

Projektrapport för forskningsprojekt finansierade
via Naturvårdsverkets medel ur Viltvårdsfonden

Skandinavisk varg - konnektivitet, populationstrend och ekosystemeffekter

802-0113-17

Håkan Sand, Camilla Wikenros, Mikael Åkesson
Rapportförfattare och medförfattare

2018-12-30

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Inledning	5
Metodik	6
Resultat och diskussion	7
Pågående arbeten	15
Nytta för förvaltningen – slutsatser och förslag	16
Referenser	17
Publikationer	18
Finansiering	19

Sammanfattning

Vargforskningsprojektet har under 2018 producerat totalt 16 publikationer varav 6 vetenskapliga artiklar, 3 rapporter, 4 master uppsatser, 1 kunskapssammanställning samt 2 populärvetenskaplig artikel. Studierna hanterar ett flertal olika aspekter på vargens och vargpopulationens ekologi såsom framtida etableringsmönster och riskområden, flockdynamik, studier av inavel, predationsmönster, effekter av olika jakttryck på populationen samt vargens inverkan på lägre nivåer i näringskedjan.

En undersökning av habitatval hos 53 björnar och 7 vargar (alla försedda med GPS-sändare) med överlappande hemområden i Sverige under senvintern/våren visade att båda arterna till viss del valde olika typer av habitat i deras hemområden. Vargarna tenderade att välja områden med hög förekomst av ungsogor och bruten terräng i större grad än vad björnarna gjorde, vilket troligen återspeglar deras olika krav på livsmiljö och födoval.

En studie som undersökte om vargarnas val av etableringsområde visade att de individer som är uppväxta i områden med relativt sett högre grad av mänsklig aktivitet väljer att etablera sig i områden med lägre grad av mänsklig aktivitet.

En modell av potentiella risk- och kolonisationsområden för varg i framtiden i Skandinavien visade att det finns biologiska förutsättningar för att vargen kan ockupera i stort sett hela Skandinavien. Denna potentiella utbredning påverkas främst av risken för olika typer av dödlighet orsakade av människan såsom legal och illegal jakt samt till viss del av trafik i områden med hög trafikintensitet. Trots att de flesta områden erbjuder goda biologiska förutsättningar för vargförekomst så finns det inga områden med både goda biologiska förutsättning och låg risk för dödlighet.

En detaljerat studie av inavel sett över hela genomet i den delvis isolerade skandinaviska vargpopulationen illustrerar konsekvenserna av kraftig inavel. Denna studie visade även att den realiserade inaveln för hela arvsmassan var starkt korrelerad med den inavelskoefficient som uppskattats utifrån släkträdets över den Skandinaviska vargpopulationen. Släkträdets kan därför fortsättningsvis användas för att beräkna förändringar i inavelsnivå i populationen och inavelsgrad för enskilda individer.

En studie av gruppdynamik och social organisering hos Skandinavisk varg visade att medelavståndet mellan valpar och kullsyskon samt mellan valpar och de vuxna djuren blev större under parningsperioden i februari/mars och detta avstånd bibehölls eller ökade fram till ynglingen i april/maj. Resultaten har betydelse för inventeringen av varg som delvis har som målsättning att beräkna

antalet vargar och reproduktioner i populationen men kan även ha betydelse för planering och genomförande av en effektiv jakt på varg i framtiden.

Flera studier har undersökt om förekomsten av varg påverkar älgarnas habitatval, reducerar älgbetesskador och ökar förekomsten av lövträd i Skandinavien. Resultaten stödjer ej hypotesen om att återkolonisationen av varg skulle ha resulterat i tri-trofiska kaskadeffekter med ett reducerat betestryck på för älgen viktiga betesväxter. Våra resultat stödjer uppfattningen att stora rovdjur kommer att ha en låg potential för effekter på andra trofiska nivåer i områden med stark mänsklig påverkan vilket är typiskt för de flesta av de områden som nu återkoloniserats av stora rovdjur. Den bakomliggande orsaken till detta är sannolikt ett högt jakttryck på både rovdjur och bytesdjur samt ett intensivt skogs- och jordbruk som skapar förutsättningar för höga tätheter av bytesdjur.

Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2019 visar att för Sveriges del är det tveksamt om populationen kommer att uppnå beståndsmålet på minst 300 vargar inventeringsåret 2018/19 även utan jakt. Det mest positiva scenariot (tillväxt baserad på medelvärdet för de senaste fem åren, dvs. 11 %) visar att medelvärdet för bruttopopulationen den kommande hösten utan jakt är 298 vargar.

Inledning

Stora rovdjur framhålls ofta som avgörande för biodiversitet och ekosystemens funktion genom deras potential att påverka flera trofiska nivåer i näringskedjan, en hypotes som huvudsakligen baseras på studier i av människan opåverkade miljöer. Men i de flesta fall sker återkolonisation av stora rovdjur i miljöer som är mer eller mindre påverkade av människan (1). Detta faktum har konsekvenser för den ekologiska rollen som stora rovdjur kan komma att ha i dessa miljöer. Detta omfattar både deras påverkan på bytesdjur och interaktioner med andra arter på olika nivåer i näringskedjan men medför även konsekvenser i den praktiska förvaltningen av rovdjur.

Vår forskning har definierat fyra olika studieområden som är av särskilt intresse för varg i Skandinavien och som vi fokuserar vår forskning på. För det första så är denna population exponerad för en hög grad av inavel som ett resultat av en begränsad kontakt med den östliga populationen (2, 3). För det andra, så har populationstillväxten reducerats avsevärt under den senaste femårsperioden och som under vissa år till och med har uppvisat stagnation eller varit negativ (4, 5). För det tredje, under de senaste 10-15 åren så har populationens storlek ökad medan utbredningsområdet har varit i stor sett konstant (5). För det fjärde, återkomsten av varg har resulterat i viktiga effekter på ekosystemet genom interaktioner med andra arter (6, 7, 8, 9), påverkan på bytespopulationerna (10, 11), och på jaktuttaget av en för människan viktig jaktbar resurs - älg (12).

