



UPPSALA
UNIVERSITET

Den skandinaviska vargstammens hälsotillstånd



Ellinor Johnsson

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2010
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Sammanfattning

Efter att vargen (*Canis lupus*) dött ut på 1960-talet immigrerade två vargar från den finsk-ryska stammen i öster. Senare kom det en till immigrant som gjorde att stammens tillväxt började. Dessa tre vargar grundade hela den skandinaviska stammen som idag består av ungefär 200 vargar. Att det bara var tre individer som grundade stammen och att inga nya immigranter kommit till Skandinavien gör att det är låg genetisk variation hos de skandinaviska vargarna. Inaveln är högre hos en del av vargarna än när två syskon parar sig. Denna inavel har medfört ärftliga skador, t.ex. ögonskador som kan leda till blindhet och missbildningar på ryggkotor som kan leda till förlamning. Det finns flera alternativ till hur inaveln kan åtgärdas så att skadorna försvinner och den genetiska variationen ökar finns det flera alternativ till. Man kan ta bort de gener som orsakar de ärftliga skadorna, låta stammen växa sig stor, vänta på att immigranter ska komma till Skandinavien naturligt eller hjälpa immigranter att komma till Skandinavien. Det sista alternativet är det bästa men det finns problem med det. Det finns "varghatare" som inte vill ha fler vargar i Skandinavien; en del vill ha bort dem helt och hållet. Många forskare anser att immigranter är ett måste för att den skandinaviska vargstammen ska överleva. Politikerna tillåter vargjakt och några tecken på att immigranter ska få hjälp att komma till Skandinavien har inte kommit. Kommer politikerna tillåta hjälp till immigranter så att den Skandinaviska vargstammen kan räddas innan det är för sent? Tiden får utvisa.

Inledning

Vargstammen i Skandinavien dog ut på 1960-talet. (Wabakken m. fl. 2001). På 1980-talet immigrerade två individer från den finsk-ryska stammen till södra Skandinavien och började avla. Några år senare kom ytterligare en immigrant som började avla och detta gjorde att stammens tillväxt började. (Wabakken m. fl. 2001). Att det var så få som grundade stammen gjorde att inaveln blev hög och det är den än idag eftersom ingen immigrant har kommit med nytt genetiskt material till stammen på över 15 år. (Laikre och Ryman 1991, Laikre m. fl. 1993, Liberg m. fl. 2005). Den höga inaveln leder till ärftliga skador som påvisats hos vargen och för att den skandinaviska vargstammen ska överleva måste den genetiska variationen öka. (Laikre och Ryman 1991, Laikre m. fl. 1993, Räikkönen m. fl. 2005, Pedersen m. fl. 2003, Vilà m. fl. 2003, Liberg m. fl. 2005, Seddon m. fl. 2006, Wabakken m. fl. 2007, Kojola m. fl. 2009).

Syftet med det här arbetet är att klargöra hur pass inavlad den skandinaviska vargstammen är, hur vargen skadas av inaveln och hur man kan förbättra inaveln och få bort skadorna.

Bakgrundsfakta

Vargar lever i Nordamerika, Europa, Asien samt i mellanöstern och beroende på art lever de i olika biotoper. Kroppslängden är mellan 100-150 cm, svansen är 33-51 cm lång, mankhöjden är 66-81 cm och de kan väga mellan 12 och 80 kg. Hanarna är större än honorna. Vargar lever mellan 8 och 16 år, i fångenskap kan de bli upp mot 20 år. Den varg som finns i Skandinavien lever i skog, har mörk kort päls och är medelstor. (MacDonald 1984).

Vargen är den största arten inom hunddjursfamiljen (*Canis lupus lupus*). Förutom människan (*Homo sapiens*) var den det mest spridda däggdjuret utanför tropikerna men nu är förekomsten mer begränsad, vilket främst beror på förföljelser av vargen och att dess miljöer har blivit förstörda. Vargens huvudföda är älg (*Alces alces*), hjort (*Cervidae spp.*) och ren (*Rangifer tarandus*), men på sommaren är mindre däggdjur som hare (*Lepus spp.*) och bäver (*Castor fiber*) betydelsefulla. Får (*Ovis spp.*) och renboskap fälls också av vargen på grund av att de har svårare att försvara sig än vad vilda renar har. Vargen jagar bytena i flock och bytena kan väga upp till tio gånger mer än vargen. (MacDonald 1984).

En vargfamilj är rangordnad med ett dominant avelspar och resten av familjemedlemmarna är underordnade. De underordnade är de ungar som avelsparet fått tidigare år som har valt att stanna

kvar hos sina föräldrar. De underordnade kan också vara vargar som immigrerat från en familj till en ny. (Vonholdt m. fl. 2008). Det dominanta paret parar sig två-tre gånger per dag i två veckor under parningsperioden som är mellan senhösten och senvintern. Avelsparet är kärnan i familjen och håller oftast ihop hela livet. Storleken på familjen beror på bytesdensiteten och vad för sorts byte det finns på deras territorium. Om bytet är älg kan familjen hålla fler medlemmar än om bytet är ett mindre hjortdjur. När honan varit dräktig i 61-63 dagar föder hon mellan fyra till sju ungar och efter en månad i lyan kommer de ut och vill ha mat. När det finns gott om mat i territoriet hjälper de underordnade vargarna valparna att växa men är det dåligt med mat så missgynnas valparna av de underordnade och valparna får inte tillräckligt med mat. (MacDonald 1984).

