

Har grågås *Anser anser* börjat anlända tidigare till Uppland?

SVANTE SÖDERHOLM

Abstract

The first arrival day of Greylag Geese *Anser anser* at two sites in Uppland, the province north of Stockholm, Sweden, during 1992–2002 was analysed. There was an almost significant change towards earlier arrival at both sites and for the combined observations ($P=0.063$). The influence of some factors that possibly could affect the date of arrival was studied, i.e. temperature on date of arrival, mean temperature in March, size of the Swedish population, and size of the local breeding population. Regression analysis showed that the size of the Swedish population had a significant influence on the first arrival date ($P=0.050$). As

the regression of date of arrival on temperature was almost significant it is likely that temperature also influences date of arrival. Observations from one of the sites showed that the earlier arrival had not caused any change in the time of hatching. A significant relationship between number of days between the observation of first brood(s) and first arrival day was found ($P<0.001$).

Svante Söderholm, Riddargatan 78, SE-114 57 Stockholm, Sweden
e-mail: svante.soderholm@hem-pc.bip.net

Received 15 March 2002, Accepted 11 October 2001, Editor: J. Lind

Framför allt från senare delen av 1990-talet och framåt har ett ökande antal vetenskapliga artiklar publicerats som behandlar fenologiska uppgifter och de observerade förändringarna har i stort sett genomgående tillskrivits eller ansetts vara kopplade till klimatförändringar i form av en ökande medeltemperatur sedan början av 1900-talet, framför allt sedan mitten av 1970-talet, i främst de tempererade delarna av världen (Peñuelas & Filella 2001). Kortfattade översikter rörande fenologiska och ekologiska förändringar har givits av Peñuelas & Filella (2001) och Walther et al. (2002).

De genomförda undersökningarna visar att många vitt skilda typer av organismer ändrat beteende och/eller utbredningsområde. Bland dessa återfinns växter (tidigare blomning och längre växtsäsong), fjärilar, amfibier och fåglar.

Studier omfattande ett stort antal fågelarter i skilda världsdelar har visat att en betydande del av de studerade arterna ankommer tidigare och tidigare och att det är främst tidiga flyttfåglar som påverkats; se till exempel Bradley et al. (1996), Sparks (1999), Sparks et al. (1999), Huin & Sparks (2000) och Tryjanowski et al. (2002) samt referenser angivna i

dessa arbeten. Det bör poängteras att samma förändringar inte observerats i alla delar av exempelvis Europa för en viss art (Sparks et al. 1999) samt att de klimatförändringar som det ändrade beteendet kopplats till är regionala (Walthers et al. 2002).

Ovanstående medförde att jag kom att försöka ta reda på om det fanns fakta som styrkte ett allmänt ”tyckande” att vissa fågelarter börjat anlända tidigare till Uppland och att förändringen skulle ha påbörjats i eller blivit märkbar sedan början eller mitten av 1990-talet. Vidare önskade jag samtidigt undersöka om olika tänkbara faktorer, till exempel klimatförändringar och populationsförändringar, kunde förklara en eventuell tidigare ankomst. Att grågås valdes som studieobjekt berodde på tillgången på fenologiska uppgifter samt ett antal faktorer som gjorde arten särskilt lämplig för att studera ovanstående frågeställningar. Nedan listas dessa i godtycklig ordning. (1) Risken att en grågås (eller flera gäss) som uppehåller sig på en lokal förbises av dem som besöker lokalen är liten då arten är stor och inte tenderar till att gömma sig eller vistas i en sådan omgivning att den inte syns (innan häckningen påbörjats). (2) Arten uppträder främst på ett fåtal

betydande rast- eller häckningslokaler i Uppland, vilket gör att sannolikheten för att de först anlända fåglarna ses ökar. (3) Publicerade fenologiska uppgifter från Wisconsin, USA (Bradley et al. 1999), England (Huin & Sparks 2000) och Polen (Tryjanowski et al. 2002) ger belägg för att det främst är tidiga flyttfåglar som ändrat sina flyttningssvanor. (4) Det svenska grågåsbeståndet har ökat kraftigt (se exempelvis Nilsson (1982 & 1999) och Nilsson et al. (1999)), och från en lokal i Uppland fanns uppgifter rörande det häckande beståndet, vilket gjorde det möjligt att testa om andra faktorer än klimatet orsakat en eventuell fenologisk förändring.

Metodik

För att begränsa fel orsakade av att de fenologiska uppgifterna insamlats från lokaler som bevakats i skiftande omfattning eller framför allt under veckoslut valde jag endast beakta observationer i Uppland från Angarnsjöängen (25 km NO Stockholm, 59° 33' N, 18° 10' O) och från Hjälstaviken (55 km NV Stockholm, 26 km SV Uppsala, 59° 40' N, 17° 23' O). Bägge lokalerna är bland de främsta eller den främsta rast- och häckningslokalen för grågås i Stockholmstrakten respektive Uppsalatrakten och har haft god bevakning även på vardagar under den aktuella tidsperioden. En annan faktor som bidrog till att två närliggande lokaler valdes var att ett större material skulle kunna ligga till grund för undersökningen samt att en eventuell skevhet i material orsakad av en betydande biotopförändring vid Angarnsjöängen skulle elimineras och eller upptäckas. Det är efter den omfattande restaureringen vintern 1992/1993 som Angarnsjöängen blivit en betydande rast- och häckplats för grågås i Stockholmstrakten (Söderholm 2001, Söderholm & Eriksson 2001a, 2001b, 2002, Andersson & Nilsson 2002). Att Hjälstaviken restaurerats under den tidsperiod som undersökningen omfattar bedömdes ha haft en ringa inverkan på grågåsens uppträdande vid lokalen, till skillnad från Angarnsjöängen, då Hjälstaviken även före restaureringen var en betydande häck- och rastlokal.

Trots att ovanstående begränsningar medförde att undersökningsperioden kom att omfatta endast tio år, bedömdes denna tidsperiod vara tillräcklig för att ge åtminstone en stark indikation om huruvida grågåsen ändrat flyttningssvanor eller inte under de senare åren, särskilt med tanke på att observerade fenologiska förändringar och klimatförändringar främst märkts sedan mitten 1970-talet (Peñuelas & Filella 2001, Walther et al. 2002).

