

Möjligheter för myskoxen

Myskoxen i Sverige för en tynande tillvaro. Den isolerade gruppen i Rogenområdet i Härjedalen har sedan etableringen 1971 ställts inför utmaningar som störning, inavel, skev könskvot och sjukdomar. En färsk studie visar på förhöjd genetisk variation genom en vildfödd kalv efter en tjur från Järvzoo. Denna kalv har senare visat sig vara en tjur, och en kalv efter honom föddes i juni 2010. Vill vi ha myskoxen kvar krävs dock en fortsatt aktiv förvaltning med kraftfullare åtgärder.

CARL-GUSTAF THULIN, LINDA ENGLUND,
GÖRAN SPONG & GÖRAN ERICSSON

När den moderna människan för cirka 60 000 år sedan började flytta ut ur Afrika och expandera över världen inleddes ett av de största utdöendena i planeten jordens historia (Vitousek m.fl. 1997). Den första smällen togs av det vi brukar kalla den pleistocena megafaunan i den norra hemisfären. Megafauna definieras av paleontologer som djur med en vikt av mer än 45 kg (100 engelska pund), och troligen utrotades den först och främst genom människans jakt (Martin 2005). Det rörde sig om mastodonter och mammutar, ullhåriga noshörningar och elefantstora trögdjur, jättehjortar, moafåglar och andra strutsliknande arter. Djur som inte var vana vid, och därmed inte rädda för den effektiva tvåbenta jägaren.

En överlevare. Myskoxen *Ovibos moschatus* (Zimmerman 1780) är en av de få överlevarna inom den

arktiska megafaunan. Den klarade sig förmodligen tack vare sin anpassning till extrema arktiska miljöer, där människor endast med svårighet överlever. Idag finns det myskoxar runt hela norra halvklotet. I norra Kanada och på östra Grönland överlevde de ursprungliga populationerna, och dessutom är arten återintroducerad till Alaska, västra Grönland, Sibirien

Fig. 1. Karta med myskoxens *Ovibos moschatus* naturliga utbredning i blått och introducerade populationer i rött. Områden där prover samlats in för studien av genetisk variation som omnämns i denna artikel är markerade med siffror (från Thulin m.fl. 2011). [Distribution map showing native muskox *Ovibos moschatus* populations in blue and introduced populations in red. The locations where samples were collected for the study of genetic variation referred to in this article are marked with encircled numbers (from Thulin et al. 2011).]





Om detta ska bli en vanligare syn i den svenska fjällvärlden krävs aktiva förvaltningsåtgärder som utsättningar och nyetableringar.. Foto: Janne Eriksson

och Eurasien (Fig. 1). Det finns idag ungefär 150 000 frilevande myskoxar (Tabell 1, nästa sida) samt ett stort antal individer i djurparker. Myskoxen anses inte vara hotad enligt IUCN:s rödlista över hotade arter (www.iucnredlist.org). Det finns dock en stor osäkerhet när det gäller hur en utpräglat arktisk art som myskoxen reagerar på förhöjd årsmedeltemperatur. En nyligen utkommen studie påvisar möjligheten att tidigare klimatförändringar orsakat stor dynamik i myskoxens populationsstorlek (Campos m.fl. 2010).

Myskoxen i Sverige. De första myskoxarna sedan den senaste istiden etablerade sig i Sverige 1971. Det rörde sig om fem individer, en tjur samt två kor med en kalv var. De kom invandrande från Dovrefjäll i Norge, där det sedan 1947 funnits en population som introducerades från östra Grönland (Lundh 1979). Gruppen som utvandrade till Sverige slog sig ned i

Rogenområdet, söder om Funäsdalen i södra Härjedalsfjällen, efter en vandring på ca 200 km. Myskoxen har funnits i Sverige tidigare, men det är en smula oklart vid vilken tidpunkt. Liljegren och Lagerås (1993) hänvisar till ett fynd i Kungälv (södra Bohuslän), som med kol-14 metoden beräknats vara 32 000 år gammalt. Det finns även uppgifter om äldre fynd. Sammanlagt finns sju gamla fynd av myskoxe i Sverige (www.myskoxe.se).

