UPPSALA
UNIVERSITET

Hur påverkas fåglar av klimatförändringar?

Arvid Löf

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2015
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Hur påverkas fåglar av klimatförändringar?

Arvid Löf

Självständigt arbete VT 2015

Innehåll

Sammanfattning 1
Inledning 2
Teoretisk bakgrund: vad är lång- och kortdistansflyttare? 3
När anländer flyttfåglar till sina häckningsplatser? 3
Annan anpassning kopplad till global uppvärmning 5
Exempel på arter som anpassat sig till global uppvärmning 6
Diskussion 8
Slutsats 11
Tack 11
Referenser 11

Sammanfattning

Under den senaste 100-årsperioden av global uppvärmning har den globala medeltemperaturen ökat med 0,6 °C, vilket har inneburit att växter blommar tidigare och att insekter kläcks tidigare. Detta innebär att flera fågelarter måste anpassa sig till en ökad medeltemperatur för att ha en chans att överleva. De flesta fågelarterna har anpassat sig, men i många fall tyder mycket på att detta inte sker tillräckligt snabbt och ibland är anpassningarna inte nog för att kompensera för rådande klimatförändringar. Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur fåglar påverkas av klimatförändringar och hur de anpassar sig till dessa. Mer specifikt handlar det om en redogörelse för hur långdistansflyttare, kortdistansflyttare och stationära fåglar påverkas och anpassar sig utifrån den globala uppvärmningen. Resultatet av denna litteraturstudie visar att kortdistansflyttare har anpassat sig mest och att många arter, vilka tidigare övervintrade i södra Europa, har börjat övervintra i södra Sverige. För långdistansflyttare sker ingen förändring gällande var de övervintrar. Däremot har långdistansflyttare flyttat fram sin äggläggningsperiod mer än vad kortdistansflyttare gjort. Resultatet visar också att många arter har börjat expandera sin utbredning norrut som en respons på att insekter ökar sin utbredning. Det finns prognoser som beskriver en ökad global medeltemperatur med 6,0 °C de kommande 100 åren. En slutsats för litteraturstudien är därför att om detta sker så skulle vi kunna stå inför ett massutdöende av fåglar. Långdistansflyttare kan komma att bli speciellt utsatta eftersom de redan nu visar nedåtgående populationstrender.

Inledning

Global uppvärmning påverkar mer eller mindre alla levande organismer. Medeltemperaturen i världen har ökat med 0,6 °C under det senaste århundradet. Ca 80 % av alla arter visar förändringar till följd utav detta (Root *et al.* 2003). Det beräknas att medeltemperaturen kommer att öka med ytterligare 6,0 °C till och med år 2100 (Root *et al.* 2003). En ökad medeltemperatur skulle ha stor inverkan på organismers utveckling och nordgränsen för många arters distribution skulle flyttas med 300-500 km (Hughes 2000). Det är viktigt med interaktioner mellan arter för att ekosystemet ska fungera. Interaktioner mellan arter som idag är befintliga förväntas att med en ökad medeltemperatur försvinna samtidigt som nya interaktioner mellan arter uppstår. Detta kommer troligen innebära att många organismer riskerar att utrotas och om de inte undergår tillräckligt snabb mikroevolution för att överleva (Karell *et al.* 2011).

Fåglar påverkas i allra högsta grad av global uppvärmning. Uppskattningsvis kommer två av tre av alla världens fågelpopulationer att minska inom de närmsta åren (Walther *et al.* 2002). De som kommer att påverkas mest är flyttfåglar eftersom de är en väldigt utsatt grupp som gör förflyttningar som på många sätt är extrema (Egevang *et al.* 2010). På grund av klimatförändringar blir det varmare under våren och det blir varmare tidigare (Walther *et al.* 2002). Detta gör att växter kan börja fotosyntetisera tidigare. Säsongsberoende växter i Europa får sina blad ca 6 dagar tidigare än för 30 år sedan (Menzel & Fabian 1999). Insekter som lever av dessa växter kläcks i sin tur tidigare som en respons på detta och anpassar sig väl till klimatförändringarna eftersom de har en snabb generationstid. I Nederländerna flög fjärilarna i snitt 11,6 dagar tidigare 1994 än vad de gjorde 20 år tidigare (Hughes 2000). Fjärilarna har antagligen börjat flyga ännu tidigare på året sedan dess. Flyttfåglar har anpassat sig till att anlända till Sverige och starta häckningen lagom tills det finns som mest mat att föda upp sina ungar med (Cotton 2003). Fåglar påverkas framförallt av den tidigare kläckningen av insekter och hänger inte med när dessa anpassar sig till att våren tidigareläggs, vilket märks bland fåglarna som är insektsätare vars populationer minskar kraftigt (Berthold *et al.* 1998). Detsamma gäller för migrerande rovfåglar i norden vilka lever utav gnagare som påverkas negativt utav en ökad medeltemperatur (Terraube *et al.* 2014). När flyttfåglar anländer till södra Sverige så stannar kortdistansflyttare lång tid till skillnad från långdistansflyttare vilka på endast ett fåtal dagar koloniserat även Mellansverige (Kullberg *et al.* 2015). Det har länge spekulerats om att långdistansflyttare inte kan förändra sin ankomsttid till häckningsplatserna eftersom att dagslängderna på övervintringsplatserna styr när de ska börja migrera (Jonzén *et al.* 2006). Det är bara kortdistansflyttare som kunde göra detta eftersom de migrerar med rådande väderlek. Detta visade sig vara felaktigt då även långdistansflyttare börjat anlända tidigare (Kullberg *et al.* 2015). Syftet med detta arbete är att undersöka hur flyttfåglar påverkas av global uppvärmning och hur de anpassar till detta. Jag kommer även att jämföra olika grupper av fåglar genom att ta upp olika exempelarter och hur de har anpassat sig. Hur skiljer sig lång- och kortdistansflyttare från varandra? Hur påverkas stationära fåglar av global uppvärmning? Förflyttar sig fåglar längre norrut då levnadsförhållandena förändras?

