

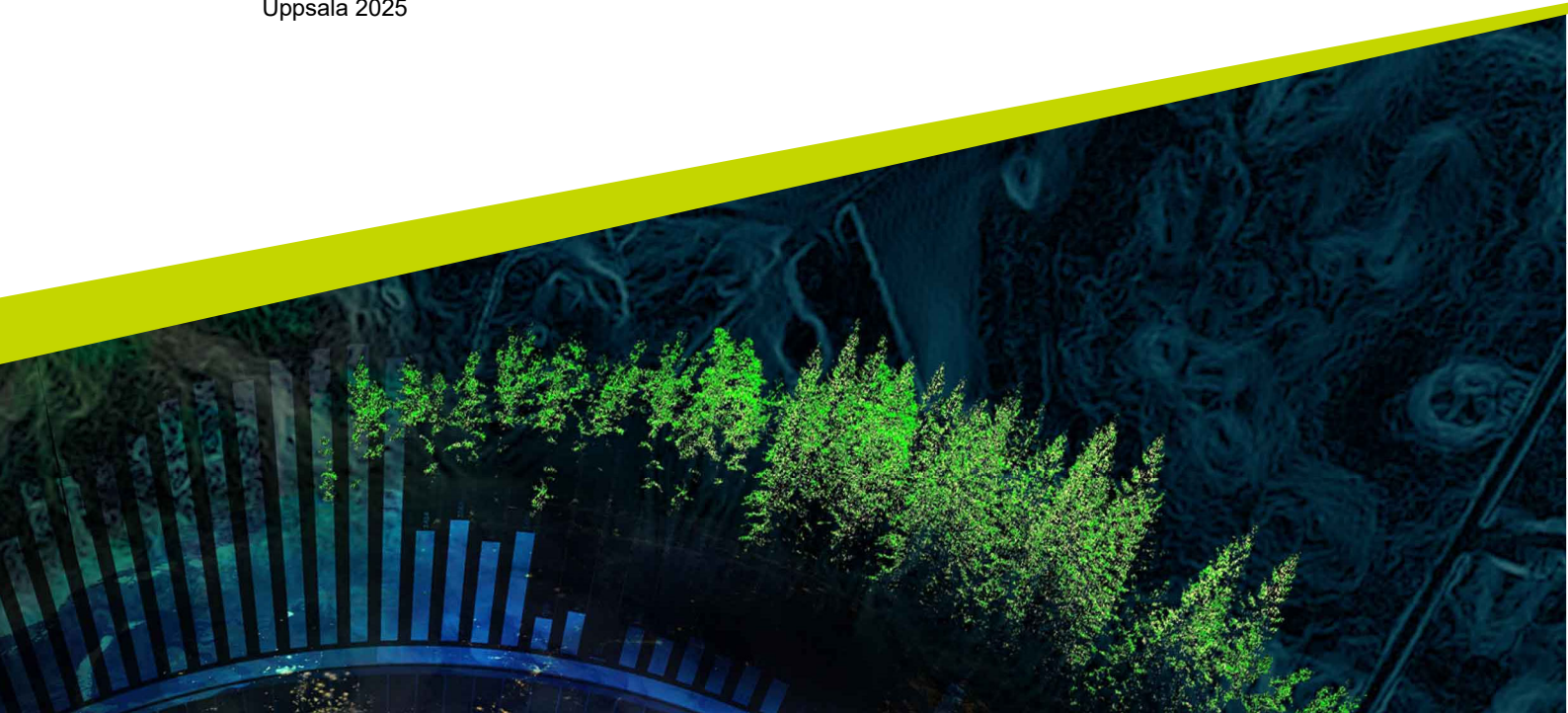


Att flyga eller inte flyga

En studie om hur flygande jämfört med icke flygande fåglar påverkas av klimat- och miljöförändringar

Mathilda Karlsson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Uppsala 2025



Att flyga eller inte flyga

En studie om hur flygande jämfört med icke flygande fåglar påverkas av klimat- och miljöförändringar

To fly or not to fly

A study on how flying compared to non-flying birds are affected by climate- and environmental changes

Mathilda Karlsson

Handledare:	Claes Andersson, SLU, institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Examinator:	Maria Anderson, SLU, institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i biologi, G2E
Kurskod:	EX0867
Kursansvarig inst.:	Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2025
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	Fåglar, Aves, flygoförmögna fåglar, miljöförändringar, klimatförändringar

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Abstract

Birds are a diverse group of chordates. Birds are a good bioindicator of environmental problems such as pollution and climate change, and it has been found that a lot of migratory birds choose to stay nowadays, which indicates that the climate is starting to change. This literature review examines how birds, both flying and non-flying, are affected by climate change, environmental pollution, and human impact. The study shows that the ability to fly provides an evolutionary advantage through increased mobility, making it easier for flying birds to escape threats such as predators, drought, heat waves and habitat destruction. Flightless birds cannot migrate as far and are more vulnerable to human colonization, environmental changes, and climate changes, especially since many live on isolated islands. But despite this, flying birds faces many challenges too, like plastic pollution and competition for food and bird nests if migratory birds choose to stay because of the warmer climate. Birds have managed to find strategies to escape certain problems. For example, flying birds have begun to move further north when climate change has made it too hot in their original habitat, and some flightless birds have begun to adapt to living in water. However, there is a problem that eventually the species that prefer cold climates will have nowhere to escape to if they migrate as far north as they can, and climate change continues. Plastic pollution is also a problem for birds, as birds often can't notice the difference between plastic and their natural food. Protecting birds requires reduced emissions, improved waste management and targeted nature conservation measures.

Innehållsförteckning

1. INTRODUKTION	3
1.1 INLEDNING	3
1.2 FÅGLARS ANATOMI OCH FLYGFÖRMÅGA	3
1.3 FÅGLAR OCH KLIMATFÖRÄNDRINGAR	4
1.4 FÅGLAR OCH MILJÖFÖRORENINGAR	5
2. SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	5
3. MATERIAL OCH METOD	6
4. RESULTAT	6
4.1 ICKE FLYGANDE FÅGLARS UTMANINGAR OCH ANPASSNINGAR TILL MÄNSKLIG KOLONISATION	6
4.2 FLYGANDE FÅGLARS UTMANINGAR OCH ANPASSNINGAR TILL MÄNSKLIG KOLONISATION	7
4.3 ICKE FLYGANDE FÅGLARS UTMANINGAR OCH ANPASSNINGAR TILL KLIMATFÖRÄNDRINGAR	7
4.4 FLYGANDE FÅGLARS UTMANINGAR OCH ANPASSNINGAR TILL KLIMATFÖRÄNDRINGAR	8
4.5 FLYGANDE OCH ICKE FLYGANDE FÅGLARS UTMANINGAR OCH ANPASSNINGAR TILL MILJÖFÖRORENINGAR ...	9
5. DISKUSSION	11
5.1 HOT FÖR ICKE FLYGANDE FÅGLAR	11
5.2 GEMENSAMMA HOT FÖR FLYGANDE OCH ICKE FLYGANDE FÅGLAR.....	11
5.3 VAD BEHÖVS FÖR ATT SKYDDA FÅGLAR MOT KLIMAT - OCH MILJÖFÖRÄNDRINGAR?	12
5.3 ÅTGÄRDER PÅ INDIVIDNIVÅ	13
5.4 FRAMTIDA FORSKNINGSOMRÅDEN	13
5.5 FÖR- OCH NACKDELAR MED METODEN	14
5.6 FÖR- OCH NACKDELAR MED LITTERATUREN.....	15
5.7 ETISKA ASPEKTER	15
5.8 SLUTSATS	16
POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING	17
TACK	17

