Degree project

UNIVERSITY OF SKÖVDE

FAKTORER RELATERADE TILL KATTUGGLEUNGARS TIDIGA VIKTUTVECKLING

Examensarbete i Biovetenskap

G2E

Vårterminen 2026

Student: Moa Eriksson

Handledare: Niclas Norrström

Examinator: Tomas Jonsson

Abstrakt

Olika faktorer kan påverka reproduktionsframgång hos arter, vilket är en viktig fråga inom ekologin. Kullstorlek, kullrivalitet, födotillgång och honans egenskaper, som hennes kroppskondition kan påverka ungarnas utveckling. I denna studie undersöktes vilka faktorer som påverkar den tidiga viktutvecklingen hos kattuggleungar (*Strix aluco*). Kattugglan använder sig av asynkron kläckning, vilket kan skapa en hierarki mellan ungarna och därmed påverka konkurrensen om föda. Syftet med studien var att undersöka hur ungarnas ålder, kullstorlek, födotillgång samt honans ålder och kroppskondition påverkar ungarnas vikt. Studien bygger på ett stort dataset, från kattuggleprojektet i Skaraborg som samlat in uppgifter på ungarnas vikt mellan åren 2007–2025. Linjära mixade modeller användes för att analysera 450 individuella kattugglehonor och 2676 insamlade data på ungarnas vikter från 931 kullar, som var insamlade under perioden 2007–2025. År, hona och kull inkluderades som slumpmässiga effekter. Resultaten visade att ungarnas vikt ökade med ålder, men att viktökningen avtog med stigande ålder. För varje ytterligare unge i kullen minskade den genomsnittliga vikten med 6,30 gram. Honans kroppskondition hade en positiv effekt på ungarnas vikt, med en ökning på 20,56 gram hos ungarna per enhetsökning i honans kroppskonditionsindex. Däremot påvisades ingen signifikant effekt av honans ålder eller födotillgång per unge. Resultatet tyder på att ungarnas ålder, kullstorlek och honans kroppskondition kan ha betydelse för kattuggleungars tidiga viktutveckling.

Nyckelord: kattuggla, viktutveckling, kullstorlek, asynkron kläckning

1 Populärvetenskaplig sammanfattning

Kattugglan är en rovfågel som främst lever på smågnagare och andra mindre bytesdjur. De har sin häckningstid i mars-april där honan ruvar sina ägg. Detta är en känslig tid för honan då hon måste förlita sig på att hanen ska leverera bra med mat. Om det är dåligt med föda och hanen inte levererar tillräckligt med mat kan detta leda till att häckningen blir avbruten. En vanligt förekommande kullstorlek hos kattugglan är mellan tre och fem ungar. Honan börjar ruva direkt när det första ägget är lagt, vilket gör att äggen kläcks vid olika tidpunkter. Detta kallas för asynkron kläckning och leder till att ungarna kan ha olika ålder och storlek. De äldre och större ungarna kan därför ha lättare att konkurrera om födan än de yngre och mindre ungarna.

I denna studie undersöktes vilka faktorer som påverkar den tidiga viktutvecklingen hos kattuggleungar. Studiens data är insamlad av kattuggleprojektet i Skaraborg mellan åren 2007–2025. Under fältarbetet vägs och åldersbestäms honor och ungar, och antalet bytesdjur i holken registreras. Ringmärkning på honan och ungarna utförs av ringmärkare i projektet och har pågått sedan 1980-talet. Ringmärkningen utförs för att kunna följa individer över tid. För att ringmärka och utföra projektet krävs dels licens från ringmärkningscentralen i Stockholm, dels annan aktuell forskningsdispens för att få utföra fältarbetet med kattugglehäckningar i Skaraborg. Det långsiktiga datamaterialet gjorde det möjligt att analysera 450 unika honor, och 2676 viktobservationer från 931 unika kullar.

Resultaten visade att kullstorleken har en negativ påverkan på ungarnas viktutveckling. Detta innebär att ju större kullen är desto mindre kommer ungarna att väga. Åldern på ungarna visade att deras vikt ökar ju äldre de blir, men att viktökningen började avta vid 29 dagars ålder. Honans kroppskondition hade också en tydlig positiv effekt på ungarnas vikt. Kroppskonditionen beräknades genom att relatera hennes vikt till hennes vinglängd, vilket kunde ge ett konditionsindex. För varje enhetsökning i honans kroppskondition ökade ungarnas genomsnittliga vikt med 20,56 gram.

Resultatet kring honans kroppskondition är särskilt intressant då tidigare forskning har visat att honans kroppskondition kan ha fördelar för olika delar av reproduktionen. Det finns däremot mindre kunskap om hur kroppskondition kan hänga samman med ungarnas tidiga viktutveckling hos kattugglan. Genom det långsiktiga datamaterialet från kattuggleprojektet i Skaraborg, bidrar denna studie med ytterligare kunskaper om vad som påverkar kattuggleungars viktutveckling.

Innehållsförteckning

Abstrakt 2
1 Populärvetenskaplig sammanfattning 1
2 Introduktion 3
2.1 Syfte och mål 5
3 Material och metod 6
3.1 Studieområde 6
3.2 Fältarbetet 6
3.3 Statistiska analysen 6
4 Resultat 8
5 Diskussion 15
5.1 Sammanfattning av de viktigaste resultaten 15
5.2 Felkällor 17
5.3 Styrkor och svagheter i studien 18
6 Framtida studier 19
7 Etiska aspekter 19
8 Slutsats 20
9 Referenser 21
Appendix 25

2 Introduktion

Inom ekologin finns det olika faktorer som påverkar reproduktionen hos olika arter. Detta är en viktig fråga inom ekologin där reproduktionsbeslut kan relateras till det antal avkommor som blir reproducerade under ett reproduktionstillfälle (Hoy m.fl., 2016). Genom att använda sig av "fångst–märkning–återfångst"-metodik kan man se hur populationsdynamiken ser ut (Nichols m.fl., 2004; Sedinger m.fl., 2008). Inom livshistorieteorin handlar det om hur mycket en individ kan lägga ner på reproduktionen och hur resursfördelningen ser ut då det finns begränsat med resurser i naturen. Det finns en trade-off som påverkar mängden energi en individ kan lägga ner på reproduktionen baserat på hur mycket resurser det finns och det resulterar i hur mycket en individ kan lägga på avkomman utan att det sker på individens egen bekostnad sett till dess överlevnad eller framtida reproduktioner (Brommer m.fl., 1998). Tillväxtmönstret hos fåglar påverkas av flera olika faktorer, däribland dess kön, hur mycket en förälder investerar i sin avkomma, tillgång till föda och rivalitet mellan syskon. En central faktor för kroppsstorleken är tillväxtförmågan vilket påverkar dess fitness, som avgörs av dess utveckling och andra faktorer som påverkar individens tillväxt. Inom evolutionsekologin är dessa faktorer viktiga för att förstå hur en population utvecklas (Sawada m.fl., 2021).

Optimal kullstorlek är det antal ägg som läggs vid ett reproduktionstillfälle som maximerar individens reproduktiva framgång, genom en avvägning mellan avkommans överlevnad och förälderns möjlighet till den framtida reproduktionen (Hadad m.fl., 2024; Lack, 1948). Hos vissa fågelarter kan kullstorleken begränsas av fysiologiska faktorer, medan den hos andra fågelarter kan påverkas av födotillgången under häckningen, vilket kan variera från år till år. Även andra faktorer, som predationsrisk och mortalitet hos vuxna fåglar under vinterhalvåret, kan påverka vilken kullstorlek som är optimal (Dillon & Conway, 2018; Hadad m.fl., 2024).

Asynkron kläckning innebär att ruvningen startar direkt när det första ägget är lagt (Lee & Chung, 2020) vilket leder till olika åldersstadium och kan ge olika kroppsstorlekar på ungarna i kullen. Konkurrens mellan syskon är en faktor som finns hos fåglar (Hadad m.fl., 2024; Lee & Chung, 2020) och asynkron kläckning bidrar till att skapa en hierarki mellan ungarna i kullen. Tidigare kläckta ungar är ofta större och har därmed en konkurrensfördel vid matning (Szojka m.fl., 2020; Wiebe & Bortolotti, 1994). Kläckningsordningen kan därför påverka konkurrensen mellan syskonen, där de senare kläckta ungarna kan ha svårare att konkurrera om föda, särskilt under år med begränsad födotillgång. Detta kan leda till att den yngsta ungen får en sämre kroppskondition och i vissa fall inte överlever till vuxen ålder (Hadad m.fl., 2024; Miller m.fl., 2023; Sawada m.fl., 2021; Szojka m.fl., 2020; Wiebe & Bortolotti, 1994). Konkurrensförmågan kan därmed påverka ungarnas fortsatta utveckling och kroppskondition. Föräldrainvesteringsstrategier kan också påverka konkurrensen inom kullen, eftersom föräldrar kan fördela födan på olika sätt. Föräldrarna kan t.ex ge mer föda till den äldsta ungen, som redan har en storleksfördel, vilket kan ske på bekostnad av de yngre ungarna. Alternativt kan de ge mer föda till de yngre ungarna för att minska storleksskillnaderna inom kullen, eller fördela den slumpmässigt (Szojka m.fl.,

2020). Andra faktorer som kan påverka tillväxten hos ungar är hormonnivåer eller, i vissa fall, sexuell storleksdimorfism. där skillnader i kroppsstorlek mellan könen kan påverka konkurrensförhållandena inom kullen (Hadad m.fl., 2024; Sawada m.fl., 2021).

