

totala utbredningsområde. Arten förekommer regelbundet i åtminstone 21 stater inom EU och/eller AEWA. Enligt det internationella åtgärdsprogrammet har dessa stater det huvudsakliga ansvaret för bevarandet av arten. Sverige är en av dessa stater. I dagsläget bedöms jaktproblematiken globalt som den största utmaningen. Förstärkning har bedömts nödvändig för den norska fjällgåspopulationen parallellt med att jakten måste åtgärdas (Lee m.fl. 2010, Amato 2010). Habitatförlust är ytterligare ett hot mot artens fortlevnad och är omnämnt i det internationella åtgärdsprogrammet. Berörda svenska myndigheter och intresseorganisationer bör aktivt medverka i det internationella arbetet genom att på lämpligt sätt stödja de åtgärder som prioriteras. Exempel på åtgärder som Sverige bör stödja eller medverka i är:

- Samarbete rörande populationsförstärkningar, avel, utsättningsmetodik.
- Kraftigt minska eller stoppa jakten på fjällgås.
- Bidra till att fylla de befintliga och prioriterade kunskapsluckorna.
- Förhindra habitatförluster.

Tyngdpunkten för de svenska insatserna bör i dagsläget ligga på i första hand de svenska fjällgässen. I det internationella samarbetet är Norge, Finland, Ryssland, Holland samt AEWA och dess medlemsländer som har rastande eller övervintrande fjällgäss viktiga.

AEWA

AEWA är central aktör i det internationella arbetet med att motverka jakt, habitatförluster och -förstörelse längs fjällgåsens flyttvägar och på dess rast- och övervintringsplatser. AEWA har en arbetsgrupp för det internationella åtgärdsprogrammet (Jones m.fl. 2008) och etablerade i maj 2008 Recap-kommittén (Committee for captive breeding, reintroduction and supplementation of Lesser White-fronted Goose in Fennoscandia) bestående av representanter från Sverige, Norge och Finland och där Tyskland sitter med som observatör. Syftet med kommittén är att agera plattform för överenskomna och koordinerade åtgärder beträffande framtida avelsprogram och utsättningar i Sverige, Norge och Finland. I kommittén ingår förutom ovan nämnda länder även AEWA-representanter.

Ny kunskap

Kunskapsläget är relativt bra, men inom vissa områden finns det behov av sammanställning av befintlig kunskap och fördjupning. Detta gäller flyttningsvägar, men även ungduggarnas biotopval och rörelser. Det är inte känt hur predation och störning i häckningsområdet påverkar populationen. En kunskaps-sammanställning av de ekologiska förutsättningarna för fjällgåsens häckning i svenska fjällen bör utföras. Denna bör analysera effekterna av mänskliga störningar, rödrävens expansion, uteblivna smågnagartoppar, intensivt renbete och upphörd hävd med förbuskning längs flyttvägarna.

En oberoende studie har inletts (2010) med syfte att klargöra i vilken utsträckning fjällgäss sökt sig till västra Europa för övervintring innan 1980-talet.

Då kunskapsbrist fortfarande finns om fjällgåsens flyttvägar bör man överväga att förse ett antal fjällgäss med satellitsändare.

Genom samarbete är det viktigt att resultaten och erfarenheterna från utsättningarna av uppfödda fjällgäss 2010-2013 i Sverige och Norge sammanställs för att hitta den metod som ger störst överlevnad och återvändandegrad hos fåglarna.

Förhindrande av illegal verksamhet

Länsstyrelsernas naturbevakare hålls uppdaterade om risker för illegal verksamhet. De bör få tid avsatt för bevakning av störningar från fritidsfiskare inkluderande också områden avlysta för sportfiske. På platser där fjällgäss uppehåller sig stationärt i Norrbottens, Västerbottens samt Gävleborgs län bör risken för störningar omedelbart fastställas och åtgärder eventuellt vidtas.

Omprövning av gällande bestämmelser

Förändras situationen i Sverige så att jakt utgör eller kan komma att utgöra ett hot mot fjällgäss där de regelbundet uppträder bör man se över möjligheter till begränsningar i jakt på andfåglar eller åtminstone gäss. I vissa fall kan det även vara angeläget med en översyn av fiskebestämmelser.

Områdesskydd

När förekomst av fjällgäss upptäcks i nya områden i svenska fjällen bör berörd länsstyrelse i varje enskilt fall snabbt ta ställning till områdets skydd och om störande aktiviteter bör regleras. Liknande hållning bör intas för rastlokaler. Möjlighet att bilda fågelskyddsområden och införa beträdningsförbud under vissa tidsperioder bör övervägas i de fall det bedöms nödvändigt.

Administrativt samarbete

Svenska naturvårdsmyndigheter bör senast 2011 kontakta svenska ideella organisationer för att klargöra hur ett ömsesidigt samarbete kan ske i det nationella och internationella arbetet med att bevara fjällgåsen.

Svenska myndigheter bör gemensamt med övriga berörda myndigheter i Norden och AEWÄ öka kontakten med ansvariga myndigheter i de länder som berörs av fjällgåsens flyttningsleder i syfte att undersöka möjligheterna att öka skyddet för arten och minska jakten på rastplatser och övervintringslokaler.

Varje år under aktuell programperiod kommer möten inom AEWÄs arbetsgrupp och Recap-kommitté att hållas där Sverige deltar. Dessa bör kompletteras med möten med andra aktörer i Norden för fjällgåsens bevarande. För att både öka förståelsen för de olika synpunkter som finns och skapa en ökad samsyn i de olika frågor som sammanhänger med bevarandet av fjällgåsen i vår region bör dessa möten genomföras med ett utpräglat processorienterat arbetssätt.

Allmänna rekommendationer till olika aktörer

Det här avsnittet vänder sig till alla de utanför myndighetssfären som genom sitt jobb eller under fritiden kommer i kontakt med fjällgås och/eller de livsmiljöer som åtgärdsprogrammet berör, och som genom sitt agerande kan påverka artens situation och som vill ha vägledning för hur de bör agera för att gynna den. Avsnittet innehåller generella rekommendationer. Det är viktigt att de avvägs mot eventuella motstridiga intressen eftersom lämpliga generella åtgärder kan ha lokala undantag.

Åtgärder som kan skada arten eller gynna arten

Fjällgäss kan under sin höstflyttning sträcka tillsammans med andra gåsararter och skjutas av misstag. Detta är redan ett känt problem på många håll internationellt, men uppgifter om hur förhållanden är i Sverige finns det mindre kunskap om. Att grågås och sädgås får jagas i hela eller delar av Sverige under vissa tider kan vara ett hot mot arten när de höststräcker. Jägarorganisationerna bör informera jägarna om fjällgåsens situation och artkännetecknen för att förhindra att fjällgäss skjuts av misstag under jakt.

Områden där arten konstateras rugga bör uppmärksammas och ges nödvändigt skydd och eventuell skötsel. Olika sportfiskeorganisationer och fiskeupplåtare bör få information om hur störning på häckningsområden undviks och vilken effekt störning kan ha under häckning.

Där det är möjligt bör jordbrukets miljöersättningar utnyttjas för att finansiera en del av skötseln i viktiga habitat.

Turistföretag kan informera om och iaktta försiktighet för att undvika störningar på häcklokaler.

Finansieringshjälp för åtgärder

För forskningsbehov som anges i åtgärdsprogrammet kan projektbidrag sökas hos Formas (Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggnad). Det bör undersökas om arbetet med att bevara fjällgåsen kan få stöd genom EU-projekt (LIFE-fonden eller motsvarande).

Ideella föreningar bör stimuleras att genomföra åtgärder som gynnar fjällgåsen, t.ex. Sveriges Ornitologiska Förening och WWF. Hos dessa organisationer kan i vissa fall pengar sökas för olika små projekt.