För den svenska förvaltningen av varg är ett av de huvudsakliga målen att populationen uppnår och bibehåller en sk gynnsam bevarandestatus (GYBS) i syfte att erhålla en långsiktig livskraftighet enligt EU:s habitatdirektiv (17). Detta innebär i praktiken en invandring av minst två reproducerande individer per femårsperiod (= en varggeneration) (2, 13). Trots att invandringen till Skandinavien hittills har varit tillräcklig för att uppfylla detta kriterium så har den karakteriserats av hög oregelbundenhet och stor risk för dödlighet för dessa invandrare (2). Orsakerna till denna oregelbundenhet och höga dödlighet bland invandrande vargar är ej tidigare kända trots att detta utgör en mycket viktig faktor i förvaltningen. En möjlig förklaring är att invandringsfrekvensen är helt eller delvis kopplad till förändringar i populationsstorleken och den geografiska fördelningen av varg i Finland, Ryssland och Baltikum.

En målsättning för detta forskningsprojekt är därför att undersöka det geografiska ursprunget av invandrande vargar samt hur invandringen är kopplad till populationsvariationer i tid och rum hos dessa källpopulationer. En annan viktig målsättning för förvaltningen av varg i Sverige är att reducera omfattningen av illegal jakt (13). I vilken

omfattning som de senaste årens begränsade tillväxt (5) är ett resultat av konkurrens, demografisk slumpmässighet eller omfattning av legal och illegal jakt är ej klarlagt. Betydelsen av illegal jakt stöds av nyligen genomförda studier av både genetisk identifiering och av radiomärkta vargar i Skandinavien (14, 15) men även i Finland (16) där populationen har genomgått betydligt mer omfattande fluktuationer under den senaste 10-års perioden. För att utvärdera orsakerna till den variabla trenden i populationsutveckling krävs fortsatta studier av demografi och framförallt dödlighet. Dessa studier kräver både märkning av individer som kan följas under längre tid och DNA-analyser av material insamlat under inventeringen.

Trots att ett av förvaltningsmålen har varit att vargpopulationen skall kunna expandera söder och österut i Sverige så har denna process varit obetydligt eller mycket svag. Istället har populationen karakteriserats av en ökning i de centrala delarna av utbredningsområdet. Denna process tycks i vissa områden ha skett i samband med en tydlig nedgång i jaktuttaget på älg, en reducering av revirens storlek samt en kollisionen av järv i vargpopulationens norra utbredningsområde. En målsättning i vårt forskningsarbete är därför att undersöka om dessa samband har en bakomliggande orsaksförklaring samt hur detta påverkar möjligheterna till en flerartsförvaltning.

Metodik

Vargar fångas från helikopter och utrustas med GPS/GSM-halsband (18). Forskningsprojektet har utvärderats och godkänts av den svenska djurförsöksetiska nämnden (C 407/12). Populationsstorlek och antal reproduktioner (rekrytering) beräknas årligen från inventeringar under vintern. Dessa sker med hjälp av en kombination av snöspårning, GPS-data från märkta individer samt DNA-analyser av insamlade spillningar (snöspårning och spillningar samlas främst in genom Länsstyrelsernas övervakning). Kullstorlek under sommaren bestäms av DNA-analyser av valpspillningar som samlats in vid lyor och/eller genom direkt räkning av antalet valpar vid lyor i maj. DNA-analyser av blod eller andra vävnadsprover från sövda och döda vargar samt icke-invasiva prover (spillning, urin, hår) som samlats in under snöspårning och andra fältaktiviteter utförs vid DNA-laboratoriet på Grimsö. Predationsmönster (antal och typ av vargdödade bytesdjur) studeras under 6-8 veckor långa perioder med intensiv GPS-positionering (1-2 positioner / timme) av GPS-försedda vargar i kombination med snöspårning (19). Populationstäthet och fördelningar av älg och rådjur bestäms genom spillningsinventeringar som utförs under våren. Så kallade risk-effekter på älgars beteende och val av livsmiljö studerats med hjälp av data från GPS-försedda älgar vid Grimsö forskningsområde i kombination med spillningsinventering. Populationsdynamiska

modeller genomförs med hjälp av simuleringsmodeller som är parameteriserade med demografiska data från tidigare forskning (exempelvis överlevnad, reproduktion, populationsstruktur, och grad av inavel på vargflockar). Metoder för att utforska samspelet mellan olika rovdjursarter och andra ekosystemeffekter inkluderar GPS-halsband på flera arter i samma område, kamerafällor vid dödade bytesdjur samt analys av populationsskattningar av andra arter. Effekter av varg på älg och vegetation analyserades genom att utvärdera data från Äbin och Riksskogstaxeringen i Sverige samt Landsskogstaxeringen i Norge.

Resultat och Diskussion

Interaktioner mellan björn och varg - habitat segregation i ett mänskligt dominerat landskap (Milleret mfl. 2018)

Habitatval kan påverka effekterna av konkurrens mellan olika arter och stora rovdjur är av särskilt intresse i detta sammanhang eftersom deras interaktioner även kan få konsekvenser för lägre nivåer i näringskedjan. Vi undersökte habitatval hos 53 björnar och 7 vargar (alla försedda med GPS-sändare) med överlappande hemområden i Sverige under senvintern/våren när deras val föda (älgkalvar) överlappar som mest. Studien visade att björn och varg till viss del valde olika typer av habitat i deras hemområden. Vargarna tenderade att välja områden med hög förekomst av ungsogor och bruten terräng i större grad än vad björnarna gjorde, vilket troligen återspeglar deras olika krav på livsmiljö och födoval. Medan älg utgör det viktigaste födoslaget för vargar (i studieområdet i norra Dalarna, södra Jämtland), är födovalen betydligt mera varierad för björnen, förutom under en begränsad period på våren då nyfödda älgkalvar har stor betydelse. Båda arterna visade en tendens att föredra områden med ökat avstånd från mänskligt påverkade miljöer, vilket avspeglar att de generellt undviker mänsklig aktivitet.