Till en början hade den nyetablerade svenska populationen en positiv populationsutveckling. Vid mitten av 1980-talet hade gruppen utökats till 36 individer (Fig. 2). Dödligheten var dock hög, högre än i andra myskoxpopulationer, och effekterna av detta började visa sig så småningom. År 2004 hade antalet svenska myskoxar sjunkit till åtta. Eftersom den enda kvarvarande tjuren antogs vara nära besläktad med de sju korna, gjordes ett försök att ersätta honom med

Tab. 1. Uppskattat antal (N) vilda myskoxar i världen.
Estimated number (N) of wild muskoxen worldwide.

Land/Country	N	År/Year	Referens/Reference
Kanada	~130 000	2007	P.J.Van Coeverden De Groot (pers. comm.)
Alaska	~4 000	2002	P. Reynolds (pers. comm.)
Grönland	~20 000	2007	P.Aastrup (pers. comm.)
Sibirien	~4 000	-	Anonym/Anonymous
Norge	~200	2006	Rangbru and Andreassen (2006)
Sverige	7	2010	S. Mörtberg (pers. comm.)
Totalt	ca 150 000		

en tjur från Kolmårdens djurpark. Den oerfarna djurparkstjuren avled dock innan den hann betäcka någon av korna. I ett andra försök att tillföra nya arvsanlag fördes en av korna till Järvzoo för att paras med en djurparkstjur från östra Grönland. Det lyckades, och år 2006 föddes en vild kalv. Samtidigt avled ytterligare en av de kvarvarande korna. Därmed bestod den svenska myskoxpopulationen av sex vilda kor och en kalv av okänt kön.

Genetisk variation. Orsaken till den på senare tid negativa populationsutvecklingen hos de svenska

myskoxarna antas huvudsakligen vara negativa konsekvenser av inavel, så kallad inavelsdepression (Laikre m.fl. 1997). Inavelsdepression visar sig huvudsakligen på två olika sätt. Först och främst kan en, av olika anledningar, utökad parning med nära släktingar leda till att dolda (recessiva) sjukdomsanlag kommer till uttryck i avkomman. En sådan anrikning av sjukdomsanlag kan visa sig som förhöjd sjukdomsfrekvens, missbildningar eller nedsatt reproduktionsförmåga. Det andra tecknet på inavelsdepression är en minskad anpassningsförmåga till förändringar. En sådan process är lite svårare att överblicka och visa vetenskapligt,

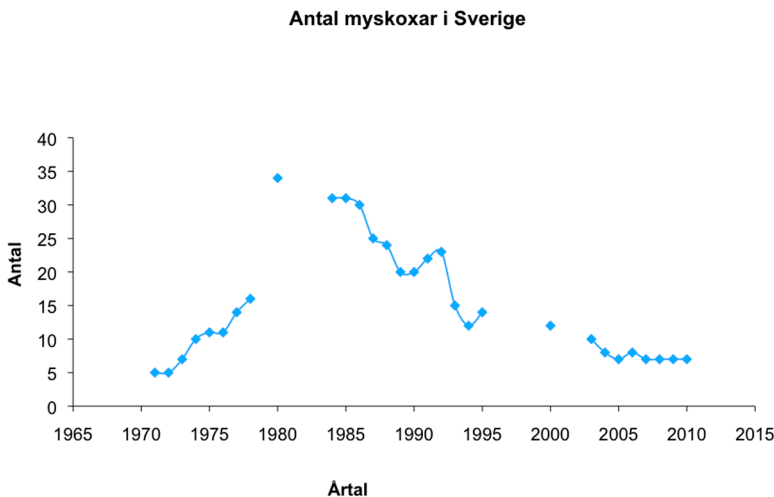


Fig. 2. Den numerära utvecklingen av den svenska myskoxpopulationen från etableringen 1971 till 2010 (data från vissa år saknas). Efter födseln av en kalv sommaren 2010, och försvinnandet av en av de äldre korna samma år, är det nuvarande antalet fortfarande sju (från Thulin mfl 2011). [The size of the Swedish muskox population from the establishment 1971 to 2010 (data from certain years missing). After the birth of a calf in the summer of 2010, and the coincidental disappearance of one of the older cows, the current population size is still seven (from Thulin et al. 2011).]

men ett påtagligt exempel är om minskad variation (till följd av inavel) i immunförsvarets arvsanlag leder till minskad motståndskraft mot sjukdomar. Den slutliga effekten av dessa två skilda processer skulle alltså kunna samverka i en nedåtgående spiral.