Inom landsbygdsprogrammet (2007–2013) finns miljöersättningar och miljöinvesteringar för åtgärder i odlingslandskapet, till exempel för restaurering och skötsel av slätterängar, betesmarker och våtmarker. Inom landsbygdsprogrammets åtgärder för utvald miljö finns möjlighet för länsstyrelsen att prioritera mellan olika instanser, och därigenom en möjlighet att styra bevarandeinsatser till de olika områden som bedöms som mest angelägna. Rådgivning och information till lantbrukare och markägare om till exempel skötsel och restaurering av slätterängar, betesmarker och våtmarker kan genomföras av Länsstyrelsen och andra aktörer med hjälp av medel för kompetensutveckling inom landsbygdsprogrammet.

Utsättning av arter i naturen för återintroduktion, populationsförstärkning eller omflyttning

I det här åtgärdsprogrammet föreslås utsättning av fjällgås enligt beskrivning under *Direkta populationsförstärkande åtgärder*. Motiv, förutsättningar och åtgärder för utsättningar bör beskrivas utförligt i ett särskilt utsättningsprogram innan åtgärderna utförs i full skala. Utsättningsprogram bör följa Naturvårdsverkets vägledning *Utsättning av vilda växt- och djurarter i naturen* (Naturvårdsverket 2008-05-22, PM).

Vid utsättningar gäller att den som vill sätta ut hotade växt- eller djurarter som är fridlysta enligt 4–9 §§ artskyddsförordningen eller 5 § fiskeförordningen, eller som är fredade enligt 3 § jaktlagen, samt införskaffa grundmaterial för uppfödning och uppdrivning inklusive förvaring och transport, måste se till att skaffa erforderliga tillstånd. Länsstyrelsen får enligt 14–15 §§ artskyddsförordningen i det enskilda fallet ge dispens från förbuden i 4–9 §§ som avser länet eller del av länet. Länsstyrelsen får också enligt 16 § fiskeförordningen ge tillstånd till utsättning av fisk, vattenlevande blötdjur och vattenlevande kräfdjur. För fångst och utsättning av däggdjur och fåglar krävs tillstånd av Naturvårdsverket. När det gäller förvaring och transport av levande exemplar av växt- och djurarter som i bilaga 1 till artskyddsförordningen har markerats med N eller n, måste undantag från förbudet i 23 § sökas hos Jordbruksverket. Vid import från Ryssland liksom vid en möjlig transport av fjällgäss för utplacering i Norge ska hänsyn även tas till 16 § avseende import, export och reexport. Därutöver ska gällande veterinärmedicinska regelverk beaktas

Vid utsättningar ska också beaktas att åtgärder som inte kräver särskilt tillstånd men som väsentligt kan påverka naturmiljön *ska* anmälas för samråd till Länsstyrelsen enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. Utsättning av arter i naturen kan vara en sådan åtgärd. Därför bör samråd ske med aktuell länsstyrelse innan åtgärder vidtas för att sätta ut växt- eller djurarter i naturen.

Myndigheterna kan ge information om gällande lagstiftning

Den fastighetsägare eller nyttjanderättsinnehavare som brukar mark eller vatten där hotade arter och deras livsmiljö finns bör vara uppmärksam på hur området brukas. En brukare som sätter sig in i naturvärdenas behov av skötsel eller frånvaro av ingrepp och visar hänsyn i sitt brukande är oftast en god garant för att arterna ska kunna bibehållas i området.

Oavsett verksamhetsutövarens kunskap och intresse för att bibehålla naturvärdena kan det finnas krav på verksamhetsutövaren enligt gällande lagar, förordningar och föreskrifter. Vilken myndighet som i så fall ska kontaktas avgörs av vilken myndighet som har tillsyn över den verksamhet eller åtgärd det gäller. Länsstyrelsen är den myndighet som oftast är tillsynsmyndighet. För verksamhet som omfattas av skogsvårdslagen är skogsstyrelsen tillsynsmyndighet. Det går alltid att kontakta länsstyrelsen för att få besked om vilken myndighet som är ansvarig.

Tillsynsmyndigheterna kan ge upplysningar om vilka regelverk som gäller i det aktuella fallet. Det kan finnas krav på tillstånds-, anmälningsplikt eller

samråd. Den berörda myndigheten kan ge information om vad en anmälan eller ansökan bör innehålla och i hur god tid den bör lämnas in innan verksamheten planeras sättas igång.

Råd om hantering av kunskap om observationer

Enligt 20 kap 1 § Offentlighets- och sekretesslagen (2009:400) gäller sekretess för uppgift om utrotningshotad djur- eller växtart, om det kan antas att strävanden att bevara arten inom landet eller del därav motverkas om uppgiften röjs. Kännedom om förekomster av hotade arter kräver omdöme vid spridning av sådan kunskap då illegal jakt och insamling kan vara ett hot mot arten.

Naturvårdsverkets policy är att informationen så långt möjligt ska spridas till markägare och nyttjanderättshavare så att dessa kan ta hänsyn till arten i sitt brukande av området där arten förekommer permanent eller tillfälligt. När det gäller fjällgås så bör uppgifter om häckningsområdet vara sekretessbelagda.

När det gäller uppgifter om artens förekomst under häckningstid bör dessa hanteras med stor restriktivitet.

Konsekvenser och samordning

Konsekvenser

Åtgärdsprogrammets effekter på andra rödlistade arter

Generellt kan konstateras att åtgärdsprogrammet för fjällgås – oavsett vilken inriktning det får på längre sikt – har små konsekvenser för andra hotade arter. Programmet, dess föreslagna kunskapsframtagning och de fältaktiviteter som sker, bidrar till att uppmärksamma de stora luckor som finns i kunskapen om fjällens fågelfauna och i synnerhet de våtmarksberoende grupperna. Genom att inga mer omfattande biotopvårdsåtgärder föreslås under programmets giltighetstid behöver man inte heller befara att andra hotade arter missgynnas. Däremot kan positiva effekter förväntas för andra flyttfåglar som rastar i liknande biotoper som fjällgåsen, t.ex. sädgås (*Anser fabalis*). Om ökade biotopvårdande insatser senare kan vara aktuella, kommer dessa sannolikt att bidra positivt även till andra arters välbefinnande.

Åtgärdsprogrammets effekter på olika naturtyper

Hävden av äldre slåttermarker är önskvärd även från kulturhistorisk utgångspunkt samt stödjer i flera fall Sveriges åtaganden inom ramen för det europeiska nätverket Natura 2000.

Intressekonflikter

Fjällgåspopulationens akuta läge och artens känslighet för störningar genom mänskliga aktiviteter gör att konflikter i relation till turism och särskilt sportfiske kan finnas. De sonderingar som genomfördes i regi av Lambart von Essen under främst 1980-talet dokumenterade att många potentiella fjällgåsbiotoper då hade så intensiv sportfiskeverksamhet att det bedömdes vara ett hinder för framgångsrik häckning av fjällgås. Sportfiske kan vara en faktor som begränsar spridning. Det bör ligga på länsstyrelserna att aktivt bevaka intressekonflikter och därvid tillvarata faunavårdens intressen.

Samordning

Samordning som bör ske med andra åtgärdsprogram

I åtgärdsprogrammet för fjällräv föreslås jakt på rödräv med anledning av rödrävens expansion till fjällen. Detta är en åtgärd som även bedöms gynna fjällgåsen.

Samordning som bör ske med miljöövervakningen

Inom det nationella övervakningsprogrammet Svensk fågeltaxering, som drivs av Ekologiska institutionen, Lunds Universitet, finns möjligheter att observationer av fjällgäss görs i samband med inventering av deras standardrutter. Det är viktigt att eventuella observationer rapporteras in till Svalan (Artportalen).