Vargar håller ett territorium där de lever. Territorierna varierar storleksmässigt från 100 km² till över 1000 km² beroende på bytesdensiteten och hålls året runt. För att hävda territorierna doftmarkeras de genom urin och skyddas genom läten. De dominanta djuren urinerar på olika föremål inom sitt territorium ungefär var tredje minut och på gränsen av territoriet urinerar de dubbelt så ofta. Detta är en effekt av att de urinerar när de stöter på någon annan familjs doftmarkering vilket de gör vid gränserna, alltså är det mycket markeringar både från egna familjen och från grannfamiljen vid gränserna. Ylningar kan höras på tio km avstånd och ofta ylar alla familjemedlemmar tillsammans (Figur 1.). Anledningen till att de ylar kan vara att de talar om för grannfamiljen vart de är någonstans för att undvika slagsmål, vilka utlöses när två familjer möts. Slagsmål slutar ofta med att en individ ur någon familj blir dödad och kvarlämnad. Grannfamiljen kan välja att svara på ylandet eller låta bli. Ibland väljer vargar att gå in i en annan familjs territorium, t.ex. på grund av matbrist i det egna territoriet, för att slåss om det territoriet. Om familjen upptäcker inkräktarna i förväg kan de retirera tyst för att undvika slagsmål. Det viktigaste för vargarna är att skydda ungarna och nyligen dödade bytesdjur och om de har det



Figur 1. Vargar som ylar. Foto: Magnus Elander, de5stora.se.

stannar de och slåss då det kommer inkräktare. Familjen är även mer benägen att skydda territoriet när familjen är stor samt under parningsperioden då de är mer aggressiva. När en familj har dödat ett byte ylar de för att undvika en oavsiktlig sammanstötning med en annan familj. Detta skulle kunna locka till sig inkräktare men den risken är mindre än en oavsiktlig sammanstötning. (MacDonald 1984).

Ensammar vargar är de som lämnat sin familj för att leta efter ett eget territorium och en hona eller hane att para sig med. Ensamvargar är diskreta; de ylar och doftmarkerar lite. När de tagit sig ett territorium börjar de yla och doftmarkera för att hävda territoriet. Ensamvargar dödas ofta av människor eller fientliga vargfamiljer. (MacDonald 1984).

Historia

Mellan 1829 och 1889 var det stor genetisk diversitet i den skandinaviska stammen och denna diversitet är jämförbar med den som finns i dagens finsk-ryska stam. Variationen på mtDNA var däremot låg i den skandinaviska stammen i jämförelse med den finsk-ryska stammens. Det kom alltså inte in mycket nytt mtDNA-material till stammen, men Y-kromosomen hade lika hög variation i de två stammarna. Detta indikerar att fler hanar än honor vandrar långt och hanar har på så vis immigrerat till den skandinaviska stammen och bidragit till den höga variationen på Y-kromosomen. Den genetiska variationen minskade från tidigt 1800-tal till mitten av 1900-talet. Differentieringen från finsk-ryska stammen börjar tidigt på 1900-talet vilket indikerar att det inte har funnits många immigranter från den finsk-ryska stammen sedan tidigt 1900-tal. Under 1940-talet kom några immigranter från den finsk-ryska stammen till den skandinaviska, vilket ledde till att differentieringen mellan stammarna minskades och det genetiska materialet ökade. Trots detta kunde inte stammen räddas eftersom det fortfarande var legalt att jaga varg i Skandinavien vid den tidpunkten. (Flagstad m. fl. 2003).

På 1960-talet konstaterades den skandinaviska vargstammen som utdöd (Wabakken m. fl. 2001). Vargar observerades i norra Skandinavien 1977/1978 men de vargarna tappade man kontakten med och man vet inte vad som hände med dem (Björvall och Nilsson 1978).

Den nuvarande Skandinaviska stammen

Åren 1982/1983 observerades två vargar i södra Skandinavien, en hona och en hane, och dessa grundade den nuvarande skandinaviska stammen. De började avla i södra Skandinavien och från 1983 till 1995 har avling skett på det territoriet varje år förutom 1986. Populationen höll sig runt tio individer och tillväxte inte mer. Ett nytt territorium som en ny immigrant hade tagit dokumenterades 1991 och avling skedde då på två olika håll. (Wabakken m. fl. 2001). Den nya immigranten avlade med en dotter från det första paret och populationen började växa snabbt och exponentiellt (Liberg m. fl. 2005, Vilà m. fl. 2003). Den illegala jakten minskade från 73% mellan 1978-1990 till 7% mellan 1991-1998 och detta tillsammans med den nya immigranten gjorde att populationen kunde tillväxa med 29% under 1991-1998. (Wabakken m. fl. 2001). Lokalt är rådjur och ren en viktig föda för vargen men den viktigaste födan är älgen och tillgång på föda hade kunnat vara en begränsande faktor för populationstillväxten under 1980-talet (Kojola m. fl. 2004, Sand m. fl. 2005, Wikenros m. fl. 2009). Älgpopulationen var dubbelt så hög

under 1980-talet jämfört med under 1990-talet då vargpopulationen ökade, alltså var brist på mat inte en begränsande faktor till varför vargpopulationen inte växte (Wabakken m. fl. 2001). En faktor som antagligen begränsade populationstillväxten var att det var svårt att hitta en partner att para sig med, innan immigranten kom, eftersom avling bara skedde på ett territorium och nära släktskap förhindrar bildningen av par (Smith m. fl. 1997). Denna mekanism är viktig hos vargar eftersom de lever i familjer där de är nära släkt med varandra. Att populationen inte växte och att avling undveks innan immigranten kom är ett tecken på att partnertillgången var en begränsande faktor (Wabakken m. fl. 2001, Vilà m. fl. 2003).

Genetisk diversitet

Genom att analysera vargars DNA kan man spåra vilka som är föräldrar till vilka avkommor och även se varifrån de tre vargarna som grundade stammen härstammar. För att se vilka avkommor som kommer från olika föräldrar tittar man på mtDNA, Y-kromosomen och X-kromosomen. Både söner och döttrar ärver DNA från mammans mtDNA, söner ärver DNA från pappans Y-kromosom och både döttrar och söner ärver DNA från både mammans och pappans X-kromosom. (Vilà m. fl. 2003).

