



# Beskattning av den svenska vargpopulationen 2015

---

En rapport till Naturvårdsverket från SKANDULV

av

**Håkan Sand, Olof Liberg, Guillaume Chapron**

2014-12-05

## **Uppdraget**

Skandulv fick 2014-11-11 uppdraget av Naturvårdsverket uppdraget att utföra beräkningar som visar vilken omfattning av jakt som krävs under vintern 2015 för ta ut tillväxten och hålla antalet vargar oförändrat i den svenska vargpopulationen jämfört med vintern 2014.

Rapportern är tänkt att fungera som ett stöd inför länsstyrelsernas beslut om licensjaktens omfattning i olika län. Beräkningarna har gjorts med tre olika modeller som beskrivs kortfattat innan resultaten för respektive modell redovisas. Först ges dock en sammanfattning där resultaten från de tre modellerna jämförs.

## **Sammanfattning**

Tre olika modeller har använts för att beräkna det totala årliga uttaget i den svenska vargpopulationen för att erhålla en samma storlek på populationen vintern 2014/15 som den som fanns under vintern 2013/14. Samtliga modeller visar på stor överensstämmelse i resultaten av det beräknade uttaget. Modell 1 använder data från två olika tidsperioder för att beräkna tillväxten i populationen samt det antal djur som har fällts på skydds jakt respektive sk nöd (23 och 28 §§ JF). Dessa modeller visar att det krävs ett totalt uttag om 61 respektive 63 individer för att balansera populationen på 2013/14 års nivå. Uttaget gäller perioden 24 oktober 2014 – 30 september 2015, och innefattar även utrymme för skydds jakt och vargar skjutna i nöd fram till 30 september 2015. Modell 2 som är en åldersstrukturerad sk Leslie matrix använder också två olika scenarios med olika dödlighet som ger olika tillväxttal i populationen. Data på dödlighet i modellen erhålls från radiomärkta vargar. Resultaten från de två olika beräkningarna visar att det krävs ett uttag om ca 57 respektive 73 individer för att balansera populationen på 2013/14 års nivå. Uttaget gäller perioden 24 oktober 2014 till 30 april 2015 och ska rymma även eventuell skydds jakt och vargar skjutna i nöd fram till 30 april 2015. Modell 3 som bygger på sk bayesisk statistik visar att det uttag som med störst sannolikhet balanserar populationen är 66 vargar. Denna modell visar även att det finns en 10% risk att den verkliga tillväxten med detta uttag kommer att vara 0,93 eller lägre dvs en 7% minskning av populationen liksom att det är samma risk att populationen kommer att uppvisa en ökning med 7%.

## Modell 1. Beskattningen baserad enbart på populationens tillväxttakt

Håkan Sand

I denna enkla modell bygger man uttaget bara på hur många djur som fanns året innan och nettotillväxten (reproduktion minus dödlighet) i populationen det aktuella året. Om populationen ska stabiliseras vid samma nivå som året innan ska hela nettotillväxten tas bort. Om man vill att populationen ska öka med ett visst antal djur, minskas uttaget med det antal djur som man vill att populationen ska öka till nästa år. Under de senaste 10 åren har det i genomsnittliga uttaget (licensjakt + skydds jakt + nød) varit 17 djur per år. Under antagandet att vi har samma tillväxt i populationen från 2014-2015 som vi har haft under den senaste tio åren (14%) så finns det alltså utrymme för ett jaktuttag på ett visst antal djur som motsvarar en populationstillväxt om 14%. Om vi utgår ifrån att vargstammen förra vintern var 345 djur men vill att populationen skall uppvisa en nolltillväxt till den kommande vintern, så finns det ett utrymme dels för jakt på motsvarande 49 djur ( $0,14 * 345$ ) samt för ytterligare 17 individer som motsvarar den genomsnittliga årliga jakt dödlighet som har utförts under de 10 senaste åren. Av de 17 djur som vi räknar med ingår i jakt dödligheten utöver tillväxten har 5 fallits under perioden 1 oktober till 24 oktober 2014. Återstående möjligt uttag för perioden 25 oktober 2014 – 30 september 2015 är därmed  $49 + 12 = 61$  individer. Detta antal innefattar alltså även det utrymme för skydds jakt och jakt i nød som kan komma att behövas för hela denna period (Tabell 1).

Tabell 1. Beräkningar från data på årlig tillväxt och känd jakt dödlighet för åren 2005-2014.

Realiserad medeltillväxt <b>2005 - 2014</b>	1,14
Möjligt jaktuttag	$345 \times 0,14 = 49$
Genomsnittlig dödlighet från jakt + nød 2005-2014*	17 / år
Totalt möjligt jaktuttag	$49 + 17 = 66$
Genomförd skydds jakt + nød från 1/10	5
Återstående möjligt uttag	$66 - 5 = 61$
Möjlig fördelning licensjakt / skydds jakt	49 / 12

Om man dessutom beaktar variationen i årlig tillväxt i populationen och beräknar och beskriver denna som 80% konfidensintervall (det intervall inom vilket tillväxten i populationen för det kommande året kommer att ligga med 80% sannolikhet) så kommer den årliga tillväxten att som lägst vara 1,09 och som högst 1,19. Använder man dessa tillväxttal för att beräkna det möjliga uttaget så får man 32 respektive 66 individer. Återstående möjligt uttag för kommande vinter blir därmed  $32 + 12 = 44$  respektive  $66 + 12 = 78$  individer, dvs intervallet för möjligt totalt uttag fram till 30 september 2015 är 44 - 78 individer.

En motsvarande beräkning som bygger på data från genomsnittlig tillväxt (12%) och genomförd jakt dödlighet (27 / år) från de fem senaste åren (period: 1 oktober – 30 september) ger ett möjligt uttag om  $41 + 22 = 63$  individer. Med 80% konfidensintervall på den årliga tillväxten blir det möjliga uttaget  $17 + 22 = 39$  respektive  $66 + 22 = 88$  individer. Sammanfattningsvis kan man säga att denna beräkning visar att det totala möjliga uttaget för att erhålla en sk nolltillväxt varierar mellan 39 och 88 individer beroende på vilken tillväxt

som sker i populationen för det senaste året men att det är mest sannolikt att detta uttag bör vara i storleksordningen 61-63 individer. Även om vi beaktar möjligheten att tillväxten kommer att vara relativt sett låg (1,05) under innevarande år medför denna omfattning på uttaget att det är 90% sannolikhet att populationens storlek vintern 2014/15 kommer att uppgå till fler än 322 individer ( $345 + 39 - 62$ ). Omvänt dvs med hög tillväxt (1,19) kan man säga att det även är 90% sannolikhet att populationen kommer att vara mindre än 371 individer ( $345 + 88 - 62$ ).

