

VEDLEVANDE BIN I SLOTTSSKOGEN

Och varför deras bon är svåra att hitta



Fideli Törngren

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig kandidatexamen med huvudområdet biologi

BIO603, Examenskurs i biologi, 30 hp

Grundnivå

Termin/år: Vt 2024

Handledare: Åslög Dahl, Institutionen för biologi och miljövetenskaper

Examinator: Johan Uddling, Institutionen för biologi och miljövetenskaper

Foto på "Megachile centuncularis" av Bernhard Plank (2008)

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Introduktion.....	3
Bins bon.....	3
Död ved	3
Preferenser	4
Naturvårdande åtgärder	4
Syfte	4
Metod	4
Experimentdesign	4
Litteratursökning	5
Resultat.....	6
Diskussion	6
Bin i Slottsskogen.....	6
Boplatser.....	7
Föda och födosöksområde.....	8
Klimat och väder	8
Konkurrens	9
Skötsel förslag	9
Vidare forskning.....	10
Slutsats	11
Tack.....	11
Referenslista.....	12

Sammanfattning

Med de minskande bestånden av vildbin över världen finns det ett behov och ett fokus att bevara och stärka populationer genom naturvårdande åtgärder, däribland att tillgodose behovet av boplatser. För de biarter som bor i död ved innebär detta att lämna kvar döda stammar, både stående och liggande. Trots den viktiga roll bin har i vår födoproduktion saknas mycket information angående bins preferenser kring boplatser och i så fall vilka faktorer som spelar in i valet. Studiens mål var att se om bin föredrar vissa boplatser före andra, med specifikt fokus på stående eller liggande död ved, mängden solexponering, träslagets hårdhet samt stammens diameter. Data samlades in i Slottsskogen under våren 2024 och den döda veden delades in i kategorier baserat på om de var stående eller liggande, hur mycket sol som träffade stammen, trädart och mätningar gjordes av trädets diameter. 36 träd slumpades fram och under juni månad 2024 räknades antal sammanlagda hål i veden samt antalet hål ockuperade av bin. För få bon hittades för att göra en statistisk analys och fokus lades i stället på att förklara det låga antalet. Orsaken är oklar, men kan möjligtvis bero på flera faktorer, bland annat ett naturligt lågt antal bon i potentiella boplatser, den döda vedens placering i parken, föda för långt ifrån potentiella boplatser, mindre populationer orsakat av ett varmare och mer ostadigt klimat samt en förändrad markanvändning. För att stärka populationerna i parken rekommenderas Slottsskogen att placera död ved i områden med mer solexponering, med närhet till föda och bomaterial.

Introduktion

Antalet vildbin minskar i världen, och så även i Sverige (Zattara & Aizen, 2021). Minskningen beror på förändringar av deras habitat, bekämpningsmedel, klimatförändringar, invasiva arter och förvaltningsmetoder (Lima *et al.*, 2022). Förlusten av pollinatörer, såsom vilda bin, kan få stora konsekvenser världen över och enligt Porto *et al.* (2020) uppgår värdet på de ekosystemtjänster vi tar del av från pollinationen av enbart våra grödor från 195 miljarder US\$ - 387 miljarder US\$. Enligt Scherer *et al.* (2020) bör den högsta prioriteringen vara att stoppa förlusten av pollinatörer för att kunna säkra tillgången till mat, och detta bör ha en högre prioritering än till exempel förbättring av markpackning eller att hindra reducere av näringsämnen i jorden. Vildbin har även en viktig, ekologisk roll med unika växt-pollinatör-relationer. Bin står för en stor del av den pollinering som sker i naturen och är därför viktiga för bibehållandet av växters artmångfald i många områden. Kunskap om vilka förhållanden vildbin föredrar vid byggandet av sina bon är viktig för det bevarandearbete som krävs för att bibehålla starka populationer av vilda bin, då tillgången på lämpliga boplatser har, tillsammans med tillgången på föda, en stor roll i sammansättningen av bisamhällen (Potts *et al.*, 2005). Trots detta finns det väldigt lite information om vilka faktorer som spelar in i bins val av boplatser.

Bins bon

Var och hur vilda bin bygger sina bon används för att gruppera bin och baseras på om de lever i håligheter under mark, ovan mark eller om de parasiterar på andra bins bon. Ofta är det familjer som fördelas inom kategorierna, trots att olika släkten inom samma familj observerats föredra olika boplatser (Harmon-Threatt, 2020). Många av de solitära bin som bygger bon ovan mark gör så i hålor gjorda av olika vedborrande insekter i död ved. En del arter, cirka 30 stycken, gör sina egna hål, men de flesta, cirka 140 arter, är beroende av andra insekter (Westerfelt *et al.*, 2015). I bohålorna bildar vildbin celler där de lägger sina ägg tillsammans med ett förråd av mat för att sedan täcka igen ingången till hålet (Budriene *et al.*, 2004). Just solitära, hålboende bin kan gynnas av urbanisering och stadsmiljöer kan bli mer attraktiva för vildbin vid förändringar i jordbruket (Wilson & Jamieson, 2019). Det moderna jordbruket med dess monokulturer och bekämpningsmedel är skadligt för bin och riskerar att skada populationerna (Hristov *et al.*, 2020). De bin som bor ovan mark kan hitta boplatser i människogjorda strukturer, såsom husfasader och staket, medan urbaniseringen kan begränsa tillgången till de miljöer de bin som bor under mark behöver (Fortel *et al.*, 2016). Att använda urbana miljöer för att förbättra förutsättningarna för bin kan därför vara ett bra alternativ i de bevarandeinsatser som görs. Baldock *et al.* (2019) föreslår inte bara att utöka antalet gröna, pollinatör-vänliga ytor i städer, men också att förbättra skötseln och kvaliteten av redan befintliga ytor.