1. Introduktion

1.1 Inledning

Fåglar är en del av stammen ryggradsdjur (*chordata*) och tillhör gruppen aves (Brodin, 2023). De har en central roll i våra ekosystem bland annat som fröspridare, då de flyger längre än andra pollinerare och därmed kan sprida fröerna längre (Gaston, 2022). Fåglar har många unika karaktärer och förknippas ofta med förmågan att flyga även om det inte alltid är fallet (Brodin, 2023). Dock utgör flygande fåglar en stor majoritet av gruppen, och av de fågelarter som dött ut under förhistorisk tid är en betydande andel icke flygande (Sayol et al., 2020). Framför allt har fåglar som levt isolerat på öar ofta utvecklat en livsstil utan flygförmåga, vilket i sin tur har gjort dem sårbara för människans kolonisation och miljöförändringar (Sayol et al., 2020). Man räknar med att bland 581 utdöda fågelarter saknade 166 (nästan en tredjedel) förmågan att flyga (Sayol et al., 2020). Det är en mycket högre andel än bland nulevande arter, där endast cirka 1 % är flygförmögna (Sayol et al., 2020). Flygande fåglar kan enkelt förflytta sig långa vägar om det skulle behövas, vilket är det enklaste och snabbaste sättet att undkomma rovdjur eller naturkatastrofer, till skillnad från fåglar utan flygförmåga (Sayol et al., 2020). Icke flygande fåglar måste i stället utveckla andra strategier, exempelvis att utveckla starkare antioxidantförsvarssystem för att undkomma miljöföroreningar (Halliwell, 2004). Även om flygande fåglar kan fly undan många problem finns det dock vissa miljörelaterade problem som påverkar dem med, exempelvis plastföroreningar som de kan få i sig speciellt mikroplaster (Hao et al., 2021). De kan även påverkas av klimatrelaterade problem så som konkurrens om föda och boplatser om flyttfåglar väljer att stanna (Otterbeck, 2019).

Fåglar är en bra bioindikator för miljöproblem som föroreningar och klimatförändringar, och man kan se att flertalet flyttfåglar stannar kvar vilket tyder på klimatet börjar ändras (Otterbeck, 2019; Gaston 2022). Flertalet rapporter visar att många fågelarter är starkt hotade, speciellt de som lever långt norrut som fjällripan (Naturhistoriska riksmuseet, 2016; Otterbeck, 2019; Umeå universitet, 2016; Lunds universitet, 2016).

1.2 Fåglars anatomi och flygförmåga

Fåglar utgör ihop med amfibier, reptiler och däggdjur de fyra grupper som finns av tetrapoder (fyrbenta ryggradsdjur) (Kaiser, 2007). Fåglar har dock många unika karaktärer som skiljer

sig från andra ryggrängsdjur (Kaiser, 2007). De har fjädrar som består av keratin, främst betakeratin, vilket är styvare än det alfakeratin som finns i pälsen hos däggdjur (BMC Evolutionary Biology, 2014). Precis som fjällen hos reptiler fälls fågelns fjädrar med jämna mellanrum, men fjället som ligger runt ögonen (ögonskyddet) och benfjällen finns kvar hela livet (Kaiser, 2007). Fjällen skyddar dem mot hög värme, kyla och fysiska skador (Kaiser, 2007). Fåglar har även i många fall ihåliga skelett för att minska kroppsvikten och öka lyftkraften, vilket underlättar flygningen (Kaiser, 2007). Förmågan att flyga finns inte bara hos fåglar, utan evolutionen har även skapat vingar hos tre grupper som inte tillhör fågelklassen. Dessa har skapats oberoende av varandra och finns hos flygödlor, fladdermöss och insekter (Brodin, 2023). Fåglar är dock den grupp som är evolutionärt bäst anpassad för att flyga utav dessa (Brodin, 2023). Om en t.ex. handpenna (fjädern som sitter på vingen) hos en fågel går av påverkas flygförmågan mycket lite, medan en reva i vingen på en flygödlor kan bli förödande (Brodin, 2023). När fåglar evolverat till att förlora flygförmågan har de vid många fall skett på obebodda isolerade öar, där det inte finns så mycket rovdjur som de behöver skydda sig mot (Brodin, 2023). De flesta flygoförmögna fåglarna ingår i ordningen *Struthioniformes*, och till den tillhör släktena struts, rhea, cassowaries, kiwi och emu (Bollich, 2022; Brodin, 2023). Vissa flygoförmögna fåglar finns också i gruppen Neognathae men den gruppen innehåller också flygande fåglar (Mayr, 2004). Till denna grupp hör framför allt alla nulevande arter pingviner som alla är flygoförmögna (Mayr, 2004).

1.3 Fåglar och klimatförändringar

Fåglar möter stora utmaningar på grund av klimatförändringar, dels på grund av värmen i sig, dels på grund av att vissa extremväder som El Niño blivit vanligare, och förväntas kunna bli ännu vanligare i framtiden (Borlace et al., 2014). El Niño är ett havsfenomen som återkommer ungefär var tredje till var fjärde år och varar mellan 9–12 månader (SMHI, u.d.). Utöver El Niño finns också väderfenomenet La Nina, och det neutrala läget som är vanligast och kallas de neutral ENSO (National Oceanic and Atmospheric Administration, u.d.). Vanligtvis är västra Stilla havet varmt, vilket leder till kraftiga regn i området. Vid El Niño försvagas eller ändras passadvindarna riktning, vilket medför att det varma vattnet och regnvädret rör sig österut mot Sydamerika i stället för att föras tillbaka västerut (SMHI, u.d.). Det leder till torka i Indonesien och Australien samt kraftiga regn och översvämningar i Ecuador, Peru och centrala Stilla havet och att hela globala atmosfärcirkulationen förskjuts (SMHI, u.d.). Alla fåglar, även vattenlevande är väldigt sårbara under värmeböljor, El Niño och torka, på grund av de minskade resurserna (Dee Boersma, 1998). Ett annat problem som kommer med

klimatförändringar är minskad föda på grund av att fåglar börjar flytta längre och längre norrut, vilket leder till konkurrens om födan där (Otterbeck, 2019).