Skillnader i viktkurvor mellan större och mindre kullar har identifierats, där ungar i större kullar ofta väger mindre medan ungar i mindre kullar ofta har en högre kroppsvikt. Detta visar att det finns en ökad konkurrens mellan syskon när det är en högre kullstorlek (Sawada m.fl., 2021; Zárybnická m.fl., 2015).

I en studie undersöktes hur vikttillväxten påverkade arten Ryukyudvärguv (*Otus elegans)* som använder sig av asynkron kläckning. Där undersöktes hur olika faktorer påverkades av könet på syskonen i kullen för att se hur det påverkade viktutvecklingen. Hos denna art är honan större än hanen och därför användes variablerna vinglängd, tarslängd och kroppsstorlek. De fann att vid större kullstorlek var det även en lägre kroppsvikt hos ungarna. Detta kan enligt studien indikera att det finns en trade-off på antalet ungar i kullen och storleken på ungarna (Sawada m.fl., 2021).

Kullstorleken är hos många fågelarter beroende av hur födotillgången ser ut. Under häckningsperioden hos fåglar är de oftast beroende av en god födotillgång, eftersom detta ger utgångspunkten till hur reproduktionsutfallet kommer att se ut (Solonen m.fl., 2017). Vissa rovdjursarter kan därför vänta med reproduktionen under år där bytesdjurscykeln är låg. Detta leder till att de behöver avväga mellan reproduktion eller att avvakta tills det blir en ökning i bytesdjurspopulationen (Karell m.fl., 2009).

En bra häckningsframgång är kopplat till att individen har en bra kroppskondition (Solonen, 2022). Tankesättet ”fat is fit” säger att en individ med en högre fettreserv kan indikera att den har en bättre kroppskondition, även om detta kan variera mellan arter och säsong på året (Solonen, 2011). Hos rovfåglar är det särskilt viktigt med en högre fettreserv, framförallt för honor som försvarar boet, men även till viss del för hanar som skall tillgodose honan med mat under äggläggningen. Det finns olika strategier för hur fåglar kan anpassa sig till att få en god kroppskondition. Att arten följer bytesdjurens cykliska mönster, att de varierar mellan bytesdjur om det vanligaste bytesdjuret minskar, eller att häckningen uteblir om det finns dåligt med bytesdjur (Solonen, 2011). I Fennoscandinavien har rovfåglar generellt en begränsad påverkan på bytesdjurspopulationer, eftersom rovfåglar förekommer i en relativt låg täthet. Det ger inte den typiska Lotka-Volterra-Cykeln, där predatorer i hög grad reglerar bytesdjurspopulationer. Kattugglor (*Strix aluco*) anses därmed inte kunna driva sorkcykler genom predationstryck i någon större utsträckning (Karell m.fl., 2008). Kattugglan är en generalistpredator, vilket innebär att den kan anpassa sitt födoval efter tillgången på olika bytesdjur. Variationer i tillgången på smågnagare kan därför leda till förändringar i födovalet och samtidigt påverka häckningsfrekvensen och reproduktionen (Ericsson m.fl., 2014; Mikkola, 1992; Southern, 1970).

Kroppsstorleken hos kattugglehonor anses vara en viktig faktor för att ge bättre häckningsframgångar; eftersom större honor har bättre näringsvärden och därigenom kan producera fler ägg. De har bättre möjlighet att undvika mortalitet under perioder av svält, de kan konkurrera med andra honor om bättre hanar; och få mer lämpliga revir.Därigenom kan de ha en större chans att uppnå häckningsframgång, samtidigt

som de effektivare kan undvika och angripa obehöriga inkräktare (Rumbutis m.fl., 2025). Kattugglehonors kroppskondition har visat sig kunna påverka deras reproduktionsmönster i tidiga skeden när honan är extra utsatt under perioden före äggläggning. Under denna tid är honan beroende av att hanen ska födosöka för att därigenom kunna öka på sin fettreserv (Martin, 2022; Rumbutis m.fl., 2025; Solonen, 2011).

Hos kattugglor sker äggläggning i mars-april och antalet ägg kan variera mellan 3-5st (Mikkola, 1992). Det sker genom asynkron kläckning men spannet mellan ungarna är kortare i jämförelse med andra arter av ugglor (Martin, 2022). När kattuggleungarna har nått ungefär 15 dagar kommer honan att börja jaga med hanen igen (Martin, 2022). När ungarna är redo att lämna boet är de inte flygfärdiga och hoppar ut ur holken för att sedan ta sig upp i närliggande träd för skydd. Föräldraparet försvarar och förser ungarna med mat tills de når flygfärdig ålder (Mikkola, 1992).

Kattuggleprojektet i Skaraborg startades i mitten av 1980-talet för att studera kattugglor. Holkarna som har satts ut för att skapa lämpliga boplatser är placerade i områden och lokaler som anses lämpliga för kattugglan. Det har gjorts flyttningar av holkar genom åren för att hitta bättre lokaler. Projektet är i områdena Askersund, Hjo, Karlsborg, Laxå, Tibro, Töreboda och Skövde. Biotoperna där kattugglorna häckar är i olika habitat, såsom barrskog och lövskog, men det finns även holkar i parker och i halvöppna betesmarker (Ericsson m.fl., 2014). Sedan 2007 har ungarnas vikt mätts under vårbesöken i holkarna och i denna studie analyseras årliga data på ungarnas vikt mellan 2007 och 2025.

2.1 Syfte och mål

Denna studie på kattugglor utförs för att identifiera och undersöka hur viktutvecklingen på kattuggleungar ser ut. Kattugglan lägger 1 ägg per dag/varannan dag och börjar ruva redan då det första ägget är lagt vilket betyder att äggen kläcks vid olika tidpunkter (asynkron kläckning) (Martin, 2022) och att de är beroende av bytesdjurstillgång gör det till en lämplig art att undersöka hur variation i födotillgången och kullstorlek kan tänkas påverka kattuggleungars viktutveckling. Viktutvecklingen kan visa på hur födan fördelas inom kullen och hur föräldrarna investerar i sina ungar.

Syftet med denna studie är att undersöka hur födotillgång, kullstorlek och honans kroppskondition och ålder relateras till kattuggleungars tidiga viktutveckling. Det finns få studier inom detta område på kattugglor och det är därför relevant att analysera detta då det i och med kattuggleprojektet finns 20 års data på vikt hos kattuggleungarna.

Studiens mål var därför att:

- se om födotillgången kan relateras till ungarnas viktutveckling

- undersöka om ungarnas vikt varierar i relation till åldersskillnader (i dagar) och kullstorlek
- undersöka om kattugglehonans ålder och kroppskondition kan relateras till ungars viktutveckling

3 Material och metod

3.1 Studieområde

Data samlades in inom ramen för kattuggleprojektet i Skaraborg, som omfattar flera lokaler i Askersund, Hjo, Karlsborg, Laxå, Tibro, Töreboda och Skövde. Varje år inventeras omkring 215–230 holkar i projektet i ca 210 enskilda revir. Kattuggleungars vikt har inom projektet kontrollerats sedan 2007 och utgör grunden för denna studie. I datasetet fanns totalt 2676 viktobservationer på ungarna från 931 unika kullar. Eftersom samma hona kan häcka flera gånger under flera år under studieperioden representerade det 450 unika honindivider med känd ålder som hade häckat under perioden 2007–2025.