Ankomstdagens fördelning mellan olika vecko-

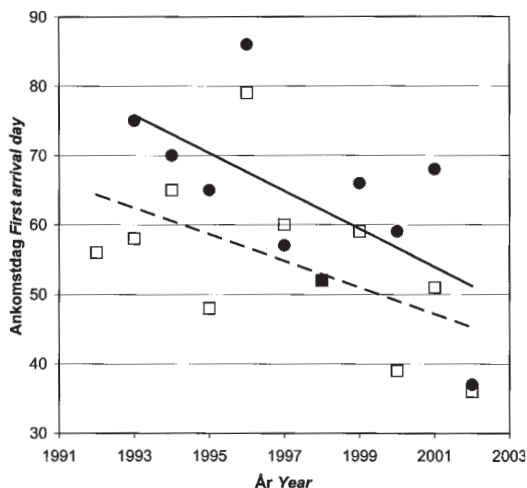
dagar var slumpmässig vid Angarnsjöängen ($\chi^2=2,60$, $df=6$, $P=0,86$). Vid Hjälstaviken var fördelningen mellan vardagar och veckoslut slumpmässig, men tisdagar var överrepresenterade ($\chi^2=13,82$, $df=6$, $P=0,032$). Detta faktum påverkar dock inte resultatet av de genomförda statistiska analyserna då bevakningsmönstret inte förändrats under undersökningssperioden (Pekka Westin, muntl.). Fördelningen mellan olika veckodagar blev slumpmässig när de fenologiska uppgifterna från Angarnsjöängen och Hjälstaviken slogs ihop ($\chi^2=9,33$, $df=6$, $P=0,16$).

För att kunna statistiskt behandla de fenologiska uppgifterna har inte datum använts utan dag efter 31 december, dvs. dag 1 är lika med den 1 januari, dag 31 är lika med den 31 januari, etc. Den statistiska analysen genomfördes med hjälp av dataprogrammet Excel, Microsoft Corp. Som gräns för signifikans har valts $P=0,05$.

Resultat

Figur 1 visar ankomstdag för grågås vid Angarnsjöängen 1993–2002 och vid Hjälstaviken 1992–2002. Trendlinjerna i figuren indikerar att grågåsen har börjat anlända tidigare till Uppland även om trenderna inte var helt signifikanta (Angarnsjöängen $P=0,056$, Hjälstaviken $P=0,090$).

Uppgifterna i Figur 1 visar att grågåsen alla år utom två anlände tidigare vid Hjälstaviken än vid



Figur 1. Ankomstdag för grågås vid Angarnsjöängen under tidsperioden 1993–2002 och vid Hjälstaviken 1992–2002. (● Angarnsjöängen: $r = -0,62$, $P = 0,056$, □ Hjälstaviken: $r = -0,53$, $P = 0,090$).

First arrival day of Greylag Goose at Angarnsjöängen 1993–2002 (●) and at Hjälstaviken 1992–2002, (□).

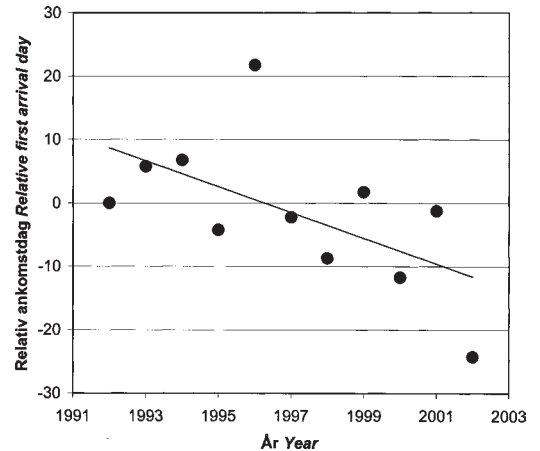
Angarnsjöängen (Angarnsjöängen: median-dag=65,5, medelvärde $m=63,5$, standardavvikelse $s=13,4$, Hjälstaviken mediandag=56, $m=54,8$, $s=11,9$). Skillnaden är högregradigt signifikant ($P=0,0087$; parvis t-test för 10 år).

För att säkerställa att naturliga variationer i klimatet inte låg bakom det mönster som framträdde, till exempel att undersökningsperioden omfattar ett stort antal milda vårar, undersöktes detta med hjälp av de tentativa klimatparametrarna medeltemperatur ankomstdagen och månadsmedeltemperaturen för mars i Stockholm och Uppsala. (Väderuppgifterna hämtades från "Väder och vatten", SMHI). Dessa medeltemperaturer hade varierat under undersökningsperioden och värdena för de olika åren befanns vara jämt fördelade över de aktuella temperaturintervallen (Stockholm: dagsmedeltemperatur $+0,8$ – $+6,9^{\circ}\text{C}$, medeltemperatur mars $-0,6$ – $+2,6^{\circ}\text{C}$; Uppsala: $-4,4$ – $+7,8^{\circ}\text{C}$ (frånsett två kalla dagar $+1,2$ – $+7,8^{\circ}\text{C}$), $-1,4$ – $+2,4^{\circ}\text{C}$). Det förelåg inte någon antydning till samband mellan årtal och dagsmedeltemperatur eller månadsmedeltemperatur för mars varken för uppgifterna gällande Stockholm eller Uppsala (Stockholm dag: $r=-0,049$, $P=0,89$; månad: $r=0,027$, $P=0,94$; Uppsala dag: $r=-0,23$, $P=0,50$; månad: $r=0,23$, $P=0,50$).

För att om möjligt förbättra säkerheten i resultatet av analysen av de fenologiska uppgifterna slogs uppgifterna från Angarnsjöängen och Hjälstaviken ihop. Sammanslagningen av uppgifterna skedde genom att för respektive lokal först beräkna ankomstdagen de olika åren relativt medianvärdet för ankomstdagen vid lokalen och därefter beräkna medelvärdet för de olika åren (Figur 2). Liksom för de enskilda lokalerna var resultatet på gränsen till att var statistiskt signifikant ($P=0,063$), och den beräknade årliga förändringen i ankomstdag var två dagar tidigare per år under perioden.

I och med att de fenologiska uppgifterna gav en tydlig indikation om att grågåsen ändrat sina flyttningsvanor var det befogat att undersöka ett antal variabler som kan vara av betydelse för artens vanor, särskilt då dessa inte behöver bero på årtal. Analyserna baseras på uppgifter från både Angarnsjöängen och Hjälstaviken, utom i ett fall. När uppgifter föreligger från båda lokalerna redovisas resultaten för respektive lokal och för bägge lokalerna tillsammans.