1.4 Fåglar och miljöföroreningar

På grund av ökade utsläpp, ökad användning av plast och otillräcklig avfallshantering har miljöföroreningar blivit ett stort problem som påverkar fåglar (Naturvårdsverket, 2025; Hao *et al.*, 2021). Fåglar kan ibland missta plast för att vara deras föda (Hao *et al.*, 2021).

Mikroplaster är också ett stort problem speciellt för de havslevande fåglar som har fisk som huvudföda, då största delen av mikroplaster finns i havet och har hittats i fisk och musslor och annan vanlig föda för fåglarna (Livsmedelsverket, 2025; Naturvårdsverket, 2025). Mikroplast delas in i primär och sekundär mikroplast. Primär är de som tillverkas i mikroskopisk storlek från början som används som exempelvis skrubbmateriäl i produkter (Naturvårdsverket, 2025). Sekundära mikroplaster är den största gruppen mikroplaster, och ett stort problem i dagens samhälle. Dessa bildas från plast och gummiföremål som brutits ned till mikroplaster (Naturvårdsverket, 2025). Mycket av mikroplasten finns i havet, då solljus som påskyndar nedbrytningen inte når ner till havsbotten, så vattenlevande fåglar påverkas mest (Naturvårdsverket, 2025).

2. Syfte och frågeställningar

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur flygande jämfört med icke flygande fåglar har anpassat sig till mänsklig kolonisation, miljöförändringar och klimatförändringar. Därefter undersöks vilka åtgärder det finns för att skydda de arter som kommer drabbas hårdast.

De frågeställningar som kommer besvaras är

- Vilka utmaningar och anpassningar för flygande och icke flygande fåglar sker till följd av mänsklig kolonisation?
- Vilka utmaningar och anpassningar för flygande och icke flygande fåglar sker till följd av klimatförändringar?
- Vilka utmaningar och anpassningar för flygande och icke flygande fåglar sker till följd av miljöföroreningar?

3. Material och metod

Studien utfördes som en litteraturstudie. I början av studien lånades böckerna *Fångad av fåglar* och *The inner bird: Anatomy and evolution* lånades för att få en övergripande bild om fåglars evolution och anatomi. Utöver böckerna gjordes litteratursökningar på databasen Google Scholar med sökorden *fåglar och klimatförändringar*, *birds and climate change*, *non flying birds climate change*, *non flying birds challenges*, *birds and pollution*, *climate change El Niño*, *Birds impacts of El Niño and La Niña*, *Penguin impacts of El Niño and La Niña* och *birds and plastic pollution*, *hur kan man skydda fåglar mot klimatförändringar*, *birds*, *birds and ecosystem services*. De källor som användes mest var rapporter ifrån olika universitet samt vetenskapliga artiklar, då de ansågs ha hög vetenskaplig trovärdighet. Vid mänsklig kolonisation fanns det väldigt många artiklar som undersökte olika aspekter, alltifrån bebyggelse till skövling av skog, till medförandet av rovdjur. Jag valde att avgränsa studien till att bara skriva om mänsklig kolonisation i form av hur fåglar påverkas av möte med människor och introducering av nya rovdjur, när människor flyttar in till deras områden.

4. Resultat

4.1 Icke flygande fåglars utmaningar och anpassningar till mänsklig kolonisation

Fåglar utan flygförmåga har ofta utvecklats på isolerade öar utan naturliga fiender, men har blivit sårbara när människor fört in rovdjur som katter (Sayol *et al.*, 2020). Flygförmögna arter var mycket vanligare förr och av 581 utdöda arter saknade nästan 30 % flygförmåga, jämfört med bara cirka 1 % bland nu levande fåglar (Sayol *et al.*, 2020). Denna trend bekräftas även av en studie i rapporten från Sayol *et al.* (2020) där extinktionsmönster visualiseras i relation till flygförmåga och geografisk miljö. Där framgår att 73,5 % av alla utdöda arter i studien var flygförmögna, och att siffran utdöda flygförmögna fåglar var så hög som 82,7 % på öar. Deras höga utdöenderisk hänger således ihop med begränsad rörlighet och isolerade livsmiljöer som gjort dem sårbara för människor och introducering av nya rovdjur, medan flygande fåglar haft större chans att överleva då de kan fly till nya områden, för att hitta mer gynnsamma miljöer (Sayol *et al.*, 2020). Det finns vissa icke flygande fåglar som kamouflerar sig för att undvika rovdjur men detta är inte exklusivt för icke flygande fåglar. Ett exempel är vakteln, den är dock kapabel till att flyga men gör det sällan och enbart

korta sträckor (Lovell *et al.*, 2013). Vaktelns fjäderdräkt är kamouflagefärgad och anpassad till de gräs och buskmarkerna dem lever i (Lovell *et al.*, 2013). Vaktlar kamouflerar även sina ägg. Eftersom deras ägg kan variera i färg letar de upp de mikrohabitat som kamouflerar äggen bäst (Lovell *et al.*, 2013). Denna typ av kamouflage är en medfödd försvarsmekanism men den tros utvecklas och bli ännu starkare vid högt predationstryck (Lovell *et al.*, 2013). Den har dock lite begränsningar, den förutsätter att fågeln lever i en heterogen miljö, med det brukar vaktlar vanligtvis göra (Lovell *et al.*, 2013).

4.2 Flygande fåglars utmaningar och anpassningar till mänsklig kolonisation

Flygande fåglar har visserligen en fördel i att kunna förflytta sig till nya områden när deras livsmiljö påverkas av mänsklig kolonisation, men de möter ändå flera utmaningar. För mycket mänsklig aktivitet gör att fåglar kan bli mer vaksamma och stressade vilket i värsta fall kan leda till att de flyr och förlorar viktiga habitat och häckningsområden (Bötsch *et al.*, 2017). Ett exempel som kan påverka fåglar mycket är friluftaktiviteter där det sker flera möten mellan människor och vilda fåglar (Bötsch *et al.*, 2017). Detta leder ofta till att fåglarna bedömer området som riskfyllt och att deras flyktbeteenden aktiveras såsom ökad vaksamhet, ökade stressnivåer och i värsta att de lämnar ett viktigt område och förlorar habitat. Extra känsligt är det vid deras häckningsperiod (Bötsch *et al.*, 2017). Under denna fas kan även kortvarig och lågintensiv mänsklig närvaro få fåglar att uppfatta området som riskfyllt, vilket kan göra att de väljer att inte slå sig ner där (Bötsch *et al.*, 2017).