Det finns de som påstår att den nuvarande skandinaviska stammen grundades genom att vargar släppts ut från svenska zoologiska parker med människans hjälp. Undersökningar visar att de vargar som lever fritt i Skandinavien har unika alleler som inte finns hos de vargar som är zoolevande i Sverige. Detta är en stark indikation på att de som grundade den skandinaviska stammen inte är vargar som släppts ut från zoo (Ellegren m. fl. 1996). Om man jämför generna från honan som grundade den skandinaviska stammen med gener från den finsk-ryska stammen i öster visar de att hon med 95% sannolikhet härstammar från den finsk-ryska stammen. Generna från hanen som grundade den skandinaviska stammen visar att han med 98% sannolikhet härstammar från den finsk-ryska stammen och generna från immigranten som kom 1991 visar att även han, med 99% sannolikhet, härstammar från den finsk-ryska stammen. (Vilà m. fl. 2003). Alltså immigrerade alla tre vargarna från den finsk-ryska stammen och tog sig till södra Skandinavien. Det fanns en möjlighet att det kunde ha varit de vargar som påträffades i norra Skandinavien 1977/1978 som grundade den skandinaviska stammen. Efter att ha jämfört DNA mellan de vargarna och de vargar som lever i Skandinavien kunde man konstatera att det inte är vargarna från norr som grundade den skandinaviska stammen, de hade nämligen unika alleler som inte finns i den skandinaviska stammen (Ellegren m. fl. 1996). Grundarna är alltså nya individer som vandrat från den finsk-ryska stammen till Skandinavien.

Genotyperna från de tre vargarna som grundade den skandinaviska stammen kan förklara alla alleler som finns i stammen. Första hanens rekonstruerade genotyp och honans genotyp kan

tillsammans förklara alla alleler som finns i den skandinaviska stammen före 1991. Alla vargar som föddes mellan 1983 och 1991 har DNA från samma mtDNA och alla söner har DNA från samma Y-kromosom och när man tittade på X-kromosomen kunde man se att alla som föddes under dessa år hade DNA från samma kromosom. Detta visar att det var dessa två vargar som grundade stammen. (Vilà m. fl. 2003). Honan som grundade stammen blev skjuten 1985 men avlingen förstärker i territoriet (Liberg m. fl. 2005). Döttrarna till avelsparet fick valpar som hade DNA från samma Y-kromosom som deras bröder vilket bevisar incest och att inget nytt genetiskt material kommit in i stammen (Vilà m. fl. 2003). År 1991/1992 föddes det sex valpar, alla hanar, som hade DNA från en ny Y-kromosom, detta betyder att en ny immigrant, en hane, kommit in i den skandinaviska stammen och börjat avla. Denna immigrant gjorde att det genetiska materialet ökade (Vilà m. fl. 2003). I Figur 2 nedan visas en bild på en vargvalp.



Figur 2. Vargvalp. Foto: Staffan Widstrand, de5stora.se.

Mellan 1983 och 2005 minskade medelheterozygositeten från 64% till 55% i den skandinaviska stammen. Innan immigranten kom 1991, alltså mellan 1980-1991, minskade den från 64% till 45%. Immigrantens gener gjorde att medelheterozygositeten ökade från 45% till 55%, mellan 1991 och 2005. (Vilà m. fl. 2003, Hagenblad m. fl. 2009). Immigranten kom in med nytt genetiskt material som gjorde att medelheterozygositeten inte minskade mer än vad den gjorde. Medelheterozygositeten är ungefär samma i den skandinaviska vargstammen som hos zoolevande vargar, vilka är konstaterade att de är inavlade (Ellegren m. fl. 1996, Laikre och Ryman 1991). Att medelheterozygositeten minskar är ett bevis på att stammen blir mer och mer inavlad och inavelskoefficienten visar samma sak. Inavelskoefficienten för syskon är 0,25 och de flesta individer som är födda efter 1997 ligger nära eller har högre inavelskoefficient än denna, vilket betyder att det finns individer som är mer inavlade än om två syskon parar sig. Trots detta finns endast två fall av incestavling under 1994 till 2002. (Liberg m. fl. 2003). Om inavelskoefficienten skulle öka med 0,1 och om alla kullar påverkas lika av inavel skulle tillväxthastigheten minska från 1,29 till 1,21. När detta studerades räknades inavelskoefficienten ut med hjälp av kullstorleken på vintern, vilket omfattar fekunditet och överlevnad i tidig ålder. Om inaveln

skulle påverka vargarna i andra stadier i livet, t.ex. överlevnad senare år, skulle konsekvenserna av inaveln bli ännu mer allvarliga. (Liberg m. fl. 2005).

Trots att inaveln är hög har valparna som är födda efter 1996 en oväntat hög heterozygositet. (Vilà m. fl. 2003). Detta kan bero på att vargar undviker att para sig med nära släktingar och väljer att para sig med dem som har högst heterozygositet (Vilà m. fl. 2003, Bensch m. fl. 2006). Den skandinaviska stammen har differentierat sig från den finsk-ryska stammen vilket beror på att inga immigranter har kommit in till den skandinaviska från den finsk-ryska. Jämför man de skandinaviska, finsk-ryska, lettiska och estniska stammarna med varandra har den skandinaviska differentierat sig mest av alla (Seddon och Ellegren 2004). Den genetiska variationen är mindre i den skandinaviska jämfört med den finsk-ryska (Vilà m. fl. 2003). Den starka differentieringen och den låga genetiska variationen beror dels på att det inte kommit några immigranter till stammen på över 15 år men också att det endast var tre vargar som grundade den skandinaviska stammen (Tarr m. fl. 1998).

Immigranten som kom 1991 bidrog sannolikt till att stammen började växa, inavel kunde undvikas och risken för inavelsdepression minskade. Bidraget med nytt genetiskt material var en stor hjälp för populationen men idag har det genetiska materialet minskat igen i stammen (Vilà m. fl. 2003, Liberg m. fl. 2005). Detta syns genom effekter som uppkommit när stammen blivit mer inavlade.