Död ved

Död ved förekommer i flera former, däribland högstubbar, torrakor, silverstubbar och lågor (Skogsstyrelsen, 2020), där alla utom lågor är exempel på stående död ved. Beroende på vilken typ av död ved och vilken miljö veden befinner sig i utsätts den för olika förhållanden, såsom olika nivåer av fuktighet, vind och solbelysning, vilket skapar olika levnadsförhållanden för insekter. Fuktskillnader mellan liggande och stående död ved är ett exempel på hur förhållanden skiljer sig åt mellan olika typer av död ved, där stående död ved är torrare än liggande (Green *et al.*, 2022). Även träart kan ha betydelse då olika träslag har olika hårdhet (Skogskunskap, 2022), vilket eventuellt kan göra det mer eller mindre svårt för insekter att borra in i veden. Detta kan ha en effekt även på de vildbin som är beroende av att andra insekter gör hål i veden åt dem. Bin kan dessutom vara väldigt specifika i valet av diametern av bohål (Budriene *et al.*, 2004), så det krävs att de insekter som skapar en optimal håldiameter trivs i samma ved som bina.

Preferenser

Westerfelt *et al.* (2015) såg i sin studie om hur ålder på död ved är kopplad till antalet bobyggande bin tecken på att det fanns en preferens för stående död ved. Detta kan dock ha berott på att de lågor man undersökte var tunnare än den stående veden. Westerfelt såg även en preferens för de "trap nests" som användes i studien över naturlig, död ved. Trap nests är artificiellt gjorda boplatser av varierande material som används för att lättare kunna studera bland annat bin, då dessa strukturer lätt kan flyttas in i labb när bina har byggt sina bon. De trap nests som användes av Westerfelt *et al.* var gjorda av tall, vilket är ett mjukt träslag, men då de var nya och inte blivit utsatta för fukt och nedbrytning så var träet ändå hårdare än träden i de naturliga boplatserna. Detta kan antyda att bin föredrar att bygga bo i torrare, hårdare trä. Bohålets höjd över marken har betydelse vid val av boplatser för tre arter av *Hylaeus* (Scott, 1995) och detta, tillsammans med resultaten i Westerfelt *et al.* (2015) indikerar att bin har preferenser när det kommer till valet av boplatser. Fukt har en påverkan på insektslarvers och puppers utveckling, där extrema värden av relativ fuktighet leder till ökad dödlighet samtidigt som det finns ett positivt samband mellan en ökning i fuktighet och överlevnaden för puppor (Dulaurent *et al.*, 2011). Fuktighet skulle därför också kunna ha en påverkan på bins val av boplatser. Detta stöds av Michener (1964) som säger att fuktighet är ett betydelsefullt inslag i larv- och puppstadiet för bin, men även att fuktnivån på födan som lämnas i cellen för larven att äta upp är viktig och att den varken får vara för torr eller för fuktig.

Naturvårdande åtgärder

På grund av minskningen av vildbin och vårt behov av deras ekosystemtjänster finns det ett fokus att bevara och stärka populationer med hjälp av naturvårdande åtgärder. Med hjälp av ökad kunskap om bins preferenser kan man med rätt skötsel fylla ett bredare behov med färre resurser. Stadsmiljöförvaltningen i Göteborg kartlade 2022 pollinatörer i Slottsskogen och deras livsmiljöer i parken (Lindholm & Jonsson, 2022). I kartläggningen ingick även en skötselplan med förslag på förbättringar kring boplatser, såsom död ved. Med större kunskap kring bins val av boplatser kan skötselplaner effektiviseras och optimeras efter ett särskilt syfte, såsom bevarandet av pollinatörer.

Syfte

Målet med arbetet är att undersöka om det finns en preferens hos solitära, vilda bin vid val av boplatser i död ved. Det största fokuset kommer vara att se om det finns en preferens mellan stående och liggande död ved, men även om denna preferens ser annorlunda ut mellan olika levnadsmiljöer, såsom vid olika nivåer av solexponering. Projektet kommer även undersöka om det finns en preferens för vilda bin mellan olika träslag, med fokus på träslagets hårdhet, samt om det finns en korrelation mellan tjockleken på stammen och andelen bosatta bin.

Hypotesen är att det kommer finnas en preferens hos bin för särskilda faktorer och att detta kommer påverka i vilken typ av död ved bin väljer att bosätta sig. Förväntningarna är att bin kommer att föredra att bygga bon i stående död ved av hårdare träslag i soligare miljöer. Även att de kommer ha en preferens för död ved med en större diameter. Detta baseras på de observationer som gjordes i studien av Westerfelt *et al.* (2015).

Metod

Experimentdesign

Data samlades in från Slottsskogen genom att först göra en inventering av den döda veden som finns där. Sammanlagt samlades information in om 77 objekt under våren 2024; detta efter att objekt som var svåråtkomliga och där senare datainsamling skulle bli besvärlig ignorerades, såsom ved i branta, alternativt klippiga miljöer eller med mycket ris och snår runtomkring. Även träd där

det inte gick att identifiera trädslaget på grund av avsaknaden av bark lämnades utanför studien. Varje objekt markerades på en karta och fick ett ID-nummer tillsammans med information om veden var stående eller liggande, trädart samt mängden solexponering. Informationen fördes in i Microsoft Excel för att sedan kunna analyseras i Rstudio.

De döda träden vars data samlades in var alla synliga från gångvägarna i parken. Detta var dels för att underlätta att hitta tillbaka till objekten när senare data skulle samlas in, men också för att mänsklig störning som faktor skulle vara lika över alla objekt. Träden delades därefter in i kategorier baserat på träslagets hårdhet enligt Jankametoden och kategorier baserat på mängden solexponering.