Referenser

- Aarvak, T. & Øien, I. J. 2009. I Tolvanen m.fl. 2009 – EU LIFE report *Conservation of Lesser White-fronted Goose on the European migration route*. WWF Finland Report No 27 & Norwegian Ornithological Society, NOF Rapportserie Report 1-2009.
- Aarvak, T. & Øien, I. J. 2004. *Monitoring of staging Lesser White-fronted Goose at the Valdak Marshes, Norway, in the years 2001–2003*. I: Aarvak, T. & Timonen, S. (red.): *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project. Report 2001–2003* – WWF Finland Report No 20 & Norwegian Ornithological Society, NOF Rapportserie report 1-2004: 19–24.
- Aarvak, T. & Øien, I. J. 2003. Moulting and autumn migration of non-breeding Fennoscandian Lesser White-fronted Geese *Anser erythropus* mapped by satellite telemetry. *Bird Conservation International* 13: 213–226.
- Amato, G. 2010. *A review of the conservation genetics issues confronting the Lesser White-fronted Goose recovery program*. Rapport på uppdrag av AEWA. (Executive summary, bilaga 3).
- Andersson, Å. & Holmqvist, N. 2010. The Swedish population of Lesser White-fronted Goose *Anser erythropus* – supplemented or reintroduced? *Ornis Svecica* 20, No 3–4: 202–206.
- Andersson, Å. & Larsson, T. 2005. Reintroduction of the Lesser White-fronted *Anser erythropus* in Swedish Lapland. Boere, G. (red). *Proceedings of the waterbirds of the world*.
- Andersson, A-C. Andersson, S. & Lönn, M. 2007. *Genetisk variation hos vilda växter och djur i Sverige*. Naturvårdsverket rapport 5712.
- BirdLife International. 2009. Species factsheet: *Anser erythropus*. Nedladdad den 12 januari 2011 från: <http://www.birdlife.org/>.
- BirdLife International. 2004a. *Birds in Europe: populations estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International. BirdLife Conservation series No. 12.
- BirdLife International. 2004b. *Implementation in the European Union of species action plans for 23 of Europe's most threatened birds*. Rapport till EU-kommissionen, kontrakt NoB4-3040/2003/36216 /MAR/ BZ.
- Björklund, M. 1996. Fjällgäsen och älvslätterens försvinnande. *Vår Fågelvärld* 55(3): 17–19.
- CMS vetenskapliga råd. 2005. *Lesser White-fronted Goose Anser erythropus: recommendation from the Scientific Council*. UNEP/CMS/INF.8.5, Annex III.

- Cramp, S. & Simmons, K.E.L. 1977. *The birds of the Western Palearctic*. Vol. 1. Oxford University Press, London.
- Ebbinge, B. S., Berrevoets, C., Clausen, P. Ganter, B., Günther, K., Koffijberg, K., Mahéo, R., Rowcliffe, M. St. Joseph, A. K. M., Südbeck, P. & Syroechkovsky Jr, E. 1999 *Dark-bellied Brent Goose Branta bernicla bernicla. Goose Populations of the Western Palearctic. A review status and distribution*. I: Madsen, J., Cracknell, G, & Fox, T. (red). Wetlands International Publication No. 48: 284–297.
- Von Essen, L. 1993. *Projekt Fjällgås. Projektbeskrivning och resultat till 19921031*. Rapport till WWF Sverige.
- Gang, L. 1999. *Status of Lesser White-fronted goose in China*. Fennoscandian Lesser White-fronted Goose project – annual report 1999.
- Green, R. E., Harley, M., Spalding, M. & Zöckler, C. 2001. *Impacts of climate change on wildlife*. World Conservation Monitoring Centre, Sandy, Bedfordshire, England.
- Gärdenfors, U. (red.) 2010. *Rödlistade arter i Sverige 2010*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Holm, B. 1970. *Norrbottnens natur. Fåglar i Norrbotten*. Norrbottens läns naturvårdsförbund, småskrift nr 2. Luleå.
- IUCN. 1998. *IUCN/SSC guidelines for re-introductions*. IUCN, Gland, Schweiz.
- Jones, T., Martin, K., Barov, B. & Nagy, S. 2008. *International single species action plan for the conservation of the Western Palearctic population of the Lesser White-fronted Goose Anser erythropus*. AEWa Technical Series 36. Bonn.
- Kahanpää, L. 2009. Update of numbers and catching of LWfG in European Russia. LWfG Bulletin 2009(4): 11–15.
- Kampe-Persson, H. 2008. Historical occurrence of the Lesser White-fronted Goose *Anser erythropus* in the Atlantic flyway. *Ornis Svecica* 18: 68–81.
- Koffijberg, K., Cottaar, F., & van der Jeugd, H. 2005. *Pleisterplaatsen van Dwergganzen Anser erythropus in Nedelands*. SOVON-informatierapport 2005/2006. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen. Holland.
- Lacy, R. C. 2005. *Comments on the genetic issues related to the new action Plan for the Lesser White-fronted Goose*. Independent review for the Bonn Convention Scientific Council. – Promemoria.

- Lee, R, Cranswick, P.A., Hilton, G.M. & Jarrett, N.S. 2010. *Feasibility study for a re-introduction/supplementation programme for the Lesser White-fronted Goose Anser erythropus in Norway*. WWT Report to the Directorate for Nature Management, Norway.
- Lorentsen, S.-H., Øien, I.J., Aarvak, T., Markkola, J., von Essen, L., Farago, S., Morozov, V., Syroechkovski Jr, E. & Tolvanen, P. 1999. *Lesser White-fronted Goose Anser erythropus. Goose Populations of the Western Palearctic. A review status and distribution*. I: Madsen, J., Cracknell, G, & Fox, T. (red). Wetlands International Publication No. 48: 144–161.
- Luukkonen, A. & Markkola, J. 2003. *The autumn migration survey of Lesser White-fronted Goose in Bothnian Bay area, Finland, in 2002*. In Fenno-scandian Lesser White-fronted Goose conservation project – Annual report 2001–2003.
- Luukkonen, A. 2009. *The spring migration of the Lesser White-fronted Goose on-Bothnian Bay coast, Finland, in 2004–2008*. I: Tolvanen, P., Øien, I.J. & Ruokolainen, K. (red): *Conservation of Lesser White-fronted Goose on the European migration route – Final report of the EU LIFE-Nature project 2005–2009*. WWF Finland Report No 27 / NOF Rapportserie, Report 1-2009.
- Länsstyrelsen i Norrbotten. 2007. *Fjällgåsen I Norrbottens län år 2005–2006. En sammanställning av inventeringarna av fjällgås åren 2005–2006 i Norrbottens län samt redovisning av historiska häcknings- och flyttlokaler*. Länsstyrelsen i Norrbottens län.
- Madsen, J. 1996. *International Action Plan for the Lesser White-fronted Goose (Anser erythropus)*. BirdLife International, Cambridge, England, på uppdrag av EU-kommissionen.
- McCarthy, E. 2007: *Handbook of Avian Hybrids of the World*. Oxford University Press. New York.
- Mooij, J. H. .2001. Reintroduction project for the Lesser White-fronted Goose by help of ultra-light aircraft. *Casarca* 7: 137–147.
- Mooij, J.H. 2010. Review of the historical distribution of the Lesser White-fronted Goose *Anser erythropus* in Europe. *Ornis Svecica* 20, No 3–4: 190–201.
- Mooij, J. H., Faragó, S., & Kirby, J. S. 1999. *White-fronted Goose Anser albifrons albifrons. Goose Populations of the Western Palearctic. A review status and distribution*. I: Madsen, J., Cracknell, G, & Fox, T. (red). Wetlands International Publication No. 48: 94–128.
- Morozov, V.V. 2006. *The Lesser White-fronted Goose Anser erythropus at the verge of the millennium*. Waterbirds around the world. Edinburgh, England: 380–381.