Skador

Vargen har beteendemekanismer som gör att de undviker inavel, dessa mekanismer kan vara att hanarna vandrar iväg från sin familj för att para sig, de undviker att para sig med nära släktingar och de väljer partners med högst heterozygositet (Smith m. fl. 1997, Bensch m. fl. 2006). Trots dessa mekanismer har skador uppkommit hos vargen, både i den skandinaviska stammen och hos de zoolevande, på grund av inavel.

Studier som gjorts på zoolevande vargar i Skandinavien visar att vargarna är inavlade och lider av inavelsdepression. Det visar sig genom att valparna har minskad vikt, genom negativ effekt på fekunditeten samt livslängden och man har även hittat en allel som är ärftlig och som orsakar ögonskador (Laikre och Ryman 1991, Laikre m. fl. 1993). De djur som har skador på ögat har olika skador; gråstarr, fel på näthinnan samt onormala blodkärl i näthinnan och glaskroppen. Dessa skador leder till att synen reduceras eller att vargen blir helt blind. Att en varg är blind kan vara svårt att upptäcka eftersom den lär sig att hitta och verkar uppträda normalt. Genen som orsakar ögonskadorna är antagligen en autosomal recessiv allel. Autosomal betyder att allelen nedärvs oberoende av kön och att den är recessiv betyder att allelen måste ärvas från både mamman och pappan för att valpen ska få fenotypen, ögonskadan. De som utförde denna studie

tror att man kan undvika den aktuella allelen utan att förlora för mycket genetisk variation, och detta är det svåra. Man vill undvika allelen som orsakar ögonskador men då förlorar man samtidigt genetiskt material och det är dåligt eftersom den skandinaviska vargstammen redan har låg genetisk variation. (Laikre m. fl. 1993).

En annan studie som utförts på vargar i den skandinaviska vargstammen visar att när inavelskoefficienten ökar så minskar kullstorlekarna. (Liberg m. fl. 2005).

En sjuårig alfa-hane hittades 1999 med förlamade bakben. Detta hade uppstått på grund av att han hade skolios som orsakade ett tryck på ryggmärgen. Det har även påträffats individer som har haft medfödda hjärtdefekter (Räikkönen m. fl. 2005). Flera olika missbildningar av ryggraden har hittats i den skandinaviska vargstammen och de är korrelerade med andra missbildningar i ryggen som canda equina syndrom (CES) (Räikkönen m. fl. 2005, Morgan m. fl. 1993). CES är ett resultat av att cauda equinas nervrötter, som finns i ryggmärgen, får tryck på sig och trycket gör att nervrötterna antingen trycks samman, förstörs eller förskjuts. Denna sjukdom uttrycks genom att vargen får svårigheter att gå, svårt att röra på svansen, förlorad muskelmassa som resulterar i att bakbenen blir svagare och svansen blir sladdrig, urinering och avföring blir okontrollerad och i värsta fall kan det leda till förlamning (Morgan 2000). Dessa missbildningar är allvarliga eftersom de är ärftliga (Morgan m. fl. 1993). Hur missbildningarna påverkar individerna vet man inte men det är sannolikt att de påverkar livskraften eftersom flexibilitet och rörelseförmågan är väldigt viktig för vargens överlevnad (Räikkönen m. fl. 2005). Missbildningar av ryggraden förekommer i signifikant högre frekvens hos den skandinaviska vargstammen än i den finsk-ryska och kan vara en indikator på inavelsdepression. (Räikkönen m. fl. 2005). Det finns de som anser att man ska avsluta arbetet med bevarandet av vargen i Skandinavien eftersom den är inavlad, gener försvinner snabbt och att det förekommer skador på grund av inaveln (Laikre m. fl. 1993, Räikkönen m. fl. 2005). Studier som gjorts på Florida-panter (*Puma concolor coryi*) visar att en population som har låg genetisk variation kan räddas. I den isolerade populationen man studerade hade pantern missbildningar på ryggkotorna på grund av den låga genetiska variationen. När immigranter fördes till populationen kom de med nytt genetiskt material och frekvensen av missbildningarna minskade kraftigt (Hedrick 2001).

Åtgärder

Anledningen till att vargarna har minskat i antal världen över beror på att deras habitat förstörts och att människan har förföljt dem (Ellegren m. fl. 1996). Nu har vargarna återkommit till Skandinavien men ett annat problem har uppstått, inavel. För att den skandinaviska stammen ska överleva behövs immigranter som kommer med nytt genetiskt material, bara några få immigranter kan vara högst fördelaktigt för att minska inaveln i stammen (Pedersen m. fl. 2003,

Vilà m. fl. 2003, Liberg m. fl. 2005, Seddon m. fl. 2006, Wabakken m. fl. 2007, Kojola m. fl. 2009). För att den genetiska situationen ska bli bättre måste immigranterna avla sig, först då kommer det in nytt genetiskt material i stammen (Vilà m. fl. 2003, Seddon m. fl. 2006). För att upprätthålla den genetiska variationen i den skandinaviska vargstammen behövs det 1-2 immigranter i varje generation, alltså vart femte år, och vargstammen skulle behöva vara 200 individer (Pedersen m. fl. 2003, Kojola m. fl. 2009).



Figur 3. Varg som blivit skjuten. Foto: Staffan Widstrand, de5stora.se.