Kategorier baserat på träslagets hårdhet (Skogskunskap, 2022)

Mjuka träslag (25-45 MPa): Lind, tall, gran, al

Medelhårda träslag (45-75 MPa): Fågelbär, alm, ek, björk

Hårda träslag (75-100 MPa): Lönn, ask, bok, avenbok

Kategorier av mängden solexponering

Soligt: Sydlig riktning utan träd som skuggar eller öppna platser utan närliggande träd eller byggnader

Halvskuggigt: Östlig/västlig riktning, sydlig riktning med tidvis skuggning från träd eller byggnader samt gles skog med mycket ljusinsläpp

Skuggigt: Nordlig riktning, tät skog med lite ljusinsläpp eller kraftig skuggning från närliggande träd eller byggnader

En stratifierad slumpning av träden gjordes för att få fram minst tio replikat av varje kategori. Sammanlagt slumpades 36 träd fram, varav 18 stående, 18 liggande, tio i sol, 15 i halvskugga, elva i skugga, tio mjuka träslag, 14 medelhårda träslag och tolv hårda träslag. De framlumpade objekten besöktes sedan igen under juni månad. 1,5 meter mättes ut från marken/ändan på den döda veden upp på stammen med hjälp av ett måttband. Detta gjordes dels för att begränsa storleken på den yta som skulle genomsökas efter hål, men även för att allt över den höjden på stående träd blir svårt att observera. Att det gjordes från ändan av den liggande veden var dessutom för att minska partiskhet och förhindra att ett område på stammen med fler hål väljs ut före områden med färre hål. Därefter mättes diametern. På den liggande veden mättes detta vid den ena ändan och på den stående veden mättes diametern närmast marken. Antalet hål gjorda av insekter räknades sedan från marken/ändan av veden upp till 1,5 meter på stammen. Sedan räknades de hål som ockuperades av bin. Detta gjordes genom att räkna antalet igenpluggade hål, samt genom att observera opluggade hål där bin syns flyga in eller ut. Andelen hål ockuperade av bin i varje träd beräknades genom att dividera antalet hål ockuperade av bin med det totala antalet hål för att användas i analyserna. Detta för att ta bort de vedborrande insekternas preferens som faktor, samt för att ta hänsyn till att de olika träden har olika stor yta.

Litteratursökning

Vid sökning efter artiklar och litteratur har Göteborgs Universitets databas och Google Scholar använts. För att hitta information användes sökningen "solitary bees" och "wild bees" för att undvika resultat om honungsbin. Dessa fraser har använts tillsammans med "nesting", "dead wood", "food", "foraging", "foraging range", "climate", "climate change", "weather", "precipitation", "temperature" och "competition". De artiklar som har inkluderats i litteratursökningen har varit sådana som skett i liknande miljöer som vi ser här i Sverige. Artiklar som handlat om arter som hittats i Slottsskogen har varit extra intressanta, men även studier om andra arter har inkluderats då de fortfarande kan vara relevanta. Artiklar som blivit refererade till i den litteratur som lästs har också använts utefter relevans. Information om Slottsskogen med tidigare inventeringar och skötselplaner har erhållits från Linda Thelin vid Göteborgs Stadsförvaltning.

Resultat

Den döda veden som studerades var både i öppna ytor och i skogsmiljöer, med en stor variation av solexponering. De flesta träd var dock mestadels i miljöer där de var mer eller mindre skuggade, och endast tio stammar hittades i full sol efter den första inventeringen. Endast ett av träden som slumpades fram hade ett hål, vilket var igenpluggat med söndertuggat trä. Trädet var en stående bok, vilket är ett hårt träslag, i halvskuggig miljö omringad av lövträd. På grund av avsaknaden av data så kunde en analys inte göras. I stället för en analys observerades träd som hamnade utanför slumpningen. Detta var dels för att se om det var på grund av slumpningen som så få bon återfanns och för att se om igenpluggade hål kunde hittas överhuvudtaget, men också för att se om tillräckligt med data kunde samlas in för att en statistisk analys skulle vara möjlig.

Utanför de slumpade träden hittades en stam där det fanns åtta ockuperade hål samt ett där ett bi aktivt höll på att bygga ett bo. Sju av de åtta hålen var bebodda av bin av släktet *Megachile*, vilket kunde ses på hur hålen var igentäppta med blad. Ett av hålen var igentäppt med söndertuggat trä, vilket liknade den igenpluggning som fanns i hålet i det framslumpade trädet. Trädet missades i inventeringen och hittades vid en andra genomgång av parken. Trädet de ockuperade hålen hittades i var en bok med en diameter på 98 cm. Stammen låg på en öppen gräsmatta i full sol, utan träd eller byggnader i närheten som hade kunnat skugga trädet, med de ockuperade hålen i östlig riktning. I närheten av gräsmattan fanns en anlagd äng med en stor variation av ängsblommor.

Även insektshotellen i parken observerades och de två insektshotellen hade flera igenpluggade hål. Båda ligger i soliga lägen och i anslutning till antingen en fruktlund och/eller en äng. Fler ockuperade hål hittades i insektshotellen än vad som sammanlagt hittades i all den ved som observerades.

Diskussion

Bin i Slottsskogen

Förvånansvärt få bin hittades när den döda veden studerades och fokus fick flyttas från att göra en dataanalys till att söka information om vad detta kunde bero på. En första tanke var att det var för tidigt på säsongen och att inte tillräckligt många biarter var klara med sitt bobyggande, men detta motbevisades vid observation av parkens insektshotell där flertalet boplatser redan var ockuperade och igenpluggade. Metoden att använda igenpluggade hål för att studera bin har använts tidigare, i studien av Westerfelt *et al.* (2015), så det är en beprövad metod. Dock fanns det väldigt lite material att tillgå med bilder över hur ”pluggarna” kan se ut, så det låga antalet boende bin i datan skulle kunna bero på att de helt enkelt missades. Risken att anlagda bon missas kan även bero på att vissa arter täpper igen ingångshålet längre in (Westerfelt *et al.*, 2015), vilket kan göra att de inte upptäcks.

Vid en inventering som utfördes av Naturhistoriska museet 2022 hittades 44 olika arter av bin i parken med hjälp av fällor (Stadsmiljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023). Detta visar på en stor variation av bin i parken, men det säger ingenting om deras boplatser. De vedlevande arter som hittades under inventeringen var småcitronbi (*Hylaeus brevicornis*), gårdscitronbi (*Hylaeus communis*), ängscitronbi (*Hylaeus confusus*), kölcitronbi (*Hylaeus hyalinatus*), rosentapetsarbi (*Megachile centuncularis*) och rödmurarbi (*Osmia bicornis*) (SLU Artdatabanken, 2024). Även backcitronbi (*Hylaeus rinki*) hittades och är vedlevande, men då den bygger bo i hallon- och björnbärsbuskar hade dess bon inte hittats i min undersökning. Det är tydligt att det finns bin i parken och att det finns en god tillgång av död ved, så frågan är varför inte fler bin har byggt bo i de döda träden, och i stället verkar ha valt att bosätta sig i insektshotellen.