## **Modell 2. Matrismodell i Excel**

Olof Liberg

### **Modellen**

Denna modell är uppbyggd som en sk Leslie matris, med tidsstadier (år och årstider) i kolumnerna och djuren uppdelade på kön och åldersklasser i raderna. Populationen är uppdelad på 11 åldersklasser. De djur som finns kvar i årsklass 11 (djur mellan 10 och 11 års ålder), dör alla till nästa år, dvs inget djur blir äldre än 11 år i modellen. Modellen ges en startpopulation (från inventering) och en specifikation på hur stor andel av djuren i respektive åldersklass som reproducerar sig, vilket ger antal reproduktioner för respektive år, samt ett värde för genomsnittlig kullstorlek. Ålders- och könsspecifik överlevnad läggs också in. Varje år i modellen startar med reproduktion på våren. Sedan läggs eventuell skydds jakt, inklusive nöd, för sommaren och tidig höst in, och därpå läggs övrig dödlighet under sommar och höst in, varpå modellen beräknar hur många djur i de olika klasserna som överlevt från våren till hösten. Därefter läggs vinterbeskattningen på, varpå antalet djur i populationen direkt efter denna beskattning beräknas. Slutligen beräknas hur många av dessa djur som kommer att överleva övrig dödlighet under vintern fram till nästa reproduktionsperiod. Här kommer en kompensatorisk effekt in. En del av de djur som redan har dött under beskattningen, skulle annars ha dött i denna period efter beskattningen. Vill man köra modellen flera år upprepas proceduren igen. Kullstorlek och ålders- och könsspecifik överlevnad, liksom andel reproducerande djur bygger på våra data från den aktuella vargpopulationen. Dessa demografiska parametrar kan anpassas för att ge en tillväxttakt i populationen som överensstämmer med den observerade tillväxt enligt de årliga inventeringarna. Modellen är så kallat deterministisk, dvs den innehåller ingen slumpvariation, utan alla demografiska parametrar är konstanta från år till år. Därför kan modellen inte heller beräkna några konfidensintervall eller andra mått på osäkerheter i resultaten.

### **Resultat**

Enligt rapporten för inventeringsperioden 2013/14 (Svensson m.fl. 2014) hade det i Sverige inträffat 32 föryngringar av varg i helsvenska revir 2013. Antal vargindivider inventerades inte i fält utan beräknades med omräkningsfaktorn 10 mellan antal föryngringar och antal vargar, vilket gav 320 vargar för Sverige inför vintern 2013/14. Dessutom låg fem föryngringsrevir på riksgränsen mellan Sverige och Norge. Enligt vårt uppdrag ska gränsreviren delas mellan Sverige och Norge, vilket ger ytterligare 2,5 föryngringar till Sverige, vilket motsvaras av 25 individer enligt ovan. Totalt uppgick den svenska population senhösten 2013 alltså till 345 djur.

I modellen lades denna population in som startpopulation för hösten 2013. Sedan modellerades fram motsvarande storlek på höstpopulationen för 2014, med hjälp av de reproduktions- och mortalitetsdata som ligger i modellen. Mortalitetsdata för respektive åldersklass bygger på genomsnittsdata från radiomärkta djur perioden 2006-2014. Reproduktionsdata bygger på kullstorlekar uppmätta under vintern åren 2006-2011 för förstagångs-kullar. Antal reproduktioner per år anpassades till den uppmätta kvoten 10:1 mellan antal individer och antal föryngringar (Svensson m.fl. 2014).

Vi har beräknat tillväxttakten utan jakt, eftersom syftet med modelleringen var att beräkna vilket jaktuttag som motsvarar den nettoproduktion vi har haft senaste året före jakt. Genomsnittet för denna tillväxttakt, byggd på bruttotalet för antal individer i lägesrapporterna, för perioden 2006 -2014 var 21 %. När vi lägger in våra data på mortalitet från våra radiomärkta vargar (perioden 2006-2014) får vi emellertid en tillväxttakt på 26 %. Vi har därför gjort två körningar, en med 21 % tillväxt, där vi anpassat mortalitetsdata för att ge denna tillväxt, och en med de verkligt observerade mortalitetsdata, som alltså ger 26 % tillväxt.

Data för de två scenarierna:

	<u>Scenario 1</u>	<u>Scenario 2</u>
<u>Indata:</u>		
Antal föryngringar 2013	34,5	34,5
Startpopulation (brutto hösten 2013)	345	345
Uttag skydds jakt och nöd 1/10-13 – 30/4-14	18	18
Population efter jakt vintern 2014	327	327
Kullstorlek vid vinterns början	3,3	3,3
Genomsnittlig årlig mortalitet	15,3%	12,9%
Resultaterande årlig tillväxttakt utan jakt	21,1 %	26,3%

<u>Resultat:</u>		
Antal föryngringar 2014	39,1	40,0
Höstpopulation (brutto) 2014	392	406
Population efter jakt vintern 2015	327	327
Totalt möjligt uttag 1 maj 2014- 30 april 2015	68 djur	84 djur
Redan skjutna 1 maj-14 – 24 okt-14	11 djur	11 djur
Återstående utrymme för uttag fram till 30 apr-15	57 djur	73 djur
Reserveras för skydds jakt och nöd till 30 apr -15	15 djur	15 djur
Förslag för licensjakt	42 djur	58 djur

Uttaget är anpassat så att det ska vara lika många djur i populationen efter det kommande uttaget vintern/våren 2015 som det var efter vintern/vårens uttag 2014. Detta antal är 327 djur (345 minus de 18 som sköts under perioden 1 okt 2013 fram till 30 apr 2014).

Det totala uttagsutrymmet perioden 1/5 2014 till 30/4 2015 är 68 djur i scenario 1, och 84 djur i scenario 2. Utrymmet gäller hela perioden 1 maj 2014 till 30 april 2015. Från 1 maj fram till 24 oktober 2014 är det redan skjutet 11 djur. Alltså återstår 57 respektive 73 djur i de två scenarierna. Detta ska rymma både licensjakt och eventuell skydds jakt, inklusive nöd, fram till 30 april 2015.

För perioden 1 maj 2013 till 30 apr 2014 sköts det totalt 26 djur på skyddsjakt och nöd (§28). I år (2014) under perioden 1 maj till 24 oktober har det redan skjutits 11 individer. Om man tror att det blir ungefär samma i vinter som förra vintern så ska man alltså ha utrymme för ytterligare 15 djur för skyddsjakt och nöd fram till och med 30 april 2015. Då återstår för den kommande vinterns licensjakt 42 djur i scenario 1 och 58 djur i scenario 2.

Simuleringen avser en slumpmässig jakt, alltså att de skjutna djuren har samma sammansättning på kön och åldrar o social status som populationen. En jakt enbart mot revir med valpar avviker från denna sammansättning. Framförallt är det ensamma djur utanför reviren som därmed underbeskattas. De flesta av de 11 djur som redan skjutits i perioden 1maj-24 okt i år är dock ensamdjur, och om även en del av de djur som reserveras för skyddsjakt fram till 30 april 2015 faller inom denna kategori, blir avvikelsen från en slumpmässig beskattning så liten att den i praktiken och i relation till annan osäkerhet i beräkningarna utan betydelse.

Det antal djur som kommer att skjutas på skyddsjakt och nöd nästa sommar och höst får räknas bort från nästa års avskjutning.