Den närmaste grannstammen är den finsk-ryska stammen som ligger 700-1000 km bort från den skandinaviska vargstammen. I norra delarna av Norge, Sverige och Finland ligger den spridningskorridor som vargarna måste ta för att komma till Skandinavien och där ligger även stora areor av renskötselområden. Detta försvårar immigrationen eftersom renskötarna inte vill ha varg bland deras renboskap på grund av predationsrisken, vilket visas i Figur 3 (Seddon m. fl. 2006). Det som behövs för att vargarna lättare ska kunna immigrera till Skandinavien är en ökad tolerans i norr vid renskötselområdena. Detta är svårt eftersom vargarna medför extra arbete när de bryter upp renhjordar och jagar dem som byte, vilket inte är konstigt att de gör eftersom det är högre densitet av renar i dessa områden och de är ett lättare byte. Man måste också öka förståelsen av interaktionen mellan spridningsavstånden och beteende samt hur viktigt det är att vargarna kan sprida sig (Kojola m. fl. 2009). Om toleransen inte skulle öka finns det en möjlighet att med människans hjälp förflytta vargar från den finsk-ryska stammen till den skandinaviska (Kojola m. fl. 2009).

Vandring

Vargar är långdistansvandrare och på grund av det finns det en möjlighet att vargar från den finsk-ryska stammen ska kunna ta sig till den skandinaviska stammen så att nytt genetiskt material kommer in (Figur 4). Det finns två vägar för vargarna från den finsk-ryska stammen att ta sig till den skandinaviska stammen. Den ena, som är ungefär 700 km lång, kan vargarna ta när Bottenviken är fryst. De måste då gå över 45-75 km is beroende på hur kall vintern är, de senaste åren har det varit 75 km. Den andra vägen de finsk-ryska vargarna kan ta är landvägen via norra Finland, norra Sverige och norra Norge som är ungefär 800 km lång (Linell m. fl. 2005). Problemet med den vägen är att vargarna måste vandra över stora områden med renskötselområden. Dessa områden innebär stor risk för vargen att bli skjuten eftersom

renskötarna inte vill ha vargen nära sin renboskap (Wabakken m. fl. 2007, Kojola m. fl. 2009). För att immigranter ska lyckas ta sig till den skandinaviska stammen behövs mer skydd för vargarna i renskötselområdena (Wabakken m. fl. 2007). En studie som utfördes på finsk-ryska vargar visar att flera vargar vandrar över 800 km, vilket skulle räcka för att nå den skandinaviska stammen. På grund av vargens snirkliga vandringmönster nådde dessa vargar aldrig fram. Det hade de gjort om de hade gått rakt på. Vargarna i studien vandrade också till Bottenviken men då de kom fram hade isen redan smält och de hade ingen möjlighet att välja vägen över viken för att komma till Sverige. Alla vargar som vandrade in i renskötselområde blev skjutna innan de hunnit reproducera sig (Kojola m. fl. 2009). Den längsta dokumenterade sträckan som en varg har vandrat är 1092 km. Det var en hona som vandrade från Norge och var på väg mot nordöst när hon blev skjuten legalt nära den ryska gränsen (Wabakken m. fl. 2007). I den skandinaviska stammen är det ingen brist på mat eller territorium så anledningen till att den här vargen vandrade



Figur 4. Vandrande vargar. Foto: Staffan Widstrand, de5stora.se.

så långt var antagligen att hon inte hittade någon partner (Wabakken m. fl. 2001). För att vargar ska kunna immigrera till Skandinavien måste de kunna vandra långt och det är inte bara avståndet som hindrar immigranter från att komma. Den höga avskjutningen i renskötselområdena och Bottenviken som geografiskt hinder är också orsaker till att få immigranter kommer till Skandinavien. (Vilà m. fl. 2003, Liberg m. fl. 2005, Kojola m. fl. 2009).

Potentiella immigranter

Mellan 2002 och 2005 påträffades 14 vargar som befann sig norr om den skandinaviska stammen och väster om den finsk-ryska stammen. Dessa vargar var antingen finska vargar som vandrat iväg en bit men som fortfarande håller sig på de finska markerna, skandinaviska vargar som vandrat iväg norrut eller finska vargar som är på väg mot den skandinaviska stammen vilket skulle vara det bästa alternativet. Vargarna var potentiella immigranter på väg mot Skandinavien och de undersöktes genetiskt för att bekräfta eventuell immigration. Undersökningen visade att tio av vargarna var från den skandinaviska stammen och hade rört sig norrut och fyra vargar var från den finsk-ryska stammen, varav alla var hanar. När möjliga immigranter identifieras kan beslut tas om att de ska skyddas. Planen fanns att förflytta immigrant N0125 till den skandinaviska stammen men tillstånd för förflyttning fick man inte. Istället skyddades varghanen genom radiospårning och rörelseövervakning som skulle hjälpa honom att överleva. Positionen

för N0125 tappades bort och det är oklart vad som hände med denna individ. Individ N177 stannade i en by där den attackerade hundar och efter misslyckade försök att jaga bort vargen sköts den legalt. Den tredje av de fyra vargarna, N178, sköts illegalt efter att en ansökan om avskjutning hade fått avslag. Den enda av de fyra som fortfarande lever är N180 och analyser visar att denna varghane rört sig mer västerut men det garanterar inte att den överlever eller kommer att interagera med den skandinaviska stammen. (Seddon m. fl. 2006).

Reintroduceringen av varg i Yellowstone nationalpark

Att återinföra en art till ett område där de tidigare levtt naturligt, men som de blivit utrotade från innebär att man restaurerar naturen som blivit förändrad av människan. Återinföring av arter misslyckas ibland på grund av oerfarenhet av återinföring av individer uppfödda under fångenskap, att återinsättningen sker där individerna inte har funnits tidigare eller för långt bort från den plats där de funnits tidigare, att kvalitén på habitatet är för dåliga eller att det är för få individer som grundar den nya stammen (Griffith m. fl. 1989, Wolf m. fl. 1998). För att maximera den genetiska variationen under återhämtningsprocessen måste de faktorer som påverkar den genetiska strukturen hos arten ingå i beräkningarna. Hos vargar påverkas populationsstrukturen av hur individer av olika kön och släktskap vandrar mellan populationer och på så vis undviker inavel (Sugg m. fl. 1996, Smith m. fl. 1997).