4.3 Icke flygande fåglars utmaningar och anpassningar till klimatförändringar

Fåglar som inte kan flyga möter större utmaningar vid klimatförändringar, eftersom de inte kan fly långa sträckor som flygande fåglar (Umeå universitet, 2016). Det finns dock fall där vissa arter hittat strategier för att anpassa sig till extremvärme och värmeböljor (Le Duc *et al.*, 2015). Ett tydligt exempel på detta är kiwifågeln från Nya Zeeland. Kiwin har evolverat till att bli nattaktiv genom att utveckla sinnesförmågor anpassade till mörker (Le Duc *et al.*, 2015). Genom sekvensering av kiwins genom har forskare kunnat se att gener som kodar för vissa egenskaper som är fördelaktiga för dagaktiva djur har inaktiverats som till exempel opsingener som är viktiga för färgseendet (Le Duc *et al.*, 2015). I stället förlitar sig nattaktiva djur mer på luktsinnet, detta ses också i genomet då de gener som kodar för luktreceptorer förändrats mycket jämfört med andra fåglar. Luktreceptorerna har ökat genom ovanligt snabb

duplikation av luktreceptorgener och mutationer i genomet (Le Duc *et al.*, 2015). Värmeböljor kan lättare undvikas då de sällan sker på natten, man tror också att kiwin bytt till nattaktivitet främst för att fler av deras bytesdjur är nattaktiva (Le Duc *et al.*, 2015). Detta reducerar dock inte deras sårbarhet för minskning av resurser (Putman, 2014). Naturfenomen som El Niño orsakar kraftiga minskningar i födotillgången och har tidigare lett till stora populationsnedgångar hos dessa fåglar, som mest har populationen minskat med 77% (Putman, 2014). Därmed löper de en särskilt stor risk att drabbas negativt vid framtida klimatförändringar, särskilt om El Niño blir vanligare och intensivare i takt med den globala uppvärmningen (Borlace *et al.*, 2014). När forskare använt klimatmodeller och förutspått olika klimatscenarior visar det mest extrema klimatscenariot att extrema El Niño händelser kan bli dubbelt så vanligt i framtiden. Det skulle innebära att El Niño inträffar vart 10:e år jämfört med ca vart 20:e – 25:e år (Borlace *et al.*, 2014). Anledningen till detta är att klimatförändringarna orsakar varmare ytvatten samt förändringar i atmosfärens cirkulation (Borlace *et al.*, 2014). För att kompensera en avsaknad av flygförmåga har man sett att vissa flygoförmögna fåglar på galapágos har en mycket utvecklad simförmåga, detta kan hjälpa dem undvika värmeböljor (Putman, 2014). Den anpassningen har setts hos både Galápagospingvinen (*Spheniscus mendiculus*) och skarv arten (*Phalacrocorax harrisi*), även känd som galapagosskarven gjort (Putman, 2014). De flygoförmögna fåglar som lever i vatten kan enklare undvika värmeböljor, men de är fortfarande väldigt sårbara vid klimatförändringar, på grund av minskade resurser (Dee Boersma, 1998; Sidder, 2016). Pingvinerna vid Antarktis, speciellt de rödlistade adéliepingvinerna är extra utsatta då medeltemperaturen höjs snabbare vid Antarktis. Detta medför att fiskpopulationerna som utgör deras huvudföda minskar (Sidder, 2016). Ett till problem för pingvinerna är att varmare landtemperaturer kan leda bildning av vattenpölar i deras häckningsområde vilket deras ungar inte är anpassade för (Sidder, 2016). De nykläckta ungarnas fjäderdräkter är inte vattentäta och de riskerar då att frysa ihjäl (Sidder, 2016).

4.4 Flygande fåglars utmaningar och anpassningar till klimatförändringar

Populationer av flygande fåglar både i Europa och USA reagerar likartat på klimatförändringar visar en studie med data insamlat under 30 år (Stephens *et al.*, 2016). I studien av Stephens *et al.* (2016) bedömdes för varje art, om klimatförhållandena blivit mer eller mindre gynnsamma. Sedan jämfördes populationstrender för de arter som gynnats respektive missgynnats av klimatförändringar. Resultatet visade att populationstrenderna är

beroende av hur gynnsamt klimatet var (Stephens *et al.*, 2016). Detta visar sig i och med att arter som befinner sig i den kallare delen av sitt lokala utbredningsområde har ökat i antal, eftersom klimatet blivit gynnsammare (Lunds universitet, 2016). Detta gör att arter som föredrar varmt klimat ofta klarar sig bättre eftersom de kan förflytta sig till flera ställen norrut. Arter som föredrar kallare klimat har inte lika mycket platser att välja på och riskerar att trängas undan om klimatförändringarna fortsätter (Lunds universitet, 2016). Lavskrikan, taigablåstjärt och fjällripa är två arter som riskerar att trängas undan om klimatet blir varmare (Umeå universitet, 2016).

Vid analysering av förhistoriskt DNA har man kunnat se att riporna verkar ha lyckats förflytta sig i takt med de snabba klimatförändringarna, eftersom de ripor som finns idag tillhör samma populationer som fanns då, fast längre söderut. Deras flygförmåga och anpassningsbarhet, som förändrad diet och fjäderdräkt, har hjälpt dem överleva stora klimatförändringar (Naturhistoriska riksmuseet, 2016). Men forskarna har kommit fram till att det nu finns en gräns. När riporna flyttat så långt ut i norr i nordiska fjällen de kan, är nästa landområde om det blir ännu varmare, Svalbard. Forskarna är dock tveksamma till om de kommer klara förflytta sig dit (Naturhistoriska riksmuseet, 2016). Detta på grund av att de är stannfåglar som gärna håller sig inom ett litet område och inte är programmerade till att flyga så långt (Naturhistoriska riksmuseet, 2016). Dock finns det ett exempel där riporna lyckats anpassa sig till ett varmare klimat på brittiska öarna (Naturhistoriska riksmuseet, 2016). Men även om riporna förmodligen inte skulle utrotas helt skulle en stor del av den genetiska diversiteten försvinna, de kommer därmed minska i antal och kanske försvinna helt från vissa områden (Naturhistoriska riksmuseet, 2016). En annan utmaning är att nya arter som flyttar in i nordligare områden kan skapa konkurrens med redan etablerade arter om mat, boplatser och andra resurser (Naturhistoriska riksmuseet, 2016). Konkurrens om föda och boplatser är även ett problem som kan komma att ske framöver om vissa flyttfåglar som vanligtvis flyr söderut under vinterhalvåret börjar stanna, på grund av det varmare klimatet (Otterbeck, 2019).