Boplatser

Under Westerfelt *et al.* (2015) studie om kopplingen mellan ålder på död ved och antalet bobyggande bin noterades en preferens för ”trap nests”, vilket troddes kunna bero på att de var gjorda av ett hårdare träslag. Skillnaden i preferens var stor; endast 1,8 % av potentiella boplatser var ockuperade i död ved, medan andelen var 31,5 % i trap nests. Detta stämmer överens med vad som observerades i Slottsskogen, där få potentiella, naturliga boplatser var ockuperade medan flera hål var bebodda i parkens insektshotell. Om fler bon hade hittats under studien hade sambandet mellan träslagets hårdhet och antal boende bin kunnat studeras, men då så få ockuperade hål hittades är detta ännu bara en spekulering. De träd som hittades som var ockuperade var dock av hårt träslag, vilket hade kunnat indikera en tendens i valet av hårdhet, men med så få replikat kan inget fastställas. I en studie av von Königslöw *et al.* (2019) såg man vid jämförelsen mellan olika insektshotell att materialet på boet kan ha haft en mindre betydelse än jämnheten på ingångshålet, där hål med släta, jämnare kanter var mer populära än hål med grövre, ojämna kanter. Detta hade kunnat förklara preferensen för insektshotell, om ingångshålen är jämnare där än på naturligt förekommande hål i död ved.

Medan vissa biarter är bredare i sitt val av diameter på bohålet (en variation på 5-6 mm), har de flesta specifika krav på hur brett bohålet behöver vara (Budriene *et al.*, 2004). Diametern på hålet verkar kunna vara viktigare vid valet av boplatser än trädart och ålder på trädet (Westerfelt *et al.*, 2015). En större diversitet av vedborrande insekter och storleken på hålen de bildar i död ved är kopplad till en större diversitet av vedboende bin, då träd som har hål med varierande diameter kan hysa fler bin med olika kroppsstorlek (Sydenham *et al.*, 2015). Det kan därför antas att bin är kopplade till särskilda vedborrande insekters spridningsområden, eftersom deras håldiameter motsvarar biets preferens. Det skulle därför gälla att skapa en gynnsam miljö även för andra insekter för att det ska finnas tillräckligt med bomöjligheter för att kunna upprätthålla starka populationer av bin. De vedborrande insekternas behov av död ved har gjort dem känsliga för det moderna skogsbruket där endast små mängder döda träd lämnas kvar. De kan även ha dålig spridningsförmåga, vilket gör att dessa insekter får svårt att sprida sig till nya habitat i ett fragmenterat landskap. Dessa faktorer har lett till att man på flera platser i västra Europa har sett regionala utdöenden av vedborrande insekter (Grove, 2002), vilket i sin tur eventuellt kan leda till problem för lokala bipopulationer. Med en park som Slottsskogen, som ligger mitt i en storstad, finns det risk att det är svårt för insekter att hitta dit; framför allt för de med dålig spridningsförmåga. Det låga antalet bon i parken hade därför kunnat bero på för få vedborrande insekter som skapar hål med rätt diameter, om dessa har svårt att sprida sig till parken från omgivande områden.

Ett tätt lövverk och skuggning från trädkronor är kopplat till färre bin i ett område (Grundel *et al.*, 2010), samtidigt som vissa biarter är kopplade till skogsmiljöer (Sydenham *et al.*, 2015). Största delen av Slottsskogens döda trädstammar befann sig i de halvskuggiga och skuggiga miljöer som parkens stora skogsområden erbjuder, vilket kan förklara varför så få bon hittades. Det skulle kunna innebära att de arter som hittas i Slottsskogen är mer kopplade till soliga ytor, vilket i så fall betyder att det finns för lite död ved i de mer öppna områdena. Flera trädgårds- och natursidor uppmanar till att sätta insektshotell i soliga och varma lägen för att gynna solitära bin, men informerar om att för varma platser i fullt solsken kan riskera att döda larverna (Gecko Trädgårdsbutik, u.å.; Naturskyddsföreningen, 2023; Natursidan, 2022; Rikare trädgård, 2024). Att trädet i Slottsskogen var bebott av flera bin skulle kunna vara ett tecken på att soliga miljöer huserar fler bin, och att fler döda träd i soliga områden kan vara gynnsamt i ett naturvårdande syfte.

Många bin bygger sina bon i närheten av andra boende bin och skapar en aggregering av bon, även när bina är solitära (Vickruck & Richards, 2017). Hur stor påverkan detta har vid valet av plats för bosättning och hur stor preferens bin har för ved som redan är bebodd är oklart, men det skulle kunna ha en påverkan. Då så få bon hittades i Slottsskogen skulle detta, om aggregeringar av bon är en viktig faktor, kunna göra att fler bin är ovilliga att flytta in.

För att bin ska trivas och bygga bon krävs närhet till flera resurser, däribland material för att bygga boet (Gathman & Tscharntke, 2002). Bland annat rosentapetserarbi (*Megachile centuncularis*), ett av bina som tidigare hittats i parken, behöver, som namnet antyder, rosenbuskar, alternativt lönn eller andra träd med tunna blad för att klä sina bohålor och täcka igen ingångshålet med (SLU Artdatabanken, 2024). Det var troligtvis just rosentapetserarbin som hittades i den solbelysta stammen, eftersom detta var det enda tapetserarbi som hittades under inventeringen 2022, vilket skulle innebära att det finns god tillgänglighet av resurser för att bygga bo i det området.

Föda och födosöksområde

Var bin väljer att bygga sina bon och lägga sina ägg kan bero på storleken på deras födosöksområde. Hur långt bort individer väljer att söka föda är kopplat till deras storlek (Gathmann & Tscharntke, 2002; Greenleaf *et al.*, 2007) och för vissa arter kan denna distans vara väldigt liten (Westreich *et al.*, 2023). Det gäller därför för bina att hitta bo inom en passande radie från näringskällan. Studien av Gathmann & Tscharntke (2002) visade att sträckan bin rör sig från sitt bo för att hitta föda är 150-600 meter, där större bin flyger längre sträckor medan mindre bin har ett mindre födosöksområde.