- Morozov, V.V. & Syroechkovski Jr, E.E. 2002. Lesser White-fronted Goose on the verge of the millenium. *Casarca* 8: 233–276. (Ryska med engelsk sammanfattning)
- Mullarney, K., Svensson, L. Zetterström, D. & Svensson, L. 1999. *Fågelguiden* Albert Bonniers Förlag, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2008. *Utsättning av vilda växt- och djurarter i naturen*. PM, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nijman, V., Aliabadian, M. & Roselaar, C.S. 2010. Wild hybrids of Lesser-White-fronted Goose (*Anser erythropus*) x Greater White-fronted Goose (*A. albifrons*) (Aves:Anseriformes) from the European migratory flyway. *Zoologischer Anzeiger*. 248: 265–271.
- Norderhaug, A. & Norderhaug, M. 1984. Status of the Lesser White-fronted Goose, *Anser erythropus*, in Fennoscandia. *Swedish Wildlife Research* 13(1): 171–185.
- Ottvall, R. 2008. *Feasibility studie för infångande och genetisk kartläggning av svenska fjällgäss Anser erythropus*. Ekologiska institutionen, Lunds Universitet.
- Owen, M.1980. *Wild geese of the world*. London, Batsford.
- Pääläinen, J. & Markkola, J. 1999. Field work in Lapland in 1998. I: Tolvanen, P. Øien, I.J. & Ruokolainen, K. (red.): *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project. Annual report 1998*. – WWF Finland Report 10 & Norwegian Ornithological Society, NOF Rapportserie 1-1999: 35–36.
- Randler, C. 2006 Behavioural and ecological correlates of natural hybridization in birds. *Ibis* 148: 459-467.
- Ruokonen, M., Aarvak, T., Chesser, R.K., Lundqvist, A.-C. & Merilä, J. 2010. Temporal increase in mtDNA diversity in a declining population. *Molecular Ecology* 19: 2408-2417.
- Ruokonen, M., Andersson, A-C. & Tegelström, H. 2006. Using historical captive stocks in conservation. The case of the lesser white-fronted goose. *Conservation Genetics* 8: 197–207.
- Ruokonen, M., Kvist, L., Aarvak, T., Markkola, J., Morozov, V. V., Øien, I. J., Syroechkovski, Jr., E. E., Tolvanen, P. & Lumme, J. 2004. Population genetic structure and conservation of the Lesser White-fronted Goose *Anser erythropus*. *Conservation Genetics* 5: 501–512.
- Ruokonen M., Kvist, L., Tegelström, H. & Lumme, J. 2000. Hybrids, captive breeding and restocking of the Fennoscandian Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus*). *Conservation Genetics* 1: 277–283.

- Ryd, Y. 2009. Väster om Virihávrrre – här häckade fjällgässen. *Vår Fågelvärld* 2009(6): 14–21.
- Ryd, Y. & Lundquist, A. 2009. Mera om fjällgås jakt. *Vår Fågelvärld* 2009(8): 28–29.
- Siivonen, L. 1949. En översikt över villebrådet i Finland. *Suomen Riista* 4, 125–170.
- Sjögren, P. & Wyöni, P-I. 1994. Conservation genetics and detection of rare alleles in finite populations. *Conservation Biology* 8: 267–270.
- Soikkeli, M. 1973. Decrease in numbers of migrating Lesser White-fronted Geese *Anser erythropus* in Finland. *Finnish game research* 33: 27–30.
- Sterbetz, I. 1990. Variations in the habitat of the Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus* L., 1758) in Hungary. *Aquila* 96–97: 11–17.
- Tegelström, H., Ruokonen, M. & Löfgren, S. 2001. *The genetic status of the captive Lesser White-fronted Geese used for breeding and reintroduction in Sweden and Finland*. I: Tolvanen, P., Øien, I.J. & Ruokolainen, K. (red.). *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project*. Annual report 2000. WWF Finland Report No. 13 & Norwegian Ornithological Society, NOF Rapportserie Report 1-2001: ss. 37–39.
- Tolvanen, P. & Lindgren, M. 1998. Lesser White-fronted Goose survey in the Rostujavri area, June 20–26, 1998.
- Tolvanen, P., Toming, M. & Pynnönen, J. 2004. *Monitoring of Lesser White-fronted Geese in western Estonia in 2001–2003*. *Fennoscandian Lesser White-fronted Goose conservation project*. Report 2001–2003. – WWF Finland Report 20 & Norwegian Ornithological Society, NOF Rapportserie Report 1-2004: 9–13.
- Tolvanen, P., Øien, I.J. & Ruokolainen, K. 2009. *Conservation of Lesser White-fronted Goose on the European migration route – Final report of the EU LIFE-Nature project 2005–2009*. WWF Finland Report No 27 / NOF Rapportserie, Report 1-2009.
- Tsougrakis, Y., Panagiotopoulou, M. & Makriyanni, E. 2009. *Public awareness campaign for the Lesser White-fronted Goose in Greece*. I: Tolvanen, P., Øien, I.J. & Ruokolainen, K. (red.): *Conservation of Lesser White-fronted Goose on the European migration route. – Final report of the EU LIFE-Nature project 2005–2009*. WWF Finland Report No 27 / NOF Rapportserie, Report 1-2009.
- UNEP World Conservation Monitoring Centre. 2003. Report on the status and perspective of the Lesser White-fronted Goose *Anser erythropus*. UNEP/WCMC, Cambridge, England.

- Wetlands International. 2002. *Waterbird Population Estimates*. Third edition. Wetlands International Global Series No. 12. Wageningen, Holland.
- www.piskulka.net. Fjällgåsportal. Nedladdad den 20 januari 2011.
- WWF Finland. 2009. Lesser White-fronted Goose Life Project. Nedladdad den 20 januari 2011 från: http://www.wwf.fi/english/finland/lesser_white_fronted/.
- Øien, I.J., & Aarvak, T. 2005. Satellitter sporer dverggås til sivilisasjonens vugge – Mesopotamia! *Vår Fuglefauna* 28, nr 1.
- Øien, I. J. Aarvak, T., Ekker, M., & Tolvanen, P. 2009. *Mapping of migration routs of the Fennoscandian Lesser White-fronted Goose breeding population with profound implications for conservation priorities*. I: Tolvanen, P., Øien, I.J. & Ruokolainen, K. (red): *Conservation of Lesser White-fronted Goose on the European migration route – Final report of the EU LIFE-Nature project 2005–2009*. WWF Finland Report No 27 / NOF Rapportserie, Report 1-2009.
- Øien, I.J., & Aarvak, T. 2009. *The effect of Red Fox culling in the core breeding area for Fennoscandian Lesser White-fronted Geelse in 2008*. I: Tolvanen, P., Øien, I.J. & Ruokolainen, K. (red): *Conservation of Lesser White-fronted Goose on the European migration route – Final report of the EU LIFE-Nature project 2005–2009*. WWF Finland Report No 27 / NOF Rapportserie, Report 1-2009.
- Øien, I.J., & Aarvak, T. 2010. Lys i tunnelen for dvergåsa? *Vår Fuglefauna* 33, nr 3.

Bilaga 1. Föreslagna åtgärder¹

Åtgärd	Område/Län	Aktör	Finansiering	Kostnad ²	Prioritet	Tidplan
Sammanställning av data som registrerats under häckningstid gjorda inom Projekt Fjällgäss	Norrbottnen	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP Lst BD	90 000 kr	1	Senast 2011
Årlig övervakning av rastande fjällgäss i Sverige	Häckningsområdet, Ammarnäs, Hudiksvall m.fl.	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP Lst BD, AC Svenska Jägareförbundet	10 000 kr/år	1	2011–2015
Årlig övervakning på övervintringslokaler i Holland.	Holland	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP Lst BD	35 000 kr/år	1	2011–2015
Årlig övervakning i Tjälmejarueområdet	Norrbottnen, Västerbotten	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP Lst BD, AC	60 000 kr/år	1	2011–2015
Dokumentation av Svenska Jägareförbundets Projekt Fjällgäss	Sverige	Svenska Jägareförbundet	Stiftelsen Sveriges Vildnad, Svenska Jägareförbundet	0 kr	2	Senast 2011
DNA-analys av fjällgäss från Nordens Ark (Släktskap)		Svenska Jägareförbundet	Svenska Jägareförbundet	0 kr	1	Senast 2011
Utsättning av vildfångade fjällgäss	Hudiksvall	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP, Lst X	25 000 kr/år	1	2011 – 2015
Fångst av fjällgäss och märkning	Hudiksvall, Holland	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP Lst X, Tyskland, Holland	40 000 kr/år (för fångst i Hudiksvall)	1	2011 – 2015
Sändarförse 4 fjällgäss	Hudiksvall	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP, Lst X	280 000 kr	2	Senast 2012
Införsel av ryska vildfångade fåglar för avel	Sverige/Ryssland	Svenska Jägareförbundet,	Naturvårdsverket, Våtmarksfonden, Svenska Jägareförbundet, WWF	200 000kr/år	1	2011 – 2015
Uppbyggnad av avelsanläggning	Öster Malma	Svenska Jägareförbundet	Naturvårdsverket, Svenska Jägareförbundet	Bidrag utbetalt 2010	1	Senast 2011
Skötsel och uppfödning av vildfångade fjällgäss	Öster Malma	Svenska Jägareförbundet	Naturvårdsverket, Svenska Jägareförbundet	160 000 kr/år	1	2011–2015

