (del-)population ("MVP"; minimum viable population; jfr. Allendorf & Ryman 2002). En sårbarhetsanalys med specifik modellering av de skandinaviska vargarnas genetik, demografi och inavelsdepression (Bruford 2015) indikerar att den skandinaviska vargstammens utdöendesannolikhet då är mindre än 0,1 % på 100 år. Sammantaget bedömer Naturvårdsverket och forskare (Naturvårdsverket 2015) att den svenska och skandinaviska vargstammen på vetenskapliga grunder därmed uppfyller kriterierna för

referensvärdet för populationsstorlek (Favourable Reference Population; Evans & Arvela 2011) som krävs för gynnsam bevarandestatus.

De invandrade vargarna spelar en mycket stor och central roll i dessa två sammanhang. Det är endast genom den kontinuerliga invandringen och reproduktionen av nya invandrade vargar av finskt, ryskt eller baltiskt ursprung som inavelsgraden i den skandinaviska vargstammen kan minska och inte öka över tid. De invandrade och reproducerande vargarna tillför stammen genetisk variation. Resultaten från datorsimuleringar (Bruford 2015) visar att utan sådana invandrade och reproducerande vargar varje generation så förlorar den skandinaviska vargstammen med 300 vargar ca. 13 % av sin genetiska variation på 100 år, vilket vetenskapligt anses vara för mycket för att stammen ska kunna anses långsiktigt livskraftig (t.ex. Soulé m.fl. 1986, Hosak 1996, Ebenhard 2000, Allendorf & Ryman 2002). Om däremot en ny invandrad varg under varje 5-6-årsperiod reproducerar sig med någon skandinavisk varg så minskar denna förlust från 13 % till 4,8 %. Baserat på Brufords (2015) simuleringsresultat och populationsparametrar som kan beräknas från dem, så skulle den skandinaviska stammen behöva ha 827 vargar – dvs. ca. 530 vargar extra än de 300 i simuleringarna<sup>1</sup> – för att inte förlora mer genetisk variation än så när den är helt isolerad. Mot den bakgrunden kan man därför säga att varje ny invandrad varg, som reproducerar sig med de skandinaviska vargarna under en vargeneration, då har ett genetiskt värde som motsvarar ytterligare drygt 500 vargar av skandinaviskt ursprung.

Under perioden 2002-2009 rapporterades 12 vargar ha invandrat från Finland eller Ryssland (i genomsnitt 1,5 st per år), men endast 2 av dem (Kynna- och Galven-hannarna) lyckades då överleva och reproducera sig med skandinaviska vargar. Genom att så långt som möjligt sträva efter undvika att de flesta av dem dödas i Skandinavien så kan en populationsstorlek på minst 300 vargar räcka för gynnsam bevarandestatus i Sverige istället för det betydligt större antal (drygt 830) som skulle krävas för att klara samma genetiska kriterium utan immigration. Det är alltså centralt att tillvarata de naturliga immigranterna och deras positiva genetiska effekt på vargstammen i Skandinavien.

I Brufords (2015) modelleringar hade de invandrade vargarna och deras ättlingar lika god överlevnad (eller bättre p.g.a. mindre inavelsdepression) som de skandinaviska. Forslunds (2010) populationsmodelleringar visade att med 5 införda immigranter så reducerades inavelsgraden från 0,31 till 0,20 i den skandinaviska vargstammen på 10 år om både de invandrade vargarna och deras ungar skyddades istället för till 0,25 (hälften så stor reduktion) om jaktödligheten var lika stor hos vargarna oavsett deras ursprung. I den praktiska vargförvaltningen i Skandinavien är det därför viktigt att de invandrade vargarna får reproducera sig med de skandinaviska vargarna och att immigranterna och deras ättlingar inte har högre dödlighet än vargarna av skandinaviskt ursprung.

### *En värderingsmodell*

Eftersom optimal inavelsreduktion är önskvärd, föreslår Naturvårdsverket att såväl de invandrade vargarna liksom deras ungar, och deras ungar i sin tur, ges ett ”genetiskt värde” som ungefärligen motsvarar deras positiva genetiska effekt i den skandinaviska vargstammen. Dessa beräknade genetiska värden har inte granskats vetenskapligt och bygger på en förenklad modell

<sup>1</sup> Denna siffra beror av kvoten mellan populationens genetiskt effektiva storlek ( $N_e$ ) och dess faktiska storlek (antalet individer;  $N_f$ ). Det finns flera vetenskapliga analyser som har försökt kvantifiera den kvoten för de nordeuropeiska vargarna, och kvotvärdena varierar. Forslund (2009) och Bruford (2015) använde simuleringar med individbaserade populationsmodeller avpassade för de skandinaviska vargarna, och från deras resultat kan kvoten  $N_e/N_f$  beräknas till 0,24 resp. 0,246. Andra analyser har funnit högre  $N_e/N_f$ -värden, varför Liberg m.fl. (2015) föreslog att kvoten skulle anses vara 0,3. Med  $N_e/N_f = 0,3$  så blir effekten av den reproducerande immigranten per generation på gendiversiteten efter 100 år lika stor som med 382 extra vargar av enbart skandinaviskt ursprung; om kvoten istället sätts till 0,246 så blir effekten motsvarande 531 extra vargar av enbart skandinaviskt ursprung. Naturvårdsverket tycker kvotvärdena baserade på de anpassade individbaserade populationsmodellerna (Forslund 2010, Bruford 2015) är mer tillförlitliga.