En del biarter är oligolektiska, vilket innebär ett väldigt smalt urval av föda på endast en eller några få växter. Detta har ingen påverkan på storleken av födosöksområdet (Gathmann & Tscharntke, 2002). I Sverige och Finland räknas 60 arter av bin som oligolektiska, där *Campanula* och *Salix* är extra viktiga födokällor (Pekkarinen, 1997). Att ha ett smalt födourval, tillsammans med en begränsad storlek på födosöksområdet, kan försvåra för särskilda biarter att hitta en passande boplats. Framför allt när valet av bohålets diameter kan vara väldigt specifikt (Budriene *et al.*, 2004). Antalet biarter är positivt kopplat till antalet blommor i området (Grundel *et al.*, 2010; Westreich *et al.*, 2023), så för att skapa en miljö där en stor mängd bin trivs krävs troligtvis en god variation av blommande växter tillsammans med ett urval av passande, närliggande boplatser. Alla de vedlevande bina som hittades under inventeringen 2022 är generalister när det kommer till föda. De viktigaste näringskällorna som delas mellan arterna är morot (*Daucus carota*), kirskål (*Aegopodium podagraria*), stjärnflocka (*Astrantia major*), prästkrage (*Leucanthemum vulgare*) samt olika typer av fibblor och fruktträd (SLU Artdatabanken, 2024). Födourvalet i parken bör ses över, både vad de gäller födan för de generalister som redan finns i parken, men även för att gynna andra, oligolektiska arter för att på så sätt öka diversiteten i parken.

I Slottsskogen finns två anlagda ängar, varav insektshotellet vid Naturhistoriska museet ligger i nära anslutning till den ena. Där hittades flera ockuperade hål. Det var också i anslutning till den ängen som trädet med flertalet bon hittades. Just i detta område finns det inte så mycket död ved, framför allt inte nära ängen. Att bon hittades där, men inte i andra områden, antyder att detta kan fungera som en bra plats att utveckla med hänseende till att stärka bipopulationerna i parken. Med tanke på solitärbins begränsade födosöksområde bör fler möjliga boplatser skapas i nära anslutning till lämplig föda; alternativt skapa fler områden med ett stort urval av blommande växter. Att fler bon inte hittades i andra delar av parken kan vara orsakat av en avsaknad av död ved med närhet till föda.

Klimat och väder

Sedan mitten av 70-talet har den årliga medeltemperaturen i Sverige ökat från 4°C till 6°C, vilket är en större ökning än vad man har sett i andra delar av världen (SMHI, 2022c). Under samma period har mängden årlig nederbörd också ökat i Sverige; från 600 mm/år till 700 mm/år (SMHI, 2022b). En temperaturökning med ungefär 1-2°C har setts öka dödligheten hos bin (specifikt *Osmia ribifloris*) med 30-75% (CaraDonna *et al.*, 2018). Men inte bara ett varmare klimat har en negativ påverkan. Även variationer i dygnstemperaturen kan ha en negativ påverkan på exoterma,

landlevande organismer (Paaijmans *et al.*, 2013). Med den temperaturökning man sett i Sverige så hade det kunnat ha en effekt på bipopulationerna; inte bara i Slottsskogen, utan i hela landet.

Eftersom bin och växter är beroende av varandra och båda är påverkade av väder och klimat krävs det att reaktionen till förändrade förhållande hos den ena matchar reaktionen hos den andra. En viktig del i bins livscykel är vid vilken tid de kommer ut ur sina bohålor. Signalen för detta är vädret, vilket också påverkar starten för växternas blomningsperiod (Westreich *et al.*, 2023). Detta riskerar att skapa försämrade födoförhållanden om timingen mellan starten på blomningen och binas utkomst ur bona på våren inte matchar. Man har sett att vissa blommor har en större tidsförskjutning i blomningsperioden än vad lokala biarter har vid högre temperaturer (Kehrberger & Holzschuh, 2019) och man kan se att vegetationsperioden i Sverige har tidigare lagts och förlängts sen slutet av 90-talet (SMHI, 2022a). Den tidigare lagda våren kan leda till en högre mortalitet och en lägre vikt hos bin innan de kommer ut ur sina bon, samt en högre mortalitet efter utkomst ur boet (Slominski & Burkle, 2019). En förändrad reaktion i jämförelse med konkurrenter kan också orsaka problem, om en senare utkomst ur boet för bina gör att mycket av nektar och pollen redan är taget av konkurrenter som har en bättre anpassningsförmåga (Kehrberger & Holzschuh, 2019). En studie från Fründ *et al.* (2013) visade att även temperaturen under vintern, när bina är ligger som puppor i sina bon, har en påverkan för vissa arter på vid vilken tidpunkt de kommer ut ur sina bon på våren, där ökande vintertemperaturer gav en tidigare utkomst och en lägre vikt på bina. Om det finns en asynkronitet mellan bin och blommor i Slottsskogen, samt hur påverkade bina i parken är av varmare temperaturer under vintern, är inte känt, men ett år med väder utanför det normala hade kunnat ge en högre mortalitet för bin det året, vilket hade kunnat minska mängden bon som hittas och förklara varför så få hittades under studien.

För *Osmia bicornis*, en av arterna som har observerats i parken, kan ökande temperaturer ha en negativ påverkan på hanarnas parningssignaler. De använder vibrationer och lukt för att locka till sig honor, men dessa signaler förändras med stigande temperaturer för vissa hanar, medan honornas preferens inte ändras. De hanar med minst förändring i signalering hade en större parningsframgång (Conrad *et al.*, 2017). Detta kan leda till en minskad fekunditet, men eftersom endast vissa hanar uppvisar en förändring skulle det kunna leda till en framtida anpassning.