Forts. Bilaga 1. Föreslagna åtgärder

Åtgärd	Område/Län	Aktör	Finansiering	Kostnad ²	Prioritet	Tidplan
Projektledare (inkl baskostnader Projekt Fjällgås)	Öster Malma	Svenska Jägareförbundet	Naturvårdsverket, Svenska Jägareförbundet	250 000 kr/år	1	2011–2015
Skötsel och uppfödning av vildfångade fjällgäss	Nordens Ark	Nordens Ark	Naturvårdsverket, Svenska Jägare- förbundet, Nordens Ark.	200 000 kr/år	1	2011–2015
Urval, restaurering och skötsel av rast- och ruggningslokaler längs flyttvägar	Sverige	Länsstyrelsen i berört län,	NV – ÅGP resp. skötselanslag i län där åtgärder blir aktuellt.	125 000 kr/år	1	2012–2015
Framtagande och arbete med utsättningsprogram	Sverige	Svenska Jägareförbundet	Naturvårdsverket	Ingår i projekt- ledartjänsten.	1	Senast 2013
Utsättning av vildfångade fjällgäss	Norrbottnen	Svenska Jägareförbundet	NV – ÅGP, Lst BD	60 000 kr ¹ 60 000 kr/år	1	2010 ¹ 2011–2015
Oberoende utvärdering av studier om flyttvägar	–	AEWA	Naturvårdsverket	87 000	1	2011
Rödrävsjakt	Norrbottnen	Länsstyrelserna i Norr- bottens och Västerbottens län	NV – ÅGP Lst BD och AC	Samordnas med ÅGP Fjällräv	1	2011–2015
Skrivelse till myndigheter i länder med rastande eller övervintrande fjällgäss	Länder längs flyttvägar	Centrala naturvårds- myndigheter i Sverige, Norge, Finland	–	–	2	2011–2015
Deltagande i internationellt arbete om fjällgåsen	Sverige	Myndigheter och organisationer	Resp. part	–	1	2011–2015
Bidrag till internationellt fjällgåsarbete		AEWA	Naturvårdsverket	Bekostas av viltförvalt- nings medel	2	2011–2015
Inventering av fjällgäss på historiska samt potentiella häckningslokaler	Sverige	Lst BD och AC	NV – ÅGP Lst BD	250 000 kr	2	2013
Kunskapsmanställning om fjällgåsens ekologiska krav	Sverige	Lst BD och AC	NV – ÅGP Lst BD- och AC	100 000 kr	2	Tidigast 2015
Områdesskydd av viktiga fjällgåslokaler	Sverige	Berörd länsstyrelse, Naturvårdsverket	NV – Områdesskydd		2	2011–2015 efter behov
Årligt möte med nordiska aktörer för fjällgås	Sverige, Norge, Finland	Berörda myndigheter och organisationer	Resp. part	–	1	2011–2015

Forts. Bilaga 1. Föreslagna åtgärder¹

Åtgärd	Område/Län	Aktör	Finansiering	Kostnad ²	Prioritet	Tidplan
Framtagande av infobroschyr	Sverige	Länsstyrelsen i Norrbottens län	NV – ÅGP Lst BD	25 000 kr	2	2012
Webbplats för fjällgåsarbetet (SJF)	Sverige	Svenska Jägareförbundet	Svenska Jägareförbundet	0 kr	1	2011–2015
Information till jägarkåren	Sverige	Svenska Jägareförbundet	Svenska Jägareförbundet	0 kr	1	2011–2015
SUMMA 2011–2015:				6 532 000 kr		

¹ Åtgärder har utförts innan år 2011 genom finansiellt bidrag från Naturvårdsverkets villförvaltningsmedel, Naturvårdsverkets åtgärdsprogrammedel till länsstyrelserna (NV-ÅGP), Svenska Jägareförbundet, Nordens Ark, Stiftelsen Sveriges Vildnad, Våtmarksfonden och WWF Sverige.

² Kolumnen anger kostnaden inom Naturvårdsverkets åtgärdsprogrambudget. Finansiella bidrag planeras också komma från Svenska Jägareförbundet, Nordens Ark, Stiftelsen Sveriges Vildnad, Våtmarksfonden och WWF Sverige, liksom från andra av Naturvårdsverkets medel.

Bilaga 2. Genetiska undersökningar

Fjällgåsen är en monotypisk art där inga raser skilts ut. I en del av de genetiska studierna har slutsatser dragits utan att beakta statistiska svagheter i data och metoder. Undersökningar av fjällgäss från hela utbredningsområdet har visat att de vilda fjällgåspopulationerna är genetiskt differentierade med avseende på mitokondrie-DNA (mtDNA; Ruokonen m.fl. 2004, 2006) som nedärvs enbart från modern till ungarna. I studier av mikrosatelliter (kärn-DNA) har däremot ingen statistiskt signifikant genetisk skillnad hittats mellan de norska och ryska populationerna ($F_{ST} = 0,012$; Ruokonen m.fl. 2006). Skillnaden beror sannolikt på att fjällgåshannar är mer benägna att flytta mellan populationerna medan honorna i betydligt högre grad återvänder till den population där de föddes och växte upp till flygg ålder, och antyder att fjällgåshannar står för ett genflöde mellan de norska och ryska populationerna.

Fjällgäss från populationen i Sverige har ännu inte undersökts genetiskt, annat än museiexemplar (Ruokonen m.fl. 2010). När 29 svenska fjällgäss jämfördes med totalt 17 st från Norge och Finland och 2 från Ryssland insamlade 1860–1949, hittades inga signifikanta skillnader i mtDNA eller i 10 loci av mikrosatelliter. Undersökningen visade att 14 nutida norska fjällgäss var genetiskt mer variabla i mikrosatelliterna och mtDNA än de 46 individerna från museerna. Resultaten indikerar att den ökade genetiska variationen beror på ökad invandring av fjällgåshannar från Ryssland.

I de mtDNA-studier som gjorts av vilda fjällgåspopulationer har inte några hybrider mellan bläsgås och fjällgås upptäckts (Ruokonen m.fl. 2004, 2006, 2010). Det kan dock inte uteslutas att hybridisering äger rum i det vilda eftersom att den statistiska säkerheten inte är tillräcklig. Detta pga. stickprovsstorlekar på max 158 analyserade individer, samt att metoden bara detekterar hybridisering där honan är bläsgås (Tabell 1). Då arthybridisering sker hos fåglar av ordningen Anseriformes (Randler 2006, McCarthy 2007), som fjällgås och bläsgås tillhör, och Nijman m.fl. (2010) identifierat två hybrider insamlade på övervintringsplatser i England 1936 och Holland 1966, dvs långt före utsättningar av fjällgås påbörjades i Sverige, drar Naturvårdsverket slutsatsen att förekomst av hybridisering mellan arterna i det vilda inte kan uteslutas, men att frekvensen sannolikt understiger 6% (Tabell 1).