3.2 Fältarbetet

Fältarbetet inleds varje år med start i april och omfattar minst 3 besök per holk. Det första besöket utförs genom en kamerakontroll för att säkerställa om det är en påbörjad häckning av kattuggla. Vid eventuell häckning blir det ytterligare besök för att kontrollera honans vikt, vinglängd och ålder. Honans identitet kontrolleras genom att eventuellt avläsa hennes ringnummer. Vid påträffande av omärkt hona ringmärks hon. Ålder, upp till 2 år, på honan bestäms genom avsyn av fjäderdräktens arm- och vingpennor och åldern bestäms till kalenderår (ex. en hona som är 2 år åldersbestäms till 3k (3:e kalenderåret)); om honan vid tillfället för ringmärkning är äldre än 4 kalenderår kan inte exakt ålder fastställas och honan klassificeras som 4k+. Honor som blivit ringmärkta som ungar eller när de var yngre än 4 kalenderår kan åldersbestämmas korrekt även vid högre åldrar. Antalet ägg i holken registreras och man uppskattar tidpunkt för kommande ringmärkning av ungar, som genomförs när de är mellan 14–25 dagar. Ungarna har ofta olika ålder då de inte kläcks samtidigt, s.k. asynkron kläckning. Ungarnas vikt mäts individuellt med hjälp av en påse och en våg, där påsens vikt dras bort för att säkerställa korrekt vikt på honan och hennes ungar. Åldern på ungarna uppskattas till hur gamla de är i dagar, vilket baseras på längden av den fjärde handpennan. Vid samtliga besök registreras även förekomst och olika arter av bytesdjur i holken. Efter avslutat arbete återställdes boet till sitt ursprungliga skick.

3.3 Statistiska analysen

I kattuggleprojektet Skaraborg finns en databas som användes för utförandet av analysen. Två dataset användes, ett med ungdata (vikt och ringnummer på ungarna) och ett med häckningsdata (information om honan, kullstorlek och bytesdjuren). Ingen av de enskilda filerna innehöll all relevant information, och en sammanslagning utfördes

därför av båda dessa filer. En summering av antalet bytesdjur som hittats i respektive holk gjordes och kategoriserades in i två grupper: gnagare och fåglar. Vid sammanslagningen av filerna kopplades honans ringnummer och bytesdjuren till respektive kull baserat på år, lokal och holk, för att möjliggöra identifiering av häckande individ och bytesdjuren till holken. Honor som inte har blivit kontrollerade i fältarbetet och därigenom inte har något ringnummer sorterades bort och endast honor med känd ålder och identitet användes i analyserna. Efter de sorteringen omfattade datasetet 2676 vikter på ungarna från 931 kullar, för honorna var det 450 unika honindivider.

De statistiska analyserna utfördes med hjälp av R version 4.3.1 via RStudio version 2026.06.0. Linjära mixade modeller (Linear Mixed Models, LMM) anpassades med hjälp av paketet lme4 version 2.0.6 (Bates m.fl., 2015), och signifikans för de fasta effekterna beräknades med paketet lmerTest version 3.2.1 (Kuznetsova m.fl., 2017). För att underlätta för modellerna att konvergera användes optimeraren bobyqa och ett utökat maximalt antal iterationer (maxfun=200000). Alla modeller konvergerade med dessa inställningar utan anmärkning. R-paketet ggeffects version 2.3.2 användes för att visa de samband som fanns (Lüdecke, 2018). Standardavvikelse (SD) användes för att beskriva spridningen av ungarnas vikter.

För att kunna undersöka sambanden mellan ungarnas vikt och de olika förklarande variablerna användes linjär mixed effect model. En linjär mixed effect model valdes för att denna modell var väldigt bra anpassad till datasetet, och för att man via en linjär mixad modell kan lägga in slumpmässiga effekter. Responsvariabeln i modellen var ungarnas vikt i gram. De fasta effekterna som undersöktes var ungarnas ålder, en kvadratisk term för ungarnas ålder för att beskriva den icke – linjära tillväxten, kullstorlek, födotillgång per unge (beräknades som totalt antalet bytesdjur i holken dividerat med kullstorleken), samt honans egenskaper, där inkluderades ålder, vikt, vinglängd och kroppskondition uttryckt som vikt/vinglängd, vilket kunde ge ett kroppskonditions index.

För att ta hänsyn till icke-oberoende data användes slumpmässiga effekter (random effects). Detta utfördes för att ta hänsyn till att samma honor kan återkomma flera år i rad, samt att olika kullar kan ha flera ungar. Slumpfaktorer för år, honans identitet är intercept faktorer och kull är intercept medan ungarnas ålder är lutningsfaktor. Detta utfördes för att variationen inom och mellan individer skall hanteras rätt.

Totalt jämfördes åtta kandidatmodeller där olika kombinationer av honans egenskaper inkluderades, medan den icke slumpmässiga effekt-strukturen hölls konstant mellan modellerna. Modellerna jämfördes med hjälp av Akaike's Information Criterion (AIC), där modellen med lägst AIC-värde bedömdes ha starkast stöd. Modeller med $\Delta AIC < 2$ betraktades som modeller med likvärdigt stöd. Den generella modellstrukturen bestod av ungarnas vikt som responsvariabel och en kombination av fasta och slumpmässiga effekter enligt:

Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda per unge + Vikt_hona_g/Vinglangd_hona_mm+ (1 | År) + (1 | Hona) + (1 + Ålder | Kull-ID)

I samtliga modeller beräknades födotillgång som totalt antal identifierade bytesdjur (gnagare och fåglar) dividerat med kullstorleken, vilket gav ett mått på födotillgång per

unge. Gnagare var olika arter av sorkar och möss. För fåglar var det all typ av fåglar som hittades, (skata, olika typer av trastar, mesar med mera). Föda var all mat som hittades i holken, detta har specificerats i de olika modellerna. Modellerna kunde skilja sig från varandra genom olika mått på honans egenskaper inkluderades som fasta effekter, nämligen ålder, kroppsvikt, vinglängd eller kroppskondition (beräknad som kroppsvikt dividerat med vinglängden). En beskrivning av variablerna kan ses i tabell 1.

Tabell 1. Beskrivning av variablerna som använts för den matematiska formeln.

Variabel	**Beskrivning**
Vikt	Ungens vikt i gram, används som responsvariabel
Ålder	Skalerad ålder (ålder i dagar)
Ålder^2	Ålder som kvadratisk term för att kompensera för att vikt inte ökar linjärt med ålder
Kullstorlek	Antalet ungar i kullen
Föda	Antalet gnagare och fåglar som har hittats i holkarna dividerat med kullstorleken
Vikt moder	Honans vikt i gram
Vinglängd moder	Honans vinglängd i millimeter
Ålder moder	Ålder på honan

4 Resultat

Totalt utvärderades åtta modeller med hjälp av Akaike's Information Criterion (AIC) och dessa modeller kan ses i tabell 2. Samtliga modeller inkluderade samma random effects för år, honans identitet och kull-id, medan de fasta effekterna varierade mellan modellerna. Modellen M4 (FodaPerkull_2_viktPervingl) hade det lägsta AIC-värdet (AIC = 26 582 .10) och bedömdes därför ha starkast stöd. M2 och M8 hade ΔAIC <2 vilket innebär att de har liknande stöd som M4. Rangordningen av de åtta modeller som testades är presenterade i tabell 2. Den slutgiltiga modellen som valdes baserat på AIC som inkluderade ungarnas ålder, ålder^2, kullstorlek, födotillgång per unge och honans kroppskondition (vikt/vinglängd) som fasta effekter samt år, honans identitet och kull-ID som slumpmässiga effekter. Den bästa modellen hade följande parametrar:

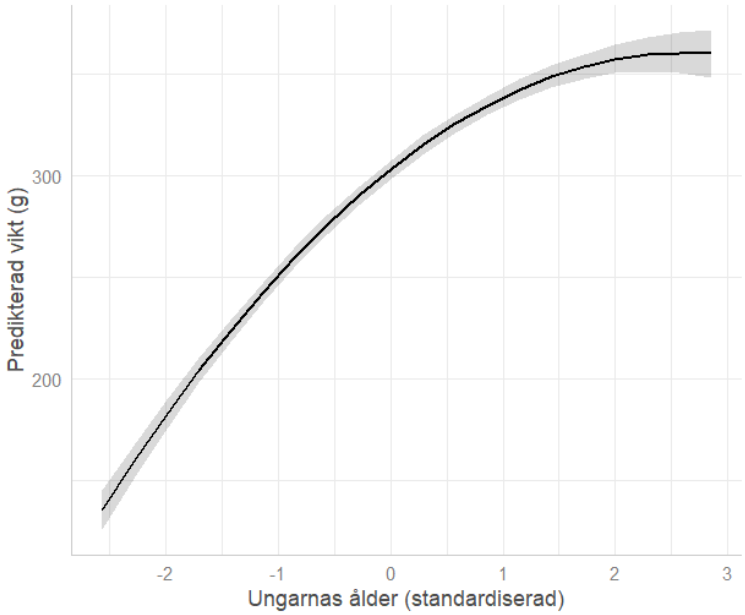
$$Vikt = 280{,}52 + 44{,}56 \times Ålder - 8{,}53 \times Ålder^2 - 6{,}30 \times Kullstorlek + 20{,}56 \times \frac{Vikt\ moder}{Vinglängd\ moder} \quad \text{(Ekvation 1)}$$

Tabell 2. AIC-värden för alla modeller som jämförts. R^2 beräknades enligt Nakagawa som producerar konditionellt R^2 och marginellt R^2, där marginellt R^2 beskriver hur stor andel av variationen som den fasta delen av modellen förklarar och konditionellt beskriver hur stor andel av variationen som förklaras av både fasta och slumpmässiga effekter. I tabellen förklaras konditionellt R^2 som kond R^2 och marginellt förkortas som marg R^2.

