



Gynnas talgoxens häckningsframgång av undervegetation i barrskogen?

- en experimentell studie om anpassad skogsgallring

*Does reproductive success in Great tits (*Parus major*) benefit from understory vegetation in coniferous forest? - an experimental study on retention thinning*

Angelia Ellvin

Självständigt arbete • (15 hp)
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för ekologi
Biologi- och miljövetenskap
Uppsala 2020

Gynnas talgoxens häckningsframgång av gallring i barrskogen? – en experimentell studie om anpassad skogsgallring

Does reproductive success in Great tits (Parus major) benefit from understory vegetation in coniferous forest? – an experimental study on retention thinning

Angelia Ellvin

Handledare: Sönke Eggers, SLU, Institutionen för ekologi
Bitr. handledare: Julian Klein, SLU, Institutionen för ekologi
Examinator: Göran Hartman, SLU, Institutionen för ekologi
Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Biologi

Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Biologi- och miljövetenskap
Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020

Nyckelord: talgoxe, häckningsframgång, boreal skog, gallring, undervegetation

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Arkivering och publicering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Metadata och fulltext blir då synliga och sökbara på internet. I samband med att dokumentet laddas upp arkiveras det även digitalt.

JA, jag ger härmed min tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>

Innehållsförteckning

Förkortningar	6
Sammanfattning	7
Abstract	8
1. Introduktion	9
2. Syfte och frågeställning	11
3. Metod	11
3.1. Studieart	11
3.2. Studieområde och design	11
3.3. Analys	12
4. Resultat	13
5. Diskussion	13
5.1. Felkällor	14
6. Slutsats	15
7. Tack	15
8. Referenser	15

Förkortningar

CR	Complete Retention (sv. ingen gallring)
CT	Complete Thinning (sv. låggallring)
URT	Understory Retention Thinning (sv. sparsam gallring)

S A M M A N F A T T N I N G

Skogsbruket orsakar strukturella förändringar som hotar biologisk mångfald världen över, men industrin är samtidigt nödvändig för samhället. Speciellt undervegetationen försvinner ofta vid låggallring (CT), som är den dominerande gallringsmetoden i bl.a. Skandinavien, Baltikum och Ryssland. Idag råder det dock stor kunskapsbrist om hur viktigt det lägre kronskiktet är för biologisk mångfald i stort. I denna studie undersöktes därför hur talgoxens häckningsframgång påverkas av mängden undervegetation runt boplatsen i samband med CT och en ny metod som har föreslagits i dess ställe, s.k. *Understory Retention Thinning* (URT), där delar av undervegetationen sparas. Datainsamling skedde i boreal skog under en 3-årsperiod och analyserades sedan i statistikprogrammet R. Resultatet tyder på att talgoxen inte påverkas av mängden undervegetation, vilket kan bero på att arten är en generalist som klarar sig i många olika habitat, men detta måste tolkas med försiktighet. Studien kan t.ex. underskatta betydelsen av undervegetation i brukad barrskog utan holkar, där effekten av naturliga fiender är mer påtaglig och lämpliga håligheter för bobygge ofta är begränsad. Framtida forskning uppmanas därför att fortsätta undersöka talgoxen för att klargöra resultatet av studien. Fokus bör även framöver ligga på att utreda huruvida URT är en bättre gallringsmetod än CT, vilket är någonting som inte kunde avgöras genom detta arbete.

Nyckelord: talgoxe, häckningsframgång, boreal skog, gallring, undervegetation

ABSTRACT

Structural changes in managed forests are a major threat to biodiversity today, but forestry and the products it provides are, at the same time, essential to society. Thinning from below (i.e. complete thinning, CT) removes much of the understory vegetation and is the standardized method in e.g. Scandinavia, the Baltic States and Russia. Yet, little is known about how important the lower strata is for most forest species. By comparing CT and a new method called *Understory Retention Thinning* (URT), where parts of the vegetation is preserved, this 3-year study tested how reproductive success in Great tits responds to the amount of understory surrounding the nest. The experiment was conducted in Swedish boreal forest and later analyzed in the statistical software R. No difference could be found between the separate sites, suggesting that Great tits are independent of understory vegetation for their reproduction. However, the result has to be carefully interpreted. For example, a structurally rich understory might still be of importance in managed forests without nest boxes, where natural cavities are rare and the predation risk is higher. Hence, following research should aim at establishing the outcome of this study. In addition, it was not possible to determine if URT is a better method than CT and therefore, this should also be further explored in the future.