Isolerade populationer är extra utsatta för risker kopplade till inavel och brist på genetisk variation. Detta beror på avsaknaden av genflöde och risken för dramatiska populationsfluktuationer, som i sin tur kan minska variationsgraden i populationen genom slump-effekter till följd av att det uppstår en så kallad "genetisk flaskhals" (en period med extremt liten populationsstorlek). Om populationerna är introducerade kan genetisk variation även förloras under introduktionsskedet, då oftast ett fåtal individer utgör grunden för den nya populationen. I fallet med myskoxen kan dessutom upprepade introduktioner/etableringar av nya populationer med individer från tidigare introducerade populationer leda till det som kallas upprepade flaskhalsar. Slumpfaktorer i kombination med ändrade regimer för naturligt urval kan även skapa nya förutsättningar för introducerade populationer med en accelererad evolutionshastighet som möjlig följd.

När det gäller myskoxe verkar redan grundförutsättningen vara en ovanligt liten genetisk variation jämfört med andra däggdjur. Det är troligt att mycket genetisk variation gått förlorad när populationsstorleken fluktuerat under de senaste istiderna (Campos m.fl. 2010), men även människans jakttryck kan ha bidragit till svängningarna. Under alla omständigheter är det rimligt att anta att en redan historiskt låg grad av variation, i kombination med upprepade utsättningar, lett till en inducerad minskning av variationsgraden hos de introducerade populationerna. Detta gäller kanske i synnerhet populationen i Sverige, eftersom den härstammar från ett fåtal individer som utvandrat från den sedan tidigare introducerade norska populationen.

Upprepade utsättningar. För att utreda de genetiska effekterna av utsättningar, samt utvärdera graden och fördelningen av variationen inom och mellan olika populationer av myskoxe, utfördes en genetisk studie (Thulin m.fl. 2011) av icke-kodande mikrosatellit-DNA, dvs. mycket variabla segment av DNA

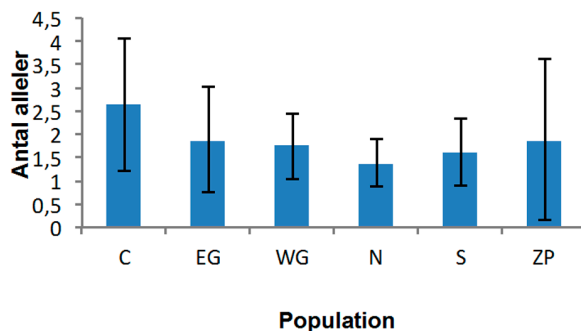
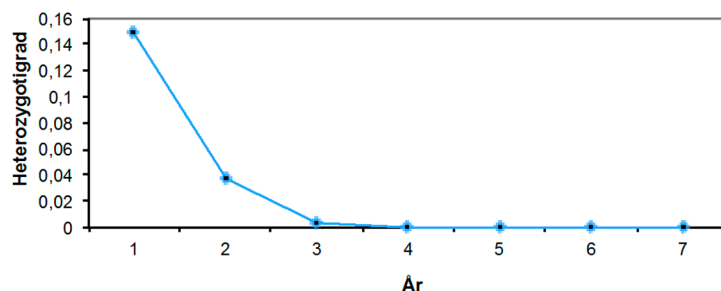


Fig. 3. Varje kolumn anger det genomsnittliga antalet alleler (genvarianter) per lokus och population samt standardavvikelse. (C=Kanada; EG=Östra Grönland, WG=Västra Grönland; N=Norge; S=Sverige, ZP= djurparker). [In each column, the mean number of alleles per locus and population is given, together with standard deviation (C=Canada; EG=East Greenland, WG=West Greenland; N=Norway; S=Sweden, ZP= Zoological Parks).]

utan beskrivna funktioner i kroppen. I många avseenden följer resultaten vad som kunde förväntas. Störst genetisk variation (mätt i antal alleler, genvarianter) påvisades inom artens naturliga utbredningsområde i Kanada och på östra Grönland (Fig. 3). Därefter kommer den introducerade, men relativt välmående populationen på västra Grönland, följd av den norska populationen. När vi sedan går vidare till Sverige bryts mönstret, och variationen ökar igen. Den genetiska variationen ökar sedan ytterligare bland skandinaviska djurparksdjur, och ligger där på samma nivå som hos den ursprungliga populationen på östra Grönland. Mönstret, vilket vi kallar för ett "djurparksleende", framgår mycket tydligt i figur 3. Den förhöjda variationsgraden i den svenska populationen beror på bidraget av genetisk variation från den halvt grönländska kalven. Att djurparksdjuren har så hög variationsgrad beror helt enkelt på deras varierande ursprung från hela myskoxens utbredningsområde.