Som mått på klimatets betydelse valdes tentativt medeltemperaturen ankomstdagen och månadsmedeltemperaturen för mars. En sammanfattning av resultaten som erhöles vid analyserna av ankomstdag och dessa temperaturer återfinns i Tabell 1. Av tabellen framgår det att tre av de undersökta tempe-



Figur 2. Årliga medelvärdet av relativa ankomstdagen, i förhållande till medianvärdet vid respektive lokal, för grågås vid Angarnsjöängen och Hjälstaviken 1992–2002. ($r=-0,58$, $P=0,063$).

Yearly average relative first day of arrival, in relation to median day at respective site, of Greylag Goose at Angarnsjöängen and Hjälstaviken 1992–2002.

ratorsambanden är nästan signifikanta ($P=0,092$ – $0,099$). För de tre andra sambanden har nollhypotesen en relativt hög sannolikhet ($P=0,13$ – $0,18$), men trots detta ger de undersökta sambanden upphov till relativt höga förklaringsgrader ($R^2=0,12$ – $0,26$). Särskilt slående är detta för förhållandet mellan ankomstdag och medeltemperatur ankomstdag vid Angarnsjöängen. Analysresultaten tyder på att Typ II fel kan föreligga.

Resultaten antyder att förändringen i ankomstdag, som de fenologiska uppgifterna ger ett tydligt stöd för, skulle till viss del kunna hänföras till en klimatförändring. Vidare indikerar resultaten att det finns visst fog för att befara att observationsserien är för kort, i förhållande till de naturliga variationerna i klimatet, för att ett eventuellt samband mellan ankomstdag och klimat skall kunna säkerställas. Notera att den pågående uppvärmningen som påvisats (Peñuelas & Filella 2001, Walther et al. 2002) inte framträdde när eventuella samband mellan temperaturuppgifter och årtal undersöktes.

De erhållna resultaten antyder att korrelationen mellan ankomstdag och medeltemperatur ankomstdagen är något större än mellan ankomstdag och medeltemperaturen i mars. Den något svagare korrelationen gentemot mars medeltemperatur kan delvis tillskrivas det faktum att månadsmedeltemperaturen inte nödvändigtvis avspeglar variationer i temperaturen som kraftigt kan påverka flyttningen, till ex-

Tabell 1. Sammanfattning av resultaten från linjär regressionsanalys mellan olika variabler. Temperaturuppgifter för Stockholm och Uppsala har använts för Angarnsjöängen respektive Hjälstaviken. Lokal: A=Angarnsjöängen, H=Hjälstaviken.

Summary of results from linear regression analysis between different variables. Temperature data for Stockholm and Uppsala have been used for Angarnsjöängen and Hjälstaviken, respectively. Site: A=Angarnsjöängen, H=Hjälstaviken.

Variabler (tidsperiod) <i>Variables (period)</i>	r	P	Lokal Site
Ankomstdag – år (1993–2002) <i>First arrival day – year</i>	–0,62	0,056	A
Ankomstdag – år (1992–2002) <i>First arrival day – year</i>	–0,53	0,090	H
Relativ ankomstdag – år (1992/1993–2002) <i>Relative first arrival day – year</i>	–0,58	0,063	A & H
Ankomstdag – medeltemperatur ankomstdag (1993–2002) <i>First arrival day – mean temperature first arrival day</i>	–0,51	0,13	A
Ankomstdag – medeltemperatur ankomstdag (1992–2002) <i>First arrival day – mean temperature first arrival day</i>	–0,53	0,092	H
Ankomstdag – medeltemperatur ankomstdag (1992/1993–2002) <i>First arrival day – mean temperature first arrival day</i>	–0,37	0,099	A & H
Ankomstdag – medeltemperatur mars (1993–2002) <i>First arrival day – mean March temperature</i>	–0,56	0,092	A
Ankomstdag – medeltemperatur mars (1992–2002) <i>First arrival day – mean March temperature</i>	–0,44	0,18	H
Ankomstdag – medeltemperatur mars (1992/1993–2002) <i>First arrival day – mean March temperature</i>	–0,34	0,13	A & H
Ankomstdag – uppskattad svensk population föregående/samma år (1992/1993–2001/2002) <i>First arrival day – estimated Swedish population previous/same year</i>	–0,57/ –0,36	0,088/ 0,34	A
Ankomstdag – uppskattad svensk population föregående/samma år (1991/1992–2001/2002) <i>First arrival day – estimated Swedish population previous/same year</i>	–0,60/ –0,46	0,065/ 0,18	H
Relativ ankomstdag – uppskattad svensk population föregående/samma år (1991/1992–2001/2002) <i>First arrival day – estimated Swedish population previous/same year</i>	–0,60/ –0,43	0,050/ 0,22	A & H
Ankomstdag – antal häckande par (1993–2002) <i>First arrival day – number of breeding pairs</i>	–0,52	0,12	A

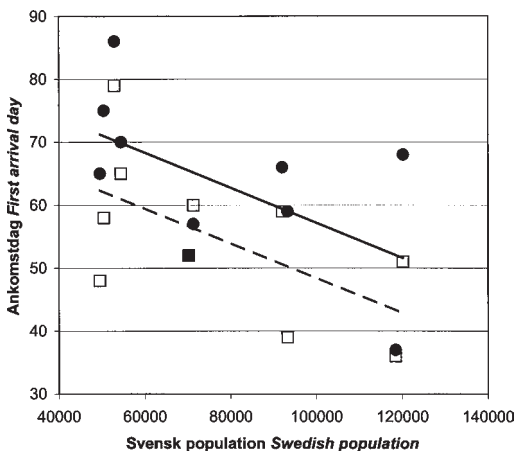
empel en varm period i början av månaden. Den något större korrelationen mellan ankomstdag och medeltemperatur ankomstdagen gör att det ligger nära till hands att misstänka att väderbetingelserna i området varifrån flyttningsetappen till Uppland in-

leddes har betydelse för ankomstdag, förutom om våren är tidig eller sen, d.v.s. varm eller kall.

En annan faktor som kan påverka en arts ankomstdag är populationens storlek. Detta faktum ledde till att jag undersökte om det fanns ett samband mellan

populationstorlek och ankomst dag. Det mått på den svenska populationen som användes var antalet noterade grågäss vid den nationella septemberinventeringen av grågäss det föregående året och samma år (Nilsson 1999, Andersson & Nilsson 2002). För att studera inverkan av den lokala populationens storlek och eventuella förändringar i denna användes det häckande beståndet vid Angarnsjöängen, som kraftigt ökat under den aktuella tidsperioden (Söderholm & Eriksson 2001a, 2001b, 2002).