Vargen återinfördes till Yellowstone nationalpark (YNP) år 1995/1996 efter att ha varit utrotad från området i 70 år (Bergstrom m. fl. 2009, Fritts m. fl. 1997). Vargarna som återinfördes härstammade från Kanada där de levde vilt och några härstammade även från nordvästra Montana där även de levde vilt. Vargarna förflyttades till YNP där de skulle börja avla (Vonholdt m. fl. 2008). För att upprätthålla en bra genetiska variation följdes vissa strategiska riktlinjer, vilka var att välja ett lämpligt antal vargar från två olika populationer för att grunda den nya stammen och återinföra familjegrupper för att få social stabilitet och för att reproduktionen skulle börja så tidigt som möjligt (Fritts m. fl. 1997). Populationen i YNP växte snabbt på grund av den höga bytestillgången och för att det inte finns mycket människor i området (Fritts m. fl. 1997). Att återinföringen av varg i YNP hade så stor framgång ger en unik möjlighet att förstå avlingsmönster och sociala strukturers roll för att bevara den genetiska variationen i en population (Vonholdt m. fl. 2008).

Populationstillväxten i stammen var till en början mycket hög, under 1995-1997 ökade populationen med 40-50% per år, och under 1999-2003 fortsatte den att öka med 10-15% per år (Vonholdt m. fl. 2008). Emigration har förekommit från YNP vilket har medfört att ett territorium har bildats utanför nationalparken i Greater yellowstone area (GYA). Det har inte observerats någon immigration till YNP och det har heller inte upptäckts vid genetiska undersökningar av vargarna i nationalparken, alla vargar härstammar från de vargar som grundade populationen. När vargarna från Montana kom till YNP kom det nytt genetiskt material till stammen och under den tioåriga studieperioden höll sig den genetiska variationen och heterozygositeten hög och inaveln var nära 0 (Vonholdt m. fl. 2008). Tre fall av inavel upptäcktes under studieperioden. Ett fall var en moster och brorson som parade sig. Mosterns partner dog

innan parningssäsongen och kvar i familjen var bara brorsonen; detta var 1997 då det var svårt att hitta någon att para sig med. I det andra fallet skedde parning mellan morfar och barnbarn. Morfaderns partner dog under parningssäsongen och kvar i familjen fanns bara honor som morfadern var släkt med. I det sista fallet var det två syskon som parade sig med varandra. De två syskonen fick ta hand om de tio föräldralösa valparna som man tagit från Montana och detta resulterade i det enda fallet då två syskon parade sig i YNP (Vonholdt m. fl. 2008). Antal möjliga tillfällen att para sig med en släkting var 10% år 1997. År 2004 hade denna siffra stigit till 59% allt eftersom populationen ökade. Eftersom inaveln inte ökade samtidigt som möjligheten att para sig med en släkting ökade visar det att vargarna undviker att para sig med en släkting (Vonholdt m. fl. 2008). Man förväntar sig att den genetiska heterozygositeten ska minska och inaveln ska öka i en liten isolerad population av konstant storlek. För populationen i YNP behöver det vara 600 individer för att inte heterozygositeten och inaveln ska minska respektive öka med mer än 5% över 100 år. Det behövs ungefär 12 immigranter per år för att förebygga minskningen av heterozygositeten och ökningen av inaveln (Vonholdt m. fl. 2008). Den genetiska variationen minskade inte och inaveln ökade inte i YNP under studieperioden, trots att inga vargar immigrerade (Vonholdt m. fl. 2008). Detta beror antagligen på att populationen expanderade snabbt, vargar undviker att para sig med släktingar och att det var så pass många vargar som grundade populationen (Sugg m. fl. 1996, Smith m. fl. 1997, Bensch m. fl. 2006, Vonholdt m. fl. 2008).



Figur 5. En varg i rätt habitat. Foto: Magnus Elander, de5stora.se.

Reintroducering

Flera faktorer påverkar om och hur en reintroducering fungerar. Det är bra att veta hur den genetiska variationen ser ut i populationen som grundar den nya stammen; variationen ska vara hög och den population som ska grunda stammen ska vara stor (Ellegren 1999, Vonholdt m. fl. 2008). Beräkningar måste utföras för att bestämma antalet vargar som är lämpligt för att grunda den nya stammen för att den genetiska variationen ska bli bra (Vonholdt m. fl. 2008). Man måste ge vargarna möjligheten att kunna välja partner och det gör man genom att ha områden med habitat av hög kvalitet så familjer kan leva tillsammans i angränsande territorium, området ska vara stort och det ska vara hög genetisk variation. När de inte kan välja partner kan det bli så att de måste para sig med någon de är släkt med vilket leder till inavel, om så är fallet väljer de att para sig med dem med högst heterozygositet (Bensch m. fl. 2006, Vonholdt m. fl. 2008). Det är också bra om det finns möjlighet till

immigration för att på så sätt öka den genetiska variationen i stammen över tiden. Om stora områden, habitat av hög kvalité, immigranter eller genetisk variation inte är tillgängligt kan förflyttning av individer från en stam till en annan lösa problemen med låg genetisk variation eller också kan man skapa korridorer mellan stammar som har rätt habitat för att hjälpa vargens spridning. Det kan också behövas extra skydd och restaurering av habitat för att hjälpa vargens överlevnad (Figur 5) (Vonholdt m. fl. 2008). När vargen återinförts måste man se till att de kan bevara sitt naturliga beteende för att undvika inavel och för att familjebildning ska fungera. Man måste också undersöka genetisk data för att se hur populationsstrukturen, minimal populationsstorlek och hur isolerad populationen kan vara för att hålla populationen frisk (Vonholdt m. fl. 2008).