Vår studie visar även, något oväntat, att de svenska myskoxarna faktiskt har flest likheter med dem från östra Grönland, inte med de norska myskoxarna. Detta beror förmodligen på två saker. Först kan slumpfaktorer under etableringsfasen gjort att sammansättningen

Fig. 4. Simulering av den framtida genetiska variationen i den svenska myskoxpopulationen utifrån den nuvarande heterozygotigraden på 0,15. Simuleringen baseras på att ingen migration sker, att den ursprungliga populationen består av en fertil tjur samt fem fertila kor, och att populationen därefter konstant består av sex individer med en jämn könskvot, dvs. tre tjurar och tre kor (från Thulin mfl 2011). [Deterministic projection of future genetic variation within the Swedish muskox population, starting with the current observed heterozygosity of 0.15; assuming no immigration, an initial population of one fertile bull and five cows and thereafter a stable population of six individuals with an equal sex ratio, i.e. three bulls and three cows (from Thulin et al. 2011).]



av den genetiska variationen inom den svenska gruppen separerat från den norska. Sedan har naturligtvis arvsanlaget från den halvt grönländska kalven bidragit till att den svenska genpoolen mest liknar den grönländska. I studien gjordes också en simulering för att utvärdera den framtida förlusten av genetisk variation om inte lämpliga förvaltningsåtgärder genomförs. Simuleringen utgår från den nuvarande graden av genetisk variation, en initial grupp med en fertil tjur och fem fertila kor, med samma antal och en jämn könskvot i efterföljande generationer. Simuleringen visar att efter tre generationer kan all den nuvarande genetiska variationen vara försvunnen under dessa förutsättningar (Fig. 4).

En ljusnande framtid? I den svenska populationen har alltså den numera fullt utvuxna och köns mogna tjuren, vars far är en djurparkstjur från östra Grönland, bidragit med så mycket genetisk variation att variationsgraden överstiger den i den norska ursprungspopulationen. Detta visar med all önskvärd tydlighet betydelsen av enstaka inkorsningar med individer av ett annat ursprung. Parningar mellan vilda kor och djurparkstjurar av olika härkomst kan bidra väsentligt till den genetiska variationen och därmed förbättra möjligheten till en långsiktig överlevnad. Detta är ett sätt att ersätta den migration mellan närliggande populationer som vanligtvis är möjlig under opåverkade förutsättningar. Det finns studier som visar att en effektiv migrant per generation räcker för

att upprätthålla variationsgraden i en population. En effektiv migrant är alltså en invandrad individ som reproducerar sig och därmed bidrar till den genetiska variationen. Myskoxar blir köns mogna efter 3–4 år och blir 15–20 år gamla, vilket gör att deras generationstid är relativt lång.

Det är nu ungefär fem år sedan den lyckade beäktningen av en vild ko utfördes. Även om vi nu har en fertil tjur, som redan avlat en kalv, är det hög tid att genomföra nästa parning för att öka variationsgraden ytterligare – om det är målet. Mot bakgrund av resultaten från Thulin m.fl. (2011) kan då tjurar från östra Grönland med fördel användas för sådana parningar, eftersom genotypen hos myskoxarna därifrån mest liknar den svenska. För ett verkligt, långsiktigt bevarande av myskoxen i Sverige krävs dock helt andra förvaltningsåtgärder, givet att Sverige vill ta det steget fullt ut. Vi behöver fler familjegrupper, helst med möjlighet till kontakt med den nuvarande gruppen. Enklaste sättet att uppnå detta är att först etablera myskoxar i hägn i önskat område. När gruppen tillvuxit och anpassat sig till omgivningarna kan inhägnaden monteras ned, så att myskoxarna tillåts röra sig fritt.