Rank	Modell	AIC	ΔAIC	R^2
1	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda + Vikt/Vinglängd	26582.10	0.0	Kond R^2: 0,793 Marg R^2: 0,586
2	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda + Vikt moder	26583.05	0.95	Kond R^2: 0,793 Marg R^2: 0,586
3	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda + Vikt/Vinglängd + Ålder moder	26583,65	1,55	Kond R^2: 0,794 Marg R^2: 0,586
4	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda + Vikt moder + Ålder moder	26584,44	2,34	Kond R^2: 0,794 Marg R^2: 0,586
5	Vikt ~ Ålder + Ålder² + kullstorlek + Föda	26589,08	6,98	Kond R^2: 0,795 Marg R^2: 0,583
6	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda + Vinglängd	26590,93	8,83	Kond R^2: 0,795 Marg R^2: 0,583
7	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + föda+Ålder moder	26591,07	8,97	Kond R^2: 0,795 Marg R^2: 0.583

8	Vikt ~ Ålder + Ålder² + Kullstorlek + Föda + Ålder moder + Vinglängd	26592,93	10,83	Kond R^2: 0,795 Marg R^2: 0,583

Vidare visar den bäst stödda modellen att kattuggleungarnas vikt påverkades signifikant av ungarnas ålder, kullstorlek och honans kroppskondition. Modellen är en andragradsfunktion. Ungarnas vikt ökade med stigande ålder ($\beta = 44{,}56$, $p < 0{,}001$), men den negativa effekten av ålder² visade att viktökningen avtog med ökande ålder ($\beta = -8{,}53$, $p < 0{,}001$) (se figur 1). De åldersbestämda och vägda ungarna var mellan 10 och 29 dagar gamla. Viktökningen var inte linjär över det undersökta åldersintervallet, ökning i vikt avtog med stigande ålder. De predikterade värdena följde därmed en kurv linjär utveckling där vikten ökade snabbare vid de låga åldrarna för att sedan plana ut. De 95% konfidensintervallen som modellen hade var relativt smala vid de låga åldrarna där vikten snabbt ökade, men bredare vid ytterkanterna när åldern på ungarna blev högre, vilket kan visa en osäkerhet i de predikterade värdena vid de högre åldrarna (figur 1).



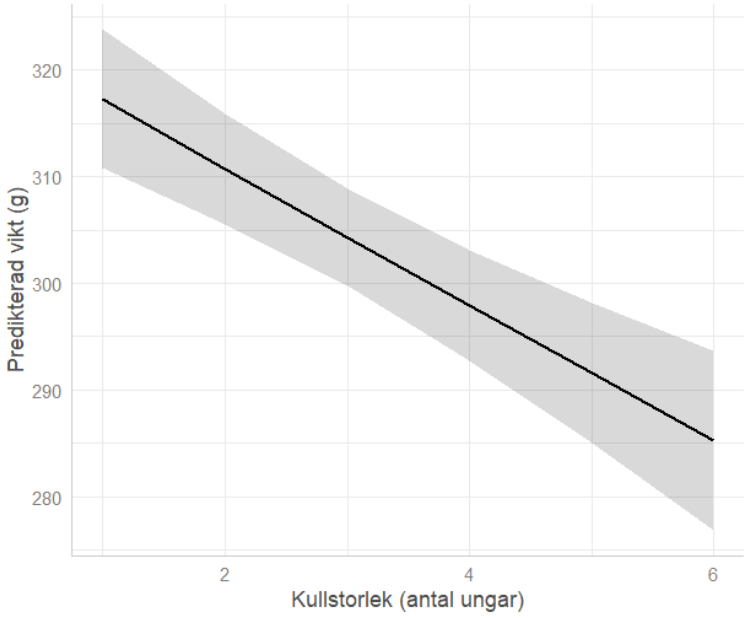
Figur 1. Beskrivning av hur kattuggleungarnas vikt i Skaraborg påverkas av ålder. Modellen är en andragradsfunktion så när åldern på ungen ökar kommer även vikten att öka för att till slut planas ut. Den gråa ytan representerar 95 % konfidensintervall. Figuren är ett resultat från en LMM och parametervärdena för kurvan beskrivs av Ålder= 44,56 och Ålder² = -8,53, för övriga parametervärden se ekvation 1. Datan baseras på inventeringar av kattuggleholkar mellan 2007–2025.

I stället för den positiva viktutveckling som man kan se i figur 1 ser man i stället i figur 2 en negativ relation mellan ungarnas vikt och kullstorleken. Kullstorlek hade en signifikant negativ effekt på ungarnas vikt ($\beta = -6{,}30$, $p < 0{,}001$), vilket innebar att ungar i större kullar tenderade att väga mindre. För varje extra unge i kullen minskar den genomsnittliga vikten med 6,3 gram. Observerade kullstorlekar varierade mellan 1

och 6 ungar, där 59 stycken kullar hade enbart en unge, medan endast en kull bestod av sex ungar. Värdena från de predikterade modellerna visade en vikt på 317,30 g vid en kullstorlek på en unge, jämförelsevis med 291,61 g vid en kullstorlek på 5 ungar (se tabell 3). Kullen med sex ungar är eventuellt felrapporterad då antal vägda ungar bara är 2. Då detta inte kan säkerställas helt har den tagits med ändå, detta värde bör tolkas med försiktighet. Detta skulle motsvara en skillnad 25,69 g lägre predikterad vikt och visar en negativ relation mellan kullstorlek och ungarnas vikt. Den vanligaste kullstorleken låg på tre ungar, vilket förekom i 406 kullar och omfattade 1215 vägda ungar. Ungarna från dessa kullar hade en observerad medelvikt på 296,25 g (SD = 52,85, n = 1 215). Konfidensintervallen var relativt smala, men något bredare vid de största kullstorlekarna.

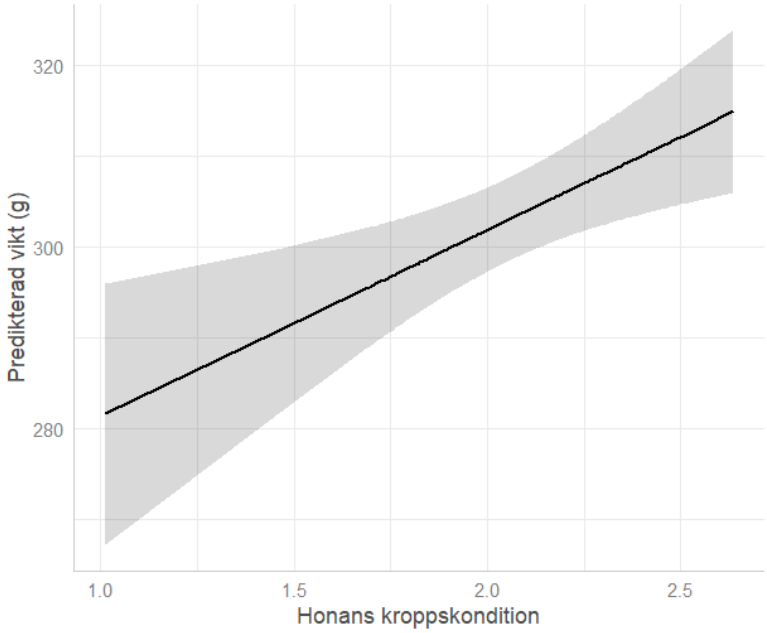
Tabell 3. Visar de observerade kullstorlekarna, antalet kullar och antalet vägda kattuggle ungar samt den modellpredikterade vikten och konfidensintervallet på 95 %. Datan baseras på inventeringar av kattuggleholkar mellan åren 2007–2025.