Konkurrens

I parken finns flera bikupor med honungsbin och det kan antas att det skapar en viss konkurrens mellan dem och de solitära vildbin som finns i Slottsskogen, framför allt då honungsbin har ett större födosöksområde än vildbin (Perfect bee, u.å.). Att honungsbin utkonkurrerar solitärbin i jakten på föda är trots detta ingenting man har sett bevis på (Hudewenz & Klein, 2013; Steffan-Dewenter & Tscharrntke, 2000). I studien av Hudewenz och Klein (2013) såg man dock att antalet bin boende i ihåliga stjälkar, vilket vissa vedboende bin såsom ängscitronbin (*Hylaeus confusus*), småcitronbin (*Hylaeus brevicornis*) och kölcitronbin (*Hylaeus hyalinatus*) ibland gör, minskade vid närvaro av honungsbin. Att bikuporna som är utplacerade i parken skulle ha en påverkan på mängden solitära bin i området är därför inte troligt och att så få färdigbyggda bon hittades kan inte förklaras av honungsbinas närvaro. Man har dock sett att honungsbin och vildbin överlappar i vilka blommor de besöker, vilket skulle kunna leda till en hårdare konkurrens vid begränsningar i antalet tillgängliga blommor (Page & Williams, 2023).

Skötsel förslag

Baserat på vad litteraturen säger och var den döda veden i Slottsskogen är placerad nu så bör områdena kring den döda veden ses över, alternativt flytta den döda veden till områden med mer gynnsamma förhållanden. Detta innebär öppna områden i sol med närhet till föda. Som det ser ut nu finns den största delen av den döda veden i skuggiga områden i skog, där det också finns en brist på blommande växter som fungerar som föda för bina. För att täcka födopreferenser för så

många vedlevande biarter som möjligt bör mängden och placeringen av växter såsom vildmorot, kirskål, stjärnflocka, prästkrage, fibblor och olika fruktträd ses över och se till att det finns tillgängliga boplatser i närheten av dessa resurser. Avståndet mellan boplatser och föda bör begränsas till som mest 600 m, men får gärna placeras närmre för att gynna de mindre bina med ett mindre födosöksområde i parken. Även närheten till material för bobyggandet bör finnas i åtanke när man väljer platser för att placera döda stammar. Detta innebär bland annat närhet till lera samt växter med tunna blad, gärna rosenbuskar, men även lönn. Med dessa faktorer i åtanke, både vad det gäller föda, bomaterial och solexponering, bör en inventering göras för att hitta de platser i parken med mest gynnsamma förhållanden, alternativt utveckla områden för att bli mer attraktiva med god tillgänglighet på resurser.

Det finns ingen anledning till att död ved ska användas före insektshotell med tanke på den stora mängd bon som hittades i de två insektshotell som redan finns i parken. Det kan vara enklare att kontrollera att bohålen har en god variation av djup och diameter i bihotell än vad det eventuellt är i naturlig död ved för att skapa så goda möjligheter som möjligt för bina att hitta ett passande bo. Alternativt kan hål borraras i stammar för att skapa fler tänkbara boplatser. Båda alternativen kan leda till jämnare ingångshål, vilket är positivt. Insektshotell har fördelen mot död ved att det är tydligt för besökare vad syftet är och kan användas för att informera och inspirera allmänheten. Däremot bidrar död ved till en mer naturlig miljö i parken, så en kombination av båda former av boplatser kan vara att föredra.

Med de ökande temperaturerna och det mer varierande vädret är det oklart hur det kommer påverka bipopulationerna. Det riskerar att leda till en ökad mortalitet och att färre bin kommer ut efter vintern. Det kan också leda till en försämrad förmåga att hitta en partner, vilket hade kunnat bidra till minskande populationer. För att minska risken för en klimatrelaterad populationsminskning bör andra stressfaktorer minskas. Detta innefattar tidigare nämnda förslag på bättre tillgång till boplatser och fler boplatser i soliga miljöer, en större tillgång till föda på närmre avstånd och se till att det finns bomaterial i närheten av potentiella boplatser.

Vidare forskning

Då för få bon hittades i för få träd kunde ingen undersökning göras över bins preferenser vid valet av bon. Att endast ett träd bland de som blev framslumpade hade ett bo stämmer väl överens med andelen bin i potentiella boplatser i död ved från Westerfelts *et al.* (2015) studie. 1,8% (andelen från Westerfelt *et al.* studie) av de 36 framslumpade träd som undersöktes är 0,648, vilket gör det rimligt att ett bebott träd hittades. För att få fram ett större antal ockuperade träd så det blir möjligt att göra en statistisk analys över preferenser bör fler träd ingå i urvalet. Det kan även vara en god idé att göra studien i en mer öppen, solbelyst miljö, då de få antalet boende bin hade kunnat bero på att både denna och studien från Westerfelt *et al.* (2015) gjordes i skogsmiljö. Även att utföra liknande studier i slutet av säsongen (augusti-september) när alla arter har hunnit bosätta sig hade kunnat öka antalet observerade bon och underlätta i att få tillräckligt med data för att undersöka preferenser kring valet av boplatser. När man samlar in data under vår och tidig sommar riskerar man att missa de arter som bygger sina bon senare på säsongen. Det hade även underlättat i framtida studier att endast undersöka en faktor åt gången och att göra detta i en mer kontrollerad miljö. Att använda sig av naturliga system gör att faktorer som inte ska undersökas, såsom vind, värme, konkurrens och predation, påverkar utfallet och riskerar att ge oklara resultat.

Med informationen från studien av Königslöw *et al.* (2019) som visade på en preferens för jämnare ingångshål så hade det kunnat vara intressant att undersöka frekvensen av bosättning i borrarade hål i döda trädstammar jämfört med insektshotell. Det hade kunnat ge svar på om det är ingångshålet i sig som spelar in i bins eventuella preferens för insektshotell före naturliga boplatser, eller om det finns andra faktorer som spelar in. Det hade kunnat ge en vägledning i hur och varför bin väljer att bosätta sig där de gör.