En långsiktig strategi för myskoxens bevarande kan också innebära att vi överväger att etablera arten längre norrut, där det finns lämpligare habitat än i södra Härjedalen (se Nyqvist 2004). En etablering av en livskraftig myskoxstam i Sverige kan bidra till artens globala fortlevnad. I södra Härjedalen har myskoxens

närvaro bidragit till utvecklingen av lokala näringar, t.ex. kaféer, restauranger, presentaffärer osv. I Tännäs (Härjedalen) finns även ett Myskoxcentrum (www.myskoxcentrum.se) med myskoxar i hägn. Denna anläggning etablerades delvis för turiständamål, men den är även tänkt som ett avels- och forskningshägn. Med flera populationer, som kanske inte heller är så sårbara som den nuvarande, kan en mer omfattande myskoxturism byggas upp till främjande för regionala näringar och landsbygdsutveckling.

Summary: The muskox *Ovibos moschatus* (Zimmerman 1780) is an arctic mammal with a highly fragmented, circumpolar distribution. Its native range includes Canada and eastern Greenland. The muskox has also been introduced to western Greenland and reintroduced to Alaska, Siberia and Eurasia. In 1971 five individuals – one bull and two cows with one calf each – migrated from an introduced population in Dovre fjäll (Norway) into the Rogen Nature Reserve area in Härjedalen, Sweden. The population slowly grew, and it peaked at 36 individuals in the mid 1980s. During the last five years, the numbers have fluctuated between six and eight individuals (currently seven). The small size of the population makes it susceptible to both demographic and genetic stochasticity (e.g. inbreeding depression). A study of genetic variation within native and introduced muskox populations showed that the populations deviate from the pattern expected based on sequential founder events. This is probably due to random processes associated with introduction. In the Swedish population, a calf resulting from the mating of a wild cow and a captive Greenland bull contributes significantly to the current amount of genetic variation. Thus, even a single outbreeding event may, at least momentarily, increase the genetic variation and potentially prevent inbreeding depression in the Swedish muskox population. For a longterm preservation of this charismatic and locally appreciated species in Sweden, continued supplemental releases or matings with captive bulls may be necessary. In addition, if Sweden wishes to maintain a sustainable muskox population, we suggest that at least two additional, viable family groups be established sufficiently close to the current Swedish

population to achieve geographical connectivity between the groups. ■

Carl-Gustaf Thulin

Föreståndare, Centrum för vilt- och fiskforskning, SLU

E-post: Carl-Gustaf.Thulin@slu.se

Linda Englund

Handläggare, Länsstyrelsen i Jönköpings län

Göran Spong

Docent, Vilt, fisk och miljö, SLU

Göran Ericsson

Professor, Vilt, fisk och miljö, SLU

Litteratur

- Campos, P.F., Willerslev E., Sherb, A., Orlando, L., Axelsson, E., Tikhonov, A., Aaris-Sørensen, K., Greenwood, A.D., Kahlke, R.-D., Kosintsev, P., Krakhmalnaya, T., Kuznetsova, T., Lemey, P., MacPhee, R., Norris, C.A., Shepherd, K., Suchard, M.A., Zazula, G.D., Shapiro, B. & Gilbert, M.T.P. 2010. Ancient DNA analyses exclude humans as the driving force behind late Pleistocene musk ox (*Ovibos moschatus*) population dynamics. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107: 5675–5680.
- Laikre, L., Ryman, N. & Lundh, N.G. 1997. Estimated inbreeding in a small, wild muskox *Ovibos moschatus* population and its possible effects on population reproduction. – Biological Conservation 79: 197–204.
- Lundh, N.G. 1979. Myskoxarna i Härjedalen. – Fauna och Flora 1: 13–26.
- Liljegren, R. & Lagerås, P. 1993. Från mammutstapp till kohage: Djurens historia i Sverige. Wallin & Dalholm Boktryckeri AB, Lund.
- Martin, P.S. 2005. Twilight of the Mammoths: Ice Age Extinctions and the Rewilding of America. University of California Press.
- Nyqvist, J. 2004. Ecological possibilities for musk oxen (*Ovibos moschatus*) in the Swedish mountain range. MSc thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Thulin, C.-G., Englund, L., Ericsson, G. & Spong, G. 2011. The impact of founder events and introductions on genetic variation in the muskox *Ovibos moschatus* in Sweden. – Acta Theriologica (online).
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. & Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. – Science 277: 494–499.