Teoretisk bakgrund: vad är lång- och kortdistansflyttare?
Migrerande fåglar kan delas in i två grupper: lång- och kortdistansflyttare. Långdistansflyttare migrerar till söder om Sahara under hösten och övervintrar i Afrika. På våren flyttar de under ungefär samma tid på året som tidigare generationer gjort för att anlända till häckningsplatserna när det är som mest optimalt (Jonzén *et al.* 2006). Långdistansflyttare kallas ibland för datumflyttare då det just är så förutsägbart när de skall anlända till Sverige. Kortdistansflyttare migrerar däremot med rådande väderförhållanden (Jonzén *et al.* 2006). När det blir kallare flyttar de söderut till varmare klimat, vanligtvis södra Europa. Under våren anländer de så tidigt som vädret tillåter och om det är en mild vinter kan de ibland övervintra i Sverige för att så snabbt som möjligt vara på plats för att finna de bästa häckningsplatserna.

Våren är den mest intensiva perioden för flyttfåglar. För kortdistansflyttare handlar det om att, när vädret tillåter, ta sig norrut och hitta de bästa reviren (Newton 2010). Detta för att kunna locka till sig en hona och kunna föda upp en livskraftig kull med ungar. Kortdistansflyttare är väldigt beroende av vädret och när det är gynnsamt att flytta norrut. När klimatet blir varmare så flyttar de tidigare norrut och detta innebär att de är bättre förberedda än långdistansflyttare för klimatförändringar (Jonzén *et al.* 2006).

För långdistansflyttare har det länge spekulerats kring att de inte justerar sin migration under våren, utan fortsätter att anlända på ungefär samma datum år efter år. Detta eftersom de styrs av endogen kontroll och tros ha förlitat sig på dagslängder på övervintringsområdena för att veta när det är dags att börja migrera (Jonzén *et al.* 2006). Men nu på senare år har forskare börjat se en förändring i att även långdistansflyttare börjar justera sin ankomsttid till Sverige (Kullberg *et al.* 2015). Därmed har de en större chans att lyckas i det långa loppet då det är essentiellt för dem att anlända och häcka när det finns som mest insekter.

Eftersom det har blivit varmare behöver de inte flytta lika långt för att finna övervintringsområden (Visser *et al.* 2009). Detta är antagligen en stor orsak till att de klarar sig bättre än långdistansflyttarna som fortfarande flyttar till söder om Sahara varje vinter. I en studie av Both och Visser (2001) verkar det som att vissa långdistansflyttare kommer igång med häckningen mycket tidigare än förut. Svartvit flugsnappare (*Ficedula hypoleuca*) i Nederländerna lägger sig på bo hela 10 dagar tidigare mellan åren 1980-2000 (Both & Visser 2001).

När flyttfåglarna anländer till Sverige så skiljer det sig i hur snabbt kort- och långdistansflyttare rör sig upp genom landet (Kullberg *et al.* 2015). Kortdistansflyttare anländer generellt snabbare till Sverige men tar mycket längre tid på sig att flytta ännu längre upp, medan långdistansflyttare, efter att de anlänt till Sverige, snabbt rör sig upp genom landet till häckningsplatserna. Kortdistansflyttare koloniserar enbart Sydsverige snabbt, medans långdistansflyttare koloniserar hela Sverige snabbt.

När anländer flyttfåglar till sina häckningsplatser?

Långdistansflyttares migration är till stor del genetiskt reglerat då de övervintrar i tropiska Afrika (Jonzén *et al.* 2006). Det här innebär att långdistansflyttare inte kan anpassa sig till vad