4.5 Flygande och icke flygande fåglars utmaningar och anpassningar till miljöföroreningar

Metallföroreningar är ett stort problem för fåglar. Tidigare har effekterna av metallföroreningar på land och i vatten vanligtvis behandlats separat, och att föroreningar kan spridas från vatten till land har förbisetts (Lidman, 2021). Men forskarna har dock ganska nyligen upptäckt hur stora konsekvenser fåglar kan få av att de äter vattenlevande insekter

från förorenade sjöar som därmed för över bly- och zink till fåglarna. Detta på grund av den höga bly- och zinkhalten som finns i vissa sjöar, framför allt nära nedlagda blygruvor (Lidman, 2021). Detta har tidigare underskattats i riskbedömningar och det finns väldigt få studier som kopplar samman både terrestra och akvatiska ekosystem vid undersökningar av metallföroreningar (Lidman, 2021). Men studien från Lidman (2021) visar att detta kan ge fåglarna negativa konsekvenser som bland annat oxidativ stress, beteendeförändringar och minskad överlevnad och reproduktion.

Fåglar som djurgrupp visar stor variation i miljötolerans (Isaksson *et al.*, 2023). Vissa arter, som gråsparv och tamduva, har hög tolerans för föroreningar och mänsklig närvaro. De har utvecklat ett starkare antioxidantförsvarssystem för att klara av luftföroreningar och oxidativ stress (Isaksson *et al.*, 2023). Dessa försvar skyddar kroppens celler mot skador orsakade av reaktiva syreföreningar (ROS), som uppstår i större mängd vid föroreningsexponering (Isaksson *et al.*, 2023). ROS bildas naturligt hela tiden i kroppen av det egna immunförsvaret, vid inandning av kraftigt oxidativa ämnen bildar immunförsvaret ännu mer ROS för att neutralisera. Men en överproduktion kan leda till oxidativ stress (Halliwell, 2004). Mest problematiskt är PM_{2.5} partiklarna, alltså luftburna partiklar som är mindre än 2,5 mikrometer i diameter (Isaksson *et al.*, 2023). Så även om flygande fåglar har möjlighet att flytta till andra habitat, så har ändå vissa tåliga arter stannat kvar och försökt anpassa sig (Isaksson *et al.*, 2023).

Plastföroreningar är också ett stort problem för fåglar, speciellt för akvatiska fågelarter som pingviner som inte kan flyga och hittar största delen av sin föda i vatten (Hao *et al.*, 2021). De flesta plastprodukter (makroplaster) är inte heller biologiskt nedbrytbara utan bryts bara ner till mindre och mindre plastpartiklar och bildar mikroplaster. Enligt studien från Hao *et al.* (2021) leder både makroplasterna och mikroplasterna till stora problem. Studien visar att makroplasterna kan orsaka blödningar, blockering av matsmältningskanalen och sår eller perforeringar i tarmen. Blockeringen av matsmältningskanalen kan även orsaka en vilseledande mättnadskänsla (Hao *et al.*, 2021). Mikroplaster kan leda till att kroppen producerar ROS, som sedan aktiverar inflammatoriska reaktioner (Hao *et al.*, 2021). Då aktiveras ROS först på grund av att mikroplasterna kan innehålla tungmetaller och andra skadliga ämnen (Hao *et al.*, 2021). Sedan aktiveras även ROS när cellmembran skadas, när membranet skadas strömmar Ca²⁺ in i cellen och aktiverar enzymer som producerar ROS (Halliwell, 2004). För mycket ROS leder till oxidativ stress och kroppen börjar aktivera

inflammatoriska reaktioner (Halliwell, 2004). Långvarig inflammation kan leda till utveckling av bland annat metabola sjukdomar, neurona sjukdomar, autoimmuna sjukdomar och DNA skador (Furman *et al.*, 2020). I studien från Hao *et al.* (2021) påvisas även att intag av mikroplaster har minskat reproduktionsförmågan hos flera fågelarter som ett resultat av oxidativ stress. Det finns dock begränsad dokumentation om specifika anpassningar hos icke flygande fåglar och plastföroreningar eller andra miljöföroreningar (Hao *et al.*, 2021).

5. Diskussion

Denna litteraturstudie undersökte hur flygande jämfört med flygoförmögna fåglar påverkas av mänsklig kolonisation, miljöförändringar och klimatförändringar, samt om fåglarna på något sätt lyckats anpassa sig till de nya omständigheterna. Resultatet visade att vid vissa fall är flygoförmögna fåglar mest utsatta, men i de flesta fall är båda grupper utsatta men på olika sätt.

5.1 Hot för icke flygande fåglar

En viktig slutsats är att flygförmåga spelar en avgörande roll för hur väl fåglar kan anpassa sig. Flygande fåglar har i regel större möjligheter att förflytta sig till nya platser om deras habitat påverkats av saker som torka, värmeböljor, miljöföroreningar, mänsklig aktivitet och nya rovdjur (Sayol *et al.*, 2020). Detta ger dem en evolutionär fördel jämfört med icke-flygande arter, som ofta är begränsade till specifika geografiska områden och är mer sårbara för lokala störningar.

5.2 Gemensamma hot för flygande och icke flygande fåglar

Det finns många sårbarheter som både icke flygande och flygande fåglar drabbas av exempelvis plastföroreningar, mänsklig aktivitet som stressar dem vid häckning och klimatförändringar som leder till minskad föda och många andra problem (Sidder, 2016; Bötsch *et al.*, 2017; Hao *et al.*, 2021). Plastföroreningar är ett problem då fåglar ibland har svårt att särskilja på om det är plast eller deras vanliga föda, då blir det svårare att göra anpassningar som att flytta till ett annat habitat (Hao *et al.*, 2021). Vissa plaster bryts inte heller ner fullständigt utan fragmenteras bara till mikroplaster i stället, vilket blir ännu svårare

för fåglar att undvika (Hao et al., 2021). Föroreningar från metall kan också vara svåra att undvika, då vissa landlevande fåglar får i sig de genom att de äter vattenlevande insekter (Lidman, 2021). Få studier har gjorts hur vattenlevande insekter kan föra över metallföroreningar från förorenade sjöar till landlevande fåglar, så riskerna med det har tidigare underskattats väldigt mycket (Lidman, 2021). Av de få studier som gjorts så är de flesta inte heller gjorda på ryggradsdjur (Lidman, 2021).

5.3 Vad behövs för att skydda fåglar mot klimat - och miljöförändringar?

Fåglar är mycket sårbara för både nutidens klimatförändringar och miljöföroreningar. Utsläppen i dagens samhälle leder både till klimatförändringar och kemikalier som fåglar drabbas negativt av (Sidder, 2016; Isaksson *et al.*, 2023).