Keywords: *great tit, reproductive success, boreal forest, thinning, understory vegetation*

1. Introduktion

Strukturella förändringar i skogen utgör ett av de största hoten mot biologisk mångfald idag (Eggers *et al.*, 2007). Ungefär 80% av alla landlevande djur och växter bor i skogen (FAO, 2020), men deras fortlevnad äventyras av modernt skogsbruk som fortsätter att skapa skogar av samma ålder och trädslag med låg strukturell komplexitet (Virkkala, 2016). Till skillnad från naturliga skogar präglas dessa ofta av enskiktade bestånd med stor brist på bl.a. undervegetation (små träd och sly), död ved och gamla träd. Många arter är beroende av sådana resurser för sin överlevnad och reproduktion och riskerar således att försvinna allt eftersom skogar världen över blir mer homogena (Boer *et al.*, 2019).

Utvecklingen i skogen är också en av flera anledningar till varför Aichi-målen, som 193 länder skrev under 2010 i ett försök att stoppa förlusten av biologisk mångfald till 2020, inte kommer att mötas (Naturskyddsföreningen, 2012). En rapport från 2019 visade att endast 3 av 20 mål var på god väg att lyckas (Miljödepartementet, 2019). Även många av nationernas egna miljömål, däribland Sveriges om *Ett rikt växt- och djurliv* samt *Levande skogar*, är inte längre uppnåbara till slutet av året (Naturskyddsföreningen, 2020).

Samtidigt är det nödvändigt att understryka skogsbrukets betydelse för samhället (FAO, 2020). Omkring 86 miljoner människor uppskattas arbeta inom skogsindustrin och ännu fler är beroende av de produkter som utvinns, så som mat, energi, mediciner, pappersmassa och byggmaterial. En ökande befolkning innebär dessutom att trycket på effektivisering ständigt stiger. I framtiden är det därför mycket viktigt att skogsbruket förändras på ett sätt som bättre kombinerar produktions- och miljömålen, men för att

detta ska uppnås måste bl.a. de metoder som idag ger strukturella förändringar hanteras.

En av de vanligaste bland dessa är gallring, som innebär att utvalda träd tas bort i syfte att öka tillväxten hos det kvarvarande beståndet samt underlätta fortsatt skötsel (Eggers *et al.*, 2007). I många delar av världen, så som Skandinavien, Baltikum och Ryssland, dominerar uttag av undertryckta träd i det lägre kronskiktet, s.k. låggallring (*eng.* Complete Thinning, CT) (Fig. 1; Eggers och Low, 2014). Detta ger snabbare tillväxt hos de grövre träden, vilket framförallt leder till högre intäkter vid sista avverkningen (Skogskunskap, 2017). I motsats till de andra metoderna höggallring (avverkning av de grövsta träden) och likformig gallring (alla kronskikt gallras lika mycket) öppnas dock inte krontaket upp och solinstrålningen förblir därför i princip oförändrad (Klein, 2018). Det här medför klen tillväxt av undervegetationen, som ihop med efterföljande röjningsinsatser lämnas betydligt glesare än innan ingreppet (Eggers och Low, 2014). Detta kan i sin tur få stora konsekvenser för alla arter som behöver det lägre skiktet för skydd, födosök och/eller

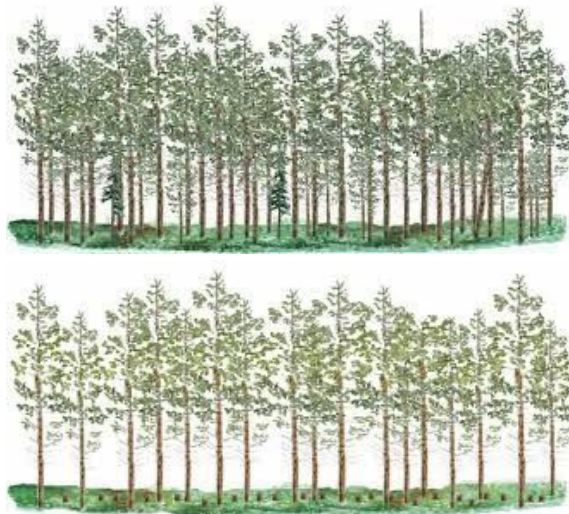


Fig. 1. Skogsbestånd innan låggallring (ovan) och efter (under) (tagen från Skogsstyrelsen, 2015).

bobygge, men idag är kunskapen fortfarande relativt begränsad kring hur gallring påverkar biologisk mångfald i stort.