### **Model 3**

Guillaume Chapron

# A hierarchical model of Swedish wolf hunting for 2015

Guillaume Chapron

Grimsö Wildlife Research Station  
Swedish University of Agricultural Sciences  
73091 Riddarhyttan, Sweden  
guillaume.chapron@slu.se

December 1, 2014

I use a Bayesian hierarchical state space model to estimate the impact of different hunting quotas on the wolf population in Sweden. The model tells the population at year  $t+1$  is the population at year  $t$  multiplied by growth rate  $\lambda$  minus harvest at year  $t$ . The growth rate  $\lambda$  is not the observed growth rate, but the potential growth rate. It indicates how much the population would have grown if there had not been any harvest since 2000. It is necessary to calculate this potential growth rate to estimate the impact of a hunting quota in 2015. The model assumes that all harvest is strictly additive. Data on population size is taken from the annual census reports. Data on harvest is from Skandulv. The term harvest includes both license hunt and protective hunt. Because protective hunt occurs year-round, a model taking the form

$$N_{t+1} = \lambda \cdot N_t - H_t$$

would underestimate the potential growth rate because  $N_t$  wolves would reach the birth pulse, while some have already been harvested. A correct model should split harvest into  $H^b$  before and  $H^a$  after the birth pulse:

$$N_{t+1} = \lambda \cdot (N_t - H_t^b) - H_t^a$$

When written in a hierarchical way, I need to separate the process model and the observation model. The process likelihood is:

$$\begin{cases} \mu_t = \log(\lambda \cdot (N_t - H_t^b) - H_t^a) \\ N_t \sim \text{lognormal}(\mu_t, \sigma_{proc}) \end{cases}$$

where  $\mu_t$  is the deterministic prediction of the median wolf population size at time  $t$ ,  $N_t$  is the true population size at time  $t$ ,  $\sigma_{proc}$  is the standard deviation of the true population size on the log scale,  $\lambda$  is the yearly population growth rate. The true state is linked to data using the observation likelihood:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_t = \frac{N_t^2}{\sigma_{Nobs}^2} \\ \beta_t = \frac{N_t}{\sigma_{Nobs}^2} \\ \psi_t \sim \text{gamma}(\alpha_t, \beta_t) \\ Nobs_t = \text{Poisson}(\psi_t) \end{array} \right.$$

where  $Nobs_t$  is the observed population size at time  $t$ ,  $\sigma_{Nobs}$  is the estimate of the error of observation of the population size. This formulation views the count data hierarchically – the mean observed count of wolves at time  $t$  is Poisson distributed with mean  $\psi_t$  and this mean is drawn from a gamma distribution with mean equal to the prediction of the process model and a standard deviation for observation error. I chose this approach because it allows the uncertainty in the data model to be larger than the variance of the Poisson parameter  $\psi_t$ .

The wolf population dynamics is a complex biological process that can only be partially known. It implies that inferences about the present and future states of the population will always be associated with some uncertainty. In the model, I make the assumption that data on population size are not the true population size, but *something* around the true population. For example the data tells us that population size in winter 2013-14 was 400 wolves, but I consider this is an *estimate* and the true population (which remains unknown) may actually have been 380 or 420 wolves. Accounting for this is called observation error and is important because it is the true population (and not its estimate) that is going to be hunted. If there may be only 380 wolves despite we believe there are 400, then we need to lower the hunting quota. Similarly, if there may be as many as 420 wolves while we believe there are 400, then we need to increase the hunting quota. The model does this and considering both underestimated and overestimated wolf population sizes lead to a more uncertain prediction. While this may sound as artificially injecting noise in the data, this is actually the correct way to proceed and ignoring observation error is a mistake that can lead to spurious conclusions. A further important assumption regarding uncertainty is made in the model: I assume that I cannot predict for sure what will be the next wolf population size, i.e. there is always a part of the biological process that remains unknown and cannot be predicted. This is termed process error or demographic stochasticity. Both observation and process errors are built-in the model. Finally, the impact of uncertainty is in the wolf case leveraged by the field context as the size of the population that is going to be hunted is not know at the time the hunt starts and can only be predicted from the *previous* population count.

The model is fitted to the Scandinavian population time series but calculations to stabilise population size are made on the Swedish population and half the border wolves. I assume that the growth rate of the Swedish part is the same as the one of the whole population. Stabilisation is for a population just after the 2015 hunt ends and not for a population after the reproduction in spring 2015.



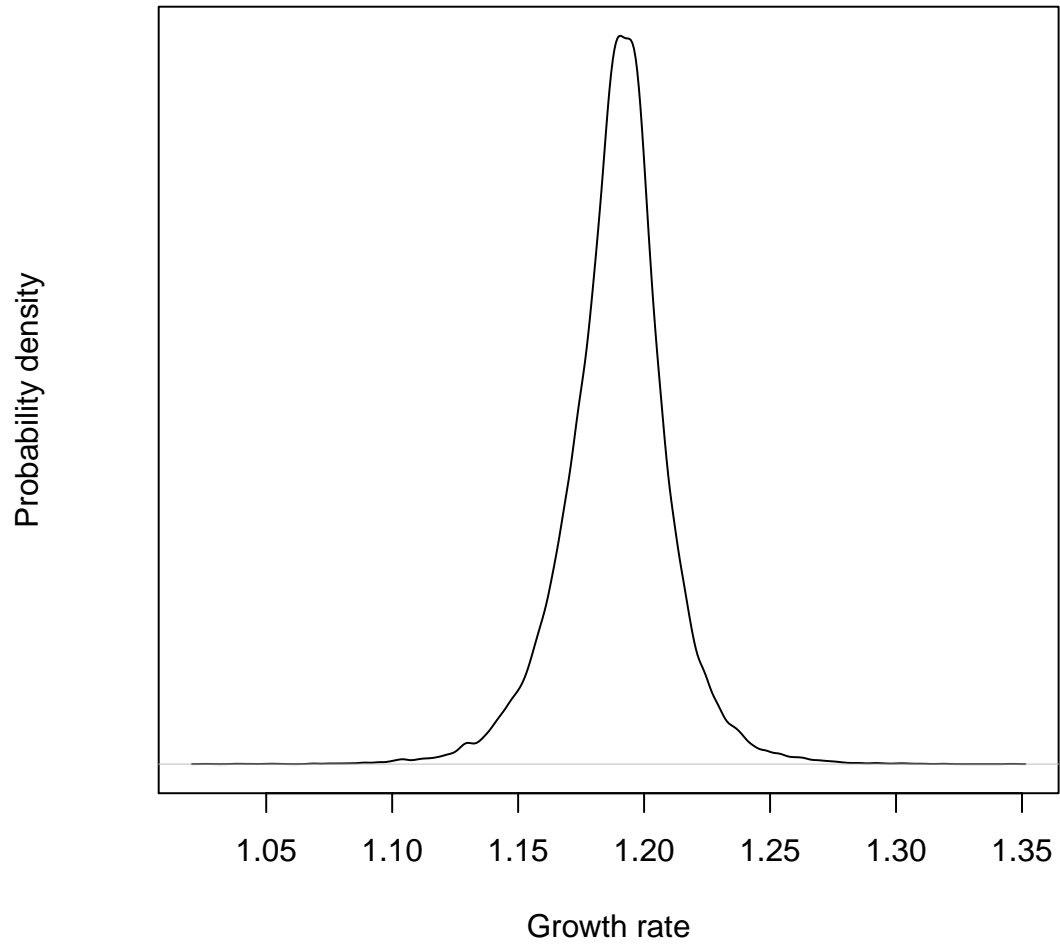


Figure 1: Posterior distribution of the potential growth rate  $\lambda$ . The median value of  $\lambda$  is  $1.19 \pm 0.02$  with 95% CI = 1.15–1.23.