som händer på häckningsplatserna utan måste lita på sin inbyggda klocka för att bestämma när de ska migrera norrut. Långdistansflyttare migrerar helt enkelt när dagarna blir tillräckligt långa. Detta har länge skapat en stor nackdel för många långdistansflyttare som inte kan anpassa sig till den globala uppvärmningen (Jonzén *et al.* 2006). Störst problem blir det på nordligare breddgrader eftersom klimatförändringar sker snabbare där. Enligt den ovan nämnda studien gjord av Jonzén *et al.* (2006) visar trender för flyttfåglar att de anländer tidigare på våren. Det finns en stark trend i att långdistansflyttare anländer tidigare på våren som en respons på klimatförändringar och det är i början av migrationen (från Sahara) som det märks tydligast (Jonzén *et al.* 2006). Data från norra Europa och Capri (fågelstation i Italien) visar på att det sker en successiv förändring mot tidigare ankomst hos alla arter (9 stycken) som studerats och att det enbart är små variationer mellan arterna. Även på Helgoland (en ö utanför Danmarks västkust som länge bedrivit ringmärkning) har det observerats en tidigare migration av långdistansflyttare (Hüppop *et al.* 2003). Det intressanta med Helgoland är att det är en liten ö där de flesta arterna som fångas är i aktiv migration på väg norrut. På Helgoland har Hüppop *et al.* (2003) studerat 24 arter under en 40-årsperiod, de studerade 12 långdistansflyttare och 12 kortdistansflyttare. Resultatet av Hüppop *et al.* (2003) studie visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan de båda grupperna när det kom till med hur många dagar de hade ökat sin medelpassage på ön. För båda grupperna låg resultatet på en ökning i medelpassage med 0,05-0,28 dagar per år. Detta var signifikant för 11 kortdistansflyttare och 7 långdistansflyttare. Övriga arter visade en trend i samma riktning. Detta resultat visar inte ankomsttid utan passeringstid och är intressant ur synpunkten att lång- och kortdistansflyttare flyttar fram sin passagetid.

Samma sak påvisas även i en studie gjord av Kullberg *et al.* (2015). Här jämfördes ett historiskt dataset som sträcker sig mellan 1873 och 1917 som kunde jämföras med ett nutida dataset från samma område i södra och centrala Sverige som sträcker sig mellan 1984 och 2013 (Kullberg *et al.* 2015). Författarna kunde även jämföra hur ankomsttiden för fåglar i centrala och södra Sverige skiljde sig mellan det historiska och det nutida datasetet. I studien ingick 14 arter, 8 kortdistansflyttare och 6 långdistansflyttare. Det visade sig att alla arter anlände tidigare i det nutida datasetet jämfört med det historiska datasetet både till centrala och södra Sverige. De tittade även på hur medeltemperaturen förändrats i centrala och södra Sverige och ökningen var betydligt högre än vad den globala medeltemperaturen ökat med. I centrala Sverige hade medeltemperaturen ökat med 1,7 °C och i södra Sverige med 1,4 °C (Kullberg *et al.* 2015).

Studien av Kullberg *et al.* (2015) visar också att kortdistansflyttare kommer tidigare till södra Sverige än till centrala Sverige (Kullberg *et al.* 2015). Analys av både det historiska och det nutida datasetet visade att det tar längre tid för kortdistansflyttare att ta sig mellan södra och centrala Sverige i nutid än vid sekelskiftet mellan 1800 och 1900 talet. För långdistansflyttare påvisas däremot ingen signifikant skillnad. I både det historiska och det nutida datasetet sker migrationen genom Sverige snabbt för långdistansflyttare. På bara några få dagar har en långdistansflyttare tagit sig mellan södra och centrala Sverige jämfört med en kortdistansflyttare som tar lite mindre än en månad på sig upp till centrala Sverige. Viktigt att notera är att resultaten för kortdistansflyttare kan vara missvisande. Detta eftersom att en del

arter har börjat övervintra i södra Sverige (Kullberg *et al.* 2015). Exempel på dessa arter är bofink (*Fringilla coelebs*), sångsvan (*Cygnus cygnus*), stare (*Sturnus vulgaris*) och morkulla (*Scolopax rusticola*).

I en studie av Møller *et al.* (2008) undersöktes 100 europeiska fågelarter. Denna studie visar att de arter som anländer senare till sina häckningsplatser har negativa populationstrender (Møller *et al.* 2008). De arter som anpassat sig minst till global uppvärmning är, enligt författarna, långdistansflyttare. Kortdistansflyttare anländer istället betydligt tidigare och visar på en stabilare trend när det kommer till populationsförändringar (Møller *et al.* 2008). Studien visar med andra ord hur viktigt det är att anpassa sig till förändringar i naturen för att överleva. Migrerande fågelarter med minskande populationer i Europa är de som inte lyckats anpassa sig till rådande klimatförändringar (Møller *et al*. 2008). De arter som har lyckats att anpassa sig till klimatförändringar visar på en stabil eller i vissa fall en ökande populationstrend. Detta gäller under perioden 1990-2000. Intressant nog så var detta inte fallet under perioden 1970-1990 vilket visar på att det har hänt ganska mycket under de senaste åren (Møller *et al.* 2008).

Annan anpassning kopplad till global uppvärmning

Fåglar anpassar sig inte enbart till klimatförändringar genom att anlända tidigare till häckningsplatserna utan använder sig också av andra strategier. Ornitologer har länge kartlagt hur häckningsframgångarna varit för 65 fågelarter i Storbritannien. Denna kartläggning används i en studie av Crick *et al.* (1997) där det undersöks om det generellt sker en tidigareläggning av ägg. Studien gjordes mellan åren 1971 och 1995 och det visade sig att 20 av 65 fågelarter flyttade fram sin häckning signifikant och att medeltiden för en tidigare äggläggning för dessa 20 arter var 8,8 dagar (Crick *et al.* 1997). De arter som tidigarelade sin häckning tillhörde ingen speciell ekologisk eller taxonomisk grupp. Istället visade det sig att arter som kategoriserades som både kortdistansflyttare, långdistansflyttare och stannfåglar alla tidigarelade sin häckning. Ett exempel på en fågelart som anpassat sig genom att lägga ägg tidigare är svartvit flugsnappare (*Ficedula hypoleuca*). Detta diskuteras mer under *Exempel på arter som har anpassat sig till global uppvärmning*.