Diskussion

Det är bevisat att den skandinaviska vargstammen är inavlad och har fått ärftliga skador på grund av den låga genetiska variationen, skador som vargarna dör av (Laikre och Ryman 1991, Laikre m. fl. 1993, Räikkönen m. fl. 2005). Alternativen som finns för att öka den genetiska variationen är att undvika att de gener som ger skador på vargarna förs vidare genom kontrollerad avskjutning, låta stammen växa sig större, vänta på att vargar ska immigrera naturligt eller hjälpa immigranter att komma till den skandinaviska stammen. Man kan minska de skadliga genernas frekvens i stammen genom att ha en kontrollerad jakt där vargar med dessa gener skjuts av istället för en slumpmässig jakt där vargar med friska gener kan bli skjutna. Problemet är då att gener försvinner vilket är ofördelaktigt, särskilt i en stam som redan har låg genetisk variation. När Laikre m. fl. (1993) utförde sin studie på zoolevande vargar som uppvisade gener som orsakade ärftlig blindhet trodde de att man skulle kunna ta bort dessa gener utan att för mycket genetiskt material gick förlorat. Nu har nya studier visat att det även finns gener som ger ärftliga missbildningar på ryggraden som kan orsaka förlamning. För att stammen ska ha en framtid måste också dessa gener tas bort och då går ännu mer genetiskt material förlorat och inaveln skulle bli ännu värre. Att ta bort de skadliga generna samtidigt som nytt genetiskt material kommer till stammen skulle vara ett väldigt fördelaktigt alternativ för att öka den genetiska variationen. Om stammen tillåts växa sig större skulle de gener som finns i dagens stam utgöra den stora stammen. Problemen med inavel skulle egentligen inte få någon lösning. Det skulle säkert hjälpa eftersom vargarna väljer att para sig med dem med hög heterozygositet, men både inaveln och de skador som finns inom stammen kommer att finnas kvar (Bensch m. fl. 2006). Dessutom skulle stammen behöva växa sig väldigt stor för att vargstammen skulle förbättras och detta är väldigt svårt på grund av det motstånd som finns mot varg i Skandinavien idag.

Det som måste ske, som flera forskare är överens om, är att immigranter måste komma till stammen och börja avla. (Pedersen m. fl. 2003, Vilà m. fl. 2003, Liberg m. fl. 2005, Seddon m. fl. 2006, Wabakken m. fl. 2007, Kojola m. fl. 2009). Det har visats förut i både den skandinaviska vargstammen och i andra studier utomlands på andra arter, att immigranter kan lösa problemen med inavel. Frågan är hur man ska gå till väga för att få immigranterna till Skandinavien. En del tycker att immigranterna ska vandra till Skandinavien naturligt utan hjälp från människan. Om de inte klarar av det är det naturligt att den skandinaviska vargstammen dör ut. Samtidigt är det inte naturligt att vargar blir skjutna för att de vandrar in i renskötseområdena som finns i norr och om vargarna skulle få passera utan att bli skjutna skulle antagligen immigranter komma naturligt till Skandinavien. Så länge den låga toleransen för vargarna är oförändrad i norr kommer det vara mycket svårt för immigranterna att ta sig till Skandinavien utan människans hjälp. Jag tycker att ett bra alternativ för att rädda den skandinaviska vargstammen är att hjälpa immigranter till Skandinavien. Antingen förflyttar man vargar från exempelvis den finsk-ryska stammen till Skandinavien eller så gör man korridorer i norr med rätt habitat och extra skydd till vargen för att den ska kunna sprida sig på egen hand.

Om en varg förflyttas från den finsk-ryska stammen till Skandinavien är det säkert att det kommer en immigrant, det är lätt att följa upp hur den mår, om den parar sig och man kan följa upp immigrantens avkomma och kolla deras gener. Detta är möjligt då det finns en stam som är bra att ta immigranter ifrån, den finsk-ryska, som har bra genetisk variation och är kraftfull. Det finns även territorium och mat som räcker för att tillhandahålla immigranter (Wabakken m. fl. 2001).

För att kunna hjälpa immigranter till Skandinavien behöver toleransen mot vargen höjas. Den legala vargjakten i Sverige 2009 var ett försök till detta och hur toleransen har förändrats kommer att redovisas i en utvärdering.

Jag tycker att det bästa alternativet för att öka den genetiska variationen och därmed rädda den skandinaviska vargstammen från utrotning skulle vara att införa kontrollerad jakt med avskjutning av de vargar som har skadliga gener och samtidigt föra in immigranter, antingen genom skyddande korridorer eller genom transport, för att få in nytt genetiskt material till stammen.

Tack

Tack till Emma Hällqvist, Stefan Holmberg, Linus Wikström, Anna-Kristina Brunberg, Cecilia Johnsson, Eva Lena Johnsson och Sofia Forsling för alla era värdefulla kommentarer och uppmuntrande ord.