Av de första avelsfåglarna som togs till Öster Malma var 7 st vilda svenska fjällgäss (von Essen 1993, Tegelström m.fl. 2001). Därefter utökades avelsbeståndet genom import från Danmark och England och fjällgäss som erhållits från svenska uppfödare. Undersökningar har visat att det förekommer inblandning av bläsgåsgener hos hägnade bestånd i Finland och Sverige (Ruokonen m.fl. 2000, 2006). Denna hybridisering kan ha skett i djurparker i Danmark och England (Håkan Tegelström, muntl.). Därefter har några av dessa hybrider återkorsat sig med fjällgäss i fångenskap, och sannolikt via importerade fåglar från nämnda länder kom bläsgåsgener in i det tidigare svenska uppfödningensbeståndet. Det har inte studerats vetenskapligt om det förekommer morfologiska skillnader bland de fjällgäss som ingått i utsättningarna.

Vilken fågel parar sig med partner av annan art?	Detekterbar hybridiseringsfrekvens med > 95% sannolikhet i mtDNA
Enbart fjällgåshannarna parar sig med partner av annan art (bläsgås)	≥ 1,9%
Fjällgåshonor parar sig med bläsgås lika ofta som fjällgåshannarna	≥ 3,8%
Fjällgåshonor parar sig dubbelt så ofta med bläsgås som fjällgåshannarna	≥ 5,7%
Fjällgåshonor parar sig 3 ggr så ofta med bläsgås som fjällgåshannarna	≥ 7,5%

Tabell 1. Lägsta frekvens av hybridisering mellan fjällgås och bläsgås som kan upptäckas med statistisk säkerhet (dvs risken att hybridiseringen undgår upptäckt i stickprovet pga. slumpen är $P < 0,05$) då mtDNA analyserats hos totalt 158 fjällgäss ur den vilda världspopulationen. Analyserat med programmet GENESAMP för genetiska data (Sjögren & Wyöni 1994). Ju större andel av hybridiseringen mellan arterna som sker genom att fjällgåshonor parar sig med bläsgåshannor, ju större hybridiseringsfrekvens kommer att undgå upptäckt i mtDNA:t.

I undersökningen av mtDNA-variationen hos hägnade fjällgäss i Sverige, undantaget den vildfångade avelsbeståndet från Ryssland på Nordens Ark, identifierades tre olika mtDNA-varianter som annars bara återfinns hos bläsgässen. Det innebär att hybridisering mellan bläsgåshonor och fjällgåshannor förmodligen har skett vid åtminstone tre separata tillfällen. Det är inte möjligt att med mtDNA-informationen bestämma när denna hybridisering skedde.

Undersökningen av Nijman m.fl. (2010) visar vilka morfologiska karaktärer som anses främst skilja mellan fjällgås och bläsgås, och där de två hybriderna vildfångade i England 1936 och i Holland 1966 var helt intermediära.

Undersökning av 50 vilda fjällgäss och 87 vilda bläsgäss med tio variabla mikrosatellitmarkörer visade att av totalt 88 alleler var 55 st (63 %) gemensamma för de två arterna; 32 st hittades enbart hos bläsgässen och 1 st enbart hos fjällgässen. Med stickprovet 50 individer kan alleler med frekvensen 3 % eller mer hittas med statistisk säkerhet, dvs. om några av de 32 allelerna hos bläsgås i verkligheten förekommer också hos fjällgås, men i lägre frekvens än 3% så kan de undgå upptäckt av slumpskäl i undersökningen. Risken för detta finns då 21 av de 32 allelerna hos bläsgås hade frekvensen < 5%. Slutsatsen blir därför att minst 63 % av mikrosatellitallelerna i de undersökta markörerna är gemensamma för arterna. Analysernas data visade att 34 % av alla de hägnade adulta fjällgässen hade alleler som enbart återfanns hos vilda bläsgäss. Motsvarande siffra för de aduler som hölls i hägn på Öster Malma innan utsättningarna avbröts år 1999 var något lägre, 27 %.

I Ruokonen m.fl. (2006) undersökning kunde programmet Structure utifrån de genetiska data klassificera samtliga analyserade vilda bläsgäss och fjällgäss till rätt art. Samma program klassificerade alla utom tre av fjällgässen från svenska hägn som fjällgås; ingen av dessa tre fjällgäss tillhörde Öster Malmapopulationen (M. Ruokonen, pers. komm.).

De genetiska studierna visar att den genetiska distansen mellan vilda fjäll-

gäss och bläsgäss i mtDNA är 0,059 (Ruokonen m.fl. 2006) och att skillnaden i kärn-DNA inte är speciellt stor. Mikrosatellitkillnaderna mellan arterna är för låg för att individer med hybridhärstamning säkert ska kunna upptäckas även om mtDNA-studien indikerade att totalt 16 % av de hägnade fjällgässen i Sverige och ca 11 % av det tidigare avelsbeståndet på Öster Malma härstammade från bläsgåshybrider. Detta betyder att även om en hägnad fjällgås med arteget mtDNA i en analys av mikrosatellitvariationen inte går att särskilja från vilda fjällgäss med dagens metoder, kan ingen garanti ges för att individen inte alls bär på bläsgåsgener (Lundqvist och Ruokonen, muntl.). Det går i dagsläget alltså inte att baserat enbart på genetiska data säkert plocka ut fjällgås-individer som inte härstammar från hybrider (Ottvall 2008, bilaga 3).

De genetiska studierna av den fennoskandiska populationen visade att, trots att populationen minskat kraftigt, har ingen större genetisk utarmning börjats (Ruokonen m.fl. 2010). I jämförelse med de östligare populationerna är de genetiska skillnaderna i mtDNA så stora att Andersson & Ruokonen (brev 2005), och Juha Merilä (muntl.) menade att den fennoskandiska populationen bör hanteras som en separat enhet i bevarandearbetet (s.k. management unit). Denna uppfattning delas dock inte av andra genetiker och ekologer (Mooij m.fl. i brev).

Enligt en släktskapsanalys främst baserad på arkivstudier som gjorts av det tidigare avelsbeståndet på Öster Malma uppskattas 5–10 % av de i Lappland utsatta fjällgässen varit bärare av bläsgåsgener (Håkan Tegelström, muntl.). Denna siffra är en grov uppskattning eftersom inga genetiska analyser gjorts av de utsatta fjällgåsungarna. Under utsättningsperioden har sannolikt parbildning och framgångsrik häckning förekommit mellan utsatta och svenska fjällgäss i utsättningsområdet. Detta samt att sju av fjällgässen som grundade det tidigare avelsbeståndet infångades i Norrbotten, innebär att det förstärkta beståndet bär på genetiska anlag från den ursprungliga svenska populationen. Då föräldrarna till de utsatta fjällgässen 1981–1999 inte var första generationens (F1-) hybrider bedömer Naturvårdsverket att de utsatta fåglarna måste tillhöra senare generationer (F3 eller senare) av återkorsningar med fjällgås. Följaktligen drar Naturvårdsverket slutsatsen att sannolikt 97 % eller mer av den genetiska variationen hos det förstärkta beståndet består av fjällgåsgener, inklusive de som kvarstår av den ursprungliga svenska populationen.

Bilaga 3. Oberoende genetisk bedömning

Här följer sammanfattningen av George Amatos (2010) oberoende expertbedömning av fjällgåsens genetik samt om den svenska förstärkta populationen föranleder särskilda åtgärder.