En annan strategi som fåglar använder sig av för att anpassa till ett varmare klimat är att öka sin nordliga utbredning (Thomas & Lennon 1999). På brittiska öarna har nordgränsen för 59 fågelarter som ursprungligen enbart fanns i södra delarna, ökat med 18,9 km i medeldistans. Många fjärilsarter (föda för många fågelarter) har också ökat sin nordliga utbredning och det kan antas att flera fågelarter kommer att följa efter eftersom att det då går att finna föda samt på grund av att klimatet blivit varmare på nordliga breddgrader (Hughes 2000). I södra Finland har alla häckande fågelarter som studerats ökat sin nordliga utbredning (Brommer 2008). Vissa har ökat mer än andra. Mindre fågelarter har ökat sin nordliga utbredning mycket. Detta tros bero på att de har en kortare generationstid och därigenom kan anpassa sig bättre till klimatförändringar som sker (Brommer 2008). Dessutom beror en ökad nordlig distribution på födoval. Specifikt arter som lever i våtmarksområden och arter som lever längs med kusten påverkas. De som hade ökat sin nordliga utbredning mest var kustlevande fåglar som livnär sig på växtdelar. Samma studie visade även att ökningen av fåglars

utbredningsområden norrut inte är relaterad till om det handlar om migrerande fågelarter eller inte (Brommer 2008).

Sammanfattningsvis har redogörelsen visat att både långsdistansflyttare, kortdistansflyttare och stannfåglar har anpassat sig till global uppvärmning. Vissa arter (främst långdistansflyttare) lägger sina ägg tidigare som en respons, medans andra (främst kortdistansflyttare) anländer tidigare till sina häckningsplatser. Dessutom påvisar många arter en ökad nordlig utbredning eftersom att det med en ökad medeltemperatur är möjligt att överleva längre norrut och även på grund av att dess föda förflyttar sig längre norrut. Det har även bevisats att fågelarter som inte anpassar sig genom att anlända tidigare eller lägga sina ägg tidigare visar minskande populationer, medan arter som anpassar sig har stabilare populationer. Nedan exemplifieras problematik och anpassningar hos specifika arter.

Exempel på arter som anpassat sig till global uppvärmning

Av de svenska arter som övervintrar i Afrika är det endast svarthätta (*Sylvia atricapilla*) som visar en positiv populationstrend. Svarthättan anses vara en lång/medeldistansflyttare då den övervintrar i norra Afrika. För 60 år sedan så ansågs svarthätta endast vara en sommargäst i norra Europa och på brittiska öarna, men idag övervintrar ett stort antal svarthättor i både Sverige och på de brittiska öarna (Bearhop 2005).

Lövsångare (*Phylloscopus trochilus*) är en typisk långdistansflyttare som övervintrar söder om Sahara. Den är dessutom Sveriges vanligaste fågel tillsammans med bofink. I en studie av Hedlund *et al.* (2015) undersöktes det om lövsångare kommer tidigare till Gotland under en 20-årsperiod, om lövsångare lägger sig på bo tidigare och om det skiljer sig i förändrad ankomsttid mellan könen. Det är allmänt känt att hanar anländer tidigare till häckningsplatserna för att få de bästa reviren och att honorna kommer senare för att välja hane. Det visar sig i studien att hanarna kommer i medel 6,3 dagar tidigare och att honor i medel kommer 3,9 dagar tidigare (Hedlund *et al.* 2015).

Talgoxe (*Parus major*) är en stannfågel i norra Europa. Det är oerhört viktigt att talgoxarna (och många andra insektsätande fågelarter) kläcker sina ägg när det finns som mest insekter för att då få en lyckad häckning där så många fågelungar som möjligt överlever (Visser *et al.* 1998). Men detta sker inte med samma hastighet som insekterna flyttar fram sin kläckning. I en studie av Visser *et al.* (1998) undersöktes en population av talgoxe i Nederländerna mellan åren 1973 och 1995. De undersökte ca 400 fågelholkar som kollades regelbundet. De studerade även deras huvudföda, fjärilslarver, i samma område under den här perioden. Resultatet av denna studie visade att talgoxen inte lägger sina ägg tidigare medan fjärilslarver gjort detta, med 9 dagar. Detta innebär att talgoxe inte kommer att kunna använda sig av sin tidigare huvudföda till att mata sina ungar med. En annan studie som gjordes i Storbritannien under samma period visade dock ett annat resultat. Den studerade populationen av talgoxe hade flyttat fram sin häckning som en anpassning till global uppvärmning (McCleery & Perrins 1998). Även om nu inte den Nederländska studien av Visser *et al.* (1998) visade att just den populationen av talgoxe anpassat sig till rådande klimatförändringar är talgoxe som många andra stannfåglar en opportunist som äter allt den kan få tag på och i Sverige visar

faktiskt arten en positiv populationstrend (Visser *et al.* 1998) (Lindström *et al.* 2012). Detta innebär talgoxen kan anpassa sig väl till global uppvärmning.