där den totala genetiska effekten i början beror helt på att den invandrade vargen reproducerar sig med skandinavisk varg; när den fått ungar ("F1:or"; första generationens avkommor) och de fått ungar i sin tur ("F2:or"; andra generationen) så blir värdebilden mer komplicerad och behöver även beakta vilken genetisk effekt som ungarna och senare F2:orna har när de reproducerar sig och hur den ska delas upp på de enskilda ättlingarna givet hur många de är i respektive generation. I den enkla modellen är nästa generations effekt hälften av föregående generations, och individernas effekt inom sin generation är additiv.

Givet att en ny immigrant av finskt, ryskt eller baltiskt ursprung under en 5-6-årsperiod ges värdet 500 innan någon av dess ungar reproducerat sig, så skulle enligt modellens värdeskala varje F1:a som reproducerar sig med en skandinavisk varg få värdet 50. Om F1:or börjat reproducera sig, sjunker den invandrade förälderns värde till 300, F1:orna bibehåller värdet 50 per reproducerande individ, och deras ungar (F2:or) som reproducerar sig i sin tur får värdet 7 per individ.<sup>2</sup> Dessa värden gäller även vargparet där immigranten, F1:an eller F2:an ingår som en individ i alfaparet, och detta eftersom partnern till den genetiskt viktiga vargen är en förutsättning för att de ska kunna få ungar som överlever normalt tills de klarar sig själva.

Modellen kan modifieras och anpassas efter det antal F1:or som immigranten får och som reproducerar sig med skandinaviska vargar. Till exempel, p.g.a. att Kynna-hannen fått många F1:or så får de värdet 25 per individ enligt modellen, och p.g.a. att Galven-hannen fått bara två reproducerande F1:or hittills så får de värdet 76 per individ, Galven-hannen får värdet 300 och hans F2:or värdet 19 per individ. Se Tabell 1.

Det genetiska värdet av tiveden-vargarna blir 500 för den första av dem som reproducerar sig med en varg av helt eller delvis skandinaviskt ursprung. För den andra vargen ur tiveden-familjen som reproducerar sig med en varg av skandinaviskt ursprung blir värdet 250 eftersom 50% av dess gener är gemensamma med föräldrarnas och med helsyskonens.

#### *Användningen i den praktiska vargförvaltningen*

Genom att så långt som möjligt sträva efter att de invandrade vargarna och deras ättlingar i Skandinavien dödas i mindre omfattning genom jakt så kan deras positiva genetiska effekt värnas bättre. Enligt förvaltningsplanen för varg (Naturvårdsverket 2014) är immigranterna och deras ungar (F1:orna) genetiskt viktiga, och Naturvårdsverket anser att den klassificeringen också bör tillämpas på hela alfaparen där de genetiskt viktiga individerna ingår. I länsstyrelsernas planering av licensjakt har fällandet av immigranten och F1:or undvikits. Dock har en otillfredsställande stor andel av det invandrade Tiveden-vargparets ungar 2013-2014 dödat i vägtrafik (3 st) och i skydds jakt i Sverige eller Norge (1+2 st); totalt 6 av 9 (67%). Eftersom de är individer med 100% immigrantgener, även om de är besläktade, är det önskvärt och viktigt att flera av dem kan överleva och reproducera sig. I en bedömning om skydds jakt

<sup>2</sup>Immigranten är förutsättningen för att något genflöde kommer att ske, så i början har den själv värdet motsvarande drygt 500 (egentligen 531, se fotnot 1). Om den reproducerar sig med en skandinavisk varg kommer dess ungar (F1:orna) och senare även F2:orna att medverka till att immigrantgenerna sprids i den skandinaviska populationen och F1:ornas respektive F2:ornas effekter beror dels på hur många immigrant-arvsanlag respektive individ har och dels på hur många F1:or och F2:or som kommer att reproducera sig med skandinaviska vargar. I den förenklade beräkningsmodellen av det genetiska värdet har F1:orna hälften så många immigrantgener som sin invandrade förälder och F2:orna 25% jämfört med den invandrade «far- eller morföräldern». I de tre generationerna behöver värdet också ställas i relation till hur många F1:or resp. F2:or som, givet vargens demografi i Skandinavien, förväntas födas och hur många av dem som förväntas reproducera sig i sina generationer. Modellen tar hänsyn till det och beräknar, givet det förväntade antalet F1:or resp. F2:or som reproducerar sig, hur stor del av den totala effekten 531 som immigranten själv, samt varje reproducerande F1:a respektive F2:a bidrar med till totaleffekten. Baserad på den logiken får immigranten först värdet 531 (avrundat till 500), och när F1:or och F2:or se'n börjar reproducera sig så sjunker immigrantens värde till 300, en F1:a får värdet 50 och en F2:a får värdet 7 (Tabell 1). De lägre värdena hos F1:orna och F2:orna kompenseras delvis av att de är fler till antalet. I den generella modellen får immigranten i genomsnitt 5,5 årsungar per år och sannolikheten är ca. 60% att en årssunge når reproduktiv ålder.