Miljöföroreningar från plast är också ett växande problem dels på grund av den ökade efterfrågan på plastprodukter, dels på grund av otillräcklig avfallshantering, så man skulle behöva minska användandet av plastprodukter ännu mer men även hitta bättre sätt att hantera avfallet (Hao et al., 2021). Enligt studien av Isaksson *et al.* (2023) som tidigare nämnts där dom undersökte 2.5 PM partiklar, har man även påvisat att för talgoxeungar så minskar antioxidantförsvaret om de är omgivna av mycket eksträd. Detta kan bero på att talgoxeungar växer snabbare där det finns många ekar då det ofta bor mycket insektslarver där, snabb tillväxt kan bidra till försämrat antioxidantförsvaret. (Isaksson *et al.*, 2023). Studien gjordes dock bara på talgoxeungar, men det är troligt att andra larvätande fågelarter påverkas på liknande sätt (Isaksson *et al.*, 2023). Så det är säkrast att odla varierade träd (Isaksson *et al.*, 2023). Ett till stort problem är förorenade sjöar, då fåglar som lever nära dem påverkas av både plast och metallföroreningar. Det finns olika åtgärder man kan göra för att minska tungmetallerna i vatten för att skydda fåglar som lever nära vatten. Det går till exempel att förebygga att metallföroreningar kommer ut i sjöar, genom att bygga anlagda våtmarker i anslutning till sjöar som fångar upp tungmetaller. Anlagda våtmarker fungerar som en effektiv barriär för tungmetaller som sprids med dagvatten genom att metallerna binds i sediment eller växter nära inloppet (Jakobsson, 2005). För att minska zink-halten i redan förorenade sjöar visar en studie från Burton (2021) att kalksten har en buffrande effekt på vattnet, vilket gör zinkföroreningar mindre lösliga. Zink blir därmed olösligt och kan fastna i sediment, vilket inte påverkar sjömiljön lika mycket som löst zink (Burton et al., 2021). I Sverige påbörjades

kalkning redan 1977. Kalkningsanslaget dvs. de budgetanslag som används för att finansiera kalkning av försurade sjöar, var som högst tidigt 2000-tal men har sedan 2023 kalkningsanslaget minskat. År 2024 uppskattades att ca 24 % av sjöar och 20 % av vattendrag med behov av kalkning inte kalkas, på grund av resursbrist. Detta motsvarar mer än 800 sjöar och vattendrag. Ökade resurser för miljöåtgärder som kalkning skulle behövas för att skydda fåglar (Sportfiskarna, 2025). Vid försurade sjöar riskerar försurningskänsliga arter som olika laxfiskar, elritsa, mört och kräftor att försvinna efter bara några år, om inte problemen åtgärdas (Sportfiskarna, 2025).

5.3 Åtgärder på individnivå

Något som gemene man kan göra är att tänka över sitt användande av plastprodukter samt att inte stressa fåglar i onödan. I moderna tider där fåglar och människor lever nära varandra kan det vara bra att titta på hur det påverkar fåglar, och göra avgränsningar och skydda fåglar där det behövs. Ett exempel är vildmarksområden med många fåglar. Möten mellan människor och fåglar som fåglar vanligtvis hade klarat av, kan uppfattas som hot och göra fåglarna stressade under deras häckningsperioder (Bötsch *et al.*, 2017). Därför är det viktigt att kolla upp häckningsperioder för olika arter och undvika besöka stället under fåglarnas häckningsperiod (Bötsch *et al.*, 2017). Inom EU stänger man dock ner kända häckningsområden under fåglars häckningsperiod (Naturskyddsforeningen, 2025). Globalt ser fågelskydden väldigt olika ut inom olika geografiska områden, vilket kan vara bra att kolla upp om man reser utomlands för att undvika att störa fåglarna (Naturskyddsforeningen, 2025).

5.4 Framtida forskningsområden

Ett stort problem är bristen på medvetenhet hos beslutsfattarna för hur naturen, ekosystemen och fåglarna påverkas av klimatförändringar. Vilken riktning klimatförändringarna tar beror mycket på beslutsfattarna (Lunds universitet, 2016). Hao *et al.* (2021) nämner också i sin studie om plastföroreningar att avfallshanteringen för plast är otillräcklig och att fortsätta göra forskning som ökar medvetenheten och sätta press på beslutsfattarna behövs. Man har sett minskad reproduktion hos fåglar på grund av oxidativ stress från mikroplaster, detta beror på att oxidativ stress skadar könsceller (Hao *et al.*, 2021). Forskning har visat att oxidativ stress även skadar andra celler vilket kan leda till metabola och neurona sjukdomar (Furman *et al.*, 2020).

Ett intressant forskningsområde till framtiden skulle vara att undersöka om man sett en ökning av den typen av sjukdomar hos fåglar nära plastförorenade sjöar. När det kommer till miljöföroreningar så har få studier har gjorts om hur vattenlevande insekter kan föra över metallföroreningar från sjöar till landlevande fåglar. Samtidigt har de studier som gjort oftast gjorts på ryggradsdjur, så är detta ett område som skulle behöva forskas vidare på (Lidman, 2021). Slutligen kan forskningen om ekträdens påverkan på talgoxeungars antioxidantförsvarssystem vidareutvecklas genom att även studera effekter av andra trädarter. Resultaten som studien visar väcker också lite nya frågeställningar. Något man såg var att i vissa fall var flygande fåglar nästan lika hotade som icke flygande. Ett exempel på detta är nordliga fåglar som bara tål svalt klimat, de kommer hotas om medeltemperaturen fortsätter öka och det till slut inte finns något nordligare svalare ställe att flytta vidare till. Så en ny frågeställning till vidare forskning skulle kunna vara hur nordliga fåglar jämfört med sydliga fåglar påverkas av klimatförändringar.

5.5 För- och nackdelar med metoden

Den valda metoden för den här studien var litteraturstudie. En av fördelarna med litteraturstudier är att man får bra helhetsbild inom ett forskningsområde. Litteraturstudier är inte begränsade till ett resultat av en studie, utan resultaten är sammanställa från flera studier med olika geografiska områden, som kan ge en bättre överblick. Genom att sammanställa tidigare studier kan man tydliggöra vilka resultat som är återkommande, vilka frågor som är väl undersökta och var det fortfarande finns kunskapsluckor. Litteraturstudier är även enklare att planera då de ofta är mer kostnadseffektiva och etiska. Man behöver inte göra direkta försök på exempelvis djur vilket gör det etiskt enklare.