Slutsats

Ju större effekter vi ser av klimatförändringar desto viktigare blir det för oss att i naturvårdande syfte minska begränsande faktorer och minska stressen för bin för att hålla populationsminskningar, orsakade av ett varmare och ostabilare klimat, till ett minimum. Denna studie hade som målsättning att undersöka bins preferenser av boplatser för att underlätta för Slottsskogen och andra parker att få en större effekt av de åtgärder som utförs för att stärka vildbins populationer. På grund av det låga antalet bon som hittades kunde ingen undersökning göras. I stället samlades information från tidigare studier in för att sammanfatta och sammanställa potentiella orsaker till det låga antalet boplatser och på sätt kunna förbättra förutsättningarna för bin i Slottsskogen. Varför så få bon hittades i död ved under studien är oklart och kan bero på flera faktorer, men att få potentiella boplatser i ved är ockuperade är något man observerat i andra studier och är alltså kanske inget ovanligt. Det verkar finnas en klar preferens för att bygga bo i insektshotell. Den lilla mängden ved i sol, samt avsaknaden av ved i närheten av ängarna och fruktlunderna, kan vara en av orsakerna att bina i Slottsskogen hellre bygger bo i de välplacerade insektshotellen i parken. Även ett varmare klimat med mer nederbörd, samt varierande dygnstemperaturer, kan ha en negativ påverkan på bins överlevnad och fekunditet, vilket i slutändan kan leda till mindre populationer och då även färre bon. Slottsskogen rekommenderas att se över placeringen av den döda veden i parken för att se om det går att flytta dem till platser med närhet till föda och till mer solexponerade områden, samt att placera ut fler insektshotell för att stötta upp.

Tack

Ett stort tack till min handledare Åslög Dahl för tips och råd om utförandet av arbetet och ett stort tack till min externa handledare Linda Thelin på Göteborgs stadsförvaltning för guidning i och information om Slottsskogen. Ett extra tack till familj och vänner som agerat bollplank och som har lyssnat på mina tankar och funderingar.

Referenslista

- Baldock, K. C. R., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Morse, H., Osgathorpe, L. M., Potts, S. G., Robertson, K. M., Scott, A. V., Staniczenko, P. P. A., Stone, G. N., Vaughan, I. P., & Memmott, J. (2019). A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nature Ecology & Evolution*, 3, 363-373. <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1038/s41559-018-0769-y>
- Budriene, A., Budrys, E., & Nevronyte, Z. (2004). Solitary Hymenoptera Aculeata inhabiting trap-nests in Lithuania: nesting cavity choice and niche overlap. *Latvijas Entomologs*, 41, 19-31.
- CaraDonna, P. J., Cunningham, J. L., & Iler, A. M. (2018). Experimental warming in the field delays phenology and reduces body mass, fat content and survival: Implications for the persistence of a pollinator under climate change. *Functional Ecology*, 32(10), 2345-2356. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13151>
- Conrad, T., Stöcker, C., & Ayasse, M. (2017). The effect of temperature on male mating signals and female choice in the red mason bee, *Osmia bicornis* (L.). *Ecology and Evolution*, 7(21), 8966-8975. <https://doi.org/10.1002/ece3.3331>
- Dulaurent, A. M., Porté, A. J., van Halder, I., Vétillard, F., Menassieu, P., & Jactel, H. (2011). A case of habitat complementation in forest pests: Pine processionary moth pupae survive better in open areas. *Forest Ecology and Management*, 261(6), 1069-1076. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.029>
- Fortel, L., Henry, M., Guilbaud, L., Mouret, H., & Vaissière, B. E. (2016). Use of human-made nesting structures by wild bees in an urban environment. *Journal of insect conservation*, 20(2), 239-253. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9857-y>
- Fründ, J., Zieger, S. L. & Tschardtke, T. (2013) Response diversity of wild bees to overwintering temperatures. *Oecologia*, 173, 1639–1648. <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2729-1>
- Gathmann, A., & Tschardtke., T. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 71, 757-764. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2002.00641.x>
- Gecko Trädgårdsbutik (u.å.). *Bygg insektshotell till bin, humlor och fjärilar*. https://www.gecko.se/blog/bygg-insektshotell-humlebo-bihotell-humleholk?srsId=AfmBOooSDgV_BphZGnfeI7VpGcZjSiRxLU3XfCC-r7ppvgHd7bK0kQzW [2024-07-28]
- Green, M. B., Fraver, S., Lutz, D. A., Woodall, C. W., D'Amato, A. W., & Evans, D. M. (2022). Does deadwood moisture vary jointly with surface soil water content? *Soil Science Society of America Journal*, 86(4), 1113-1121. <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1002/saj2.20413>
- Greenleaf, S. S., Williams, N. M., Winfree, R., & Kremen, C. (2007). Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia*, 153, 589-596. DOI: 10.1007/S00442-007-0752-9
- Grove, S. J. (2002). Saproxyllic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 1-23. <http://www.jstor.org/stable/3069254>
- Grundel, R., Jean, R. P., Frohnapple, K. J., Glowacki, G. A., Scott, P. E., & Pavlovic, N. B. (2010). Floral and nesting resources, habitat structure, and fire influence bee distribution across an open-forest gradient. *Ecological Applications*, 20(6), 1678–1692. <http://www.jstor.org/stable/25741334>