Potentiella risk- och kollisionsoverområden för varg i framtiden i Skandinavien (Recio mfl. 2018)

En stor del av dödligheten hos vilda djur är orsakad av människan som en följd av konflikter av olika slag. Vargen är ett bra exempel på en art som orsakar stora konflikter med människor och som nu återkolloniserar stora delar av sitt historiska utbredningsområde. I Skandinavien tillåts fast förekomst av varg endast i vissa delar av ländernas utbredningsområde. I denna studie konstruerade vi en modell som beskriver vargens potentiella (möjliga) utbredningsområde genom att ta hänsyn till biologiska faktorer i vargens nuvarande utbredningsområde. I nästa steg integrerade vi denna modell med mänsklig påverkan genom att ta hänsyn till olika typer av dödlighet och hur denna dödlighet var kopplad till olika biologiska faktorer. Vargförekomst var starkt kopplad till förekomsten

av skog och andra områden med låg befolkningstäthet medan olika risker för dödlighet främst var kopplad till infrastrukturen för olika typer av trafik, befolkningens fördelning och täthet, tätheten av bytesdjur samt olika typer av förvaltningsstrategier (jakt). Modellen visade att det finns biologiska förutsättningar för att vargen kan ockupera i stort sett hela Skandinavien. Denna potentiella utbredning påverkas främst av risken för olika typer av dödlighet orsakade av människan såsom legal och illegal jakt samt till viss del av trafik i områden med hög trafikintensitet. Täthet och fördelning av bytesdjur (klövdjur) hade ingen eller liten effekt på modellens resultat. Trots att de flesta områden erbjuder goda biologiska förutsättningar för vargförekomst så finns det inga områden med både goda biologiska förutsättning och låg risk för dödlighet. Resultaten visar att konflikter med människor sker i stort sett överallt där vargar etablerar sig vilket leder till åtgärder för att begränsa populationens utbredning. Vargens anpassningsförmåga och närvaron av lämpliga livsmiljöer gör att dess framtida utbredning troligen kommer att styras av människors inställning till illegal jakt samt förvaltningsbeslut om lämpligt utbredningsområde.

Hur påverkar uppväxtförhållanden valet av revir senare i livet? (Sanz-Pérez mfl. 2018)

I en studie av radiomärkta vargar undersökte vi huruvida graden av mänsklig påverkan i skandinaviska vargars uppväxtrevir påverkade individernas val av habitat senare i livet i förhållande till mänsklig aktivitet och infrastruktur. Vi fann att vargtikar och till viss del även hanar med kort spridningsavstånd från uppväxtreviret valde att etablera revir i områden som liknade uppväxtreviret oberoende av definitionen av tillgängligt habitat. Detta gällde ej för vargar som vandrade långa sträckor. Vi fann även ett svagt men konsekvent stöd för att vargpar där tiken var uppväxt i ett område med stark mänsklig påverkan uppvisade ett undvikande för mänsklig aktivitet inom reviret. För hanar var detta mönster mindre tydligt. Sammantaget tyder resultaten på att vargar som har varit exponerade för högre grad av mänsklig påverkan i uppväxtreviret i större utsträckning undviker närhet till mänsklig aktivitet och infrastruktur i sitt revir senare i livet.

Genetiska konsekvenser av intensive inavel i en isolerad vargpopulation (Kardos mfl. 2018)

Inavel är en de huvudsakliga utmaningarna för bevarandet av små populationer på grund av dess negativa inverkan på individers överlevnad och reproduktion, vilket i sin tur kan öka utdöenderisken för populationer. I denna studie helgenomssekvenserade vi 97 vargar från den kraftigt inavlade vargpopulationen i Skandinavien för att uppskatta individernas realiserade inavelsegrad (FROH) utifrån den andel av individens arvs massa som bestod av helt homozygota segment (s.k. "runs of homozygosity"). Ett uppseendeväckande

resultat var att flera individer i populationen bar på kromosomer som var helt eller nästan helt homozygota. Individernas realiserade inavelsgrad förklarades till största delen av långa homozygota segment, vilkas ursprung kan spåras till ett gemensamt ursprung upp till och med tio generationer bak i tiden. Totalt tio homologa regioner av individernas arvs massa visade på relativt få homozygota segment och kan därför vara kandidater för platser i arvs massan som orsakat stark inavelsdepression. Den realiserade inaveln för hela arvs massan var starkt korrelerad ($r^2 = 0.86$) med den inavelskoefficient som uppskattats utifrån släktträdet över den Skandinaviska vargpopulationen (FP). Med så få som 500 SNPs (single nucleotide polymorphisms) var dock den genomsnittliga heterozygotin bättre korrelerad med FROH än med FP. Denna studie illustrerar detaljerat konsekvenserna av kraftig inavel på hela genomet i en bevarandemässigt uppmärksam population.