En grupp som dock är känd för att minska i både abundans och artrikedom när habitatet får lägre heterogenitet är fåglar (se t.ex. Axelsson *et al.*, 2017; Carrascal *et al.*, 2006). Forskning har länge tytt på att även strukturen, snarare än artsammansättningen, är viktig för fåglar och en komplex undervegetation i skogen skulle därför kunna vara av betydelse (Avci *et al.*, 2015). Arter påverkas å andra sidan olika på grund av skillnader i t.ex. storlek och diet (Burivalova *et al.*, 2016). Det är därmed troligt att vissa fåglar knappt påverkas alls eller till och med gynnas av CT. Även många termofila växter samt andra djur än fåglar främjas sannolikt av det varmare mikroklimatet som uppstår med öppnare ytor (Gran och Götmark, 2019; Fedrowitz och Gustafsson, 2015).

Denna komplexitet framkom nyligen i en studie där lavskrikans (*Perisoreus infaustus*) häckningsframgång testades i olika mängd undervegetation runt boet (Eggers *et al.*, 2020). Resultatet visade att lavskrikan behöver undervegetation i närheten av bebyggelse för att kunna skydda boet mot predatorer, speciellt nötskrikan (*Garrulus glandarius*), men att häckningsframgången var högre i mer öppen skog där solen hjälper till att värma äggen och ungarna. I en liknande studie upptäcktes att även talltita (*Parus montanus*) och tofsmes (*Parus cristatus*) påverkades av undervegetationens täthet genom att både häckningsframgången och vinterpopulationen minskade i gallrade ytor (Eggers och Low, 2014). Talltitan drabbades dock betydligt hårdare än tofsmesen, som är dominant över talltita och fick övertag när födotillgången och antalet boplatser minskade. Som en lösning på detta föreslog därför forskarna bakom rapporten

en ny skötselmetod för ersättning av CT, s.k. *Understory Retention Thinning* (URT). Gallringen genomförs på samma sätt som CT, men istället för att alla små träd avverkas rekommenderas att lämna 5-6 granar per 100 m² (500-600 granar per ha). Detta skulle, enligt forskarna, kunna bidra till ett mer flerskiktat bestånd med ökat antal nischer, vilket skulle främja både fåglar som övrig biologisk mångfald. URT skulle kunna vara fördelaktigt även för skogsbolagen då röjning, som är kostsamt och endast till viss del underlättar avverkningshanteringen framöver, skulle minska. För länder med hög användning av CT (som de nämnda ovan) skulle metoden kunna visa sig mycket betydelsefull för framtida skötsel, i synnerhet med tanke på att dessa regioner består av boreal skog där fåglar utgör majoriteten av faunan (Hanowski *et al.*, 1998). I Finland enbart står fåglar för nästan 75 % av skogens totala antal djurarter.

Den här studien är från boreal barrskog i Sverige och undersöker hur gallring runt boplatser i samband med CT och URT påverkar häckningsframgången hos talgoxe (*Parus major*). Arten är en stannfågel som förekommer i en mängd olika miljöer bl.a. trädgårdar, städer och de flesta typer av skog, dock är tätheten som lägst i renodlad barrskog (Staaav och Wahlberg, 1993). I stora delar av Europa och Asien är mesen mycket vanlig (Perrins, 1979), men i Sverige går litteraturen idag isär gällande talgoxens populationsutveckling under de senaste cirka 30 åren (Svensk Fågeltaxering, 2019). Standardrutterna visar en genomsnittlig ökning medan trenden för punktrutterna har minskat svagt (Fig. 2). Hur går det egentligen för talgoxen och hur påverkas artens häckningsframgång av gallring i undervegetationen i jämförelse med de tidigare studierna om talltita, tofsmes och lavskrika?