De finns även nackdelar med den valda metoden. En nackdel är att vissa artiklar har licensbelagd åtkomst och utesluts därför, vilket kan påverka resultaten. Sedan utesluts också en hel del artiklar som kan ge viktigt fakta på grund av språket, då jag enbart använt artiklar på de språk jag kan flytande det vill säga svenska och engelska. Detta gör att antalet studier som kan användas blir lite begränsande. Översiktsartiklarna är gjorda från flera olika länder från olika kontinenter, men vetenskapliga studierna som använts är oftast gjorda i Sverige. Antalet artiklar och att studierna inte är helt utspridda över olika delar av världen, gör att det är svårt att ge en exakt helhetsbild över utmaningarna för fåglar och hur allvarliga problemen är. En annan nackdel är att man blir väldigt beroende av andra forskares resultat, då man inte

har någon egen datasamling och egna observationer. Detta gör att man blir väldigt beroende av kvalitén på tidigare forskningen. Om forskningen är svag, blir översikten svag.

En till sak som kan påverka resultatet är avgränsningen som gjordes. Vid frågeställningen om mänsklig kolonisation, behövde frågeställningen avgränsas då ämnet var väldigt brett så att arbetet inte skulle bli för långt. Mänsklig kolonisation kan innebära allt från mänsklig bebyggelse, konstgjort ljus, vindkraftverk och mänsklig aktivitet. Frågeställningen avgränsades till att bara handla om mänsklig aktivitet. Detta kan påverka resultatet och göra att påverkan av mänsklig kolonisation underskattas, då det finns en risk att de andra aspekterna påverkar fåglar ännu mer än vad mänsklig aktivitet gör.

5.6 För- och nackdelar med litteraturen

En viktig del i litteraturstudier är att hitta bra och säker litteratur. Vissa rapporter som använts har varit från i år eller ett par år tillbaka till exempel rapporten om kalkning och rapporten om oxidativ stress vid 2.5 pm artiklar vilket är en fördel då miljöförändringar kan ske ganska snabbt. Vissa av rapporterna är dock från tidigt 2000-tal och detta kan ses som negativt då det kan hända mycket med miljön på bara några få år. En till sak som kan anses negativ med litteraturen är vissa rapporter har bara gjorts vid ett litet geografiskt område t.ex. en stad eller en viss sjö. T.ex. har rapporten från Lidman (2021) om metallföroreningar som påverkar fåglar som lever vid metallförorenade sjöar bara data från en sjö. Resultaten kanske hade sett annorlunda och visat på fler biverkningar för fåglar om man samlat data från fler sjöar där vissa sjöar kanske är ännu mer förorenade. Fördelen med ett mindre geografiskt område är dock att om studien görs vid ett begränsat område kanske man har mer tid på sig att göra en noggrannare studie.

5.7 Etiska aspekter

Ett viktigt etiskt övervägande är människans ansvar gentemot arter som blivit sårbara på grund av mänskliga aktiviteter. Många icke flygande fåglar, särskilt de som lever isolerat på öar, har drabbats hårt av introduktionen av invasiva arter som katter och råttor som människan fört med sig (Sayol *et al.*, 2020). Här uppstår ett etiskt dilemma mellan mänsklig utveckling och skyddet av ekosystem och arter. Eftersom dessa fåglar saknar möjlighet att fly undan eller anpassa sig snabbt blir det ett moraliskt ansvar att skydda dem mot hot som orsakats av mänsklig påverkan. För att skydda fåglarna mot mänsklig påverkan är det bra att fortsätta skapa naturreservat och fågelskyddsområden. Det är också viktigt att följa EU:s fågeldirektiv om att alla fågelarter ska skyddas. Ett exempel inom EU:s fågeldirektiv är att det är förbjudet

att störa häckande fåglar och detta gäller även indirekta störningsmoment t.ex. att fälla träd under häckningsperioden (Naturskyddsforeningen, 2025). Även klimatförändringarna väcker etiska frågor, eftersom de till stor del är en konsekvens av mänsklig aktivitet. Fåglar som lever i miljöer som är känsliga för klimatförändringar, som polarområden påverkas särskilt hårt (Lunds universitet, 2016). Miljöföroreningar, som plast och tungmetaller, för också etiska aspekter kring konsumtion och avfallshantering på tal (Hao et al., 2021).

5.8 Slutsats

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur flygande samt icke flygande fåglar påverkas av klimatförändringar, miljöförändringar och mänsklig kolonisation.

Resultatet visade att fåglars förmåga att anpassa sig till klimatförändringar och mänsklig påverkan i hög grad påverkas av deras flygförmåga. Men att mycket av problemen som klimat och miljöförändringar för med sig påverkar både flygande och icke flygande fåglar. Speciellt miljöförändringar påverkar både flygande och icke flygande fåglar, då plastföroreningar är ett av dom största miljöproblemen som både flygande och icke flygande fåglar har svårt att undkomma. Dels kan fåglar tro att plast är deras vanliga föda ibland, dels så finns det mikroplaster som dom får i sig både via havsvatten och föda som innehåller mikroplaster. 2.5 partiklar från förbränning, och metallförorenade sjöar påverkar också fåglar negativt. Dessa miljöföroreningar leder till oxidativ stress, inflammation och minskad reproduktion. Både forskning och samhällsinsatser behövs för att skydda fågelarter.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Fåglar likt som många andra djur är mycket påverkade av klimatförändringar och ökade utsläpp. I denna litteraturstudie undersöktes hur flygande jämfört med icke flygande fåglar påverkas av klimatförändringar, miljöförändringar och mänsklig kolonisation. Resultaten visar att vid alla aspekter påverkas icke flygande fåglar mest, eftersom de inte kan förflytta sig längre sträckor. Dock finns det vissa problem som kvarstår för flygande fåglar även om de kan förflytta sig. Flygande fåglar kan precis som icke flygande fåglar få problem vid klimatförändringar. Om det fortsätter bli varmare har de fåglarna som trivs i kallt klimat till slut inget ställe att flytta till, när de flytt så långt norrut de kan, och om flyttfåglar stannar blir det konkurrens om föda och boplatser. Miljöföroreningar som plast påverkar också både flygande och icke flygande fåglar då de ibland inte kan särskilja vad som är plast och vad som är deras vanliga föda. Både de större makroplaster och de mikroskopiska mikroplasterna är farliga för fåglar. Mikroplaster kan orsaka bland annat inflammation och minskad reproduktion och makroplaster kan orsaka blödningar, sår och blockering av matsmältningskanalen. Något som förvärrar problemet är också att många makroplaster inte är biologiskt nedbrytbara utan bryts i stället ned till mindre mikroplaster. Zink och blyföroreningar är också ett problem då fåglar får i sig de genom att äta vattenlevande insekter från förorenade sjöar nära städer och gruvdrift som innehåller höga halter av dessa ämnen. Mänsklig kolonisation påverkar fåglar i och med att vandringsleder och naturreservat där människor ofta vistas nära fåglar kan stressa fåglarna, främst i deras häckningsperiod. Det kan i värsta fall leda till att de inte slår sig ner där och missar ett viktigt häckningsområde. För att skydda fåglar behövs mer forskning, skyddande insatser, minskning av utsläpp och bättre avfallshantering.