Gruppdynamik och social organisering hos Skandinavisk varg (Nordli 2018)

Social organisering hos olika arter är av stor betydelse för hur individer utnyttjar olika områden och habitat i tid och rum. Typen av social organisering kan därmed även påverka populationsdynamiska processer. Den grundläggande sociala enheten hos varg består av det monogama revirhållande paret med en vuxen reproducerande tik och hane som tillsammans med deras avkommor utgör en vargflock (familjegrupp). Flockens sammanhållning och förflyttningsmönster i reviret är beroende av vargens årscykel. I denna studie undersöktes flocksammanhållningen mellan hanen och tiken, mellan avkommor och de vuxna djuren, samt mellan olika kullsyskon under perioden 1 januari till 1 juni eller fram till valpens utvandring ur reviret för totalt 30 valpar och 21 vuxna djur. Sammanhållningen i flockarna var starkast under tidig vinter men avtog med tiden då valparna successivt blev mer oberoende av resten av flockmedlemmarna. De flesta valparna (76%) utvandrade från uppväxtreviret på våren före 14 månaders ålder. De vuxna reproducerande vargarna förflyttades sig så gott som uteslutande tillsammans före ynglingsperioden i början av maj. Medelavståndet mellan valpar och kullsyskon samt mellan valpar och de vuxna djuren blev större under parningsperioden i februari/mars och detta avstånd bibehölls fram till ynglingen i april/maj. Resultaten har betydelse för inventeringen av varg som delvis har som målsättning att beräkna antalet vargar och reproduktioner i populationen men kan även ha betydelse för planering och genomförande av en effektiv jakt på varg i framtiden.

Predationsmönster hos ensamma vargar (Sand mfl. under tryckning)

Vargen är ett socialt rovdjur där den största andelen (80-90%) av individerna i populationen lever i flockar eller par i avgränsade revir som aktivt försvaras mot artfränder. Förutom dessa flocklevande individer finns ett antal ensamma individer som kan vara stationära

eller på vandring. Stationära ensamma vargar är antingen individer som nyligen har etablerat ett revir och som väntar på att bilda par med en partner eller individer som har mistat sin partner i reviret. Icke-stationära ensamma vargar är oftast unga individer som är i en utvandningsfas i livet efter att ha lämnat uppväxtreviret. Andelen ensamma individer i en vargpopulation varierar under året men är som högst under sommaren då många av 1-åringarna har lämnat sitt uppväxtrevir. Det skandinaviska vargforskningsprojektet har tidigare bidragit med omfattande kunskap om vargens predationsmönster när det gäller flockar och par. Liksom i de flesta populationer av varg är stora bytesdjur som klövvilt huvudfödan för varg i Skandinavien. Predationsmönster och jaktbeteende hos ensamma individer är dock relativt okänt både i Skandinavien och i övriga delar av världen. I denna undersökning redogör vi för de första resultaten från studier av predationsmönster hos ensamma stationära och icke-stationära vargar. Studien omfattar data från 10 radiomärkta vargar (7 hanar och 3 tikar) under totalt 16 olika studieperioder om totalt 552 studiedygn. Totalt blev 79 klövvilt funna och klassificerade som vargdödade. Äldre stationära vargar hade en betydligt högre predationstakt jämfört med 1-åriga vargar på vandring. Endast två av de fem ettåriga vargarna lyckade nedlägga ett klövvilt på egen hand men dessa utgjorde endast 13 (16%) av det totala antalet vargdödade klövvilt. Under de övriga tre ensamma vargarnas vandringar som omfattade totalt 90 dygn förekom inget tillfälle där någon av dessa hade lyckats döda ett klövvilt. Däremot var de fem stationära vargarna ansvariga för 66 (84%) av alla klövdjur som blev konstaterat vargdödade under studien. Beräkningarna av tillgänglig biomassa tyder på att stationära ensamma vargar hade mer tillgänglig bytesbiomassa än vad som var nödvändigt för att täcka deras dagliga energibehov och deras predationstakt var ca 70% av den hos flockar och par. Eftersom ensamma vargar utgör ca 15% av populationen och de övriga individerna är fördelade på flockar och par med en gruppstorlek på ca 3-4 djur så visar en grov beräkning att ensamma vargar ansvarar för ca 19% av vargpopulationens samlade predation på klövvilt eller ca 11% av klövviltbiomassan.

Kan förekomsten av varg påverka älgarnas habitatval, reducera älgbetesskador och öka förekomsten av lövträd i Skandinavien?

Stora rovdjur är en nyckelfaktor inom evolutionen av de vilda klövdjurens beteende vilket i sin tur kan leda till påverkan på den vegetation som utgör föda för klövdjuren. Stora rovdjur har relativt nyligen återkolloniserat flera områden på norra halvklotet vilket har aktualiserat frågan om deras potentiella effekter på biologisk mångfald och ekosystemfunktioner. Av speciellt stort intresse är effekterna på lägre nivåer i näringskedjan. Stora rovdjur kan påverka tillväxten hos vissa växter och biologisk mångfald genom deras påverkan på växtätarnas täthet och beteende och därmed skapa sk tri-trofiska kaskadeffekter. De flesta studier av hur rovdjuren

påverkar sina bytesdjur har hittills genomförts i landskap med mycket begränsad mänsklig påverkan (tex nationalparker). Studier från Nordamerika tyder på att vargarnas återintroduktion i Yellowstone Nationalpark bland annat har lett till ett förändrat beteende hos bytesdjuren genom att dessa modifierar sitt val av livsmiljö (habitat). Detta kan i sin tur leda till förändringar i betestrycket på vegetationen i de miljöer som av bytesdjuren uppfattas som extra riskfyllda och därför undviks. Det är oklart om samma typ av process kan förväntas i andra delar av världen som tex Europa där människan har en mycket större påverkan på olika nivåer i näringskedjan. Det skandinaviska vargforskningsprojektet har undersökt detta i flera olika studier.