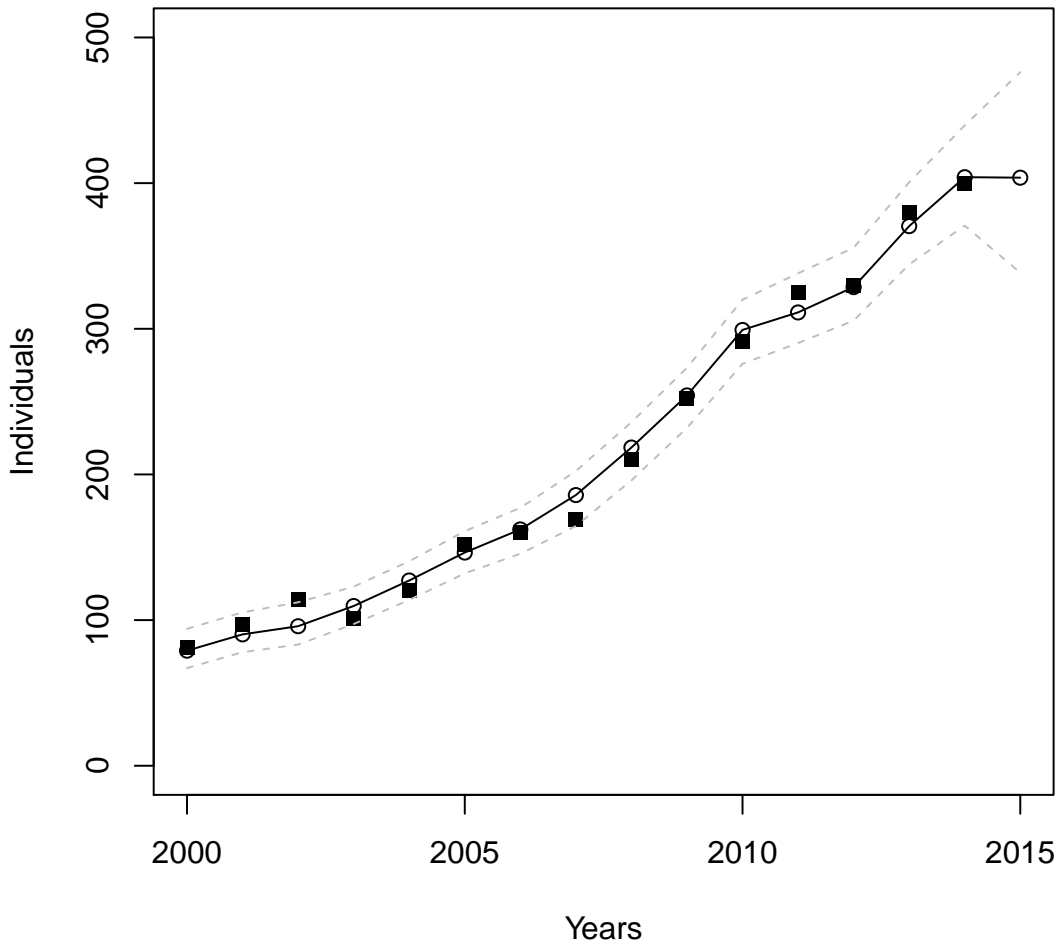


Figure 2: Fitted hierarchical model with the time series 2000-2014 of the Scandinavian wolf population. The black squares are census data, the black line with empty circles indicates the population size with the fitted model and the dashed lines indicate the 95% confidence of our model fit. The value for 2015 shows the forecasted population with a corresponding harvest of 67 wolves in Sweden.

Table 1: Probabilities to have the effective growth rate  $\lambda_{2015}$  of the Swedish wolf population smaller or larger than certain thresholds according to hunting quota  $H$  (e.g. the column  $<1.00$  gives the probability to have population declining)

$H$	Probability effective growth rate $\lambda_{2015}$ is:						
	$<0.9$	$<0.95$	$<1.00$	$>1.00$	$>1.05$	$>1.1$	$>1.15$
50	0.02	0.06	0.17	0.83	0.5	0.16	0.06
51	0.02	0.06	0.18	0.82	0.48	0.15	0.06
52	0.02	0.06	0.19	0.81	0.44	0.14	0.05
53	0.02	0.07	0.21	0.79	0.42	0.13	0.05
54	0.02	0.07	0.22	0.78	0.39	0.13	0.05
55	0.02	0.07	0.23	0.77	0.36	0.12	0.04
56	0.03	0.08	0.25	0.75	0.34	0.11	0.04
57	0.03	0.09	0.27	0.73	0.32	0.1	0.04
58	0.03	0.09	0.28	0.72	0.29	0.1	0.03
59	0.03	0.1	0.29	0.71	0.28	0.09	0.03
60	0.03	0.11	0.32	0.68	0.26	0.09	0.03
61	0.04	0.11	0.33	0.67	0.24	0.08	0.03
62	0.04	0.12	0.36	0.64	0.23	0.08	0.03
63	0.04	0.13	0.38	0.62	0.21	0.07	0.03
64	0.04	0.13	0.4	0.6	0.2	0.07	0.03
65	0.05	0.14	0.43	0.57	0.19	0.06	0.02
66	0.05	0.15	0.46	0.54	0.17	0.06	0.02
67	0.05	0.16	0.48	0.52	0.16	0.06	0.02
68	0.05	0.17	0.51	0.49	0.15	0.05	0.02
69	0.06	0.18	0.54	0.46	0.14	0.05	0.02
70	0.06	0.2	0.57	0.43	0.13	0.05	0.02
71	0.07	0.21	0.6	0.4	0.13	0.04	0.02
72	0.07	0.22	0.62	0.38	0.12	0.04	0.02
73	0.08	0.24	0.65	0.35	0.11	0.04	0.02
74	0.08	0.25	0.67	0.33	0.1	0.04	0.02
75	0.08	0.27	0.7	0.3	0.09	0.03	0.01
76	0.09	0.29	0.71	0.29	0.09	0.03	0.01
77	0.1	0.3	0.74	0.26	0.08	0.03	0.01
78	0.1	0.32	0.76	0.24	0.08	0.03	0.01
79	0.11	0.34	0.77	0.23	0.07	0.03	0.01
80	0.12	0.37	0.79	0.21	0.07	0.03	0.01
81	0.12	0.39	0.8	0.2	0.06	0.02	0.01
82	0.13	0.42	0.82	0.18	0.06	0.02	0.01
83	0.14	0.45	0.83	0.17	0.06	0.02	0.01
84	0.15	0.47	0.84	0.16	0.05	0.02	0.01
85	0.16	0.5	0.85	0.15	0.05	0.02	0.01
86	0.18	0.53	0.86	0.14	0.05	0.02	0.01
87	0.18	0.56	0.87	0.13	0.04	0.02	0.01
88	0.2	0.59	0.88	0.12	0.04	0.02	0.01
89	0.21	0.61	0.88	0.12	0.04	0.01	0.01
90	0.23	0.64	0.89	0.11	0.03	0.01	0.01

Table 2: Probabilities to have the targeted wolf population smaller or larger than certain thresholds after a hunting quota  $H$ . The targeted population corresponds to Swedish wolves plus half the border wolves with Norway.