Det är framförallt småfåglar som har undersökts med avseende på global uppvärmning. En grupp som borde påverkas mer är rovfåglar, detta eftersom de till exempel har en längre generationstid då det tar flera år för en rovfågel att bli könsmogen (Lehikoinen *et al*. 2009). En längre generationstid innebär oftast sämre svar på klimatförändringar. I Finland har det studerats hur ormvråk (*Buteo Buteo*) påverkas av global uppvärmning (Lehikoinen *et al*. 2009). Ormvråken är, tillsammans med sparvhöken *(Accipiter nisus)*, den vanligaste rovfågeln i Sverige och har sin nordgräns för utbredning i de centrala delarna av Finland. På mindre än tre årtionden så häckade ormvråken i snitt 11 dagar tidigare och detta var en plastisk respons som skedde under endast fem generationer (Lehikoinen *et al*. 2009). Ormvråkar i Finland ökade även sin nordgräns med ca 200 km under denna period.

I en studie av Terraube *et al.* (2011) har de undersökt hur fjällvråk (*Buteo lagopus*) påverkas av en ökad medeltemperatur. Fjällvråk är beroende av tillgång till gnagare för att kunna få en lyckad häckning. De är väldigt känsliga för förändringar när det kommer till deras huvudföda eftersom det inte finns så många andra byten att livnära sig på. Det visar sig att fjällvråken inte påverkas av global uppvärmning på samma sätt som sin nära släkting ormvråken. Detta beror troligtvis på att deras huvudföda inte påverkats lika mycket i de nordligaste delarna av Skandinavien (Terraube *et al.* 2014). En annan art som inte heller flyttat fram sin häckning som respons på global uppvärmning är duvhöken (*Accipiter gentilis*) (Lehikoinen *et al.* 2013). Duvhök är en toppredator i Norden vars huvudföda traditionellt är ripa (*Lagopus sp*). Ripan minskar i Norden och duvhöken måste leta efter alternativ föda för att föda upp sina ungar på våren. Med en ökad medeltemperatur så expanderar många fågelarter sin nordliga utbredning och detta är till fördel för duvhöken som därigenom får fler bytesdjur att livnära sig på och föda upp sina ungar med (Lehikoinen *et al.* 2013).

Ännu längre norrut, på Arktis, finns en grupp fåglar som ännu inte diskuterats i detta arbete. Det är vadare. Vadare utgör ca 30-40 % av fågelfaunan på Arktis (Lindström & Agrell 1999). På Arktis är alla vadare migrerande fågelarter och kan förflytta sig långa sträckor; de längsta migrationerna i världen sker av just av vadare (Gill *et al.* 2005). För att kunna genomföra dessa storslagna migrationer så behöver vadare lagra upp mycket fettreserver samtidigt som de under själva flytten använder fettreserverna smart. Eftersom att de kräver stora mängder föda under migrationen så kommer vadare att vara känsliga för klimatförändringar. De har ännu inte påverkats av den globala uppvärmningen i sina häckningsområden i samma utsträckning som övriga migrerande arter men kommer att få problem om medeltemperaturen ökar (Lindström & Agrell 1999).

I en holländsk studie av Both och Visser (2001) studerades svartvit flugsnappare (*Ficedula hypoleuca*). Svartvit flugsnappare är en långdistansflyttare som övervintrar i den tropiska regnskogen i västra Afrika (Both & Visser 2001). Intressant nog verkar inte denna studie överensstämma med andra studier om att långdistansflyttare anländer tidigare. Studien av Both och Visser (2001) hittade ingen signifikant skillnad i när svartvit flugnappare anländer till Nederländerna. Däremot sågs en stor skillnad i när de börjar häcka och lägger ägg. Under

en 20-årsperiod hade de studerade svartvita flugsnapparna i Nederländerna lagt sina ägg 10 dagar tidigare. Selektionen för tidigare äggläggningsdatum har blivit stark vilket innebär att de fåglar som lägger äggen tidigare klarar sig bättre (Both & Visser 2001). Anledningen till att svartvit flugsnappare kunde börja häcka tidigare var att de anlände till sina häckningsplatser tidigare än vad som var optimalt för att lägga ägg, detta för att kunna etablera revir och söka den bästa partnern. På så sätt kunde de till en början anpassa sig till en varmare vår där insekterna kläcker tidigare. Tyvärr har detta ”fönster” för när de anländer och lägger ägg blivit för smalt och den svartvita flugsnapparen missar ändå den optimala insektstoppen (Both & Visser 2001). Hur tidigt insekterna kläckte skiljde sig mellan olika habitat (Both *et al*. 2010). I områden där insekter kläckte tidgast minskade population av svartvit flugsnappare med hela 90 %. I områden där insekter kläckte som senast minskade populationen med 10 %. Selektionen för att svartvit flugsnappare ska lägga ägg tidigare är stark. Tyvärr kläcker insekterna ännu tidigare och eftersom svartvit flugsnappare inte anländer tidigare så visas en negativ populations trend för arten.

Diskussion

Enligt artiklarna som presenteras i denna rapport är det tydligt att det skett förändringar i fåglars migration. Fåglar påverkas indirekt av global uppvärmning genom att växter blommar tidigare och insekter kläcker tidigare (Menzel & Fabian 1999) (Hughes 2000) (Kullberg *et al*. 2015). Detta leder till att fåglar lägger ägg tidigare och/eller anländer tidigare till häckningsplatserna. Artiklarna av Thomas och Lennon (1999) och Hughes (2000) visar dessutom en annan effekt som global uppvärmning har på fåglar. Fåglar ökar sin utbredning norrut eftersom att deras föda ökar sin utbredning norrut när temperaturen ökar (Thomas & Lennon 1999) (Hughes 2000).