Studie 1 (van Beeck Calckoen mfl. 2018)

Under senare tid har många arter av stora rovdjur kolloniserat stora områden med högre befolkningstäthet och mänsklig påverkan. Stora delar av dessa områden domineras av skog och där utgör skador som orsakas av klövdjur ett aktuellt och ökande problem för skogsbruket. Syftet med denna studie var att undersöka om det finns en effekt av vargens återkolonisering i delar av Skandinavien genom att dessa indirekt påverkar älgens födobeteende (val av habitat) och därmed även betestrycket av älg i unga skogsplanteringar. Totalt 24 skogsplanteringar valdes ut där hälften var belägna i områden som under de senaste 10-20 åren hade haft låg eller ingen förekomst av varg och resterande 12 i områden som hade haft fast förekomst av varg. I varje plantering mättes ett antal unga träd på betestryck, höjd, täthet, och avståndet till närmaste slutna bestånd. Dessutom räknades antalet spillningshögar som ett mått på nyttjandegraden av älg. Resultaten visade att vargförekomst ej var den viktigaste faktorn som påverkade betestrycket vilket istället minskade med tätheten och höjden av unga träd i beståndet. Separata analyser av enskilda trädarter visade att vargförekomst hade en viss påverkan men att betestrycket generellt var högre i områden med fast och hög förekomst av varg jämfört med områden med låg eller ingen förekomst av varg. Detta mönster tycks vara ett resultat av ett komplicerat samspel mellan förekomst av varg, mänsklig aktivitet, och en produktivitetgradient i landskapet där vargarna oftast kolloniserar områden med lägre befolkningstäthet och därmed lägre skoglig produktivitet än genomsnittet. Vår slutsats är att vi behöver avsevärt förbättra förståelsen för hur stora rovdjur kan påverka bytesdjuren och deras beteende i landskap med en hög grad av mänsklig påverkan.

Studie 2 (Jamieson 2018)

För att undersöka om de har skett en eventuell beteendeförändring hos älg som en respons på etableringen av varg i form av habitatval under vintern analyserades data som bygger på en 20 år lång serie av spillningsinventering i olika typer av habitat vid Grimsö

forskningsområde i Örebro län. En beteenderespons hos älg på etableringen av varg förväntades resultera i att älgarna skulle uppvisa ett lägre nyttjande av öppna habitat (myr, hyggen, ungskog) eftersom dessa har visat vara mer riskfyllda. Dessutom förväntades att när älgarna nyttjade öppna habitat så skulle deras avstånd till slutna skogsbestånd (ökat skydd) vara kortare efter vargens etablering i området. Resultaten visade en viss förändring i habitatval hos älg före och efter etableringen av varg men förändringen var ej i den förväntade riktningen dvs älgarna nyttjade inte öppna habitat mindre efter vargens etablering. Vid älgarnas nyttjande av öppna habitat förekom det heller ingen förändring vad gäller älgarnas avstånd från den öppna ytan till slutna skog. Det fanns därför inget stöd för hypotesen att vargens etablering i området hade påverkat älgarnas beteende i form av deras val av habitat.

Studie 3 (Ausilio 2018, Gicquel 2018, Sand mfl. under tryckning)

I dessa studier testades hypotesen om tri-trofiska kaskadeffekter i det skandinaviska ekosystemet genom att fokusera på varg, älg och trädarter som är viktiga för älgen dvs tall och fyra starkt prefererade arter av lövträd, rönn, asp, sälg och ek (RASE). Vi undersökte denna frågeställning genom att använda tre olika datakällor i Sverige och Norge där tätheten av spillningshögar av älg, betesskador på tall samt förekomsten av lövträd har varit registrerad under 1-13 år. Vi fokuserade på sex län i Sverige samt områden inom och strax utanför den sk ulvesonen i Norge som hade kontinuerlig förekomst av vargrevir. Vi analyserade hur förekomst och täthet av älg, betesskador på tall samt lövträd varierade innanför och utanför vargrevir samt med antal år som vargen hade varit etablerad i ett område. Tätheten av älg och betesskador visade antingen inget samband med vargrevir eller var marginellt högre inom vargrevir. Tätheten av RASE var oftast lägre inom vargrevir men effekten var svag och varierade mellan olika dataset. Vargrevir förklarade generellt en mycket liten del av variationen i älgtäthet, betesskador och RASE. Istället var skogsbeståndens ålder och status, täckningsgrad av tall, björk och gran, avstånd till eller täthet av skogsbilvägar, förekomst av äldre älgbete, höjd över havet och snödjup mycket viktigare variabler för att förklara variationen i älgtäthet, betestryck på tall, och RASE. Vi fann dessutom inget stöd för ett ändrat habitatval hos älg som en effekt av varg och därmed inget stöd för att vargen skulle ha orsakat en beteendeförändring hos älg. Vi drar slutsatsen att våra resultat ej stödjer hypotesen om att återkolonisationen av varg skulle ha resulterat i tri-trofiska kaskadeffekter med ett reducerat betestryck på för älgen viktiga betesväxter. Våra resultat stödjer uppfattningen att stora rovdjur kommer att ha en låg potential för effekter på andra trofiska nivåer i områden med stark mänsklig påverkan vilket är typiskt för de flesta av de områden som nu återkoloniserar av stora rovdjur. Den bakomliggande orsaken till detta är sannolikt ett högt jakttryck på

både rovdjur och bytesdjur samt ett intensivt skogs- och jordbruk som skapar förutsättningar för höga tätheter av bytesdjur.

Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2019 (Liberg mfl. 2018)