- Harmon-Threatt, A. (2020). Influence of Nesting Characteristics on Health of Wild Bee Communities. *Annu. Rev. Entomol.*, 65, 39-56. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-024955>
- Hristov, P., Shumkova, R., Palova, N., & Neov, B. (2020). Factors Associated with Honey Bee Colony Losses: A Mini-Review. *Veterinary sciences*, 7(4), 166. <https://doi.org/10.3390/vetsci7040166>
- Hudewenz, A., & Klein, A. M. (2013). Competition between honey bees and wild bees and the role of nesting resources in a nature reserve. *Journal of insect conservation*, 17, 1275-1283. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9609-1>
- Kehrberger, S., & Holzschuh, A. (2019). Warmer temperatures advance flowering in a spring plant more strongly than emergence of two solitary spring bee species. *PLoS ONE*, 14(6), e0218824. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218824>
- Lima, M. A. P., Cutler, G. C., Mazzeo, G., & Hrncir, M. (2022). Editorial: The decline of wild bees: Causes and consequences. *Front. Ecol. Evol.*, 10, Artikel 1027169. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.1027169>
- Lindholm, M., & Jonsson, C. (2022). Kartläggning av vildbin och deras miljöer i Slottsskogen.
- Michener, C. D. (1964). Evolution of the nests of bees. *American Zoologist*, 4(2), 227-239. <http://www.jstor.org/stable/3881295>
- Naturskyddsföreningen (2023). *Hjälp bina med ett vildbihotell*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/hjalp-bina-med-ett-vildbihotell/> [2024-07-28]
- Natursidan (2022). *Biexpertens svar på vanliga frågor om bihotell*. <https://www.natursidan.se/guide/biexpertens-svar-pa-vanliga-fragor-om-bihotell/> [2024-07-28]
- Page, M. L., & Williams, N. M. (2023). Evidence of exploitative competition between honey bees and native bees in two California landscapes. *Journal of Animal Ecology*, 92(9), 1802-1814. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13973>
- Pekkarinen, A. (1997). Oligolectic bee species in Northern Europe (Hymenoptera, Apoidea). *Entomologica Fennica*, 8(4), 205–214. <https://doi.org/10.33338/ef.83945>
- Perfect bee (u.å.). *How far do bees forage?* <https://www.perfectbee.com/learn-about-bees/the-life-of-bees/how-far-do-bees-forage> [2024-07-17]
- Porto, R. G., de Almeida, R.F., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Viana, B. F., Peres, C. A., & Lopes, V. A. (2020). Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. *Food Sec.*, 12, 1425–1442. <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1007/s12571-020-01043-w>
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O’Toole, C., Dafni, A., Ne’eman, G., & Willmer, P. (2005). Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30, 78 – 85. <https://doi-org.ezproxy.ub.gu.se/10.1111/j.0307-6946.2005.00662.x>
- Rikare trädgård (2024). *Bihotell – det här ska du tänka på*. <https://rikaretradgard.se/bihotell-det-har-ska-du-tank-a-pa/> [2024-07-28]

Scherer, L., Svenning, J. C., Huang, J., Seymour, C. L., Sandel, B., Mueller, N., Kummu, M., Bekunda, M., Bruelheide, H., Hochman, Z., Siebert, S., Rueda, O., & van Bodegom, P. M. (2020). Global priorities of environmental issues to combat food insecurity and biodiversity loss. *Science of The Total Environment*, 730. Artikel 139096. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139096>

Scott, V. L. (1995). Phenology and trap selection of three species of *Hylaeus* (Hymenoptera: Colletidae) in upper Michigan. *The Great Lakes Entomologist*, 27(1), Artikel 5. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.1839>

Skogskunskap. (3 november 2022). *Virkesegenskaper och tillredning*. <https://www.skogskunskap.se/skota-lovskog/slutavverka-och-salja-virket/virkesegenskaper/>

Skogsstyrelsen. (2020). *Död ved*. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/malbilder-for-god-miljohansyn/malbilder-trad-och-buskar-med-naturvarden-samt-dod-ved/dod-ved--exempel.pdf>

Slominski, A. H., & Burkle, L. A. (2019). Solitary Bee Life History Traits and Sex Mediate Responses to Manipulated Seasonal Temperatures and Season Length. *Front. Ecol. Evol.*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00314>

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Hylaeus brevicornis*. <https://artfakta.se/taxa/103084> [2024-07-15]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Hylaeus communis*. <https://artfakta.se/taxa/103087> [2024-07-15]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Hylaeus confusus*. <https://artfakta.se/taxa/103093> [2024-07-15]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Hylaeus hyalinatus*. <https://artfakta.se/taxa/103095> [2024-07-15]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Megachile centuncularis*. <https://artfakta.se/taxa/103214> [2024-07-15]

SLU Artdatabanken (2024). *Artfakta: Osmia bicornis*. <https://artfakta.se/taxa/219422> [2024-07-15]

SMHI (2022a). *Climate indicator – Length of the vegetation period*. <https://www.smhi.se/en/climate/climate-indicators/climate-indicators-length-of-vegetation-period-1.91482> [2024-08-01]

SMHI (2022b). *Climate indicator – Precipitation*. <https://www.smhi.se/en/climate/climate-indicators/climate-indicators-precipitation-1.91462> [2024-08-01]

SMHI (2022c). *Climate indicator – Temperature*. <https://www.smhi.se/en/climate/climate-indicators/climate-indicators-temperature-1.91472> [2024-07-30]

Stadsmiljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2023). *Kartläggning av pollinatörer och deras livsmiljöer i Slottsskogen och Trädgårdsföreningen*. <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/8799ddee-9ee5-4f36-8841-9a36e0ef08fb/Kartl%C3%A4ggning+och+sk%C3%B6tselplan+pollinat%C3%B6rer.pdf?MOD=>

[AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ROOTWORKSPACE-8799ddee-9ee5-4f36-8841-9a36e0ef08fb-owv4NI6](https://doi.org/10.1007/s004420050034)

Steffan-Dewenter, I., & Tschardt, T. (2000). Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia*, *122*, 288-296. <https://doi.org/10.1007/s004420050034>

Sydenham, M. A. K., Häusler, L. D., Moe, S. R., & Eldegard, K. (2016). Inter-assembly facilitation: the functional diversity of cavity-producing beetles drives the size diversity of cavity-nesting bees. *Ecology and Evolution*, *6*(2), 412-425. <https://doi.org/10.1002/ece3.1871>

von Königslöw, V., Klein, A-M., Staab, M., & Pufal, G. (2019). Benchmarking nesting aids for cavity-nesting bees and wasps. *Biodiversity and Conservation*, *28*, 3831-3849. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01853-1>

Westerfelt, P., Widenfalk, O., Lindelöw, Å., Gustafsson, L., & Weslien, J. (2015). Nesting of solitary wasps and bees in natural and artificial holes in dead wood in young boreal forest stands. *Insect Conservation and Diversity*, *8*, 493-504. <https://doi.org/10.1111/icad.12128>

Westreich, L.R., Westreich, S.T. & Tobin, P.C. (2023). Native solitary bee reproductive success depends on early season precipitation and host plant richness. *Oecologia*, *201*, 965–978. <https://doi.org/10.1007/s00442-023-05354-5>

Wilson, C. J., & Jamieson, M. A. (2019). The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. *PLoS ONE*, *14*(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225852>

Zattara, E. E., & Aizen, M. A. (2021). Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, *4*, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>