Kullstorlek	**Modellpredikterad vikt (gram)**	**Antal kullar**	**Antal vägda ungar**	**95 % KI**
1	317,30	59	59	310,78–323,81
2	310,69	238	474	305,55–315,84
3	304,29	406	1215	299,72–308,86
4	297,94	203	808	292,80–303,08
5	291,61	24	118	285,04–298,17
6	285,28	1	2	276,85–293,72



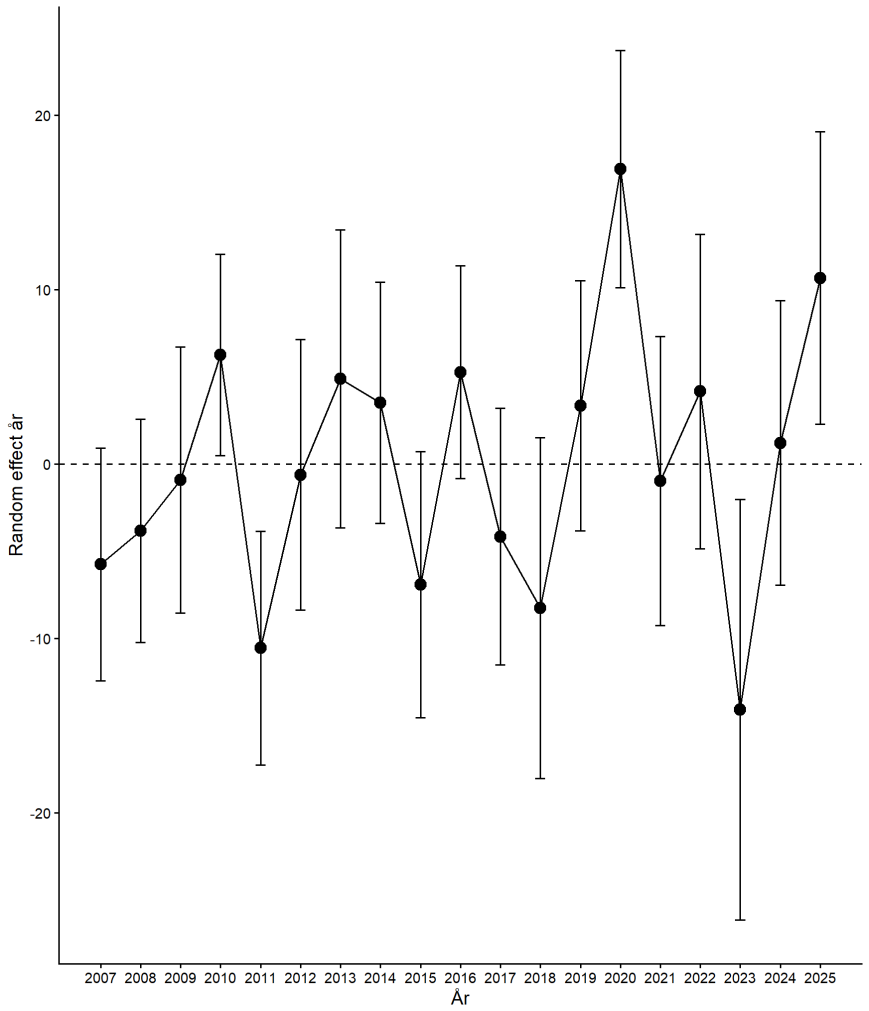
Figur 2. Detta diagram visar hur vikten på kattuggleungarna i Skaraborg minskar vid större kullstorlekar. Den gråa ytan representerar 95 % konfidensintervall. Figuren är ett resultat från en LMM och lutningskoefficienten är -6,30 och för övriga parametrar se ekvation 1. Datan baseras på inventeringar av kattuggleholkar mellan åren 2007–2025.

Honans kroppskondition (figur 3) hade däremot en positiv effekt på ungarnas vikt (β = 20,56, p = 0,002), där ungar från honor med bättre kroppskondition tenderade att väga mer. Honans kroppskonditionsindex, beräknat som honans vikt dividerat med vinglängd, varierade mellan 1,01 och 2,64. För varje enhetsökning i kroppskondition så ökade ungarnas genomsnittliga vikt med 20,56 g. Ungvikten från de modellpredikterade ungvikterna ökade från 281,56 g vid det lägsta observerade kroppskonditionsindexet till 314,95 g vid det högsta. Det motsvarar en skillnad på 33,39 g mellan det lägsta och högsta observerade nivån av kroppskonditionsindex. Konfidensintervallet låg även här på 95 % och var bredare vid det lägsta värdet och smalnade av vid de högre värdena av kroppkonditionsindexet.



Figur 3. Kattuggleungarnas vikt i Skaraborg, i förhållande till honans kroppskondition, där kroppskonditionen beräknas som honans vikt delat på honans vinglängd. Den gråa ytan representerar 95 % konfidensintervall. Figuren är ett resultat från en LMM och lutningskoefficienten är +20,56 och för övriga parametrar se ekvation 1. Datan baseras på inventeringar av kattuggleholkar mellan åren 2007–2025.

Figur 4 visar hur de skattade årsvisa slumpmässiga effekterna avvek från modellens övergripande intercept. Där de positiva värdena innebär en högre skattad interceptnivå, medan de negativa värdena innebär en lägre skattad interceptnivå. Åren uppvisade variation i sina skattade slumpmässiga effekter, vilket visar att det fanns variation mellan år utöver de fasta effekterna i modellen. År med liknande slumpmässiga effekter tenderar att inte ligga direkt bredvid varandra. Felstaplarna som är de vertikala linjerna som går genom punkterna visar att det finns statistiska osäkerheten kring de skattade slumpmässiga effekterna från modellen och bör därför tolkas som modellosäkerhet snarare än variation eller fel i rådata.



Figur 4. De slumpmässiga effekterna för år över tid. Felstaplarna representerar statistiska osäkerheten kring de skattade slumpmässiga effekterna från modellen och bör därför tolkas som modellosäkerhet. Datan baseras på inventeringar av kattuggleholkar mellan åren 2007–2025.

Resultatet för honans ålder visas i appendix figur A1. Honans ålder hade ingen signifikant effekt på ungarnas vikt. Modellerna som inte inkluderade honans ålder hade bättre stöd enligt AIC, vilket indikerar att denna variabel inte bidrog till någon förbättringspotential. Vidare undersöktes även honans ålder gentemot kullstorleken med ett Spearman korrelationstest, resultatet visade inte heller här något signifikant samband mellan honan och kullstorlek ($\rho = 0{,}028$, $p = 0{,}141$). Vilket tyder på att kullstorleken inte varierade med honans ålder.

Vidare undersöktes modellens säkerhet genom att undersöka hur residualerna låg i förhållande till modellens predikterade värden (se appendix, figur A2). Det man undersöker är skillnaden mellan de observerade värdena och modellens predikterade värden. Detta undersöktes för att se om det fanns något systematiskt mönster som kunde indikera på brister i modellens anpassning. Residualerna var huvudsakligen fördelade kring noll och visade inget tydligt systematiskt mönster över de predikterade värdena. Spridningen var relativt stor över de predikterade värdena, men ingen tydlig förändring i residualernas spridning framträdde. Därför gav undersökningen av

residualerna inga tydliga indikationer på systematiska avvikelser i modellens anpassning.

Vidare visade födotillgång per unge ingen signifikant effekt på ungarnas vikt ($\beta = 0{,}86$, $p = 0{,}334$), varken i den bäst stödda modellen eller i någon utav de andra med några signifikanta resultat. Variabeln ingick i den slutliga modellen trots att dess enskilda effekt inte var signifikant, eftersom modellen valdes utifrån AIC.

Sammanfattningsvis visade modellerna att kullstorleken, ålder och honans kroppskondition var relaterade till ungarnas tidiga viktutveckling med signifikanta resultat. Ungarnas vikt ökade med ålder, medan större kullar indikerade på att ungar hade en lägre vikt. Även honans kroppskondition hade en positiv effekt på ungarnas vikt, där det för varje konditions enhet ökade med 20,56g. I figur 4 kan man även se att de finns bättre och sämre år, och att detta skulle kunna efterlikna de cykliska gnagaråren. Däremot hade varken honans ålder eller födotillgång per unge någon signifikant effekt på ungarnas tidiga viktutveckling. Med hjälp av AIC-värdena kunde den bäst lämpliga modellen väljas ut för att vidare analysera vilka ekologiska faktorer som kan ha inverkan på viktutvecklingen. Sammantaget gav residual modellen inga tydliga indikationer på systematiska avvikelser från modellens antaganden, vilket stödjer att modellens säkerhet inför fortsatt analys.

5 Diskussion

5.1 Sammanfattning av de viktigaste resultaten

Resultatet visade att ungarnas vikt ökade med ålder. Med stigande ålder avtog viktökningen genom den negativa effekten av ålder² (figur 1). Detta skulle kunna indikera att viktökningen börjar avta mot slutet av den undersökta perioden. Ungarna i studien var mellan 10–29 dagar gamla.

Resultatet från de olika AIC-värdena visade att de modeller som hade med honans ålder och födotillgång per unge hade sämre värden än de övriga (se tabell 2). Vilket också tyder på att en bättre variabel är honans kroppskondition i form av vikt/vinglängden än åldern.

Resultatet i figur 4 visar att det finns variation mellan år, och att årsvisa faktorer som inte inkluderades med i modellen som fasta effekter kan ha påverkat ungarnas vikt, exempelvis på fasta effekter skulle kunna vara en variation i födotillgång mellan gnagarår. För alla 8 modeller så var konditionellt R^2 högre än marginellt R^2 vilket kan förklaras med att den relativt komplexa strukturen av random effects fångar upp mycket av variationen i datan.