$H$	Probability population size is:						
	<320	<330	<340	<350	>350	>360	>370
50	0.05	0.1	0.17	0.27	0.73	0.59	0.44
51	0.05	0.1	0.18	0.28	0.72	0.57	0.42
52	0.06	0.11	0.18	0.29	0.71	0.56	0.41
53	0.06	0.11	0.19	0.31	0.69	0.54	0.39
54	0.07	0.12	0.2	0.33	0.67	0.53	0.37
55	0.07	0.12	0.21	0.34	0.66	0.51	0.36
56	0.08	0.13	0.22	0.35	0.65	0.5	0.34
57	0.08	0.14	0.24	0.37	0.63	0.48	0.33
58	0.09	0.15	0.25	0.38	0.62	0.46	0.32
59	0.09	0.16	0.26	0.4	0.6	0.45	0.31
60	0.09	0.16	0.27	0.41	0.59	0.43	0.29
61	0.1	0.17	0.28	0.42	0.58	0.42	0.28
62	0.11	0.18	0.29	0.44	0.56	0.41	0.27
63	0.11	0.19	0.31	0.46	0.54	0.39	0.25
64	0.12	0.2	0.32	0.47	0.53	0.37	0.24
65	0.12	0.21	0.34	0.49	0.51	0.36	0.24
66	0.13	0.22	0.35	0.5	0.5	0.34	0.22
67	0.14	0.23	0.36	0.52	0.48	0.33	0.21
68	0.14	0.24	0.38	0.53	0.47	0.32	0.2
69	0.15	0.26	0.39	0.55	0.45	0.3	0.19
70	0.16	0.26	0.41	0.57	0.43	0.29	0.18
71	0.17	0.28	0.43	0.58	0.42	0.28	0.17
72	0.18	0.3	0.44	0.6	0.4	0.26	0.16
73	0.19	0.31	0.46	0.61	0.39	0.25	0.15
74	0.2	0.32	0.47	0.63	0.37	0.24	0.15
75	0.21	0.33	0.48	0.64	0.36	0.23	0.14
76	0.22	0.35	0.5	0.66	0.34	0.22	0.13
77	0.23	0.36	0.52	0.67	0.33	0.21	0.13
78	0.24	0.38	0.54	0.68	0.32	0.2	0.12
79	0.25	0.39	0.55	0.7	0.3	0.19	0.11
80	0.27	0.41	0.57	0.71	0.29	0.18	0.1
81	0.28	0.42	0.58	0.72	0.28	0.17	0.1
82	0.29	0.44	0.6	0.74	0.26	0.16	0.09
83	0.31	0.46	0.62	0.75	0.25	0.15	0.09
84	0.32	0.47	0.63	0.76	0.24	0.14	0.08
85	0.33	0.49	0.64	0.77	0.23	0.14	0.08
86	0.35	0.5	0.66	0.78	0.22	0.13	0.08
87	0.36	0.52	0.67	0.79	0.21	0.12	0.07
88	0.38	0.54	0.68	0.8	0.2	0.12	0.07
89	0.39	0.55	0.7	0.82	0.18	0.11	0.06
90	0.41	0.57	0.71	0.83	0.17	0.1	0.06

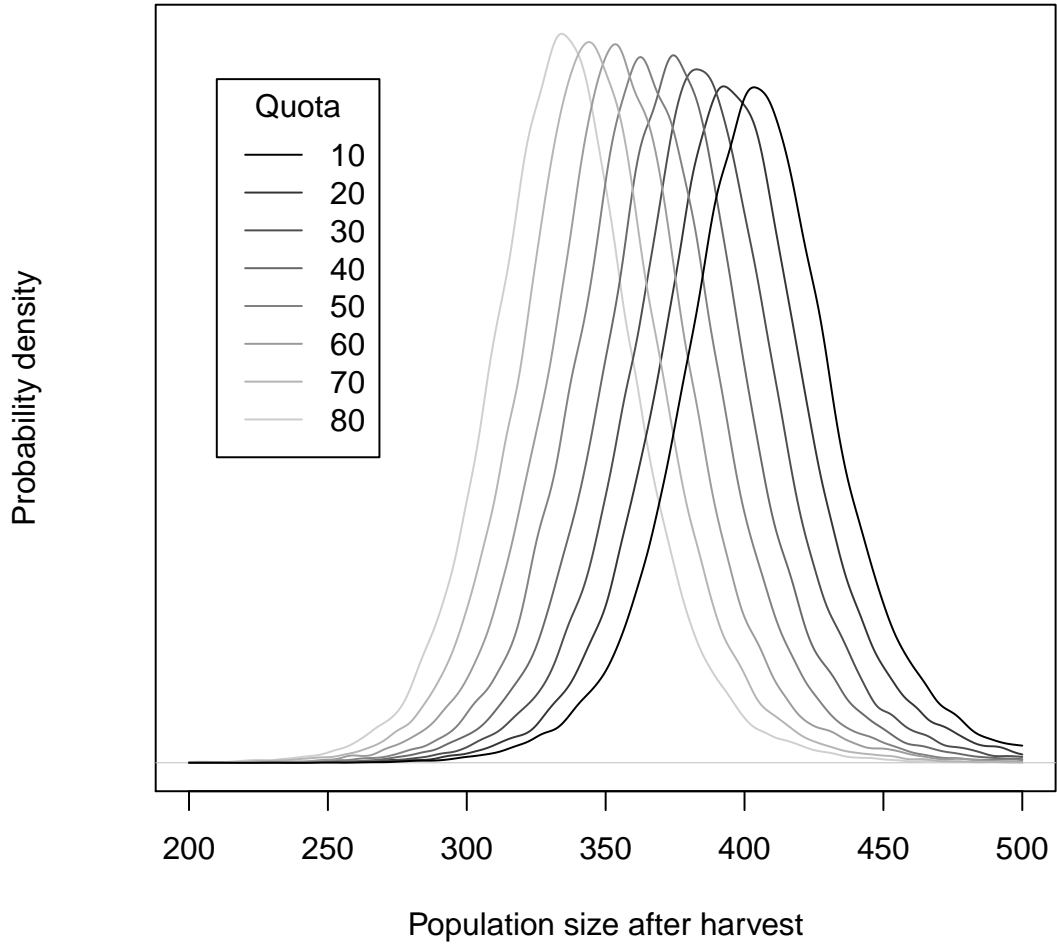


Figure 3: Probability density of predicted estimates of the targeted wolf population after a given hunting quota  $H$ . The targeted population corresponds to Swedish wolves plus half the border wolves with Norway. This figure shows the wide uncertainty in model predictions and how choosing different hunting quotas can only change the most likely value of the targeted population and not uncertainty