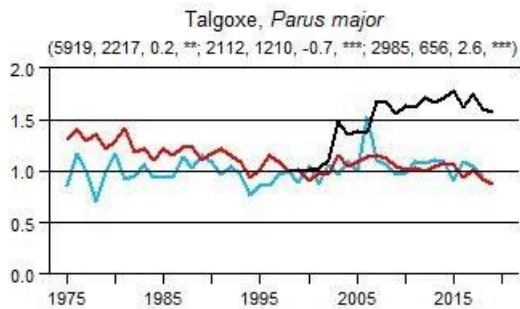


Fig. 2. Talgoxens populationsutveckling i Sverige mellan åren 1975-2019. Blå och röda linjer visar vinter- respektive sommarpunktrutter, svart linje visar standardrutter (tagen från Svensk Fågeltaxering, 2019).

2. Syfte och frågeställning

Syftet med det här arbetet är att utreda om förändringar i dagens gallring kan leda till att skogsbruk och artskydd kombineras på ett bättre och mer gynnsamt sätt. Det övergripande målet med detta är att öka kunskapen om undervegetationens innebörd i skogfåglars habitat, vilket förhoppningsvis kan förbättra möjligheten för att framtida produktions- och miljömål uppnås. Studiens frågeställningar är som följer:

- (1) Påverkas häckningsframgången hos talgoxe av mängden undervegetation?
- (2) Är URT ett bra alternativ till CT?

3. Metod

3.1. Studieart

Talgoxen är en duktig generalist med mycket allsidig föda, som på sommaren består av framförallt insekter för adulta individer och fjärilslarver för juvenila (Mainwaring, 2017). Under vinterhalvåret

byter talgoxen till frön av växlande slag (Broman och Palmquist, 1973). Studier har visat att arten ofta äter lågt ned eller på marken och god tillgång på undervegetation kan därför vara av betydelse (Perrins, 1979). Häckar gör talgoxen i diverse hålutrymmen eller holkar och är vanligtvis den fågel som är först på plats. Mesen är också skicklig på att ta över bon från andra och genom åren har många rapporter skett om dess aggressiva beteende gentemot andra fåglar (Hansson, 2016). Både mindre som större arter har fallit offer för talgoxens hårda näbb. Vanliga predatorer av småfåglar, så som mård, huskatt och vessla, kommer dock inte talgoxen undan (Perrins, 1979). Majoriteten av dödsfallen ligger sparvhöken bakom, som i Europa uppskattas stå för mellan 24-63 % av bortfallet per år av släktet *Parus* (Götmark, 2002). Äggen lägger talgoxen normalt i början av maj och kullstorleken är ofta mellan 8-10 stycken, men stora variationer förekommer (Stav och Wahlberg, 1993). Ungarna ruvas i cirka 14 dygn och är redo att lämna boet efter ytterligare lika lång tid, i regel någon gång mellan 5-20 juni (Götmark, 2002).

3.2. Studieområde och design

Studien utfördes mellan 2017-2019 i brukad barrskog i Uppsala län med bestånd av främst gran, tall och björk (Fig. 3). Gallring inom området sker, liksom i övriga landet, normalt tre gånger med 10-25 års intervall innan beståndet till slut avverkas vid 80-120 års ålder (Eggers *et al.*, 2007). Åtta mindre områden valdes ut där totalt 96 holkar sattes upp i ytor (50 m radie) med två holkar vardera på 25 m från mittpunkten. 32 holkar placerades i ytor som mellan årsskiftet 2017-2018 samt 2018-2019 inte gallrades (*eng.* Complete Retention, CR), 32 holkar sattes i ytor som under samma period



Fig. 3. Ovan: Exempel på ogallrad kontrollruta med hög strukturell komplexitet. Under: Exempel på yta som saknar undervegetation efter att ha låggallrats (foto Julian Klein).