Kullstorlek förväntas ofta vara kopplad till föräldrarnas investeringsförmåga samt tillgången på föda. Resultaten i figur 2 visar en tydlig negativ relation mellan kullstorlek och ungarnas vikt, där vikten per unge minskar med ökande kullstorlek. Detta indikerar en trade-off mellan antal avkommor och investering per individ, där

fler ungar innebär att resurserna måste fördelas mellan fler individer. Detta tyder på att föräldraparet inte fullt ut kan kompensera för ökade energibehov vid större kullar, vilket kan bero på begränsad födotillgång (Hadad m.fl., 2024; Sawada m.fl., 2021). En minskad kroppsvikt hos ungarna kan i sin tur påverka deras överlevnad negativt. Vid större kullar kan även konkurrensen mellan syskon öka, vilket ytterligare kan bidra till variation i kroppsvikt mellan individer (Zárybnická m.fl., 2015). En liknande studie fick liknande resultat hos arten Ryukyudvärguv där man undersökte hur kullstorleken påverkar vikten men även hur könen påverkar konkurrensen i kullen. I studien visade de att ungar som kläcktes sent vägde mindre och att de konkurrerades ut av de ungar som var äldre (Hadad m.fl., 2024). En skillnad mellan studien gjord av Hadad m.fl. (2024) och denna studie var att de använde sig av en annan metod när de skulle väga ungarna, där de fick fram olika åldersstadium (i dagar) och även vägde ungarna flera gånger jämfört med denna studie som bara vägde ungarna vid en tidpunkt. De inkluderade även andra variabler i studien, såsom vinglängden, tarsh längden och skillnader i vikt mellan könen.

Hos kattugglan, som uppvisar asynkron kläckning, etableras en hierarki mellan ungarna där äldre syskon ofta har en konkurrensfördel. Detta kan leda till skillnader i kroppsstorlek inom kullen och förstärka effekterna av resursbegränsning (Hadad m.fl., 2024; Lee & Chung, 2020). Tillsammans kan man koppla dessa resultat till att det finns en begränsning i hur stora kullar kan bli utan att avkommans kvalitet påverkas negativt, vilket är centralt inom teorin om optimalkullstorlek. Detta kan kopplas till tabell 3 där man kan se att det är tre ungar som är den vanligaste kullstorleken, medan både mindre och större kullar förekommer mer sällan. Teorin om kullreduktion syns ofta hos kattugglor då de använder sig av asynkronkläckning, där den yngsta ungen ofta har en lägre kroppskondition alternativt lägre vikt och ofta dör först (Hadad m.fl., 2024; Sawada m.fl., 2021; Szojka m.fl., 2020; Zárybnická m.fl., 2015). Effekten av kullreduktion kan ofta ses under år med lägre bytesdjurstillgångar (Zárybnická m.fl., 2015). Då den kvadratiska funktionen i modellen används för att justera vikt i förhållande till ålder så är den predikterade vikten användbar för att förstå ungarnas viktutveckling utan påverkan från ålder. Eftersom kattugglorna uppvisar asynkron äggläggning finns det ungar med olika åldrar i samma bo. Denna effekt har inte undersökts specifikt, men eftersom vikten är en indikation på status kan man anta att de ungar som föds först i en kull har en högre tillväxttakt (figur 1).

Resultatet för honans ålder (se appendix, figur A1) visade att åldern inte har någon påverkan på ungarnas vikt i denna studie; detta resultat är intressant eftersom honor som är äldre borde ha en större erfarenhet, men i denna studie har alltså inte honans ålder någon påverkan på ungarnas tidiga viktutveckling. Liknande resultat fick Rumbutis m.fl (2025) där de undersökte om honans ålder hade någon effekt på häckningsframgångar. Resultatet visade ingen signifikant effekt på honans ålder där heller. Det vore därför intressant att undersöka vidare kring kroppskonditionen hos både honan och hanen, eftersom hanen har en stor roll i häckningsframgången under honans äggläggning och även födosökning under hela häckningsperioden (Martin, 2022; Rumbutis m.fl., 2025; Solonen, 2011).

Resultatet visade däremot tydligt att honans kroppskondition har en positiv effekt på ungarnas viktutveckling (figur 3). Resultatet indikerade att en högre kroppskondition hos honan ger ungar med högre kroppsvikt. Resultatet kring honans kroppskondition

kan även efterlikna det resultat som Karell (2008) fick på slagugglan (*Strix uralensis*), där man undersökte om stödutfodring till honor före äggläggningen påverkade häckningsframgången. De honor som fick stödutfodring fick inte större kullar, utan de lade större ägg och fick därigenom nykläckta ungar med högre immunglobinnivåer än de honor som inte hade stödutfodring. Högre immunglobinnivåer indikerade på att de hade en bättre kroppskondition. Detta resulterade i ungar med högre kroppsvikt vid flygning vilket indikerar att det finns fördelar med att kläckas i ägg som var större, eftersom det då resulterade i en bättre kroppskondition (Karell, 2008). Även om studien av Karell (2008) genomfördes på en annan art kan detta ändå tyda på att en god kroppskondition hos honan möjliggör en större investering i reproduktionen, vilket kan gynna ungarnas viktutveckling. Detta skulle kunna vara en möjlig förklaring till det samband som har visats i denna studie.
I en studie gjord av Rumbutis m.fl (2025) gjordes en liknande undersökning hos en population av kattugglor i Litauen. I studien undersöktes inte vikten på ungarna, men de gjorde en analys på hur häckningsframgången såg ut. De mätte honans kroppsstorlek med ving- och stjärtlängd, och de justerade kroppsmassan med hjälp av GLM, som sedan användes som ett mått på kroppskondition. De använde sig även av LMM för vidare analyser, där de testade exempelvis kullstorleken. Med hjälp av en GLM-analys kunde de räkna ut hur mycket honorna vägde efter ruvningsstarten för att kunna utföra en mer rättvis jämförelse mellan honorna, eftersom alla honor inte fångades under samma dag. De kunde då justera kroppsmassan i de senare analyserna. Detta utfördes även för att kattugglehonor ofta minskar i vikt under deras ruvningstid (Rumbutis m.fl., 2025). Resultatet från artikeln visade att de honor som hade en större kroppsmassa fick större kullar och fler ungar. Rumbutis m.fl (2025) föreslog därför att honans kroppskondition sannolikt har en större betydelse för reproduktionsframgången än vad åldern har. Detta överensstämmer även med denna studies resultat där honans kroppskondition hade positiv effekt på ungarnas vikt medan honans ålder inte visade någon signifikans.

Det är därför viktigt att i en framtida studie undersöka honans kroppskondition gentemot hennes häckningsframgång men även undersöka ungarnas tidiga viktutveckling. För att bättre förstå vad som leder till en lyckad häckningsframgång är det därför viktigt att se över hur kroppskondition och kroppsreserverna ser ut hos många olika rovfåglar (Rumbutis m.fl., 2025; Sergio m.fl., 2007).

5.2 Felkällor

Resultatet kring födotillgång gav ingen signifikant effekt på ungarnas viktutveckling. Detta är intressant och skulle behövas undersökas mer. I denna studie har det använts ett mått på födotillgången som går ut på att räkna all föda som finns i holken, och inte någon annan form av gnagarinventering ute i naturen. Detta mått behöver inte helt motsvara den faktiska mängden föda som ungarna har tillgång till under perioden före vägningen. Metoden kan därför ha begränsat möjligheteten att upptäcka samband mellan födotillgång och ungarnas vikt. Det vore därför intressant att göra en inventering av gnagare ute i naturen för att se om detta skulle kunna göra resultatet annorlunda, men även för att se hur gnagarpopulationer generellt ser ut och eventuellt identifiera gnagarcykler. Att enbart använda föda som hittas i holken är också problematiskt då man inte kan avgöra om honan ätit upp hela djur och lämnat några,

eller om hon lagt upp ett lager av föda eller liknande. Beroende på när man inventerar holken kan man då se olika faser av honans ätande. En annan felkälla som skulle kunna påverka resultatet är vikten hos ungarna, eftersom det inte var känt när deras senaste födointag intogs vid vägningen, detta skulle kunna medföra att vissa ungar har ätit precis innan en vägning, detta gäller även för honan. Detta skulle kunna påverka de uppmätta vikterna, men med den stora datamängden och observationerna så bör denna effekt kunna antas vara försumbar. Vidare så har inte könet på ungarna identifierats, och eftersom kattugglan har sexuell storleksdimorfism, där honan är större än hanen kan skillnader i könssammansättning mellan kullar bidra till variationen i ungarnas vikt (Hardy m.fl., 1981).

5.3 Styrkor och svagheter i studien

I denna studie har ett stort dataset använts, med relevant data på kattuggleungarnas vikter samt honornas vikt och vinglängd vilket samlats in av projektet under flera år. Ett stort dataset ger en större mängd observationer och möjliggör att undersöka variationer mellan individer och år, detta minskar därför risken att resultaten bygger på enstaka observationer. Detta ger studien styrka i hur den är uppbyggd. Allt fältarbete som genomförts är också utfört på ett standardiserat sätt varje år vilket gör datan tillförlitlig. Residualerna från modellanpassningen gav inga tydliga avvikelser från modellens antaganden (se appendix, figur A2), vilket ökar studiens relevans och trovärdighet.