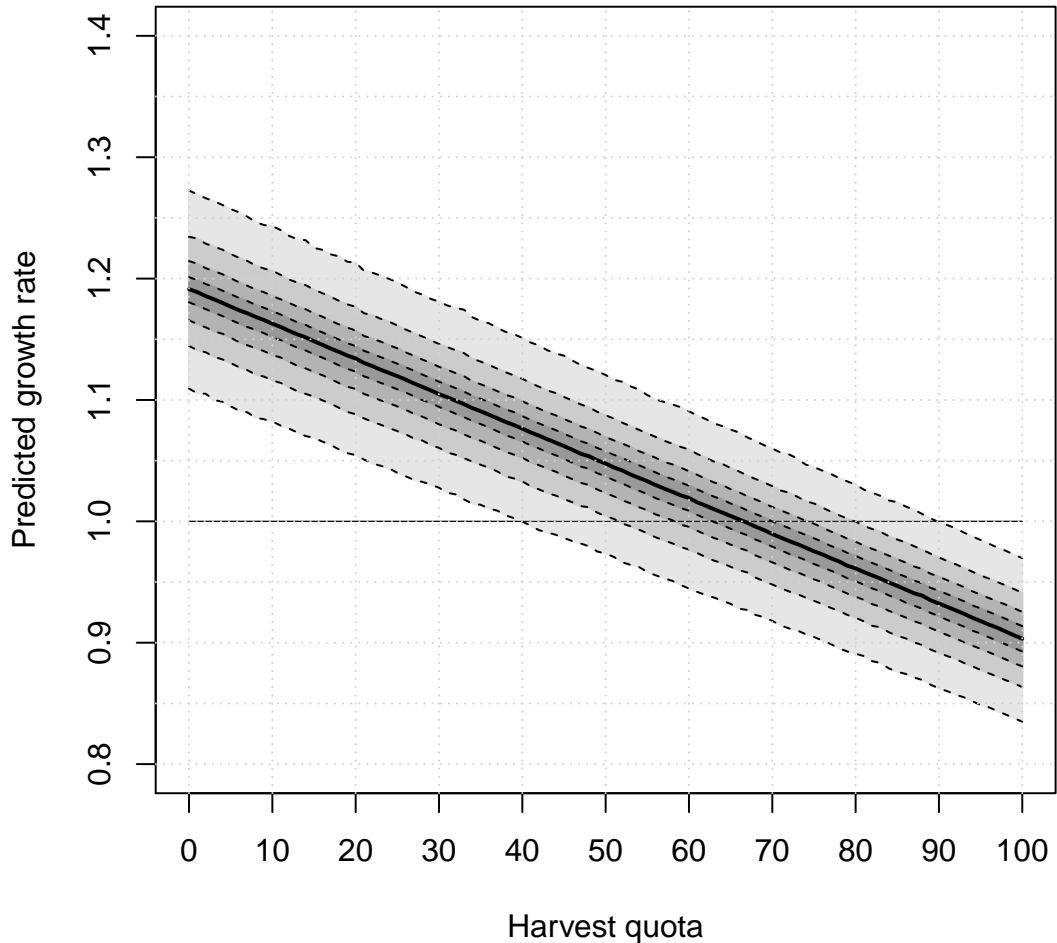


Figure 4: Predicted population growth as a function of hunting quota with resulting uncertainty. The dark bold line is the median predicted growth rate. Grey areas show quantile by 10%. The lightest grey area contains all growth rate estimates in the 10% - 90% quantile interval (i.e. a 80% CI), next grey area is 20% - 80%, then 30 % - 70% and so on.

If the hunt objective would be to have a stable population (i.e. growth rate  $\lambda_{2015} = 1.00$ ) in Sweden, this would require culling 66 wolves. However doing so would also mean taking a 10% risk of having growth rate  $\lambda_{2015}$  below 0.93 and a 30% risk of having growth rate  $\lambda_{2015}$  below 0.98 or a 30% risk of having growth rate  $\lambda_{2015}$  above 1.03 and a 10% risk of having growth rate  $\lambda_{2015}$  above 1.08.

## Bilaga 1

### **A. Olika aspekter av en licensjakt efter varg i Sverige och dess möjliga konsekvenser på den skandinaviska vargpopulationen**

#### 1. Konsekvenser av jakten om den inriktas på olika kategorier av djur

Vi kommer här att belysa fyra olika beskattningsstrategier. För varje strategi kommer vi att ange hur effektiv den är för att uppnå Riksdagens angivna mål att stabilisera stammen vid lägst 20 föryngringar men högst 210 djur (Regeringens proposition 2008/09:210, 2009/10: MJU8), samt vilka biologiska och i viss mån även sociala konsekvenser de olika strategierna kan tänkas få. I avsnitt D och i bilagorna presenterar vi olika beräkningar av de nivåer på avskjutningen som krävs för att uppnå dessa mål. Generellt för samtliga strategier är att de måste bedrivas som avlysningsjakt. När det angivna antalet vargar är skjutna i respektive jaktområde som fått en egen kvot (län, revir eller andra avgränsningar som gäller för den aktuella jakten), avlyses vidare jakt i det aktuella området. Detta ställer stora krav på snabb rapportering av skjutna djur. Eventuellt kan man även lägga in en buffert i avskjutningskvoterna för att gardera sig mot överskjutning, alternativt kan kvoterna släppas gradvis.

Vi har här delat in vargarna i tre kategorier:

- a. Vuxna, ynglande vargar i flockar, eller parlevande vargar som ännu inte fått valpar, eller vargpår som går utan valpar ett visst år, har samlats i kategorin ”reproduktiva djur”. Detta motsvarar den kategori vargar som brukar gå under beteckningen ”alfadjur”, men vi undviker den termen som är ålderdomlig och missvisande.
- b. Ensamlevande vargar, oavsett om de etablerat sig i ett revir eller är under utvandningsfas, kallar vi ”ensamma vargar”.
- c. Slutligen har vi kategorin ”valpar” som innefattar djur under ett års ålder som fortfarande lever i föräldrareviret. Vuxna ej reproducerande vargar som lever kvar i föräldrarnas revir räknas också in i kategorin ”valpar”, helt enkelt därför att vi anser det omöjligt för jägare att skilja ut dem från valpar i jaktsituationen.

De föreslagna avskjutningsnivåerna är adaptiva. En utvärdering görs efter varje års jakt och på basis av utfallet av denna och årets inventeringar inklusive alla nya data som kan ha betydelse för populationens vidare utveckling, görs en ny beräkning för nästa års jakt. De konkreta nivåer som förslås i denna rapport bygger på att vargstammen har samma bakgrundsödlighet som idag, inklusive skyddsjakt och den illegala jakten. Om den senare skulle förändras till följd av ökad legal jakt måste, efterhand som en sådan förändring kan mätas, den legala avskjutningen i motsvarande grad anpassas. Fortsatta noggranna studier av vargstammens demografi är därför av stor vikt.

#### Beskattningsstrategi 1: Slumpmässig avskjutning

Den kanske enklaste strategin är en avskjutning där myndigheterna endast ger en kvot på antal djur för respektive län eller region, utan att ge några övriga direktiv vilka djur som ska skjutas. Vi utgår då ifrån att avskjutningen blir slumpmässig och proportionerlig för olika kategorier av varg. Det är inte givet att den här strategin ger en fullständigt proportionell avskjutning, men skulle den bli skev åt något håll kommer den i motsvarande grad att likna någon av de andra strategierna. Vid till exempel en skevhet mot mer reproduktiva djur hamnar

resultatet någonstans mellan den slumpmässig/proportionerliga strategin och den som bygger på enbart avskjutning av reproduktiva djur (se nedan), och så vidare.