Miljødirektoratet och Naturvårdsverket beställde under våren 2018 ett expertutlåtande från SKANDULV angående: 1) vilken beskattningsnivå som kan förväntas att a) upprätthålla den skandinaviska vargpopulationen på dagens nivå (dvs. slutet av inventeringssäsongen 2017/2018); eller med störst sannolikhet kan ge en tillväxttakt på b) 5%, eller c) 10%, samt 2) en uppskattning av olika beskattningsnivåers konsekvenser för respektive lands möjlighet att uppnå/upprätthålla sina respektive mål. Beräkningarna gjordes med två olika modeller (baserade på observerad populationsstorlek och årlig tillväxt, respektive en köns-och åldersstrukturerad matris). För Sveriges del är det tveksamt om populationen kommer att uppnå beståndsmålet på minst 300 vargar inventeringsåret 2018/19 även utan jakt. Det mest positiva scenariot (tillväxt baserad på medelvärdet för de senaste fem åren, dvs. 11%) visar att medelvärdet för bruttopopulationen den kommande hösten utan jakt är 298 vargar. Om populationen skulle hamna vid den lägre gränsen för konfidensintervallet kommer man inte ens upp till förra årets nivå på 305 vargar som registrerades 2017/18. Skulle populationen däremot utvecklas bättre än medelvärdet finns det ett litet utrymme för jakt. Sannolikheten för en utveckling bättre än medelvärdet är alltid 50% men, sannolikheter för olika nivåer högre än medelvärdet sjunker successivt allteftersom man närmar sig den övre gränsen för konfidensintervallet (+90% KI). Vid den övre gränsen för konfidensintervallet finns ett utrymme för jakt på 7 vargar, men sannolikheten för att hamna så högt eller högre ligger på 5%. Utfallen för scenarierna byggda på medeltalet för tillväxt de senaste tre åren ger inget utrymme alls för jakt. På basis av detta är vår bedömning att om man redan vintern 2018/19 vill uppnå det nationella målet på 300 vargar så finns det inget utrymme för någon form av jakt. Situationen för Norge är lite annorlunda. Här har medeltillväxten de senaste fem åren varit 42%. Om vi utgår från det högre nationella målet, 6 föryngringar inklusive hälften av gränsreviren, så blir målet räknat som antal individer ca 60 vargar. Här finns det utrymme även för det uttag som ger nolltillväxt eftersom storleken på den norska delpopulationen låg långt över sitt mål vid senaste inventeringen. Inte ens vid den lägre gränsen för konfidensintervallet i scenariot med lägst tillväxt (-90% KI) riskerar Norge att reducera sin population, än mindre hota det nationella målet. Det finns inget uttalat mål för den skandinaviska populationen. Om man emellertid lägger samman målen för de norska och svenska delpopulationerna blir det 340 till 360 vargar (spannet beror på det norska målet om 4 till 6 föryngringar). Om förvaltningarna tillsammans i de två länderna önskar att inte understiga detta mål, sätter det en ytterligare

begränsning på möjligt uttag. I Skandinavien beräknades det att det fanns 348 (medeltal) vargar efter jakten 2017/18. Detta är mycket nära det sammanlagda målet för de två länderna.

De stora rovdjurens effekter på annat vilt och tamren (Andrén mfl. 2018)

De stora rovdjurens effekter på annat vilt och tamren är ett ämnesområde där många frågor, uppfattningar och stort intresse finns, bland annat inom viltförvaltningen, naturvården och de areella näringarna. Forskarna har under 2018 på Naturvårdsverkets uppdrag genomfört en kunskapssammanställning på svenska om de stora rovdjurens effekter på annat vilt och tamren.

Kunskapssammanställningen ger en översikt över vilka effekter som kan förväntas från vetenskaplig teori och vad undersökningar visat som studerat effekterna i fält. Kopplat till slutsatserna anges även vilka effekter som har starkt vetenskapligt stöd respektive var det vetenskapliga stödet är svagare eller saknas helt. Den övergripande slutsatsen är att de stora rovdjurens effekter på sin omgivning främst består av deras påverkan på sina bytespopulationer. Påverkan på ekosystemet i Skandinavien är mindre, på grund av att de lever i en miljö som nästan totalt kontrolleras av människan.

Effekterna av vargens och björnens predation på bytesdjurens antal varierar kraftigt, från obetydliga till mycket kraftiga, vilket leder till stora skillnader i så kallade sekundära effekter på vegetationen. En stor del av de nordamerikanska studierna av vargens och björnens inverkan på andra arter i ekosystemet är genomförda i områden där människan har mycket liten påverkan på ekosystemet, något som skiljer sig från stora delar av Skandinavien. Effekterna av varg och björn på det skandinaviska ekosystemet blir sannolikt mindre eftersom både rovdjurens och bytesdjurens populationsstorlek huvudsakligen regleras genom jakt. I Skandinavien har björn och varg främst effekt på älgpopulationen. Effekten är kraftigast där båda dessa rovdjur förekommer i samma områden och där alternativa bytesdjur är få. I sådana områden kan björnens och vargens predation på älg helt eller delvis förhindra en jaktlig avkastning, särskilt där älgpopulationens täthet är låg på grund av en tidigare hård jakt. Även rovdjurens blotta närvaro har i nordamerikanska studier visat sig ha en viss eller t.o.m. stark effekt på bytesdjurens beteende genom att utgöra en riskfaktor i miljön. I Skandinavien har de studier som gjorts på effekten av vargens och björnens närvaro på beteendet hos älg endast visat på en svag eller i de flesta fall en omätbar effekt. Vargens och björnens predation har i Skandinavien visats ha en annan intressant effekt på ekosystemen genom att skapa tillgång till föda för en mängd asätande arter, som gynnas av resterna från de dödade bytesdjuren (kadavren). I Skandinavien liksom i andra områden har vargens predation på älg eller hjort

främst skapat en jämnare tillgång på kadaver över året. Men även om ett stort antal arter av både fåglar och däggdjur konsumerar dessa kadaver är det fortfarande oklart om, och i vilken omfattning, som denna resurs leder till effekter på konsumenternas populationsdynamik (d.v.s. populationernas antal, sammansättning, dödlighet, reproduktion, m.m.). Studier av interaktioner mellan björn och varg tyder på att det förekommer en viss konkurrens mellan dessa två rovdjur. Man har dock inte kunnat påvisa någon effekt av vargens närvaro på lodjur. Vid en eventuell framtida expansion av varg och björn till de södra delarna av Svealand och till Götaland kommer åtminstone vargens predation troligen att mer riktas mot alternativa bytesarter till älg, såsom rådjur, vildsvin, kronhjort och dovhjort.

Pågående arbeten

Ovan redovisade sammanfattningar är hämtade från publicerade studier som har genomförts inom ramen för det skandinaviska vargforskningsprojektet SKANDULV. Utöver dessa presenterade studier pågår forskning på ett flertal olika ämnesområden som har ingått i tidigare ansökningar men ej ännu har publicerats. Vi ger nedan en kort översikt över dessa planerade och/eller pågående studier.