Väderförhållandena är inte medtagna i denna studie, och inte heller spatial information om utbredningen av häckningsområdena vilket skulle kunna ha en påverkan på ungarnas viktutveckling. Även ovan nämnda felkällor, dvs. hur födotillgången uppskattats samt att det inte finns information om könen på ungarna är svagheter i studien.

6 Framtida studier

Eftersom det finns mycket relevant data vore det också intressant att göra vidare analyser kring hur honans kroppskondition påverkas över tiden med häckningsframgångar, såsom studien gjord av Rumbutis m.fl (2025). Ungarnas vikt ökade med ålder, vilket är förväntat eftersom ungarna växer under den tidiga viktutvecklingen (figur 1). Men resultaten visade även att ungar till honor med bättre kroppskondition hade en högre vikt (figur 3). Skillnaderna i kroppsvikten under ungarnas utveckling skulle kunna vara relaterade till deras fortsatta utveckling och överlevnad, vilket skulle vara intressant att undersöka vidare. Genom att undersöka om individer som ringmärkts som ungar och häckar inom samma studieområde har överlevt till reproduktivbar ålder, däremot skulle det behövas en mer etablerad metod för att inventera hanar för att se hur överlevnaden faktiskt ser ut. Detta skulle kunna undersökas med hjälp av fångst-återfångstdata. Det skulle även vara intressant att göra en könsbestämning av ungarna i kullen, genom att använda Hardy (1981) teknik på könsbestämning av kattugglor. Detta för att veta hur många honor och hanar som ringmärkts och för att kunna analysera vidare kring kullrivalitet, liknande studien av Sawada m.fl (2021).

Vikt och vinglängd är en bra variabel för att kunna se en individs kroppskondition (Solonen, 2011, 2022). Hos fåglar kan individens kroppskondition indikera hur bra de kan reproducera sig. Det är därför viktigt att se över hur individerna kan utvecklas från unge till reproducerbar ålder och vad det är som påverkar denna utveckling.

Det vore även intressant med uppsatta kameror i ett antal holkar för att veta mer kring födotillgången, kullrivaliteten och även lägga till en gnagarstudie (ex. med fällor). Det vore också intressant att utveckla vidare med väderförhållanden, för att se hur snödjup eller varmare vintrar/vårar påverkar häckningar och ungar.

7 Etiska aspekter

De etiska aspekterna till denna studie hör främst till det praktiska arbetet med ringmärkningen av kattugglor som utförs varje vår. Vid det praktiska arbetet ringmärker man honan i mitten av april när hon ruvar på ägg. Denna tid kan vara en känslig period men krävs för att kunna notera antalet lagda ägg, bestämma honans ålder och identifiera honans identitet samt vikt och om äggen är kläckta veta när man ska åka tillbaka och ringmärka ungarna. När besöket är klart läggs honan försiktigt tillbaka i holken för att störningen under ruvningstiden ska minimeras, holken lämnas i samma skick som är när man kommer dit. Under det praktiska arbetet med ungar tas vikt och en åldersbestämning, sedan utförs ringmärkning på alla ungar i kullen. Det praktiska arbetet utförs snabbt och noggrant för att minimera störningen på häckningen. I detta examensarbete kommer däremot inte den praktiska biten att utföras då datan hämtas från databasen från åren 2007–2025, vilket innebär att arbetet utfördes med redan befintliga data. Vid ringmärkning krävs ringmärkningslicens via Ringmärkningscentralen, Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm vilket alla som är med i projektet, inklusive jag själv, innehar. Detta projekt har stor betydelse för kattugglorna då det finns ont om ihåliga träd med större bohål

och de uppsatta holkarna erbjuder alternativa häckningsplatser i områden med begränsat tillgång till ihåliga större träd. Det finns även betydelse för framtida miljöövervakningar för att se så att kattugglan som är livskraftig på rödlistan fortsätter vara där (SLU Artdatabanken, 2026). I projektet finns det holkar som är uppsatta närmare bebyggelse, och vid fältbesöken finns det därigenom även möjligheter för allmänheten att kunna delta och ställa frågor och få reda på mer information kring ringmärkning, fåglar och kattugglan vilket kan bidra till mer intresse för ringmärkning, fåglar, naturvård samt biologisk/ekologisk vetenskap generellt.

8 Slutsats

Syftet med studien var att undersöka vilka faktorer som är relaterade till kattuggleungars tidiga viktutveckling. Sammanfattningsvis visade studien att ungarnas vikt ökade med ålder, men att viktökningen avtog med stigande ålder. Större kullstorlek var negativt relaterad till viktutvecklingen på ungarna, medan honans kroppskondition hade en positiv relation till ungarnas vikt. Däremot visade inte honans ålder eller det använda måttet på födotillgången någon signifikant effekt på ungarnas vikt. Resultaten tyder därmed på att både ungarnas ålder, kullstorlek och honans kroppskondition kan ha betydelse för ungarnas tidiga viktutveckling. För att bättre förstå mekanismerna bakom dessa samband bör framtida studier inkludera mer direkta mått på födotillgång, information om ungarnas kön och väderförhållanden samt undersöka hur ungarnas viktutveckling är kopplad till deras senare överlevnad och rekrytering till den häckande populationen.

Denna studie bidrar till en ökad förståelse för hur kullstorlek och kroppskondition är relaterade till kattuggleungars tidiga utveckling.

9 Referenser

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*(1). https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01

Brommer, J. E., Pietiäinen, H., & Kolunen, H. (1998). The effect of age at first breeding on Ural owl lifetime reproductive success and fitness under cyclic food conditions. *Journal of Animal Ecology*, *67*(3), 359–369. https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.1998.00201.x

Dillon, K. G., & Conway, C. J. (2018). Nest predation risk explains variation in avian clutch size. *Behavioral Ecology*, *29*(2), 301–311. https://doi.org/10.1093/beheco/arx130

Ericsson, P., Nilsson, L.-O., Haglund, K., & Ericsson, D. (2014). Breeding biology of a Tawny Owl Strix aluco population in southwestern Sweden—A 15 year survey. *Ornis Svecica*, *24*(1–2), 41–50. https://doi.org/10.34080/os.v24.22563

Hadad, E., Charter, M., Ovadia, O., & Shochat, E. (2024). The interplay among breeding timing, brood size, food quantity, and nestling growth rate in the Eurasian eagle owl (Bubo bubo). *Biological Journal of the Linnean Society*, *141*(2), 255–263. https://doi.org/10.1093/biolinnean/blad074

Hardy, A.R., Hirons, G.J.M., Stanley, P.I., & Huson, L.W. (1981). Sexual dimorphism in size of Tawny Owls (Strix aluco): A method for sexing in field studies. *Ardea*, *69*, 181–184.

Hoy, S. R., Millon, A., Petty, S. J., Whitfield, D. P., & Lambin, X. (2016). Food availability and predation risk, rather than intrinsic attributes, are the main factors shaping the reproductive decisions of a long-lived predator. *Journal of Animal Ecology*, *85*(4), 892–902. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12517

Karell, P., Ahola, K., Karstinen, T., Zolei, A., & Brommer, J. E. (2009). Population dynamics in a cyclic environment: Consequences of cyclic food abundance on tawny owl reproduction and survival. *Journal of Animal Ecology*, *78*(5), 1050–1062. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2009.01563.x

Karell, P., Kontiainen, P., Pietiäinen, H., Siitari, H., & Brommer, J. E. (2008). Maternal effects on offspring Igs and egg size in relation to natural and experimentally improved food supply. *Functional Ecology*, *22*(4), 682–690. https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01425.x

Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest package: Tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software*, *82*(13). https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13

Lack, D. (1948). The significance of clutch size. Part III.—Some interspecific comparisons. *Ibis*, *90*(1), 25–45. https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1948.tb01399.x

Lee, J. K., & Chung, O.-S. (2020). Under what conditions is brood reduction effective? *Ethology Ecology & Evolution*, *32*(4), 361–373. https://doi.org/10.1080/03949370.2020.1733668

Lüdecke, D. (2018). ggeffects: Tidy data frames of marginal effects from regression models. *Journal of Open Source Software*, *3*(26), 772. https://doi.org/10.21105/joss.00772

Martin, J. (2022). *The Tawny Owl*. Bloomsbury Publishing Plc.

Mikkola, H. (1992). *Owls of Europe*. T. and A. D. Poyser.