Den främsta fördelen med denna strategi är att den är mycket enkel att administrera. Man behöver inte välja ut några speciella djur eller kategorier av djur, och man behöver inte definiera gränser för jaktområden. En annan fördel är att detta förmodligen är den strategi som upplevs som mest rättvis, och således minimerar missämja och avundsjuka. Oskygga vargar kommer att vara mycket sårbara för denna jakt, vilket är en stor fördel. Genom att jakten sprids över stora områden och många revir kommer eventuell ”skygghetsskapande” effekt av jakten att maximeras.

En nackdel är att denna strategi ger sämre möjlighet att styra jakten för att uppnå andra mål utöver stabilisering av stammen, t.ex. att ta bort särskilt skadebenägna djur (vilket dock löses genom speciell tilldelning av skydds jakt) eller använda den för att stärka genetiken. Man skulle dock med bibehållen slumpmässig avskjutning kunna styra jakten till avgränsade områden, antingen hela län, eller områden definierade på annat vis, och revir med genetiskt särskilt värdefulla djur, såsom invandrare och deras avkomma, skulle kunna undantas från jakt. Man kan dock inte begränsa den geografiska utbredningen av jakten alltför mycket utan att inkräkta på slumpmässigheten i jakten, vilket då börjar likna andra strategier.

Den allvarligaste nackdelen med denna strategi är dock att ett stort antal revir kan komma att beröras med helt varierande och svåröverskådliga effekter i varje revir. En del revir kommer att splittras och/eller upphöra, och nya revir kommer att nybildas i snabb takt under pågående inventeringssäsong, vilket kommer att försvåra inventeringsarbetet. Ett antal valpar kan komma att bli föräldralösa ovanligt tidigt på året och lämna reviren under spårningssäsongen vilket ytterligare kommer att försvåra inventeringsarbetet. Det kan därigenom komma att bli svårare att utläsa effekterna av jakten, och beräkna lämpligt uttag till nästkommande år.

#### Beskattningsstrategi 2: Jakt på enbart ensamma djur

Med denna jakt skjuts inga reproduktiva djur, vilket innebär att man behöver skjuta flera djur för att stabilisera stammen. För att vara säker på att det är ensamma djur man skjuter, får jakten endast bedrivas utanför kända revir med flockar och par.

En fördel med denna jakt är att man undviker risken att skjuta bort föräldradjur från beroende valpar. Det innebär att man kan starta jakten tidigt på hösten, till exempel redan vid älgjakts start.

Strategin har dock flera allvarliga nackdelar. En gäller avgränsningen av jaktområden. Samliga kända revir med par och flockar måste undantas från jakt. Detta innebär att det dels blir svårt att på ett enkelt sätt definiera tillåtna jaktområden, dels att man endast kan jaga varg i en liten del av län med tät vargstam. Detta kan i sin tur skapa stor misstämning hos lokalbefolkning och jägare i områden med fasta revir. Det blir också mycket svårt att undvika att jaga i etablerade revir, eftersom utsträckningen av dessa den aktuella vintern inte kommer att vara helt kända vid jaktens början. Ytterligare en nackdel är att det kan bli svårt att uppfylla avskjutningskvoten. Uppemot 80 % ska fällas av en kategori vargar som redan i förväg förmodligen är den mest svårjagade. Dessutom kommer det inte att jagas i de vargtätaste områdena, vilket motverkar en utspridning av vargstammen.

Denna strategi har så många nackdelar och blir så komplicerad att genomföra att vi betvivlar att den kommer att bli aktuell.



### Beskattningsstrategi 3: Uttag av hela flockar

I denna strategi inriktas jakten helt på vissa flockar som bestäms i förväg. Syftet kan t.ex. vara att i områden som haft varg länge, försöka hålla dessa fria från varg under en tid. Denna strategi ger möjligheten att skjuta bort hela flocken. Det spelar inte så stor roll om man missar några av valparna, men båda reproduktiva djuren bör fällas, om man avser att försöka få området fritt från varg (vilket ändå kan bli svårt, se nedan).

Denna strategi har många fördelar. Det finns ingen risk för överskjutning (däremot för underskjutning, se nedan). Dessutom medger den en extremt styrd jakt, som kan användas för att uppnå samtliga tänkbara delmål med jakten utöver stabilisering av stammen. Man kan inrikta jakten på genetiskt mindre värdefulla djur, på flockar med stor skadebenägenhet, och på områden med hög täthet av varg och/eller områden med en lång närvaro av varg.

Nackdelarna med denna strategi är att eftersom jakten blir begränsad till ett mindre antal revir, kan den upplevas som orättvis och myndighetsstyrd i de stora områden där ingen jakt bedrivs. En annan nackdel är, som redan nämnts, att det finns en risk för underbeskattning dvs man lyckas ej fälla alla djur i flocken. En tredje nackdel är att eventuell skygghetsskapande effekten på stammen blir mindre än vid slumpmässig jakt. Det kan dessutom visa sig bli svårt att hålla det aktuella reviret fritt från varg, eftersom erfarenheten visat att gamla revir som av olika anledningar blivit ”vakanta” oftast besätts inom kort av ett nytt vargpar.

Med en kompletterade slumpmässig avskjutning i resten av det aktuella länet kan man dock korrigera för underbeskattning och motverka en ev upplevelse av orättvisa, samt öka den eventuella skygghetsskapande effekten.

### Beskattningsstrategi 4a: Jakt på enbart reproduktiva djur

Jakt på enbart reproduktiva djur är en variant på föregående strategi, men i denna strategi är responsen på uttaget mera känslig (per fälld varg) jämfört med övriga strategier. I och med att man enbart jagar reproduktiva djur kan man fälla flera sådana än i de tidigare strategierna, men det totala antalet skjutna djur blir lägst i denna strategi. Simuleringar visar dock att denna avskjutningsstrategi är mycket känslig även för små avvikelser i antalet skjutna djur vilket gör den svårhanterlig. Eftersom den också maximerar problemen med bortskjutna föräldradjur från beroende valpar, avråder vi från denna strategi.

### Beskattningsstrategi 4b: Jakt på revirmarkerande par utan valpar

En variant av föregående strategi är att enbart begränsa jakten till revirmarkerande par som inte har valpar. Det totala antalet djur som behöver fällas torde bli något fler än i exemplet ovan med alla reproduktiva djur. Vi tror det kan bli svårt att uppfylla en sådan kvot, särskilt som en stor andel av paren utan valpar identifieras så sent på säsongen att man kommer att få mycket litet tid på sig att jaga dem.

Man skulle kunna kombinera denna strategi med jakt på enbart ensamma djur. Det blir då enklare att fylla kvoten, och jakten kan utsträckas till större områden än om enbart ensamma djur ska jagas. Denna strategi skulle kunna karaktäriseras som slumpmässig jakt där ynglande revir undantas. Fördelen är att man undviker att skjuta bort föräldrar från beroende valpar, men strategien har annars samtliga de nackdelar som vid strategien med jakt enbart på ensamma djur.