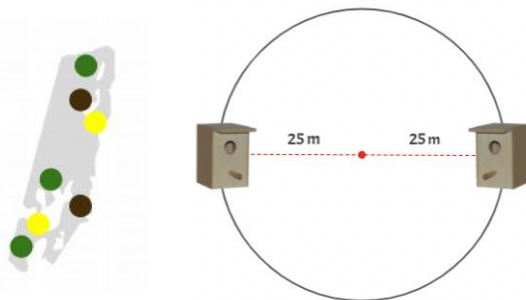


Fig. 4. Vänster: Exempel på 1 av 8 studieområden. De färgade cirkklarna visar de tre olika behandlingarna där brun är ytor som inte gallrades (kontroll), gul är ytor som låggallrades (CT) och grön är ytor som behöll delar av undervegetationen enligt URT. Området runt cirkklarna låggallrades, här visat i grått. Höger: Holkarnas uppsättning i mindre cirkklar om 50 m i radie.

låggallrades (CT) och ytterligare 32 holkar sattes i ytor där delar av undervegetationen bevarades enligt URT (Fig. 4). Låggallring skedde samtidigt inom studieområdena, men utanför cirkklarna. Datainsamling pågick varje studieår under häckningssäsongen april-juni.

3.3. Analys

För att kunna jämföra framgången före och efter gallring beräknades först (1) antalet bebodda holkar av talgoxe, (2) antalet ägg, (3) antalet kläckta, (4) antalet flygga ungar samt (5) om boet var framgångsrikt eller inte. Minst en flygg unge behövde finnas för att boet skulle ses som framgångsrikt. För antalet ägg, valdes den högsta siffran >0 innan boet övergavs. Antalet flygga räknades om sista observationen skedde minst 10 dagar efter kläckningsdagen, annars skrevs NA (*eng.* Not Applicable). Även då data var svår att avgöra, information saknades eller i andra fall berodde på datainsamlingen, t.ex. att antalet ägg var lägre än antalet kläckta, skrevs NA. Efter att sammanställningen av punkt 1-5 var klar plottades alla variabler i programmet R. Det förväntade resultatet var att CR inte skulle förändras märkbart, medan störst förändring skulle ske i de ytor som utsattes för låggallring och URT. De plotter som passade denna hypotes valdes ut för vidare analys med GLMMs (*eng.* Generalized Linear Mixed Models) för att inkludera s.k. fixed (statiska delar, t.ex. gallringsmetod) och random effects (då ett urval av en population studeras, t.ex. studieområden).

4. Resultat

Totalt undersöktes 288 holkar under hela studieperioden. Av dessa var ca. hälften (51 %) bebodda av talgoxar. Andra arter som hittades i holkarna, men som inte inkluderas i denna studie var bl.a. blåmes (*Cyanistes caeruleus*), nötväcka (*Sitta europaea*) och svartvit flugsnappare (*Ficedula hypoleuca*). De plotter som stämde med hypotesen (se metod) var antalet ägg och antalet flygga (Fig. 5). Antalet ägg minskade ytterst lite i CR och ökade med ungefär ett ägg i både CT och URT efter ingreppet. För antalet flygga ökade CR mer än förväntat (ca. 0.5), men spridningen hos mätpunkterna är stor och plotten behölls därför för vidare analys. CT och URT minskade samtidigt med omkring en resp. 0.5 flygga ungar. Analysen med GLMMs visade dock att det inte finns ett statistiskt samband mellan gallring och häckningsframgången för varken antalet ägg (p-värde >0.389) eller antalet flygga (p-värde >0.171).

5. Diskussion

Den här studien har undersökt vikten av undervegetation för häckningsframgången hos talgoxe i samband med gallring i svensk barrskog. Resultatet tyder på att häckningsframgången inte påverkas av mängden undervegetation, vilket kan bero på att talgoxen är en bred generalist, som till skillnad från de tidigare studierna om lavskrika, talltita och tofsmes (vilka alla återfinns i en viss miljö) inte är lika specifika i sitt habitatval. Talgoxen är även den största mesen i Sverige och dominant över de andra arterna (Fitzpatrick och Lovette, 2013). Det är därmed möjligt att den, precis som tofsmesen, fick övertag till