kan medges så är en av förutsättningarna att jakten inte försvårar upprätthållandet av gynnsam bevarandestatus hos arten i landet. Det är då viktigt att kunna bedöma en vargs genetiska värde och vid högt värde bör högre krav ställas rörande uppkommen allvarlig skada och på att ”annan lämplig lösning” (exv. uppsättande av rovdjursstängsel, nattfälla, närvaro av människor, flyttning) ska ha vidtagits innan beviljande av skydds jakt kan ske som sista åtgärdsalternativ.

### Referenser

- Allendorf FW, Ryman N (2002). The role of genetics in population viability analysis. I: *Population viability analysis*. Red. Beissinger SR & McCullough DR. University of Chicago Press. Ss. 50-85.
- Bruford, MW (2015). Additional population viability analysis of the Scandinavian wolf population. *Naturvårdsverket rapport 6639*.  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6639-0.pdf?pid=14226>
- Ebenhard T (2000). Population viability analyses in endangered species management: the wolf, otter and peregrines falcon in Sweden. *Ecological Bulletins* 48: 143-163.
- Evans D, Arvela M (2011). *Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive – Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012. Final version July 2011*.  
<https://circabc.europa.eu/sd/a/2c12cea2-f827-4bdb-bb56-3731c9fd8b40/Art17%20-%20Guidelines-final.pdf>
- Forslund P (2010). *Delredovisning av uppdrag rörande rovdjursförvaltningen (dnr 235-3697-10)*.  
 Opublicerad rapport till Naturvårdsverket.
- Hosak DA (1996). *Population viability analysis workshop for the endangered Sonoran pronghorn (Antilocapra americanus sonoriensis) in the United States*. Defenders of Wildlife, Phoenix, Arizona.
- Liberg O, Chapron G, Wikenros C, Flagstad Ø, Wabakken P, Sand H (2015). *An updated synthesis on appropriate science-based criteria for “favourable reference population” of the Scandinavian wolf (Canis lupus) population*. Rapport till Naturvårdsverket, september-2015.  
 Bilaga 3 i: <http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhall/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2015/ru-bevarandestatus-varg/Regeringsuppdrag-Bilagor-GYBS.pdf>
- Naturvårdsverket (2015). Delredovisning av regeringsuppdraget att utreda gynnsam bevarandestatus för varg (M2015/1573/Nm). <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhall/Miljoarbete-i-Sverige/Regeringsuppdrag/Redovisade-2015/Uppdrag-att-utreda-gynnsam-bevarandestatus-for-varg/>
- Soulé ME, Gilpin ME, Conway W, Foose T (1986). The millennium ark: how long a voyage, how many staterooms, how many passengers? *Zoo Biology* 5: 101-113.

**Tabell 1.** Beräkningsmodellens resultat med (a) den generella modellen (immigranten får i genomsnitt 5,5 årsungar av vilka ca. 60% når reproduktiv ålder och parar sig), resp. anpassning för det faktiska antalet F1:or och F2:or som hittills reproducerats sig i fallen (b) Kynna-hannen resp. (c) Galven-hannen.

Genetiskt värde av immigranterna själva, deras F1:or resp. F2:or, givet totaleffekten motsv. 531 skand. vargar							
Generell modell: beräkning av antal immigrant-avkommor som överlever till att reproducera sig:							
3	F1:or			Kynna:		Galven:	
11	F2:or		F0:an+F1:orna+F2:orna:	6	F1:or	2	F1:or
1	immigrant		15 individer	1	F2:a	4	F2:or
				Generell	Fallet	Fallet	
				modell:	Kynna:	Galven:	
<b>Om totalt</b>	<b>531</b>		Sum:	Sum:	Sum:	Sum:	
	<b>Immigrantens värde:</b>	<b>304</b>	<b>304</b>	<b>304</b>	<b>304</b>	<b>304</b>	<b>304</b>
	<b>1 st F1:as värde:</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>25</b>	<b>150</b>	<b>76</b>	<b>152</b>
	<b>1 st F2:as värde:</b>	<b>7</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>19</b>	<b>76</b>
			<b>531</b>	<b>531</b>	<b>531</b>	<b>532</b>	