Korrelationen mellan ankomst dag och den svenska populationens föregående år och ankomst dag är stor för de enskilda lokalerna och sambandet är nästan signifikant (Angarnsjöängen $P=0,088$, Hjälstaviken $P=0,065$; Figur 3). När uppgifterna för de bägge lokalerna slogs ihop (på samma sätt som ovan) befanns sambandet vara signifikant ($P=0,050$; Figur 4). Att ett lika tydligt samband inte existerar mellan ankomst dag och svensk population samma år kan till stor del tillskrivas att antalet observationer är lägre för detta samband, i och med att resultat av 2002 års inventering inte finns tillgängliga. Denna minskning av antalet observationer får en stor inverkan på resultatet då större delen av populationens ökning, under den aktuella tidsperioden, inträffat från 1996 och framåt (Andersson & Nilsson 2002).



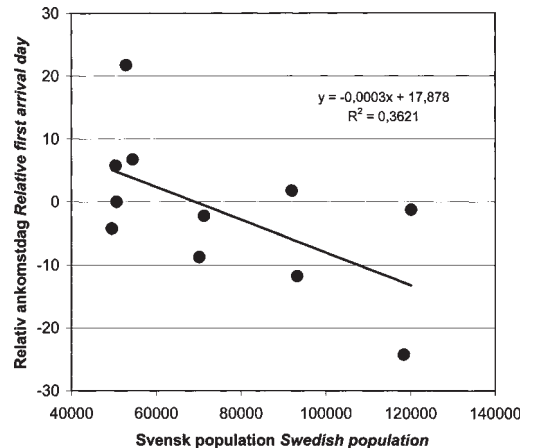
Figur 3. Förhållande mellan ankomst dag för grågäss vid Angarnsjöängen under tidsperioden 1993–2002 och vid Hjälstaviken 1992–2002 och den svenska grågässpopulationen i form av antalet noterade grågäss vid den nationella septemberinventeringen föregående år. (● Angarnsjöängen: $r = -0,57$, $P=0,088$, □ Hjälstaviken: $r = -0,60$, $P=0,065$).
Relation between first arrival day of Greylag Goose at Angarnsjöängen 1993–2002 (●), and at Hjälstaviken 1992–2002 (□), and the size of the Swedish population given by the number recorded at the national census in September the previous year.

(Ytterligare stöd för detta ges av att när analysen genomfördes med fenologiska uppgifter och inventeringsresultat till och med 2000 påverkades resultatet inte nämnvärt om föregående års eller samma års resultat utnyttjades i analysen.)

Med tanke på att det föreligger ett signifikant samband mellan grågässens ankomst och storleken av det svenska beståndet är det inte förvånande att den genomförda analysen antyder att det är möjligt att ankomst dag till Angarnsjöängen påverkas av antalet häckande par vid denna lokal. Den snabba beståndstillväxten sedan åren började häcka vid lokalen borde rimligtvis återspegla ökningen i den svenska populationen under samma tidsperiod.

Diskussion

Även om en tidigare ankomst av grågäss inte är statistiskt säkerställt tyder de presenterade uppgifterna och analysen av dessa på att en förändring skett. Den statistiska analysen ger en klar indikation om att en förändring inträffat och mot att det är slumpen som gett upphov till den synliga förändringen talar faktumet att regressionsanalysen gav en hög förklaringsgrad även om resultatet inte var signifikant, både för lokalerna var för sig och tillsammans. De fenologiska



Figur 4. Förhållande mellan årligt medelvärde av den relativa ankomstdagen 1992–2002, i förhållande till medianvärdet vid respektive lokal, och den svenska grågässpopulationen i form av antalet noterade grågäss vid den nationella septemberinventeringen föregående år ($r = -0,60$, $P=0,050$).
Relationship between yearly average relative first day of arrival 1992–2002, in relation to median day at respective site, and the size of the Swedish population given by the number recorded at the national census in September the previous year.

uppgifterna som presenteras i Figur 1 ger stöd för en reell förändring i ankomstdag. Trenden vid bägge lokalerna är den samma, och de faktiska ankomstdagarna vid lokalerna de olika åren ansluter väl till varandra och varierar samstämmigt mellan åren. Att de fenologiska uppgifterna från de två lokalerna visar denna överensstämmelse indikerar tydligt att det har skett en förändring i ankomstdag, särskilt om man beaktar att lokalerna skiljer sig åt på (åtminstone) tre punkter av betydelse i sammanhanget. Hjälstaviken är betydelsefull som rastplats i ett nationellt perspektiv men Angarnsjöängen är bara betydelsefull i ett regionalt perspektiv, Hjälstaviken har en längre tid varit en betydande rastplats men Angarnsjöängen enbart sedan två till tre år efter restaureringen, och även om lokalerna ligger nära varandra och på nästan samma latitud indikerar de meteorologiska uppgifterna som inhämtats i samband med denna studie att klimatet vid Hjälstaviken är mera inlandskt, exempelvis är månadsmedeltemperaturen i Uppsala under mars omkring 0,5–1 °C lägre än i Stockholm under den aktuella tidsperioden.

Att en statistisk säkerställd förändring inte föreligger kan tillskrivas att undersökningsperioden är relativt kort och att de tänkbara faktorerna bakom en förändring inte kan förväntas variera monotont utan till och med fluktuera avsevärt. Till exempel, om det är klimatförändringar i form av en ökande temperatur som gett upphov till en tidigare ankomst, så sker inte ökningen kontinuerligt utan de förändringar som observerats under senare år utgörs av en långsiktig trend kring vilken avsevärda fluktuationer skett. En populationsökning är likaså knappast monoton.

I det aktuella sammanhanget är det väsentligt att förstå orsaken till den mycket troliga förändringen i grågåsen ankomstdag, då det är klart att de genomförda statistiska analyserna inte nödvändigtvis ger hela eller delar av "sanningen". Då många samband är nästan signifikanta och då det inte är klarlagt för samtliga resultat hur robusta dessa är samt att det finns en viss risk att Typ II fel föreligger gör att jag anser det befogat att närmare diskutera även de icke-signifikanta resultaten.