Miller, S. J., Dykstra, C. R., Rolland, V., Simon, M. M., Hays, J. L., & Bednarz, J. C. (2023). Sibling aggression, feeding rates, and hatch rank of nestling red-shouldered hawks (Buteo lineatus). *Journal of Raptor Research*, *57*(3). https://doi.org/10.3356/JRR-22-76

Nichols, J. D., Kendall, W. L., Hines, J. E., & Spendelow, J. A. (2004). Estimation of sex-specific survival from capture–recapture data when sex is not always known. *Ecology*, *85*(12), 3192–3201. https://doi.org/10.1890/03-0578

Rumbutis, S., Grašytė, G., & Treinys, R. (2025). The long-term pattern of change in Tawny Owl female characteristics in a local population indicates a rapid shift in body size, but not in body mass. *Journal of Ornithology*, *166*(4), 1071–1082. https://doi.org/10.1007/s10336-025-02274-4

Sawada, A., Akatani, K., & Takagi, M. (2021). Growth curves of Ryukyu scops owl nestlings, an owl species with asynchronous hatching and reversed sexual dimorphism. *Ardea*, *109*(2). https://doi.org/10.5253/arde.v109i3.a1

Sedinger, J. S., Chelgren, N. D., Ward, D. H., & Lindberg, M. S. (2008). Fidelity and breeding probability related to population density and individual quality in black brent geese *Branta bernicla nigricans*. *Journal of Animal Ecology*, *77*(4), 702–712. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01403.x

Sergio, F., Blas, J., Forero, M. G., Donázar, J. A., & Hiraldo, F. (2007). Size-related advantages for reproduction in a slightly dimorphic raptor: Opposite trends between the sexes. *Ethology*, *113*(12), 1141–1150. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2007.01417.x

SLU Artdatabanken. (2026). *Artfakta: Kattuggla (Strix aluco)*. https://artfakta.se/taxa/102974

Solonen, T. (2011). Effects of variable food supply on the body condition of breeding tawny owls Strix aluco in southern Finland. *ISRN Zoology*, *2011*, 1–8. https://doi.org/10.5402/2011/929460

Solonen, T. (2022). Body condition in the tawny owl Strix aluco near the northern limit of its range: Effects of individual characteristics and environmental conditions. *Animals*, *12*(20), 2843. https://doi.org/10.3390/ani12202843

Solonen, T., Karhunen, J., Kekkonen, J., Kolunen, H., & Pietiäinen, H. (2017). Diet and reproduction in coastal and inland populations of the Tawny Owl Strix aluco in southern Finland. *Journal of Ornithology*, *158*(2), 541–548. https://doi.org/10.1007/s10336-016-1405-8

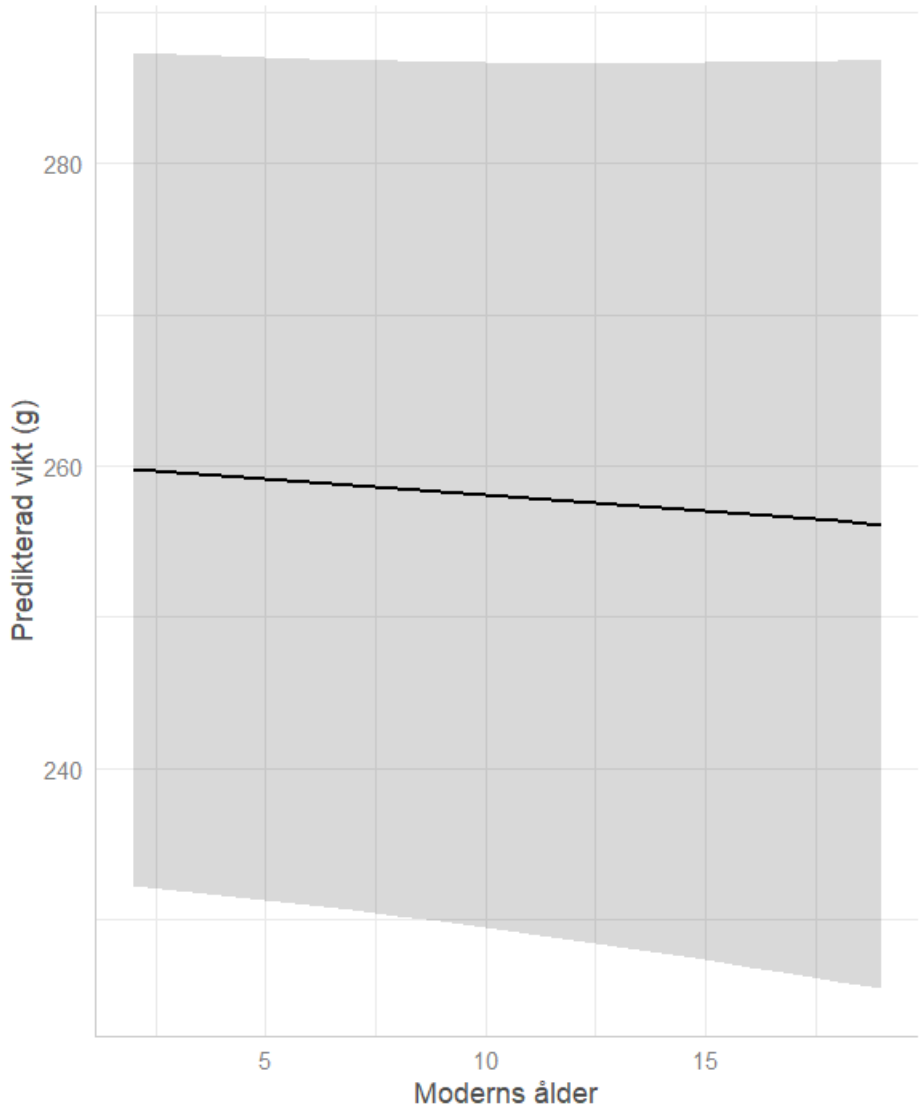
Southern, H. N. (1970). The natural control of a population of Tawny owls (Strix aluco). *Journal of Zoology*, *162*(2), 197–285. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1970.tb01264.x

Szojka, M. C., Bayne, E. M., Wellicome, T. I., Nordell, C. J., & Ng, J. W. (2020). The role of sibling competition and parental provisioning on food distribution among ferruginous hawk nestlings. *Journal of Raptor Research*, *54*(4). https://doi.org/10.3356/0892-1016-54.4.376

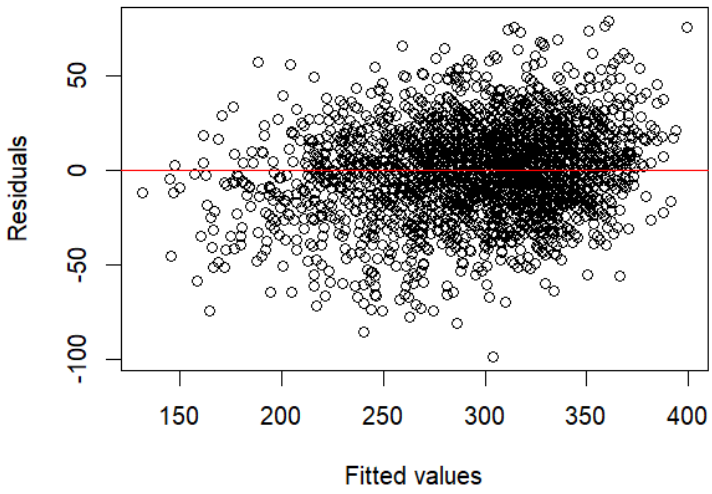
Wiebe, K. L., & Bortolotti, G. R. (1994). Energetic efficiency of reproduction: The benefits of asynchronous hatching for American kestrels. *The Journal of Animal Ecology*, *63*(3), 551. https://doi.org/10.2307/5221

Zárybnická, M., Riegert, J., Brejšková, L., Šindelář, J., Kouba, M., Hanel, J., Popelková, A., Menclová, P., Tomášek, V., & Šťastný, K. (2015). Factors affecting growth of Tengmalm's owl (Aegolius funereus) nestlings: Prey abundance, sex and hatching order. *PLOS ONE*, *10*(10), e0138177. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138177

Appendix



Figur A1: Honans ålders påverkan på ungarnas vikt. Den gråa ytan representerar 95% konfidensintervall. Figuren är ett resultat från en LMM och lutningskoefficenten för moderns ålder är -0,22 och för övriga parametrar se ekvation 1. Datan baseras på inventeringar av kattuggleholkar mellan åren 2007–2025.



Figur A2: Residualer för den högst rankade modellens predikterade värden. Residualerna visar skillnaden mellan observerad och predikterad vikt. Där den röda linjen visar nollinjen, vilket visar att de observerade och predikterade värdena är lika. Vidare är även residualerna spridda kring nollinjen utan något tydligt systematiskt mönster. Figuren används för att visuellt bedöma modellens anpassning kring de observerade värdena. Data värdena är tagna från kattuggle projektet i Skaraborg mellan åren 2007–2025.