Det presentationen av artiklarna också visar är att anpassningen till global uppvärmning ser olika ut hos olika fågelarter. Det här gäller såväl fåglar med olika flyttnings- och övervintringsstrategier som specifika arter inom samma nisch. Mer övergripande kan en skillnad ses mellan lång- och kortdistansflyttare. Utifrån Møller *et al*. (2008), Kullberg *et al*. (2015) och Jonzén *et al*. (2006) kan det konstateras att kortdistansflyttare anländer tidigare till sina häckningsplatser med anledning av den globala uppvärmningen. Detta är logiskt eftersom att de inte övervintrar så långt ifrån sina häckningsplatser och flyttar efter gynnsamt väder (Møller *et al.* 2008). Alltså, om våren är tidig så kan kortdistansflyttare lätt justera sin ankomsttid. I rapporten av Kullberg *et al*. (2015) visas att arter som tidigare inte övervintrat i Sverige börjat göra detta. Dessa arter är bofink (*Fringilla coelebs*), sångsvan (*Cygnus cygnus*), stare (*Sturnus vulgaris*) och morkulla (*Scolopax rusticola*). Viktigt att ha i åtanke vid studerande av kortdistansflyttare är dock att det blir svårare att jämföra ankomsttider när allt fler av de studerade fåglarna övervintrar. Till skillnad från kortdistansflyttare så har långdistansflyttare inte samma möjlighet att reagera på rådande väderlek på häckningsplatserna. Det visar bland annat studien av Jonzén *et al*. (2006) och studien av Kullberg *et al*. (2015) som även visar att långdistansflyttare styrs av dagslängder på övervintringsområdena. Trots detta så visar Kullberg *et al*. (2015), Jonzén *et al*. (2006) och Møller *et al*. (2008) att långdistansflyttare, som kortdistansflyttare, generellt anländer tidigare. Genomgående för resultaten i dessa studier är att kortdistansflyttare i allmänhet anländer

betydligt tidigare än långdistansflyttare. Det här är den mest framträdande skillnaden mellan lång- och kortdistansflyttare som visas i artiklarna presenterade i denna rapport. Det finns dock skillnader mellan arter i gruppen långdistansflyttare. Olika arter av långdistansflyttare har anpassat sig på olika sätt och därför stämmer det inte att alla arter av långdistansflyttare anländer tidigare.

Svartvit flugsnappare är ett bra exempel på en långdistansflyttare som inte anländer tidigare utan istället anpassar sig genom att lägga sina ägg tidigare. Den presenterade artikeln av Both och Visser (2001) visar dock att svartvit flugsnappares anpassning för att pricka insektstoppen genom att tidigarelägga häckningen misslyckas. I de habitat där fjärilslarver kläckte tidigast så minskade populationen av svartvit flugsnappare med hela 90 % (Both *et al.* 2006). I de habitat där fjärilslarverna kläckte senast så minskade populationen ”bara” med 10 % vilket visar på hur oerhört viktigt det är för arter att börja anlända tidigare som en anpassning till global uppvärmning. Eftersom Berthold *et al.* (1998) ser en total nedåtgående trend för insektsätare som oftast är långdistansflyttare, kan det antas att detta är ett generellt problem för flera långdistansflyttare och en stor förklaring till varför de minskar (Berthold *et al.* 1998).

En långdistansflyttare som har börjat anlända till häckningsplatserna tidigare är lövsångare (Hedlunds *et al*. 2015). Hedlund *et al.* (2015) är positiv till denna förändring, men anser att det inte räcker att som i detta fall anlända fem dagar tidigare. Det behövs en större förändring för att lövsångare ska kunna visa stabila populationstrender (Hedlunds *et al*. 2015). Den enda ”långdistansflyttare” som egentligen har lyckats anpassa sig till ett varmare klimat är svarthätta (*Sylvia atricapilla*) (Berthold *et al.* 1998). Svarthätta bör egentligen benämnas som en medeldistansflyttare eftersom att den tidigare övervintrade i södra Europa och i norra Afrika men på senare år har börjat övervintra betydligt längre norrut. Idag är det inte ovanligt att hitta den på ett fågelbord i södra Sverige (Berthold *et al.* 1998).