De statistiskt säkerställda förändringarna i flyttfåglars ankomstdag som observerats och tillskrivits en klimatförändring var i Wisconsin –0,48 till –0,13 dagar/år under 61 år fördelade på två perioder 1936–1947 och 1976–1988 (Bradley et al. 1999) och i Polen –0,22 till –0,076 dagar/år under perioden 1913–1996 (Tryjanowski et al. 2002). Förändringshastigheten i Polen blir avsevärt högre om endast fenologiska uppgifter från perioden 1970–1996 beaktas, –1,13 till –0,46 dagar/år. I bägge undersök-

ningarna finns en klar tendens till att förändringen är störst för de tidiga flyttarna. I jämförelse med dessa uppgifter är förändringen i grågåsens ankomstdag (–2 dagar/år) stor, men i linje med dessa då grågås är en tidig flyttfågel samt att de fenologiska uppgifterna inte sträcker sig långt bakåt i tiden utan är nyligen insamlade. Dessutom är det i fråga om grågås klart att förutom ett möjligt/troligt bidrag från en klimatförändring har även en växande population bidragit till förändringen i ankomstdag. Att ytterligare en faktor bidrar till förändringen skulle rimligtvis ge upphov till en högre förändringshastighet och den tillhörande snabba och stora förändringen i ankomstdag som de fenologiska uppgifterna ger stöd för.

Att resultatet är ett utslag av att undersökningsperioden är relativt kort i kombination med naturliga variationer i ankomstdag eller naturliga variationer i klimatet, till exempel att undersökningsperioden omfattar ett stort antal milda vårar, påverkat resultatet i nämnvärd utsträckning är inte troligt med tanke på den analys av temperaturuppgifterna som genomförts ovan.

För att bestämma orsaken till förändringen i ankomstdag är det naturligt att börja med klimatets betydelse då de förändringar som konstaterats i ett antal fenologiska undersökningar från tempererade områden har tillskrivits eller visats vara relaterade till ett varmare klimat (Bradley et al. 1996, Sparks 1999, Tryjanowski et al. 2002). Dessutom är det allmänt känt och vedertaget att om våren är tidig ankommer de tidiga flyttfågelnarna tidigt. I de nämnda undersökningarna har även ett samband mellan ankomstdag och medeltemperatur under vårmånaderna påvisats (Tryjanowski et al. 2002). Tolkningen av dessa resultat är dock inte rättfram i och med att korrelation i flera fall föreligger med medeltemperaturen för en annan månad än den som innefattar ankomstdagen för arten i fråga.

Att undersöka om det existerar ett samband mellan en klimatförändring och ankomstdag för till exempel grågås är inte okomplicerat då variationer mellan åren i t.ex. medeltemperatur gör att en eventuell trend kan helt eller delvis "försvinna" när undersökningsperioden är förhållandevis kort, som i det aktuella fallet, särskilt som förändringen har varit liten, omkring 1 °C de senaste 50 åren, även om huvuddelen av förändringen har inträffat sedan 1970-talet (Peñuelas & Filella 2001). En annan svårighet är vilken meteorologisk parameter som skall användas i undersökningen. Det förefaller rimligt att anta att temperaturen är en primär parameter och har stor betydelse för ankomstdagen, men frågan är vilken temperatur och var.

Med tanke på grågåsens flyttningsvanor och betydelsen av tidig eller sen vår för tidiga vårfåglars ankomst valdes månadsmedeltemperaturen för mars som en tentativ temperatur. Tanken bakom valet av medeltemperatur för mars var att mars är den första vårmånaden och om våren är tidig eller sen borde detta återspeglas i denna medeltemperatur, och att en pågående klimatförändring i form av en ökande temperatur borde naturligt återspeglas i detta värde genom att våren i genomsnitt infaller tidigare och tidigare. Utgående från att väderleken en given dag har stor betydelse för om flyttningen fortsätter samt när och var den avbryts valdes medeltemperaturen ankomstdagen som den andra tentativa temperaturen. Då en engelsk undersökning har visat att korrelationen är starkare mellan ankomstdag och väderleken i Frankrike än mellan ankomstdag och väderleken i England (Sparks 1999), d.v.s. väderleken i området varifrån den aktuella flyttningsetappen startats har större betydelse än väderleken på ankomstplatsen hade det varit av intresse att undersöka ett tydligt samband för de grågäss som anländer till Uppland. Men detta var inte möjligt då det inte är känt varifrån grågässen som anländer tidigt till de aktuella lokalerna närmast kommer ifrån.

Resultaten som presenteras ovan (Tabell 1) indikerar tydligt att dagsmedeltemperaturen påverkar när flyttningsetappen till lokalerna eller förbi dessa inträffar (nästan signifikanta samband) samt indikerar att vårens beskaffenhet har betydelse för när flyttningen till eller förbi Uppland sker – vilket inte var särskilt förvånande med tanke på andra fenologiska undersökningar och det ovan förda resonemanget. Även om resultaten av regressionsanalysen inte är statistiskt säkerställd föreligger det ett visst intresse av att jämföra resultaten med andra fenologiska studier. Tryjanowski et al. (2002) fann att en ökning av månadsmedeltemperaturen gav upphov till en fyra dagar tidigare ankomst för kortdistansflyttare, för långdistansflyttare tidigare lades ankomsten 1,3 dagar. En engelsk undersökning (Sparks 1999) gav att en ökning av månadsmedeltemperaturen under april ledde till att tropikflyttare ankom mellan 1,5 och 2,8 dagar tidigare.

Den förändringstakt som analysen gav för grågås, 3,4 dagar tidigare ankomst för 1 °C ökning av medeltemperaturen i mars, är i god överensstämmelse med ovanstående uppgifter.

Att analysen antyder att det finns ett samband mellan ankomstdag och temperatur ger en fingervisning om att den förändring i ankomstdag, som de fenologiska uppgifterna ger ett tydligt stöd för, till viss del troligen kan tillskrivas en pågående klimat-

förändring, men att detta samband inte framträder på grund av att observationsserien är för kort i förhållande till förändringstakten hos klimatet i kombination med de naturliga variationerna år från år i klimatet.