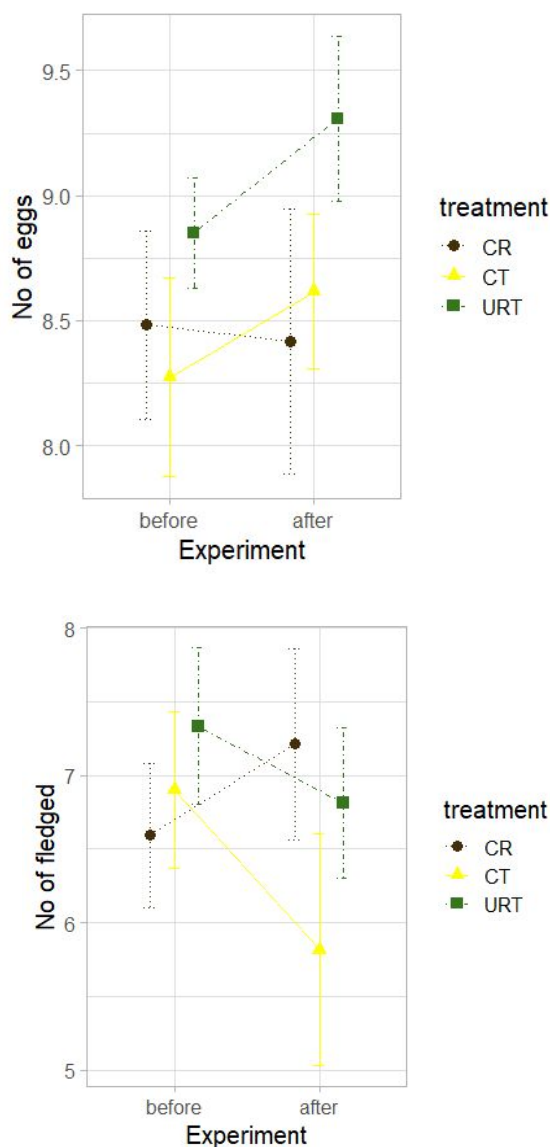


Fig. 5. Antalet ägg (ovan) och antalet flygga (under) före och efter experimentet. Brun linje visar ingen gallring (kontroll), gul linje visar låggallring och grön linje visar URT.

säkra bo- och födoplatser när mängden undervegetation minskade.

Det är dock mycket viktigt att bibehålla ett kritiskt synsätt till studien och förstå dess begränsningar. Till att börja med kan resultatet endast appliceras på barrskog i mellansverige. Hur häckningsframgången ser ut i t.ex. andra skogstyper (lövskog etc.)

eller norra delar av landet, där undervegetation skulle kunna vara en viktig komponent för att isolera mot kyla, kan studien inte uttala sig om. Vidare kan användningen av holkar innebära att talgoxen var mer skyddad mot predatorer, som lättare kan spolia häckningen i naturliga bohål (Brawn, 1988). Holkar kan även medföra att mindre tid och energi behöver läggas på att leta efter naturliga bohål, vilket kan vara fördelaktigt för reproduktionen. Dock användes holkar både före och efter gallring och denna felkälla bör därför kunna uteslutas, men studien kan eventuellt underskatta undervegetationens betydelse för talgoxen i brukad barrskog utan holkar, där effekten av naturliga fiender är mer påtaglig och håligheter ofta finns i lägre utsträckning.

En annan aspekt som måste tas i beaktning är att studien enbart har påvisat en korttidseffekt av gallring. För att kunna bedöma effekten i ett längre perspektiv skulle ungarnas tillstånd ha kunnat mätas, då detta har visat sig stå i positiv korrelation till chansen att överleva efter borymning (Boer *et al.*, 2019). En unge som klarar sig igenom första året leder dessutom för många fåglar till ökad populationstillväxt, vilket i sin tur gynnar arten som helhet. Kroppsvikt är ett välanvänt mått, där högre vikt betyder både större muskelmassa och fettreserver (Child, 2013). Detta hjälper fåglar att överleva under vintern samt övriga perioder då födotillgången är mer begränsad. Andra vanliga mått som indikerar hur stor chansen är för en unge att överleva i framtiden är bl.a. längden på tarsen (en del av foten som är genetiskt styrd) (Boer *et al.*, 2019) och förekomsten av *fault bars* (genomskinliga band över fjädrarna som produceras under stressiga förhållanden när ungarna utvecklas, t.ex. till följd av hunger eller dåligt väder) (Erritzoe, n.d.). Att mäta ungarna hade dessutom inneburit ett till sätt