En annan aspekt än att jämföra lång- och kortdistansflyttare som ingår i mitt syfte är att undersöka hur stationära fåglar påverkas av global uppvärmning. En artikel inom detta ämne som presenteras är McCleery och Perrins (1998). I deras studie visas det att talgoxe, som är en stationär fågel, lägger sina ägg tidigare i Storbritannien (McCleery & Perrins 1998). Detta överrensstämmer med studien av Crick *et al.* (1997) där 20 av 65 arter också tidigarelade sin häckning i Storbritannien (Crick *et al.* 1997). Fåglar som lägger sina ägg tidigare har en stor fördel eftersom de tenderar att producera flest avkommor (McCleery & Perrins 1998). Ytterligare en artikel som diskuterar stationära fåglar är den av Lehikoinen *et al.* (2009). Där diskuterar de bland annat ormvråkens anpassning till global uppvärmning. I studien visas det att på endast fem generationer tidigarelade ormvråken sin häckning med 11 dagar och detta under tre årtionden (Lehikoinen *et al.* 2009). Ormvråken har med andra ord en lång generationstid och det tar flera år innan de blir könsmogna. De flesta studier som gjorts på fåglar har varit på småfåglar som har en kortare generationstid. Att ha en kortare generationstid är oftast korrelerat med att klara av abiotiska faktorer så som global uppvärmning bättre än organismer med längre generationstid, detta genom genetiska förändringar. Det är därför intressant att Lehikoinen *et al.* (2009) undersökt ormvråken som tydligt visar en tidigareläggning av sin häckning. Enligt Terraube *et al.* (2014) påverkas inte alla stationära fåglar av global uppvärmning. Ett exempel på en sådan fågel är fjällvråk.

Fjällvråken har klarat sig bra eftersom att dess huvudföda inte har påverkats av global uppvärmning (Terraube *et al.* 2014). Huvudfödan är för alla fågelarter oerhört viktig och om den inte påverkas verkar fåglar kunna klara av klimatförändringar. En slutsats som kan dras är med andra ord att vissa stationära fåglar påverkas av global uppvärmning, men inte alla. Påverkan på huvudfödan är avgörande för anpassningen.

Ytterligare en aspekt som ingår i mitt syfte är att undersöka om fåglar förflyttar sig längre norrut då levnadsförhållandena förändras på grund av global uppvärmning. Ett exempel på en sådan art som redan har nämnts är ormvråken som i Finland ökade sin nordgräns med 200 km under tre årtionden (Lehikoinen *et al*. 2009). Studien av Hughes (2000) som presenteras i denna rapport visar att djur överlag ökar sin utbredning norrut som ett resultat av global uppvärmning (Hughes 2000). Detta påvisas starkast hos arter som kan flyga så som insekter och fåglar. Brommer (2008) presenterade i sin rapport att alla häckande fågelarter som har studerats i en studie i Finland ökade sin nordliga utbredning och enligt Thomas och Lennon (1999) ökade 59 fågelarter i södra Storbritannien sin nordliga utbredning med i snitt 18,9 km under en 20-årsperiod (Thomas & Lennon 1999). Detta kan ha stor inverkan på arter som redan lever på nordliga bredgrader eller arter som inte ökar sitt nordliga utbredningsområde. Detta eftersom att nya arter som ökar sina utbredningsområden norrut tar över befintliga nischer och kan konkurrera ut stationära arter (Hughes 2000). Det kan även leda till artbildning eftersom nya områden och nischer tas i anspråk (Hughes 2000). En art som dragit nytta utav att fler arter ökar sin nordliga utbredning är duvhöken (*Accipiter gentilis*). Duvhökens huvudföda är traditionellt ripor på nordligare breddgrader, men ripor har minskat i antal under de senaste åren. Tack vare att fler och fler fågelarter letar sig norrut så hittar duvhöken alternativ mat att föda upp sin kull med (Lehikoinen *et al.* 2009). Lindström och Agrell (1999) har undersökt vadare som lever så långt norrut som på Arktis. Dessa vadares häckningsplatser har ännu inte påverkats av global uppvärmning. Men Lindström och Agrell (1999) förutspår att samma problematik som påvisas med insekter och växter i Europa även skulle påverka Arktis flora och fauna vid fortsatt ökande medeltemperatur. En slutsats som kan dras är att många fågelarter som lever i områden där medeltemperaturen har ökat även har ökat sin nordliga utbredning, samt att arter som lever i områden som ännu inte visar en ökad medeltemperatur kan komma att påverkas i framtiden.

Sammanfattningsvis har de presenterade artiklarna visat att kortdistansflyttare anländer tidigare och att några arter av långdistansflyttare gör detsamma, att fågelarter lägger sina ägg tidigare som en anpassning och att flertalet arter ökar sin utbredning norrut. Allt detta sker som en anpassning till global uppvärmning. I framtida forskning om fågelmigration och global uppvärmning skulle det vara intressant att fortsätta med befintliga dataset om ankomsttider för migrerande fåglar. Detta för att följa förändringar som har skett och antagligen kommer fortsätta att ske. Dessutom skulle det vara intressant att följa fågelarter på individnivå med den GPS-teknik som blir allt mer lättillänglig. Sådana undersökningar skulle kunna ge mer kunskap om fåglars välbefinnande under nya levnadsförhållanden.

Slutsats

Kortdistansflyttare anländer tidigare till häckningsplatserna än vad långdistansflyttare gör. Det finns dock skillnader mellan arter i gruppen långdistansflyttare. Flera fågelarter har börjat lägga ägg tidigare som en anpassning till global uppvärmning. Av dessa är flertalet arter långdistansflyttare, men vissa är också stationära fåglar. Många fågelarter har även ökat sin nordliga utbredning som en anpassning till en ökad medeltemperatur. Om den globala uppvärmningen forsätter att öka och det blir varmare kommer fler fågelarter att minska och i värsta fall dö ut om de inte anpassar sig snabbt nog till en ökad medeltemperatur. De som har det värst ställt är långdistansflyttare som redan nu visar på kraftiga nedåtgående trender.