Referenser

- Bensch S, Andren H, Hansson B, Pedersen HC, Sand H, Sejberg D, Wabakken P, Åkesson M, Liberg O. 2006. Selection for heterozygosity gives hope to a wild population of inbred wolves. *Public library of science* 1: e72.
- Bergstrom BJ, Vignieri S, Sheffield SR, Sechrest W, Carlson AA. 2009. The northern Rocky mountain gray wolf is not yet recovered. *Bioscience* 59: 991-999.
- Bjärvall A, Nilsson E. 1978. 8-9 olika vargar spårades I vintras-undersökning ger besked om hur de levde. *Svensk jakt* 116: 894-897.
- Ellegren H, Savolainen P, Rosen B. 1996. The genetical history of an isolated population of the endangered grey wolf *Canis lupus*: a study of nuclear and mitochondrial polymorphisms. *Philosophical transactions of the royal society* 351: 1661-1669.
- Ellegren H. 1999. Inbreeding and relatedness in Scandinavian grey wolves *Canis lupus*. *Hereditas* 130: 239-244.
- Flagstad Ø, Walker CW, Vilá C, Sundqvist AK, Fernholm B, Hufthammer AK, Wiig Ø, Koyola I, Ellegren H. 2003. Two centuries of the Scandinavian wolf population: patterns of genetic variability and migration during an era of dramatic decline. *Molecular ecology* 12: 869-880.
- Fritts SH, Bangs EE, Fontaine JA, Johnson MR, Phillips MK, Koch ED, Gunson JR. 1997. Planning and implementing a reintroduction of wolves to Yellowstone national park and central Idaho. *Restoration ecology* 5: 7-27.
- Griffith B, Scott JM, Carpenter JW, Reed C. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245: 477-480.
- Hagenblad J, Olsson M, Parker HG, Ostrand EA, Ellegren H. 2009. Population genomics of the inbred Scandinavian wolf. *Molecular Ecology* 18: 1341-1351.
- Hedrick PW. 2001. Conservation genetics: where are we now? *Trends in ecology and evolution* 16: 629-636.
- Kojola I, Kaartinen S, Hakala A, Heikkinen S, Voipio HM. 2009. Dispersal behavior and the connectivity between wolf populations in northern Europe. *Journal of wildlife management* 73: 309-313.
- Kojola I, Huitu O, Toppinen K, Heikura K, Heikkinen S, Ronkainen S. 2004. Predation on European wild forest reindeer (*Rangifer tarandus*) by wolves (*Canis lupus*) in Finland. *Journal of zoology* 263: 229-235.
- Laikre L, Ryman N. 1991. Inbreeding depression in a captive wolf (*Canis lupus*) population. *Conservation biology* 5: 33-40.
- Laikre L, Ryman N, Thompson EA. 1993. Hereditary blindness in a captive wolf (*Canis lupus*) population: frequency reduction of a deleterious allele in relation to gene conservation. *Conservation biology* 7: 592-601.
- Liberg O, Andrén H, Pedersen HC, Sand H, Sejberg D, Wabakken P, Åkesson M, Bensch S. 2005. Severe inbreeding depression in a wild wolf *Canis lupus* population. *Biology letters* 1: 17-20.

- Linell JDC, Brøseth H, Solberg EJ, Brainerd SM. 2005. The origins of the southern Scandinavian wolf *Canis lupus* population: potential for natural immigration in relation to dispersal distance, geography and Baltic ice. *Wildlife Biology* 11: 383-391.
- MacDonald DW. 1984. Jordens djur. 1, Rovdjuren: De viktigaste landlevande rovdjuren. 1:a uppl. Bonnier fakta, Stockholm.
- Morgan JP. 2000. Lumbosacral disease I: Morgan JP, Wind A, Davidson AP (red.). Hereditary bone and joint disease in the dog, ss. 209-226. Schlütersche, Hannover.
- Morgan JP, Bahr A, Franti CE, Bailey CS. 1993. Lumbosacral transitional vertebrae as a predisposing cause of cauda equine syndrome in German shepherd dogs: 161 cases (1987-1990). *Journal of the American veterinary medical association* 202: 1877-1882.
- Pedersen HC, Brainerd SM, Liberg O, Sand H, Wabakken P. 2003. Wolf-Population dynamics, viability and effects of alpha-individual loss. *NINA Fagrapport* 61: 89pp.
- Räikkönen J, Bignert A, Mortensen P, Fernholm B. 2005. Congenital defects in a highly inbred wild wolf population (*Canis lupus*). *Mammalian biology* 71: 65-73.
- Sand M, Zimmerman B, Wabakken P, Andren H, Pedersen HC. 2005. Using GPS technology and GIS cluster analyses to estimate kill rates in wolf-ungulate ecosystems. *Wildlife society bulletin* 33: 914-925.
- Seddon JM, Ellegren H. 2004. A temporal analysis shows major histocompatibility complex loci in the Scandinavian wolf population are consistent with neutral evolution. *Proceedings of the royal society* 271: 2283-2291.
- Seddon JM, Sundqvist AK, Björnerfeldt S, Ellegren H. 2006. Genetic identification of immigrants to the Scandinavian wolf population. *Conservation Genetics* 7: 225-230.
- Smith D, Meier T, Geffen E, Mech LD, Burch JW, Adams LG, Wayne RK. 1997. Is incest common in gray wolf packs? *Behavioral ecology*. 8: 384-391
- Sugg DW, Chesser RK, Dobson FS, Hoogland JL. 1996. Population genetics meets behavioral ecology. *Trends in ecology och evolution* 11: 338-342.
- Tarr CL, Conant S, Fleischer RC. 1998. Founder events and variation at microsatellite loci in an insular passerine bird, the Laysan finch (*Telespiza cantans*). *Molecular ecology* 7: 719-731
- Vilá C, Sundqvist AK, Flagstad Ø, Seddon J, Björnerfeldt S, Kojola I, Casulli A, Sand H, Wabakken P, Ellegren H. 2003. Rescue of a severely bottlenecked wolf (*Canis lupus*) population by a single immigrant. *Proceedings of the royal society biological science* 270: 91-97.
- Vonholdt MB, Stahler DR, Smith WD, Earl DA, Pollinger JP, Wayne KR. 2008. The genealogy and genetic viability of reintroduced Yellowstone grey wolves. *Molecular ecology* 17: 252-274.
- Wabakken P, Sand H, Liberg O, Bjärvall A. 2001. The recovery, distribution, and population dynamics of wolves on the Scandinavian peninsula, 1978-1998. *Canadian journal of zoology* 79: 710-725.
- Wabakken P, Sand H, Kojola I, Zimmerman B, Arnemo JM, Pedersen HC, Liberg O. 2007. Multistage, long-range natal dispersal by a GPS-collared Scandinavian wolf. *Journal of wildlife management* 71: 1631-1634.

- Wikenros C, Sand H, Wabakken P, Liberg O, Pedersen HC. 2009. Wolf predation on moose and roe deer: chase distances and outcome of encounters. *Acta Theriologica* 54: 207-218.
- Wolf CM, Garland T, Griffith B. 1998. Predictors of avian and mammalian translocation success: reanalysis with phylogenetically independent contrasts. *Biological conservation* 86: 243-255.