att bedöma habitatkvaliteten på och därmed gett ett säkrare resultat, speciellt med tanke på att häckningsframgång inte nödvändigtvis styrs av samma faktorer som för t.ex. täthet och överlevnad (Johnson, 2007). Utöver detta finns det många anledningar till varför en individ väljer att bo i ett habitat med låg kvalitet över ett med hög kvalitet. Som ett exempel kan en mager individ välja att bosätta sig i ett riskfyllt habitat med hög födotillgång medan en mer välgödd individ istället väljer ett säkrare habitat, men med mindre föda. Att en talgoxe fanns i en låggallrad yta kan således bero på individuella skillnader snarare än en preferens hos arten för lite undervegetation. Ett annat exempel på detta visade sig i en studie om Nord- och Sydamerikanska fågeln nordpivin (*Contopus cooperi*), där både bobygge och täthet var högre i det sämre habitatet restaurerad skog, trots att bon var mindre än hälften så framgångsrika där jämfört med bon i det gynnsammare habitatet brandskadad skog (Boer *et al.*, 2019).

5.1. Felkällor

Efter analysen upptäcktes att mängden undervegetation varierade i provytorna och att effekten av samma gallringsmetod därför blev olika. Exempel: Anta att A har 10 små granar i undervegetationen och att B har 5 små granar. Efter låggallring har varken A eller B någon smågran kvar, trots att utgångsläget skilde sig åt. Med andra ord påverkades talgoxar i A mer av gallringen än individer i B. För att undvika detta bör framtida studier dela upp ytorna i kategorier från mycket till litet undervegetation.

6. Slutsats

Denna studie tyder på att det inte finns ett samband mellan häckningsframgången hos talgoxe och mängden undervegetation. Artens populationsutveckling i barrskogen kan därmed antas vara stabil. Det finns dock flera faktorer, så som holkanvändning och endast ett mått för habitatkvalitet, som leder till att resultatet måste tolkas med försiktighet. För att fastställa vikten av undervegetation för talgoxen bör därför framtida studier fortsätta att utreda detta. Vidare uppmanas till mer forskning om huruvida URT är en bättre metod än CT, vilket är någonting som inte kunde avgöras genom det här arbetet.

7. Tack

Jag vill rikta ett stort tack till mina fantastiska handledare Sönke Eggers och Julian Klein, som anförtrodde mig med deras data. Ni har lärt mig otroligt mycket och funnits där för mig under hela den här perioden. Utan er hade detta kandidatarbete inte blivit till!

8. Referenser

- Avci, M., Bergner, A., Eryigit, H. *et al.* (2015). Influences of forest type and habitat structure on bird assemblages of oak (*Quercus* spp.) and pine (*Pinus* spp.) stands in southwestern Turkey. *Forest Ecology and Management* 336: 137-147. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.10.025>.
- Axelsson, A., Green, M., Lindström, Å. *et al.* (2017). What drives current population trends in forest birds – forest quantity, quality or climate? A large-scale analysis from northern Europe. *Forest Ecology and Management* 385: 177-188. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.013>.
- Boer, J., Eggers, S., Hjältén, J. *et al.* (2019). Ecological restoration for biodiversity conservation improves habitat quality for an insectivorous passerine in boreal forest. *Biological Conservation* 237: 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.025>.
- Brawn, J.D. (1988). Selectivity and Ecological Consequences of Cavity Nesters Using Natural vs. Artificial Nest Sites. *The Auk* 105(4): 789-791. <https://www.jstor.org/stable/4087398>.
- Broman, A. och Palmquist, E. (1973). *Bokklubben Svalans fågelbok: hur våra vanligaste fåglar ser ut och lever och hur vi kan hjälpa dem*. Stockholm: Bonnier.
- Burivalova, Z., Chaudhary, A., Hellweg, S. *et al.* (2016). Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs. *Scientific Reports* 6. <https://doi.org/10.1038/srep23954>.
- Carrascal, L.M., de la Montaña, E. och Rey-Benayas, J.M. (2006). Response of bird communities to silvicultural thinning of Mediterranean maquis. *Journal of Applied Ecology* 43(4): 651-659. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01171.x>.
- Child, M.F., Dicks, L.V., Pople, D.A. *et al.* (2013). *Bird Conservation: Global evidence for the effects of interventions*. pp. 15.7. Exeter, Pelagic Publishing.
- Eggers, S., Ekman, J., Griesser, M. *et al.* (2007). Impact of Forestry Practices on Fitness Correlates and Population Productivity in an Open-Nesting Bird Species. *Conservation Biology* 21(3): 767-774. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00675.x>.
- Eggers, S., Griesser, M., Haverkamp, P.J. *et al.* (2020). Remotely sensed forest understory density and nest predator occurrence interact to predict suitable breeding habitat and the occurrence of a resident boreal bird species. *Ecology and Evolution* 10(4): 2238-2252. <https://doi.org/10.1002/ece3.6062>.
- Eggers, S. och Low, M. (2014). Differential demographic responses of sympatric *Parids* to vegetation management in boreal forest. *Forest Ecology and Management* 319: 169-175. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.02.019>.
- Erritzoe, J. (n.d.). Fault bars - a review. <http://www.birdresearch.dk/unilang/faultbars/Faultbar5.pdf>.
- FAO. (2020). *The state of the world's forests*. Hämtad från: <http://www.fao.org/state-of-forests/en/>.
- Fedrowitz, K. och Gustafsson, L. (2015). Naturhänsyn i skogsbruket kan ha god effekt enligt global analys. *Fakta Skog* 2. <https://www.slu.se/>

- globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog15/faktaskog_02_2015.pdf.
- Fitzpatrick, J.W. och Lovette, I.J. (2013). *Handbook of Bird Biology*. 3. uppl: 555. Chichester: Princeton University Press.
- Gran, O. och Götmark, F. (2019). Long-term experimental management in Swedish mixed oak-rich forests has a positive effect on saproxylic beetles after 10 years. *Biodiversity and Conservation* 28: 1451-1472. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01736-5>.
- Götmark, F. (2002). Predation by sparrowhawks favours early breeding and small broods in great tits. *Oecologia* 130: 25-32. <https://doi.org/10.1007/s004420100769>.
- Hanowski, J., Helle, P., Howe, R. *et al.* (1998). Ecological sustainability of birds in boreal forests. *Conservation Ecology* 2(2): 17. <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art17/>.
- Hansson, E. (2016). *Talgoxar som äter småfåglar - utspritt fenomen som dokumenterats länge*. Hämtad från: <https://www.natursidan.se/nyheter/talgoxar-som-attackerar-smafaglar-utspritt-fenomen-som-dokumenterats-lange/>.
- Johnson, M.D. (2007). Measuring Habitat Quality: A Review. *The Condor* 109(3): 489-504. <https://www.jstor.org/stable/4500987>.
- Klein, J. (2018). *The forgotten forest - linking thinning practice, stand structural complexity, and biodiversity in boreal forest landscapes*. Diss., Sveriges lantbruksuniversitet. https://pub.epsilon.slu.se/15684/11/klein_j_181008.pdf.
- Mainwaring, M.C. (2017). Causes and Consequences of Intraspecific Variation in Nesting Behaviors: Insights from Blue Tits and Great Tits. *Frontiers in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00039>.
- Miljödepartementet. (2019). *Konventionen om biologisk mångfald (CBD)*. Hämtad från: <https://www.regeringen.se/artiklar/2019/10/konventionen-om-biologisk-mangfald-cbd/>.
- Naturskyddsföreningen. (2020). *Kris för skogens biologiska mångfald – taket är nått för det svenska skogsbruket*. Hämtad från: <https://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/skog/rapport/taket-ar-natt>.
- Naturskyddsföreningen. (2012). *Sverige och Nagoyamålen*. Stockholm. https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2012_skog_naturvard_sverige_och_nagoyamalen.pdf.
- Perrins, C.M. (1979). *British tits*. London: Collins.
- Skogskunskap. (2017). *Gallringsform och gallringskvot*. Hämtad från: <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/gallra/gallringsprogram-och-stamval/gallringsformer/>.
- Staab, R. och Wahlberg, T. (1993). *Kunskapen om fåglar: alla häckande arter i Sverige*. Stockholm: Rabén & Sjögren.
- Svensk Fågeltaxering. (2019). *Alla trender för en art*. Hämtad från: <http://www.fageltaxering.lu.se/resultat/trender/allatrendertillsammans>.
- Virkkala, R. (2016). Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change?. *Biodiversity and Conservation* 25: 151-167. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1043-0>.