## 2. Möjliga konsekvenser om reproduktiva djur i befintliga flockar fälls

Den allvarligaste konsekvensen när reproduktiva djur fålls är att beroende valpar kan ställas utan försörjning. En stor internationell översikt av överlevnaden hos valpar som förlorat den ena eller båda föräldrarna som innefattade nästan 150 fall, visade att så länge en av föräldrarna eller en annan vuxen varg fanns kvar hos valparna hade dessa en god överlevnadschans även när bortfallet inträffade under sensommar och tidig höst (Brainerd et al. 2008). När inget vuxet djur fanns kvar i reviret sjönk överlevnaden drastiskt, men ökade med valparnas ålder. När valparna uppnått minst sex månaders ålder överlevde åtminstone några av dem i fyra av sex undersökta fall. Dock mättes aldrig dödligheten hos valparna kvantitativt utan materialet indelades endast i två grupper, samtliga valpar dör respektive minst en överlever. Vi vet alltså inte med säkerhet hur stor andel av valparna som överlevde i de olika fallen.

Vid en rundfråga till några olika vargforskare har vi fått varierande svar. David Mech, Minnesota, USA anser inte det vore oetiskt att börja jaga i januari, även om en del valpar skulle bli föräldralösa, medan Ilpo Kojola, Finland pekar på risken att ensamma valpar kan bli problemdjur som söker sig mot mänskliga bosättningar. Doug Smith som arbetar i Yellowstone är osäker på hur väl valparna skulle klara sig själva redan i januari, men utesluter inte att åtminstone några av dem skulle klara det. Ed Bangs slutligen pekar på vargars enorma flexibilitet och anser att unga vargar kan klara sig utan föräldrar redan i oktober om det finns tillgång till kadaver eller inälvsräntor efter storviltjakt, t.ex. älgjakt. Bangs hävdar att unga vargar definitivt klarar sig om de blir föräldralösa i januari. I vårt eget material är det tidigaste datum vi uppmätt för en frivillig utvandring ur föräldrareviret hos radiomärkta vargar slutet av januari, dvs vid 9 månaders ålder, och vi har ytterligare en utvandring i februari.

### 3. Kunskap om tidigaste dokumenterade tidpunkter för parning och den tidsmässiga fördelningen av parningstidpunkter avseende vargar i Skandinavien och Fennoskandien – konsekvenser för jaktperiodens längd.

Vid val av jakttid för varg bör man beakta de etiska aspekter som jakten medför för de individer som ej fålls under jakten men som har ingått i samma familjegrupp eller par som varit utsatt för jakt. Vargen är en art som har ett socialt levnadsmönster där ett par (och ibland även fjolårsungar) hjälps åt med anskaffningen av föda till valparna. Detta innebär att reproducerande tikar är beroende av hanen för att kunna livnära sig under den första delen av valpningsperioden. En jakt som leder till att hanen skjuts bort från en parad tik riskerar därmed att försätta tiken i en situation som innebär att valparna kommer att svälta ihjäl vilket inte är etiskt försvarbart. Därför bör jakttiden utformas så att denna ej överlappar med parningssäsongen för varg.

Dräktighetstiden beräknas hos varg vara ca 63 dagar med relativt liten variation (Kreeger 2003). Medeldatum för valpning hos ett antal sändarförsedda vargar i Skandinavien varierar mellan 2 till 5 maj beroende på vilken metod som används för att beräkna detta (Alfredéen 2006, Sand m fl. opublicerade data). Den senaste födseln inträffade 20 maj och den tidigaste kan ha inträffat så tidigt som den 19 april. Detta skulle motsvara parning den 16 februari. Majoriteten av parningarna (>95%) sker dock sannolikt efter 20 februari. Om man vill undvika att dräktiga tikar blir ensamma med sin kull bör jakten således inte pågå längre än till 20 februari. Undantag från detta skulle kunna ske i de fall när jakt i ett revir har medfört att den reproducerande tiken är fälld tidigare under jaktsäsongen och om spårningar i reviret visar att det endast finns ett revirmarkerande djur kvar.

#### 4. Möjliga konsekvenser om jakten inriktas på revir med omfattande skador, hög inavelskoefficient eller på revir i områden med en hög koncentration av varg respektive områden där man haft varg länge.

Samtliga dessa fyra kriterier kan utgöra skäl till varför ett visst revir eller en viss varg prioriteras vid fördelning av jaktbara djur/grupper. Vi avstår dock från att rangordna de fyra faktorer som här tas upp. Eftersom regeringen pekat ut det genetiska värdet som den faktor som i första hand ska beaktas börjar vi med denna aspekt (Proposition 2008/09:210).

De revir som i första hand ska undantas från jakt är sådana där en invandrad varg ingår i det ynglande paret. Likaså bör revir där en första-generations-avkomma från en invandrad varg ingår ges ett högt genetiskt värde vid bestämning av jakten. Därutöver kan man använda genomsnittligt släktskap med resten av populationen hos avkommorna i de olika reviren för att rangordna revirens genetiska värde. Vi har gjort en sådan preliminär beräkning för de flesta av de nu aktiva reviren. De genomsnittliga släktskapskoefficienterna (som kan variera mellan 0 och 1) ligger mellan 0,23 och 0,32 för samtliga beräknade revir (undantaget revir med invandrad varg [O. Liberg opublicerade data]). Det är således mycket små skillnader mellan revirens värde i detta avseende. Med tanke på detta, och att regeringen dessutom föreslår en massiv förstärkning av genetiken genom inflyttning av varg, anser vi att rangordning utifrån genetisk värde kan ges liten betydelse vid jaktbeslut, med undantag för revir med invandrande individer och första generationens avkommor från dessa. Efterhand som fler vargar flyttas in eller invandrar spontant och kommer in i det reproduktiva segmentet av populationen kan man även omvärdera dessa undantag, om det finns andra starka skäl för jakt.

Effekten av en riktad licensjakt på omfattningen av skador kommer förmodligen aldrig att bli lika stark som direkt riktad skydds jakt mot specifika individer/flockar, men skulle kunna ha en kompletterande betydelse för att minimera skador orsakade av varg (beakta dock risken för att man skapar ”problemvargar” med jakten, se ovan). När man värderar revir utifrån skador måste man inte bara beakta frekvensen och omfattningen av skador för varje revir, utan också möjligheten att förebygga skadorna. Om problemet t.ex. är många attacker på får och reviret ligger i ett område med mycket stort antal fårbesättningar där det skulle bli mycket dyrt att stängsla alla beten, kan detta revir prioriteras för jakt framför ett med likartad skadebild men där förebyggande arbete är mindre kostsamt.

Licensjakt kan slutligen också användas för att minska trycket från varg i områden med *särskilt hög täthet av varg*, och/eller områden där man haft *vargetablering över längre tidsperiod* (jämfört med genomsnittet) och där man vill förändra situationen för lokalbefolkningen. Det är möjligt att man kan uppnå detta i viss utsträckning genom mer intensiv jakt i sådana områden, men man bör beakta att det finns vissa områden där återkolonisering sker relativt snabbt av varg. Vill man hålla t.ex. ett visst revir i ett sådant område tomt under en längre tid kan det innebära att man måste bedriva en årligen återkommande jakt där, vilket kan upplevas som orättvist av människor som bor eller verkar i anslutning till andra revir där man då inte kan jaga.