En sammanställning av data på populationsutveckling och geografisk utbredning kommer att användas för att försöka besvara i vilken utsträckning som populationstrenderna i den större östliga källpopulationen (Finland, Ryssland, Baltikum) påverkar invandringen till Skandinavien. En undersökning av de bakomliggande orsakerna till den senaste tidens stagnation i populationstillväxt i Sverige pågår genom att undersöka hur olika typer av dödlighetskällor bidrar till detta mönster såsom inventeringarnas tillförlitlighet, sjukdomar, samt laglig och illegal jakt. En närliggande fråga till ovan beskrivna frågeställning är om det finns täthetsberoende effekter (konkurrens) som verkar i kärnområdet av den skandinaviska vargpopulationen. Med täthetsberoende effekter menas här en resursbrist på antingen bytesdjur eller lediga områden för reviretablering. En annan viktig frågeställning för forskningen på varg är om fångst och märkning kan påverka risken för illegal jakt av enskilda vargar. Här kan en kombination av DNA-analys och data från radiomärkta vargar ge svar. En frågeställning som är högst aktuell är vargens inverkan på bytesdjuren vid en kolonisation av mer sydliga områden med flera bytesarter. Sammanställning och analys av data för att kunna besvara denna frågeställning pågår. Sammanställning och analys av data pågår även för att kunna besvara konsekvenserna av den senaste tidens ökning av vargtätheten i populationens kärnområde för både älgpopulationens täthet och jaktuttag.

Nytta för förvaltningen – slutsatser och förslag

En studie som syftade till att förutsäga potentiella risk- och kolonisationsområden för varg i framtiden i Skandinavien visade att det finns biologiska förutsättningar för att vargen kan ockupera i stort sett hela Skandinavien. Denna potentiella utbredning påverkas främst av risken för olika typer av dödlighet orsakade av människan såsom legal och illegal jakt samt till viss del av trafik i områden med hög trafikintensitet. Täthet och fördelning av bytesdjur (klövdjur) hade ingen eller liten effekt på modellens resultat. Trots att de flesta områden erbjuder goda biologiska förutsättningar för vargförekomst så finns det inga områden med både goda biologiska förutsättning och låg risk för dödlighet. Vargens anpassningsförmåga och närvaron av lämpliga livsmiljöer gör att dess framtida utbredning kommer att styras av människors inställning till illegal jakt samt förvaltningsbeslut om lämpligt utbredningsområde.

En studie av hur uppväxtförhållanden påverkar valet av revir senare i livet att vargar som har varit exponerade för högre grad av mänsklig påverkan i uppväxtreviret i större utsträckning undviker närhet till mänsklig aktivitet och infrastruktur i sitt revir senare i livet. Detta tyder på att det inte sker en gradvis anpassning till mänsklig aktivitet hos individer i vargpopulationen.

En detaljerad studie av inavel över hela genomet i den delvis isolerad skandinaviska vargpopulationen illustrerar konsekvenserna av kraftig inavel. Denna studie visade även att den realiserade inaveln för hela arvsmassan var starkt korrelerad ($r^2 = 0.86$) med den inavelskoefficient som uppskattats utifrån släkträdets över den Skandinaviska vargpopulationen. Släkträdet kan därför fortsättningsvis användas för att beräkna förändringar i inavelsnivå i populationen och inavelsgrad för enskilda individer.

En studie av gruppdyamik och social organisering hos Skandinavisk varg visade att medelavståndet mellan valpar och kullsyskon samt mellan valpar och de vuxna djuren blev större under parningsperioden i februari/mars och detta avstånd bibehölls fram till ynglingen i april/maj. Resultaten har betydelse för inventeringen av varg som delvis har som målsättning att beräkna antalet vargar och reproduktioner i populationen men kan även ha betydelse för planering och genomförande av en effektiv jakt på varg i framtiden.

Flera studier har undersökt om förekomsten av varg påverka älgarnas habitatval, reducera älgbetesskador och öka förekomsten av lövträd i Skandinavien? Resultaten stödjer ej hypotesen om att återkolonisationen av varg skulle ha resulterat i tri-trofiska

kaskadeffekter med ett reducerat betetryck på för älgen viktiga betesväxter. Våra resultat stödjer uppfattningen att stora rovdjur kommer att ha en låg potential för effekter på andra trofiska nivåer i områden med stark mänsklig påverkan vilket är typiskt för de flesta av de områden som nu återkolloniserar av stora rovdjur. Den bakomliggande orsaken till detta är sannolikt ett högt jakttryck på både rovdjur och bytesdjur samt ett intensivt skogs- och jordbruk som skapar förutsättningar för höga tätheter av bytesdjur.

Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2019 visar att för Sveriges del är det tveksamt om populationen kommer att uppnå beståndsmålet på minst 300 vargar inventeringsåret 2018/19 även utan jakt. Det mest positiva scenariot (tillväxt baserad på medelvärdet för de senaste fem åren, dvs. 11%) visar att medelvärdet för bruttopopulationen den kommande hösten utan jakt är 298 vargar.