En annan faktor som eventuellt kan påverka en arts ankomstdag är populationens storlek. En ökande population skulle kunna medföra att arten tenderar till att anlända tidigare, då en tidig ankomst kan medföra fördelar vid häckningen, till exempel i form av ett bättre revir. En ökande population medför givetvis också att sannolikheten för att tidiga fåglar uppträder och upptäcks ökar och därigenom ge upphov till en skenbar fenologisk förändring. Det mått på den svenska populationens storlek som använts är antalet noterade grågäss vid den nationella septemberinventeringen av grågås (Nilsson 1999, Andersson & Nilsson 2002) det föregående året och samma år som den aktuella ankomstdagen. Bägge måtten innehåller flera och troligen stora osäkerhetsfaktorer. Till exempel, om antalet noterade grågäss vid septemberinventeringen samma år används påverkas värdet kraftigt av häckningsresultatet detta år. Å andra sidan påverkas resultatet av överlevnaden under vintern om antalet vid septemberinventeringen föregående år används som mått på den svenska populationen. De presenterade resultaten visar att det är statistiskt säkerställt att grågåspopulationens storlek och dess utveckling i stor utsträckning påverkar ankomstdagen. Med tanke på den stora förändring i resultatet som erhöles när antalet observationer kunde ökas i och med att 2001 års inventeringsresultat fanns tillgängligt (samt skillnaden i analysresultat mellan de olika populationsmått som säkerligen till stor del betingas av skillnaden i antalet observationer) bör förändringshastigheten i ankomstdag användas försiktigt. Likaså bör användningen av resultatet i eventuella försök att kvantifiera i vilken utsträckning olika faktorer påverkar ankomstdag göras med försiktighet.

I de beaktade arbetena behandlas mestadels populationsstorlekens betydelse för ankomstdag knapphändigt, med undantag av Sparks (1999) arbete rörande fenologiska uppgifter från England. I denna undersökning befanns resultatet rörande detta samband vara blandat. För några arter tyder uppgifterna på att om en art är talrik ett visst år så infaller ankomstdagen tidigare. Sparks (1999) är tveksam till betydelsen av populationens storlek och anför att åtminstone till viss del kan ett samband bero på att chansen för att en tidig individ upptäcks ökar de år arten är talrik. Vidare fann Sparks (1999) att ett eventuellt samband mellan population och ankomst-

dag för en art endast framträdde i uppgifterna från någon eller några av flera till många lokaler. Sparks (1999) slutsats är att det krävs flera undersökningar och mera uppgifter för att kunna särskilja en eventuell populationseffekt på ankomstdagen.

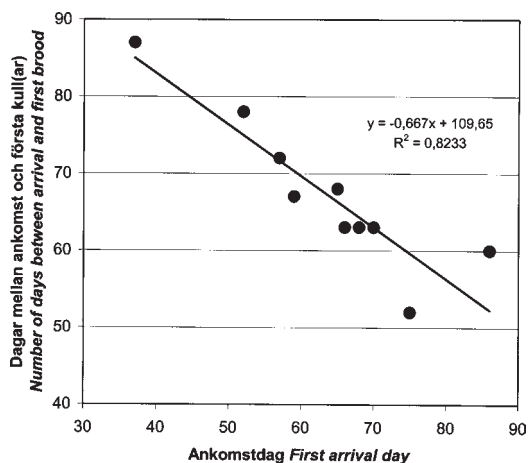
Resultaten i fråga om grågås i Uppland skiljer sig från ovanstående då uppgifterna från två lokaler är samstämmiga, och snarlika resultatet erhålls vid analysen av uppgifterna från dessa lokaler. Med tanke på att lokalerna i ett svenskt perspektiv har väsenskiild betydelse som rast och häckplats för grågås verkar det föga troligt att en ökad sannolikhet för upptäckt orsakar sambandet mellan populationsstorlek och ankomstdag som syns i uppgifterna både från Hjälstaviken och Angarnsjöängen. (Antalet grågäss som rastar eller passerar Hjälstaviken under vårsträcket torde vara åtminstone tio gånger det vid Angarnsjöängen, och var säkerligen avsevärt större under början av undersökningsperioden då Angarnsjöängen inte var en regional betydelsefull rastplats för grågås.) Det är snarast så att det tydliga förhållandet att grågås observeras omkring drygt en vecka tidigare vid Hjälstaviken än vid Angarnsjöängen beror på sannolikheten för att en tidig grågås observeras ökar med ökande antal gäss som passerar lokalen. Resultatet för grågås visar tydligt att när det gäller förändringar i fenologin är det nödvändigt att beakta även andra faktorer än klimatet för att utvärdera orsakssamband, samt göra ytterligare undersökningar för att kvantifiera betydelsen av olika faktorer.

I sammanhanget är det av intresse att notera att den tidigare ankomsten inte har medfört några förändringar i häckningsbiologin i form av tidigare äggläggning. Inhämtade häckningsbiologiska uppgifter visar att dagen för observation av årets första kull(ar) vid Angarnsjöängen inte har förändrats mellan 1993 och 2002 ($r=-0,38$, $P=0,28$) (egna obs.). Endast ett år, 1996, avviker avsevärt från de övriga åren; detta år observerades de första kullarna dag 146. Variationen mellan de övriga åren är ringa med tanke på den stora variationen i ankomstdag (dag 37–75), endast 10 dagar, dag 124–133 (1993–2002: median=129, $m=130,8$, $s=6,1$). Detta tyder på att gässen vistas längre och längre på häckningsplatsen innan häckningen påbörjas.

Detta faktum belyses väl av att det existerar ett nästan signifikant samband mellan år och antal dagar mellan ankomst och dag för observation av första kull(ar) ($r=0,61$, $P=0,063$). Det är värt att notera att förändringen i antal dagar som förflyter mellan ankomstdag och dag för första kull(ar), 2 dagar/år, svarar väl mot förändringen i ankomstdag per år (Figur 1 och 2).

Ett statistiskt säkerställt samband existerar mellan ankomstdag och dagar mellan ankomst och observation av första kull(ar); se Figur 5 ($r=-0,91$, $P=0,00029$). Detta samband visar tydligt att arten spenderar en längre period på häcklokalen innan häckning inleds om ankomsten är tidig. Uppgifterna från Angarnsjöängen antyder att arten måste vistas åtminstone 50–60 dagar på lokalen innan kullen kläcks, även om ruvningstid och äggläggningstid är kortare, 35–40 dagar (Cramp & Simmons 1977, Bauer & Glutz von Blotzheim 1968). Stöd för detta ges av att minsta antalet dagar mellan ankomst och observation av första kull(ar) är 52 dagar samt att 60 dagar förflöt 1996, det år under undersökningsperioden när grågässen anlände väldigt sent i förhållande till övriga år under undersökningsperioden.

Ovanstående analys och tillhörande resonemang förutsätter att det häckande beståndet ankommer samtidigt eller i nära anslutning till observationen av årets första grågäss. Om detta är fallet eller inte kan inte säkerställas i och med att det häckande beståndet inte innehåller några märkta fåglar. Uppgifter från Skåne ger visst stöd för att så är fallet. Resultat från Skåne visar att en skillnad i ankomst mellan olika år på upp till en månad inte avspeglades i när den första kullen observerades samt att arten kan vistas länge på häckningsplatsen innan häckningen inleds (Nilsson & Persson 1994). Däremot ankommer grågässpopulationen i (mellersta) Norge (Andersson et al. 2001) i nära anslutning till att häck-



Figur 5. Förhållande mellan antalet dagar mellan ankomstdag och observation av första kull(ar) och ankomstdag vid Angarnsjöängen 1993–2002. ($r=-0,90$, $P=0,00029$).