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till Elin Källquist för korrekturläsning och guidning genom skrivprocessen. Även min grupp och min handledare ska ha en stor eloge för bra konstruktiv kritik.

Referenser

Bearhop, S., 2005. Assortative Mating as a Mechanism for Rapid Evolution of a Migratory Divide. Science 310, 502–504. doi:10.1126/science.1115661

Berthold, P., Fiedler, W., Schlenker, R., Querner, U., 1998. 25-year study of the population development of Central European songbirds: a general decline, most evident in long-distance migrants. Naturwissenschaften 85, 350–353.

Both, C., Van Turnhout, C.A.M., Bijlsma, R.G., Siepel, H., Van Strien, A.J., Foppen, R.P.B., 2010. Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 277, 1259–1266. doi:10.1098/rspb.2009.1525

Both, C., Visser, M.E., 2001. Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. Nature 411, 296–298. doi:10.1038/35077063

Brommer, J.E., 2008. Extent of recent polewards range margin shifts in Finnish birds depends on their body mass and feeding ecology. Ornis Fenn. 85, 109–117.

Cotton, P.A., 2003. Avian migration phenology and global climate change. Proc. Natl. Acad. Sci. 100, 12219–12222. doi:10.1073/pnas.1930548100

Crick, H.Q.P., Dudley, C., Glue, D.E., Thomson, D.L., 1997. UK birds are laying eggs earlier. Nature 388, 526–526. doi:10.1038/41453

Egevang, C., Stenhouse, I.J., Phillips, R.A., Petersen, A., Fox, J.W., Silk, J.R.D., 2010. Tracking of Arctic terns Sterna paradisaea reveals longest animal migration. Proc. Natl. Acad. Sci. 107, 2078–2081. doi:10.1073/pnas.0909493107

Gill, R.E., Piersma, T., Hufford, G., Servranckx, R., Riegen, A., 2005. Crossing the ultimate ecological barrier: evidence for an 11 000-km-long nonstop flight from alaska to new zealand and eastern australia by bar-tailed godwits. The Condor 107, 1–20. doi:10.1650/7613

Hedlund, J.S.U., Jakobsson, S., Kullberg, C., Fransson, T., 2015. Long-term phenological shifts and intra-specific differences in migratory change in the willow warbler *Phylloscopus trochilus*. J. Avian Biol. 46, 97–106. doi:10.1111/jav.00484

Hughes, L., 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? Trends Ecol. Evol. 15, 56–61. doi:10.1016/S0169-5347(99)01764-4

Hüppop, O., others, 2003. North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 270, 233–240.

Jonzén, N., Lindén, A., Ergon, T., Knudsen, E., Vik, J.O., Rubolini, D., Piacentini, D., Brinch, C., Spina, F., Karlsson, L., others, 2006. Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. Science 312, 1959–1961.

Karell, P., Ahola, K., Karstinen, T., Valkama, J., Brommer, J.E., 2011. Climate change drives microevolution in a wild bird. Nat. Commun. 2, 208. doi:10.1038/ncomms1213

Kullberg, C., Fransson, T., Hedlund, J., Jonzén, N., Langvall, O., Nilsson, J., Bolmgren, K., 2015. Change in spring arrival of migratory birds under an era of climate change, Swedish data from the last 140 years. AMBIO 44, 69–77. doi:10.1007/s13280-014-0600-1

Lehikoinen, A., Lindén, A., Byholm, P., Ranta, E., Saurola, P., Valkama, J., Kaitala, V., Lindén, H., 2013. Impact of climate change and prey abundance on nesting success of a top predator, the goshawk. Oecologia 171, 283–293. doi:10.1007/s00442-012-2411-z

Lindström, Å., Agrell, J., 1999. Global Change and Possible Effects on the Migration and Reproduction of Arctic-Breeding Waders. Ecol. Bull. 145–159.

Menzel, A., Fabian, P., 1999. Growing season extended in Europe. Nature 397, 659–659.

Møller, A.P., Rubolini, D., Lehikoinen, E., 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. Proc. Natl. Acad. Sci. 105, 16195–16200. doi:10.1073/pnas.0803825105

Newton, I., 2010. The Migration Ecology of Birds. Academic Press.

Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C., Pounds, J.A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. Nature 421, 57–60. doi:10.1038/nature01333

Terraube, J., Villers, A., Ruffino, L., Iso-Iivari, L., Henttonen, H., Oksanen, T., Korpimäki, E., 2014. Coping with fast climate change in northern ecosystems: mechanisms underlying the population-level response of a specialist avian predator. Ecography n/a–n/a. doi:10.1111/ecog.01024

Thomas, C.D., Lennon, J.J., 1999. Birds extend their ranges northwards. Nature 399, 213–213.

Visser, M.E., Perdeck, A.C., van BALEN, J.H., Both, C., 2009. Climate change leads to decreasing bird migration distances. Glob. Change Biol. 15, 1859–1865. doi:10.1111/j.1365-2486.2009.01865.x

Visser, M.E., Van Noordwijk, A.J., Tinbergen, J.M., Lessells, C.M., 1998. Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (Parus major). Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 265, 1867–1870.

Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F., 2002. Ecological responses to recent climate change. Nature 416, 389–395.