A Review of the Conservation Genetics Issues Confronting the Lesser White-fronted Goose Recovery Program
September 2010

George Amato
Director, Sackler Institute for Comparative Genomics and
Center for Conservation Genetics
American Museum of Natural History
gamato@amnh.org

Executive Summary

This report was prepared at the request of Nina Mikander, Coordinator of the Lesser White-fronted goose and UNEP/AEWA Secretariat. It is based on a careful review of all the provided materials as indicated in the Terms of Reference for the Independent Expert Review of the Genetic Status of the Lesser White-fronted Geese in Fennoscandia. Previous to this review, I have not participated in any direct discussion or been involved in any primary genetics research related to this species. I have however conducted conservation genetics research, and managed and advised numerous, international, species conservation recovery efforts for more than twenty years. A *curriculum vitae* has been attached to detail what training and experiences helped to shape this review.

The genetics issues confronting a successful LWfG recovery program have been well articulated by the various stakeholders through a succession of international meetings, summary plans and scientific articles. In many ways the breadth of issues spans the broad hierarchical levels of conservation genetics – from uncertain taxonomy and metapopulation structure through the challenges of detailed individual genotyping necessary to detect multigeneration hybridization. In addition to a consideration of the various evolutionary and population genetics scales involved, there is also the various management scales from environmental degradation and control of illegal hunting to intensive *ex situ* breeding for population reinforcement or as a hedge against extinction. I have attempted to deal with each specific issue below, and then summarize a set of options to best accomplish the goal of reversing the steep decline of the LWfG in nature while maintaining a genetically and demographically robust species.

Before addressing the specific genetic threats and management implications it is important to again reiterate that the highest priority for successful conservation of the LWfG is a reduction in mortality in the wild from illegal hunting

and protection of critical habitat across the species migration routes. Ultimately these efforts will determine if this species persists into the future. Genetic management may provide an important aid to this effort – and avoid some of the additional threats due to loss of genetic variation in small fragmented populations – or genetic introgression from interspecies hybridization. But those efforts will be moot if there is not a reduction of mortality and increase in recruitment in the wild populations.

LWfG meta-population structure

A review of the available molecular genetic data indicate that the three geographically separated breeding populations of the LWfG are part of a meta-population and not genetically distinct evolutionarily significant units. These populations are characterized by an amount of genetic discontinuity predicted by geographic distance with a distribution of mitochondrial haplotypes and microsatellite allele frequencies indicative of historical connectivity. This pattern, combined with our knowledge of the changing climactic periods over relatively recent evolutionary time, support treating all LWfG populations as subpopulations of the same species – and not as unique evolutionary units that are on separate evolutionary trajectories.

What is most important in these evaluations is that we place the patterns observed from the primary research into an evolutionary context. Any survey of mtDNA haplotypes or nuclear alleles is only a snapshot in evolutionary time. We know that frequencies of these genotypes are constantly changing due to selection as a response to changing environmental conditions, isolation and drift, and accumulation of new mutations. A pattern of fixed, diagnosable characters – similar to what is defined in the Phylogenetic Species Concept (PSC) would indicate significant evolutionary distinctiveness that could only have resulted from coalescence of a pattern due to reproductive separation over evolutionary time. This is the pattern we see in the closely related – but diagnosably distinct LWfG and GWfG species. The pattern for the geographically isolated populations of the LWfG is consistent with non-random, intraspecific variation, and this indicates the importance of historical connectivity.

Specifically, in terms of the genetic health of the species, this argues for more concern with the isolation and loss of genetic variation within the sub-populations than it does with concern for local, co-adapted gene complexes. Furthermore, it strongly supports the option of using individuals and/or their descendants from any one of the LWfG populations for translocations or reintroductions to another sub-population. Indications of a loss of genetic variation in a sub-population would support consideration of augmenting that population by “recreating” historical connectivity through translocations/reintroductions from other sub-populations if natural population size recovery is likely to be slow.

Captive breeding and population reinforcement for the LWfG

The use of intensive management techniques, including captive breeding and translocation for conservation has always been contentious. The reasons for this include concerns over the relative emphasis of efforts and resources allocated to ex situ and in situ efforts, perceived lack of successes historically for reintroductions, a disconnect between the ex situ efforts and the in situ efforts, concerns about disease transmission to wild populations, and issues of genetically appropriate release candidates. And yet, such intensive efforts may be essential to the recovery or very survival of certain species. The IUCN provides valuable guidelines for appropriate and responsible use of these intensive management strategies, and this is well discussed within the May 2010 *Feasibility study for the re-introduction/supplementation programme for the Lesser White-fronted Goose Anser erythropus in Norway*.

A review of the published molecular genetic data on the current ex situ populations, however, indicate that only one is appropriate for use for augmentation of the wild populations of the LWfG. The ex situ group maintained at Nordens Ark in Sweden are of known provenance, and represent a subsample of the Western Main population from Russia. MtDNA analysis and surveys of microsatellite loci demonstrate significant interspecific hybridization between the LWfG, GWfG and Greylag goose for the older, widespread captive populations. Beyond first generation F1 hybrids, it is difficult to assess the degree of hybridization for individual geese. Even though we now possess the ability to sequence whole genomes – the detailed molecular analyses necessary to differentiate the pedigrees of individual geese in these hybrid populations precludes their use for responsible population augmentation of the declining wild population. Any analyses would only confidently exclude known hybrids – but it would not preclude type I errors of including some individuals of hybrid origin that do not contain common, foreign genes.

The captive population maintained at the Nordens Ark represents the best option for captive breeding for population augmentation. The population was started with wild caught birds of known provenance. They also are a subsample of the LWfG subpopulation that is demographically larger and more genetically variable than the Fennoscandian subpopulation. This captive bred population should be managed to retain maximum genetic diversity and to meet demographic goals. This will also minimize some of the risks of selection for domestication. Managing for minimizing mean kinship with accurate pedigree information is the standard tool for accomplishing these goals. It is also important that the population be monitored for any infectious diseases, and be maintained only in range countries and, if possible, isolated from other captive wild-life and domestic animals.

At this point, starting new captive breeding populations from wild caught individuals – especially from the Fennoscandian subpopulation presents too great a risk to the demographic health of these declining populations. While there are methods to minimize the impact, the potential disturbance is not worth the risk. The exception might be very limited additions from the wild for the Western Main population. These individuals could be added to a satellite

population of the Nordens Ark birds. Even a very few individuals, added over time would prevent selection for domestication and would help meet genetic retention goals for a captive bred population that would be available for multi-generational supplementation of the wild populations.

Genetic variation in the Fennoscandian subpopulation and use of captive bred birds for population augmentation

The Fennoscandian subpopulation breeding in Norway has declined precipitously and is not showing signs of recovery. Available molecular data support two hypotheses relevant to guiding an active recovery program. The first, as stated previously, is that historically there was connectivity between LWfG subpopulations. Even at low levels, this connectivity may have played an important role in the persistence of subpopulations – but minimally is indicative of the “natural” evolutionary trajectory of this species. Therefore, lack of connectivity currently is an anthropogenic factor – and one that ideally should be ameliorated. If conservation efforts had resulted in a rapid increase in this subpopulation, then natural connectivity through migrants might have been reestablished without more intensive management.

Which brings us to the second hypothesis that is supported by the available molecular data. Genetic data from the Fennoscandian subpopulation indicates that this subpopulation has lost some degree of genetic variation due to the loss of connectivity to other subpopulations, and due to the drastic decline in population size. This is exacerbated by the lack of recovery to date. The effective (breeding) population is small and likely to remain small for a long enough time that the subpopulation is at significant risk of extinction. While the most important efforts remain reducing the mortality of the wild individuals from this subpopulation across their migration routes --- conservation genetics theory would support the augmentation of this endangered subpopulation with captive bred individuals from the Nordens Ark ex situ population. The benefits of this strategy would be an immediate improvement in the demographics of this subpopulation, but perhaps more importantly – would bring a halt to the decline of genetic variation in the subpopulation.

Any conservation strategy has potential risks and benefits that need to be carefully examined and weighed. Typically, when there is a lack of consensus, taking no action is the default decision – with the notion that this is somehow more conservative and less threatening to the species. This, however, is an incorrect assumption. Doing nothing often has as many serious and significant implications as more active management. And, no action can sometimes reduce future opportunities. This is especially true for genetic and evolutionary conservation management when the local extinction of a subpopulation may represent a significant, long-term threat to the species.