Relationship between number of days between first day of arrival and observation of first brood(s) at Angarnsjöängen 1993–2002.

ningen inleds. Dessa litteraturuppgifter ger en viss indikation om att klimatet eller populationsstorleken påverkar när ankomsten sker i förhållande till häckningen. Uppgifterna från Uppland ger stöd för att populationens storlek inverkar men talar mot klimatets betydelse för när häckningen inleds, i likhet med uppgifterna från Skåne. Det bör framhållas att en analys av uppgifter rörande väderleken, i form av temperatur och nederbörd, runt det beräknade datumet för påbörjad äggläggning vid Angarnsjöängen inte visade någon korrelation med beräknat datum för äggläggning (S. Söderholm opubl.). Att tidpunkten för häckning inte påverkades av en tidigare ankomst och inte heller förefaller påverkas av klimatet är förvånande med tanke på resultaten som presenterats i en engelsk studie. Crick och medarbetare fann att häckningstiden påverkades av temperaturen för ett antal arter av olika slag, vadare, insektsätande stann- och flyttfåglar, kråkfåglar och frötande tättingar (Crick et al. 1997, Crick & Sparks 1999). Tiden för äggläggning varierade med temperaturen under våren, ju varmare våren var desto tidigare skedde äggläggningen och vice versa. Endast i ett fall, skogsduva, fanns en tendens till att häckningen hade senarelagts trots den klimatförändring som inträffat sedan 70-talet.

Med tanke på att de ovan presenterade resultaten indikerar att temperaturen har viss betydelse för när grågåsen ankommer och resultaten från England är det förvånande att de inhämtade uppgifterna inte tyder på att tidpunkten för häckning påverkas av klimatet.

Utgående från de ovan framförda uppgifterna och diskussionen av dessa anser jag att svaret på den ställda frågan är att grågåsen börjat anlända tidigare till Uppland.

Analysen av uppgifterna visar tydligt att den primära orsaken till detta är en ökande grågåspopulation. Att det är en skenbar effekt orsakad av att sannolikheten för att tidiga individer dyker upp och upptäcks ökar med populationsstorleken är föga troligt, då uppgifterna från Angarnsjöängen och Hjälstaviken är samstämmiga trots att lokalerna är av väsensskild betydelse som rast- och sträcklokal för grågås. Skillnaden i ankomstdag mellan lokalerna kan däremot säkerligen till stor del tillskrivas ”upptäcktsannolikheten”.

De presenterade resultaten visar att en pågående klimatförändring inte kan ha bidragit i nämnvärd omfattning till den funna förändringen i grågåsens flyttmönster, men ger en fingervisning om att en fortsatt klimatförändring kan orsaka att arten börjar anlända tidigare.

Tack

Jag tackar de fågelskådare som rapporterat de grågåsobservationer som utgör grunden för de fenologiska uppgifterna till Angarngruppen och/eller Upplands regionala rapportkommitté, ett särskilt tack riktar jag till Jan Andersson och Pekka Westin för deras flitiga och näst intill dagliga bevakning av Angarnsjöängen respektive Hjälstaviken. Upplands regionala rapportkommitté som sammanställt och publicerat observationer från Uppland och Kjell Eriksson som har tagit fram opublicerade uppgifter ur Angarngruppens rapportarkiv tackas för detta arbete. Till sist men inte minst vill jag tacka Johan Lind för den hjälp han gett mig i form av diskussioner och förklaringar rörande statistisk analys samt för att ha visat mig ny relevant litteratur rörande fenologi mm. och inte minst för det stöd och uppmuntran han gett mig.

Referenser

- Andersson, Å. & Nilsson, L. 2002. *Gåsinventeringar i Sverige 2001/2002*. Stencil
- Andersson, Å., Follestad, A., Nilsson, L. & Persson, H. 2001. Migration patterns of Nordic Greylag Geese *Anser anser*. *Ornis Svecica* 11: 19–58
- Bauer, K.M., & Glutz von Blotzheim, U.N. 1968. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 2. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main
- Bradley, N.L., Leopold, A.C., Ross, J. & Huffaker, W. 1999. Phenological changes reflect climate changes in Wisconsin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96:9701–9704
- Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (red.) 1977. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The Birds of the Western Palearctic*. Vol. 1. Oxford University Press, Oxford.
- Crick, H.Q.P., Dudley, C., Glue, D.E. & Thompson, D.L. 1997. UK birds are laying eggs earlier. *Nature* 388:526
- Crick, H.Q.P. & Sparks, T.H. 1999. Climate changes related to egg-laying trends. *Nature* 399:423–424
- Huin, N. & Sparks, T.H. 2000. Spring arrival patterns of the cuckoo *Cuculus canorus*, nightingale *Luscinia megarhynchos* and spotted flycatcher *Muscicapa striata* in Britain. *Bird Study* 47: 22–31
- Nilsson, L. 1982. Det häckande grågåsbeståndets storlek och utbredning i Sverige. *Vår Fågelvärld*, Suppl. nr 9: 33–38
- Nilsson, L. 1999. Internationella sjöfågelräkningar i Sverige. *Fågelåret* 1998, *Vår Fågelvärld*, Suppl. nr 32: 39–46
- Nilsson, L., Follestad, A., Koffijberg, K., Kuijken, E., Madsen, J., Mooij, J., Mouronval, J.B., Persson, H., Schricke, V. & Voslamber, B. 1999. Sid. 182–201 i *Goose Populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution* (Madsen, J., Cracknell, G. & Fox, T. red.). Wetlands International Publications No 48. Wetlands International, Wageningen, Nederländerna
- Nilsson, L. & Persson, H. 1994. Factors affecting the breeding performance of a marked Greylag Goose *Anser anser* population in south Sweden. *Wildfowl* 45:33–48