Tack

Jag vill börja med att tacka min handledare Claes Andersson för stöttning och vägledning genom hela arbetet. Sedan vill jag även tacka Elin Holmberg som gett förbättringsförslag. Och till sist mina vänner peppat mig genom arbetet och gett mig bra tips.

Referenser

BMC Evolutionary Biology. 2014. Dynamic evolution of the alpha (α) and beta (β) keratins has accompanied integument diversification and the adaptation of birds into novel lifestyles. 14. <https://bmcecolevol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-014-0249-1>.

Bitarello, B.D., Hofreiter, M., Huynen, L., Kelso, J., Krishnan A., Lambert, D., Le Duc, D., Ongyerth, M., Prohaska, S.J., Prüfer K., Renaud, G., Schiöth, H.B., Schönberg, T., Stadler, P.F., Sällman Almén, M. 2015. Kiwi genome provides insights into evolution of a nocturnal lifestyle. 16. <https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13059-015-0711-4>

Borlace, S., Collins, M., England, M.H., Guilyardi, E., Jin, F., Lengaigne, M., McPhaden, M.J., Santoso, A., Timmerman A., Van Rensch, P., Vecchi, G., Wang, G., Wenju, C., Wu, L. 2014. Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. 4, 111-116. <https://www.nature.com/articles/nclimate2100>

Bollich, E. 2022. Struthioniformes cassowaries, emus, kiwis, ostriches, and rheas (Also: ratites). <https://animaldiversity.org/accounts/Struthioniformes/>.
Använd Maj 25 2025.

Brodin, A. (2023). Fångad av Fåglar. Natur & Kultur Allmänlitteratur.

Burton, G.A., Cimino Cervi, E., Clark, S., Hudson, M., Rentschler, A. 2022. Evaluation of Capping Materials to Reduce Zinc Flux from Sediments in a Former Mining Pit Lake. 14, 193-200. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34856002/>

Bötsch, Y., Jenni, L. & Tablado, C. 2017. Experimental evidence of human recreational disturbance effects on bird-territory establishment. 284. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5524503/>

Dee Boersma, P. 1998. Population Trends of the Galápagos Penguin: Impacts of El Niño and La Niña. 43, 245. <https://www.jstor.org/stable/1370265>

Furman, D., et al. 2020. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. 25. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7147972/?utm_source

Gaston, K. J. 2022. Birds and ecosystem services. 32. [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(22\)01202-7](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(22)01202-7)

Halliwell, B. 2004. Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry, and role in human disease. 91, 14-23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002934391902797>

Hao, Z., Li, D., Li, S., Nabi, G., Wang, L., Wang, Y., Yin, L. 2021. Birds and plastic pollution: recent advances. 12. <https://avianres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40657-021-00293-2>

Isaksson, C., Isaxon, C., Gracia Domínguez, C., Jiménez-Gallardo, L., Kjellberg Jensen, J., Nilsson, J., Rissler, J., A, Ziegler. 2023. Quantifying the influence of urban biotic and abiotic environmental factors on great tit nestling physiology. 859.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722073259?via%3Dihub>

Kaiser, G. W., 2007. *The Inner Bird: Anatomy and Evolution*. UBC Press.

Lidman, J., 2021. Metals take flight Transport and effects across ecosystems. 1-5.
<https://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1522344/FULLTEXT01.pdf>.

Livsmedelsverket, 2025. Mikroplast. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/mikroplast/>
Använd Juni 31 2025.

Lovell P. G., Landridge, V.K., Ruxton, G.D., Spencer, A. K. 2013. Egg-Laying Substrate Selection for Optimal Camouflage by Quail. 23, 260-264.
[https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(12\)01504-7?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982212015047%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(12)01504-7?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982212015047%3Fshowall%3Dtrue)

Lunds universitet. 2016. Stor studie av klimatförändringars påverkan på fåglar.
<https://www.lu.se/artikel/stor-studie-av-klimatforandringars-paverkan-pa-faglar>
Använd 22 April 2025.

Mayr, G. 2004. Tertiary pterosaurs (Aves, Pterosauridae) and a novel hypothesis on the phylogenetic relationships of penguins (Spheniscidae). 43
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0469.2004.00291.x>

National Oceanic and Atmospheric Administration. (u.d). What is El Niño-Southern Oscillation (ENSO)?. https://www.weather.gov/mhx/ensowhat?utm_source. Använd 13 Maj 2025.

Naturhistoriska riksmuseet. 2016. Våra ripor överlever inte ett varmare klimat.
<https://www.forskning.se/2016/11/24/vara-ripor-overlever-inte-ett-varmare-klimat/>. Använd 22 April 2025.

Naturvårdsverket. 2025. Mikroplast.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/plast/om-plast/mikroplast/>
Använd 29 Juni 2025.

Otterbeck, A. 2019. Varmare klimat påverkar flyttfåglarna.
<https://www.vastranyland.fi/2019-01-22/varmare-klimat-paverkar-flyttfaglarna/>
Använd 17 Maj 2025.

Putman, B. S. 2014. Modeling Flightless Galapagos Seabirds as Impacted by El Niño and Climate Change. Available at: https://nsuworks.nova.edu/occ_stuetd/24/
Använd 2 maj 2025.

Sayol, F., Steinbauer, J. M., Blackburn, M. T., Antonelli, A., Faurby, S. 2020. Anthropogenic extinctions conceal widespread evolution of flightlessness in birds. 6
<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abb6095>

Sidder, A. 2016. Antarctica Could Lose Most of Its Penguins to Climate Change.
<https://www.nationalgeographic.com/animals/article/adelie-penguins-antarctica-climate-change-population-decline-refugia>
Använd 24 Maj 2025.

SMHI. u.d. El Niño – Southern Oscillation – ENSO.
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/storskalig-oceanografi/el-nino---southern-oscillation---enso>. Använd 12 Maj 2025.

Sportfiskarna, 2025. En nödvändig miljöåtgärd försurning och kalkning – igår idag och imorgon.
https://www.sportfiskarna.se/portals/sportfiskarna/PDF/kunskap_fakta/Egna%20rapporter/2025_2%20Fo%CC%88rsurning%20och%20kalkning.pdf?ver=2025-02-19-101703-207&utm_source=. Använd 13 september 2025.

Stephens, P.A., et al, 2016. Consistent response of bird populations to climate change on two continents. 352 <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aac4858>

Umeå universitet. 2016. Varmare klimat hotar fåglar i nordligare områden.
https://www.umu.se/nyheter/varmare-klimat-hotar-faglar-i-nordliga-omraden_5816126/
Använd 22 April 2025.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

JA, jag, Mathilda Karlsson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.