Specifically, the Fennoscandian population is at high risk of local extinction. A review of viability analysis modeling indicates that current levels of mortality and recruitment will result in the extinction of this sub-population. Population reinforcement through the release of captive bred individuals would reduce this risk. Protocols that would reduce the potential of disease transmission and

disturbance of wild breeding pairs would be important as part of this effort. Starting a new ex situ population from the current, small subpopulation in Norway would involve too great a risk to this endangered subpopulation. Evolutionary biology theory and a review of the available molecular genetic data support the use of captive bred birds from the Western Main subpopulation as appropriate release candidates for this effort.

Importantly, there are two compelling reasons to do this as soon as possible. First, the more quickly this is done, the greater the opportunity to retain the genetic variation present in the Fennoscandian subpopulation. That is, the longer it is isolated and small, the greater the risk of loss of more genetic variation – possibly including important local adaptive genes and gene combinations. This is why waiting until the subpopulation declines further – or is extirpated – is an irreversible genetic and evolutionary decision for this species. While the example of a release of hybrid, captive bred individuals in Sweden demonstrates the risks of moving ahead with insufficient data – there is currently sufficient data and theory to support the addition of Western Main/ Nordens Ark birds to help rescue this subpopulation.

Dr. Robert Lacy commented in 2005 that the small size and reduced genetic variation of the Fennoscandian subpopulation did not require genetic rescue, and that there were examples of very small populations of long-lived animals rebounding. Five years later, however, I think the weight of evidence suggests that this subpopulation may require demographic and genetic “rescue” in addition to the mitigation of the continued low levels of natural recruitment.

Conservation genetics of the hybrid LWfG population breeding in Sweden

A review of the molecular genetic data indicates that the LWfG subpopulation breeding in Sweden and wintering in the Netherlands has some level of introgression of genes from hybridization that took place in the captive flocks before individuals were released in nature. From the published data it is not possible to get an accurate estimate of the original levels of hybridization, or of the current persistence of introgressed genes. Capturing wild birds and attempting to quantify this more accurately would not be a priority for the recovery of the LWfG. Even with more detailed genotyping methods available, the logistics and resources necessary to try to purge this population of introgressed genes is unwarranted. Specifically, the threat of a small, subpopulation of LWfG containing some introgressed genes from closely related species seems quite low in terms of their possible impact on other recovering subpopulations. We would predict that if the genes make individuals less fit then they will be selected against in nature. If they are neutral, they will remain at current levels or decline through drift. Natural introgression is not uncommon in many closely related species but seems to be controlled mostly by positive assortative mating within species. While an unfortunate experiment, no specific management actions seem warranted for this subpopulation.

- Considering the lack of empirical molecular genetic data available to guide many endangered species recovery efforts, the assembled literature for the

LWfG is reasonably sufficient to guide the management decisions under consideration. That does not mean that there are not multiple interpretations of both the data, in terms of what they tell us unambiguously about the evolutionary history of this species, or the certainty of the implications of the data. In some cases the questions are simple. Evidence of hybridization in the captive populations is clear. Will there be a lowered fitness due to loss of genetic variation in the Fennoscandian subpopulation without active management? This is likely but not yet certain – and difficult to measure. When evaluating scientific data to make decisions, it is unlikely that every single scientist or stakeholder will be in agreement. But the information available for this recovery program is sufficient to draw a broad consensus among conservation geneticists.

- You can quantify the genetic differences between closely related species by a number of objective measures. Most simply it can be estimated as a numerical distance value based on percent DNA sequence divergence across the whole genome or some subsample of the genome. It is, however, difficult to generalize exactly what that means in terms of hybridization or threats due to introgression. Within biology there is an enormous body of literature that suggests that it is difficult to generalize about this. Knowing the exact amount of DNA sequence divergence between LWfG and GWfG provides no additional information on the affects of introgressed genes. What is most important is that the molecular data support the taxonomy of these as good species that do not naturally hybridize in nature – so that should be avoided in our management programs.
- The published scientific results represent reasonable approaches to the questions that they examined based on the time the research was conducted. Almost all published research would benefit from larger sample sizes, and in this case more detailed genotyping. That said, in the current papers it is unlikely that these additions would change the basic conclusions. The LWfG recovery program would benefit from ongoing surveys of genetic variation, primarily to empirically measure the impact of management strategies. More genetic markers could be constructed or may be available. Single nucleotide polymorphisms (SNPs), in addition to more microsatellite loci may be useful tools for reconstructing past population structure or even past natural hybridization events. Techniques have now been optimized for using less-invasively collected samples – such as molted feathers. I would emphasize again, however, that there is sufficient information of sufficient quality to make the important, necessary management decisions to guide the LWfG recovery program.
- As stated previously, beyond first generation hybridization events, it is very difficult and research intensive to try to identify individuals that have no hybrid ancestry. The more genes and gene regions analyzed, the better the process gets – but with tens of thousands of genes and gene combinations –

and with the remaining uncertainty even after such an exercise – this would not be a sensible use of technology for guiding an endangered species recovery program.

- Most simply put, research on the occurrence of hybridization and introgression on other related species is not particularly relevant to the LWfG recovery program. There is no evidence that hybridization or introgression is naturally occurring in this species. For this reason it should be avoided as part of any responsible recovery strategies for this species. Evolutionary biology teaches us that the implications may be significant but they are impossible to predict with certainty. At a certain point it is an esoteric argument to debate the exact likelihood of levels of reduced fitness or threat. The captive populations of LWfG, other than the Western Main/Nordens Ark, should not be used for reintroductions. The free-ranging LWfG subpopulation in Sweden, however, does not pose a significant threat to the recovery of the other subpopulations. For this reason no action needs to be initiated in terms of screening wild birds for evidence of hybrid genes or in removing birds from the ecosystem where they currently fill an ecological role. If additions are made to this population from captive individuals of the Western Main/Nordens Ark birds it will reduce even further any concerns about the initial release of birds with introgressed genes since this will help “swamp them out” with LWfG genotypes.
- The Fennoscandian subpopulation in Norway is highly threatened by continuing low recruitment, and is highly vulnerable to stochastic disasters. As one of three geographically separated subpopulations, its loss would be a significant loss, and possibly endanger the LWfG species. Genetic data supports the hypothesis that these subpopulations have maintained connectivity in recent evolutionary history. For all of these reasons, a synthesis of conservation genetic research and theory would argue for the population augmentation of this subpopulation with individuals from the Western Main/Nordens Ark captive population.

Åtgärdsprogram för fjällgås 2011–2015

(Anser erythropus)

RAPPORT 6434

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-6434-1
ISSN 0282-7298

Fjällgåsen (*Anser erythropus*) var tidigare ganska vanlig i de svenska fjällen. Fram till mitten av 1950-talet sträckte sig utbredningen sammanhängande från den fennoskandiska fjällkedjan i väster till de östliga delarna av Ryssland. Arten har sedan minskat alltmer främst på grund av jakt, där fjällgåsen liknar den närliggande men lite större arten bläsgås. I Fennoskandien finns fjällgåsen idag med cirka 15–25 häckande par i Sveriges förstärkta population, och cirka 15–20 par i Norge. I Finland verkar arten inte häcka längre. Den svenska populationen förstärktes 1981–1999 med fjällgäss uppfödda i fångenskap, där en flyttväg till säkrare övervintringsplatser i Holland användes. Då en del av uppfödningsgässen visade sig bära på bläsgåsgener stoppades utsättningarna.

I åtgärdsprogrammet 2011–2015 föreslås bland annat ökad information, fortsatt förstärkning av den svenska populationen med ungfåglar från det nya uppfödningbeståndet baserat på enbart viltfångade ryska fjällgäss, test av utsättningsmetoder, uppföljning, biotoprestaurering och medverkan i internationellt arbete.