Referenser

1. D.P.J. Kuijper et al. Proc. R. Soc Lond B Biol Sci 283: 20161625 (2016).
2. O. Liberg et al. An updated synthesis on appropriate science-based criteria for "favourable reference population" of the Scandinavian wolf (*Canis lupus*) population (Tech. Rep, NV-02945-15, 2015).
3. M. Åkesson et al. Mo. Ecol. 25: 4745-4756 (2016).
4. G. Chapron et al. Ecol. Model 339: 33-44 (2016).
5. L. Svensson et al. Inventering av varg vintern 2016-2017 (Tech Rep, Rovdata, Viltskadecenter, 2017).
6. A. Ordiz et al. Ecosphere 6(12): 285 (2015).
7. A. Tallian et al. Proc. R. Soc Lond B Biol Sci 284: 20162368 (2017).
8. C. Wikenros et al. PLoS ONE 8(10): e77373 (2013).
9. C. Wikenros et al. 2017. Scientific Reports 7: 9059 (2017).
10. B. Zimmermann. Phd-thesis. Hedmark University College (2014).
11. H. Sand et al. PLoS ONE 11(12): e0168062 (2016).
12. C. Wikenros et al. PLoS ONE 10(4): e0119957 (2015).
13. Naturvårdsverket. Nationell förvaltningsplan för varg: Förvaltningsperioden 2015-2019. (2016).
14. O. Liberg et al. Proc. R. Soc Lond B Biol Sci 279: 910-915 (2012).
15. C. Milleret et al. J Anim. Ecol. 86: 43-54. (2017).
16. J Suutarinen, and I Kojola. Biol. Cons. 215: 11-18 (2017).
17. European Commission (2007). Habitats Directive 92/43/EEC.
18. J. Arnemo & Å. Fahlman 2008. Report. Hedmark University College, Evenstad, Norway
19. H. Sand et al. 2005. Wildlife Society Bulletin. 33(3):914–925

Publikationer

Andrén H, Kjellander P, Liberg O, Persson J, Sand H, och Wikenros C. 2018. De stora rovdjurens effekter på annat vilt och tamren. Naturvårdsverket rapport 6792. 203 s.

Ausilio G. 2018. Recolonization of wolves in Sweden - does it affect moose browsing damage on Scots Pine? Master's Degree Project 60 cr 2018, Department of Biology, Lund University.

van Beeck Calkoen STS, Kuijper DPJ, Sand H, Singh NJ, van Wieren SE, and Cromsigt JPGM. 2018. Does wolf presence reduce moose browsing intensity in young forest plantations? *Ecography* 41: 1776-1787.

Gicquel M. 2018. Effect of wolf (*Canis lupus*) establishment on moose (*Alces alces*) winter damage in young Scots pines (*Pinus sylvestris*) plantations. Master Thesis, Université de Rennes, France.

Jamieson M. 2018. Have wolves (*Canis lupus*) finally scared moose (*Alces alces*) in Sweden. Master Thesis, Department of Ecology 2018: 8, SLU.

Kardos M, Åkesson M, Fountain T, Flagstad Ø, Liberg O, Olason P, Sand H, Wabakken P, Wikenros C, and Ellegren H. 2018. Genomic consequences of intensive inbreeding in an isolated wolf population. *Nature Ecology & Evolution* 2: 124-131.

Liberg O, Sand H, Wabakken P, Wikenros C, Zimmermann B, och Eriksen A. 2018. Beräkningar av beskattning av den Skandinaviska vargpopulationen 2019. Rapport till Naturvårdsverket, Sverige och Miljødirektoratet, Norge från SKANDULV. Grimsö forskningsstation, Sveriges lantbruksuniversitet. 18 s.

Milleret C, Ordiz A, Chapron G, Andreassen HP, Kindberg J, Månsson J, Tallian A, Wabakken P, Wikenros C, Zimmermann B, Swenson JE, and Sand H. 2018. Habitat segregation between brown bears and gray wolves in a human-dominated landscape. *Ecology and Evolution* 2018; 00: 1-17.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.4572>

Nordli KT. 2018. On the way to independence: Ebbing cohesion in Scandinavian wolf family groups. Master Thesis, Inland Norway University of Applied Sciences. 37 p.

Recio MR, Zimmermann B, Wikenros C, Zetterberg A, Wabakken P, and Sand H. 2018. Integrated spatially-explicit models predict pervasive risks to recolonizing wolves in Scandinavia from human-

driven mortality. *Biological Conservation* 226: 111-119.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320717320463>

Recio MR, Zimmermann B, Wikenros C, Zetterberg A, Wabakken P, and Sand H. 2018. Data to model risks for recolonizing wolves in Scandinavia through the integration of territory presence and human-driven mortalities. *Data in Brief* 20: 686-690.

Sand H, Mathisen KM, Ausilio G, Gicquel M, Wikenros C, Månsson J, Wallgren M, Eriksen A, Wabakken P och Zimmermann B (under tryckning). Kan forekomst av ulv redusere elgbeiteskader og øke tettheten av løvtrær? Rapport, Skriftserien nr. 4 – 2019, Høgskolan i Innlandet, Norge.

Sand H, Tallian A, Wikenros C, och Kindberg J. 2018. Forskning som överraskar. *Jaktmarker & Fiskevatten* 6: 36-40.

Sand H, Wikenros C, Zimmermann B, Eriksen A, Holen F, och Wabakken P (under tryckning). Predation patterns of solitary resident and dispersing wolves. Rapport, Skriftserien nr. 3 – 2019, Høgskolan i Innlandet, Norge.

Sand H, Eklund A, Wikenros C, Zimmermann B, och Wabakken P. 2018. Vargens val: älg eller rådjur? *Svensk Jakt* 2/3: 34-37.

Sanz-Pérez A, Ordiz A, Sand H, Swenson JE, Wabakken P, Wikenros C, Zimmermann B, Åkesson M, and Milleret C. 2018. No place like home? A test of the natal habitat-biased dispersal hypothesis in Scandinavian wolves. *Royal Society Open Science* 5: 181379. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.181379>

Finansiering 2018

Viltvårdsfonden	1,2 mkr
Naturvårdsverket förvaltningsuppdrag	0,13 mkr
Formas ¹	0,10 mkr
Miljødirektoratet förvaltningsuppdrag	1,0 mkr
Miljødirektoratet koordinator	0,28 mkr
Svenska Jägareförbundet	0,15 mkr

¹gäller förbrukade medel för 2018 av ett treårigt anslag om totalt 2,94 mkr