- Peñuelas, J. & Filella, I. 2001. Responses to a Warming World. *Science* 294: 793–795
- Sparks, T.H. 1999. Phenology and the changing pattern of bird migration in Britain. *Int. J. Biometeorol.* 42:134–138
- Sparks, T., Heyen, H., Braslavskaja, O. & Lehtikoinen E. 1999. Are European birds migrating earlier? *BTO News* 223:8–9
- Söderholm, S. 2001. Gås och sjöfågelinventeringar vid Angarnsjöängen. *Angarnsgruppens informationsblad* 1.2001:5–7
- Söderholm, S. & Eriksson, K. 2001a. Våtmarksfågelinventeringen vid Angarnsjöängen 1999 – gåsens år. *Fåglar i Stockholmstrakten* 30(1):25–30
- Söderholm, S. & Eriksson, K. 2001b. Våtmarksfågelinventeringen vid Angarnsjöängen 2000 – i blickpunkten svarthakedopping och grågås. *Fåglar i Stockholmstrakten* 30(2):4–13
- Söderholm, S. & Eriksson, K. 2002. Våtmarksfågelinventeringen vid Angarnsjöängen 2001 – ett år med dåligt häckningsresultat. *Fåglar i Stockholmstrakten* 31(2):37–48
- Tryjanowski, P., Kuzniak, S. & Sparks, T. 2002. Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland. *Ibis* 144: 62–68
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389–395

Summary

Has the Greylag Goose Anser anser started to arrive earlier in Uppland?

Many recent studies have shown that the arrival time of birds has shifted towards earlier dates in recent decades. The shift has been particularly prominent for species that arrive in early spring. The phenomenon has been ascribed to climatic shifts in the temperate regions.

I examined this question by determining the arrival dates for the Greylag Goose *Anser anser*. This species was chosen due to the availability of accurate data on arrival, because it is an early migrant and hence potentially sensitive to increasing spring temperatures, and because the Swedish population has increased dramatically in recent decades, which also may have contributed to a shift of arrival date. The observations were collected at two sites in the province of Uppland just north of Stockholm. One of the sites, Angarnsjöängen (59° 33' N, 18° 10' E), was studied in 1993–2002, and the other site, Hjälstaviken (59° 40' N, 17° 23' E) was studied in 1992–2002. The Greylag Goose breeds at both sites. Hjälstaviken is a nationally important staging site whereas Angarnsjöängen is locally or regionally important.

Both sites were frequently visited during all days of the week, not only during weekends. At Angarnsjöängen, the visits were randomly distributed between different days of the week. At Hjälstaviken

this was also the case except for a slight overrepresentation of visits on Tuesdays. This does not, however, affect any conclusions since the visiting schedule remained the same over the whole period of years.

For the analysis of the effect of temperature on date of arrival I used mean daily temperature at the day of arrival and mean temperature of March at two nearby weather stations. For Angarnsjöängen I used the weather data from Stockholm and for Hjälstaviken those from Uppsala.

I also analysed the possible effect on arrival dates by the size of the Greylag Goose population size since the size increased much during the study period. I used the data collected for all Sweden in September during the regular international goose counts. I also analysed the effect of the size of the local breeding population on arrival date. This information was, however, available only for Angarnsjöängen.

For the statistical analyses the days of the year were sequentially numbered from 1 January. The statistical procedures of Excel were used. The limit of significance was set to $P=0.05$.

Results

Figure 1 shows the first arrival date at the two sites. In all but one year (1997) the arrival was earlier at Hjälstaviken than at Angarnsjöängen. In one year (1998) the arrival date was the same. The difference (mean 8.8 days) was significant ($P=0.0087$; 10 years; paired t-test).

The trend lines of Figure 1 indicate a shift to earlier arrival dates towards the end of the period at both sites, but the trends are not quite significant (Angarnsjöängen: $P=0.056$; Hjälstaviken: $P=0.090$).

During the study period there was no trend in spring temperatures at the two nearest weather stations. Neither the mean temperature on the day of arrival, nor the mean temperature of March showed any significance when regressed on year. Hence, mild and cool springs were evenly distributed over the study period.

Figure 2 shows the relative arrival dates for the pooled data from both sites using the average annual deviations from the median dates of each site. The trend is about the same as for the individual sites but still not quite significant ($P=0.063$).

Table 1 summarizes the results of several regressions of arrival dates on temperature and of arrival dates on the estimated size of the Greylag Goose population.

Although none of the temperature regressions was significant several of them were not far from significant. In three cases, however, the null hypothesis had rather high probability (0.13–0.18) but in spite of this the relationships had rather high explanatory power ($R^2 = 0.12$ – 0.26).

When the effect of the Swedish population size was analysed, the regressions were almost significant for the individual sites and significant for the two sites together when the population size in the previous year was used, but not when the population size of the same year was used (Table 1, Figure 3 and 4). There was no correlation with the local breeding population size at Angarnsjöängen (Table 1).

Earlier arrival dates did not affect the time when the first broods were observed. There was no trend for the day when the first brood was observed at Angarnsjöängen ($r = -0.38$; $P = 0.28$). Instead the time span between arrival and the first brood increased when the geese arrived early (Figure 5). The range of arrival dates was almost 40 days compared with only 10 days for the dates when the first brood was observed.

Discussion

In spite of the fact that the trend lines of the arrival dates were not quite significant, I believe that there is a long-term trend towards earlier arrival. In favour of this opinion speaks the rather high explanatory power of the regression coefficients and the fact that the changes of arrival dates were similar at both sites. The explanation for the lack of significance is probably that the study period is too short. The absence of any trend in the temperature data from Stockholm and Uppsala should make one expect no

trend of arrival dates either, only a correlation between annual spring temperature and arrival date. But still there is an almost significant trend.

An investigation of climatic effects on arrival is rather complicated. It is not easy to determine which climatic variable should be used. It is also difficult to decide from which area the weather data should be collected. I used local data, but it is possible that stronger relationships would have been obtained if weather data from the area from which the geese departed had been used. This could, however, not be done since it is not known from where the local geese depart before arrival. It has been found, for example, that the arrival date in England was better correlated with the weather in France, from where the birds departed, than in England.

The only significant correlation was obtained between arrival date and population size. Thus there is strong evidence in favour of the opinion that the observed change of arrival day is primarily due to the population increase. The earlier arrival at Hjälstaviken than at Angarnsjöängen can be ascribed to the fact that larger numbers are staging at Hjälstaviken. Hence it is more likely that early birds are observed at this site.

Finally, it is interesting to note that early or late arrival did not affect the time when the geese started to breed. The effect was simply that they waited longer before they started to breed when they arrived early. In this respect the situation in Uppland is similar to that in Skåne but different from that in central Norway where it has been found that the geese arrive just before the start of breeding. This independence between arrival and start of egg laying is also different from what has been found in many other species of several different taxa.