



# Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin

– evidens, kunskapsluckor och möjliga åtgärder

CEC RAPPORT NR 06 | 2022 | LUNDS UNIVERSITET





# Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin

– evidens, kunskapsluckor och möjliga åtgärder

Sandra A.M. Lindström | Henrik G. Smith



**LUNDS**  
UNIVERSITET

CEC Rapport Nr 06  
Centrum för miljö- och klimatvetenskap  
Lunds universitet 2022

## KONKURRENS MELLAN HONUNGSBIN OCH VILDA BIN

– evidens, kunskapsluckor och möjliga åtgärder

English title: Competition between honey bees and wild bees – evidence, knowledge gaps and possible interventions

Rapporten har bekostats av medel från det nationella programmet för biodlingssektorn via Jordbruksverket. Det nationella programmet för biodlingssektorn finansieras av europeiska garantifonden för jordbruk.

Citera som:

Lindström, S.A.M. & Smith, H.G. 2022. Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin – evidens, kunskapsluckor och möjliga åtgärder. CEC Rapport Nr 6. Centrum för miljö- och klimatvetenskap, Lunds universitet.

ISBN 978-91-987132-0-6

Utgiven av Centrum för miljö- och klimatvetenskap, Lunds universitet

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden. Innehållet återspeglar inte nödvändigtvis Lunds universitets officiella ståndpunkt.

ISBN 978-91-987132-0-6

Omslagsbilder: Sandra Lindström

Layout: Media-Tryck

Tryck: Media-Tryck, Lund 2022



Media-Tryck är ett svanenmärkt tryckeri. Läs mer om vårt miljöarbete på [www.mediatryck.lu.se](http://www.mediatryck.lu.se)

MADE IN SWEDEN ■■

# Innehåll

Förord .....	5
Inledning.....	6
Bakgrund.....	7
Resurskonkurrens mellan biarter.....	7
Historiska förändringar av förekomsten av honungsbin .....	8
Effekter av ökad förekomst av honungsbin .....	9
Syfte och avgränsningar .....	15
Metod.....	17
Litteratursökning.....	17
Inkluderingskriterier.....	17
Inventering.....	18
Resultat .....	19
Identifierad litteratur .....	19
Sammanfattning av litteraturen .....	20
Inventering.....	25
Diskussion .....	29
Vetenskapliga belägg för konkurrens mellan honungsbin och vilda bin.....	29
Vilka biarter är känsliga för konkurrens? .....	37
Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin ur ett svenskt perspektiv .....	41
Möjliga åtgärder för att minska konkurrens mellan honungsbin och vilda bin .....	43
Kunskapsluckor .....	46

Sammanfattning och slutsats.....	50
English summary .....	52
Referenser .....	54
Bilaga 1. Enkätbrev.....	65
Bilaga 2. Översikt över resultat från litteraturöversikten .....	66
Bilaga 3. Lista över publikationer.....	79
Empiriska europeiska studier .....	79
Forskningsöversikter .....	82

# Förord

I Sverige finns ett stort antal arter av bin som lever av nektar och pollen. Därför är konkurrens mellan olika arter av bin både vanligt och ofrånkomligt. När ett stort antal honungsbisamhällen placeras ut inom ett begränsat område kan detta dock leda till att de konkurrerar med vilda bin och därmed påverkar deras populationer negativt. I vissa länder, till exempel Danmark, har det uppstått en infekterad konflikt mellan biodlare och organisationer eller personer som arbetar för att gynna vilda bin. För att förebygga att liknande konflikter uppstår i Sverige är det viktigt att skapa förutsättningar för en konstruktiv dialog mellan myndigheter, biodlare och biodlingssektorn samt naturvårdare. En viktig utgångspunkt för en sådan dialog är att den bygger på vetenskapliga fakta och tar hänsyn till vilka kunskapsluckor som finns när det gäller hur konkurrens med honungsbin kan påverka vilda bin i Sverige. Inte minst är det viktigt att identifiera hur man bäst undviker sådana negativa effekter. Förra året genomförde Jordbruksverket därför konferensen ”Honungsbin och vilda pollinerare – finns det mat åt alla?” samt en uppföljande workshop med nationella och internationella experter om hur risken för konkurrens mellan honungsbin och vilda pollinerare kan minimeras. Som en fortsättning av detta arbete gav Jordbruksverket Lunds universitet i uppdrag att sammanställa den vetenskapliga litteraturen kring konkurrens mellan honungsbin och vilda bin i jordbrukslandskapet.

Syftet med rapporten är att med fokus på skandinaviska förhållanden kartlägga och beskriva den vetenskapliga litteraturen om hur vildbin påverkas av konkurrens med honungsbin, och hur sådan påverkan kan minimeras. Rapporten redovisar också en inventering av hur myndigheter, biodlarorganisationer och forskare i norra Europa arbetar med frågan.

Rapporten har sammanställts av Dr. Sandra A.M. Lindström och professor Henrik G. Smith vid Centrum för miljö- och klimatvetenskap vid Lunds universitet, på uppdrag av Jordbruksverket. Kontaktpersoner vid Jordbruksverket har varit Björn Gustavsson och Thorsten Rahbek Pedersen. Lina Herbertsson vid Biologiska institutionen, Lunds universitet har deltagit i diskussionerna inför arbetet. Professor Johan A. Stenberg och professor Jan Bengtsson vid Sveriges Lantbruksuniversitet SLU har faktagranskat rapporten.

Lund 2021-07-30 | *Sandra A.M. Lindström & Henrik G. Smith*

Centrum för miljö- och klimatvetenskap, Lunds universitet

# Inledning

Hoten mot pollinerande insekter har rönt stor uppmärksamhet det senaste decenniet. En tredjedel av Sveriges ca 300 biarter är idag rödlistade på grund av att deras utbredningsområden krymper och/eller att deras populationer minskar (Eide m.fl., 2020). Detta har till stor del orsakats av kraftiga förändringar av våra landskap: jord- och skogsbruket har intensifierats och urbana miljöer har förtätats (Goulson m.fl., 2015; Wagner, 2020). Samspel mellan dessa förändringar och andra drivkrafter, till exempel klimatförändringar, spridning av sjukdomar och ökad förekomst av invasiva arter, bidrar till hotbilden. Dessutom misstänks ökad honungsbiobiodling påverka vilda bin negativt (Goulson, 2003). På senare år har just samspelet mellan honungsbin och vilda bin, och de potentiellt negativa konsekvenser detta kan ha för de senares populationer, blivit en omdebatterad bevarandebiologisk fråga. I denna rapport sammanfattar vi kunskapsläget om huruvida honungsbin har negativa effekter på vilda bin genom att konkurrera med dem om en gemensam födoresurs.

Honungsbin kan potentiellt påverka vilda bin negativt genom att konkurrera om föda och boplatser, och dessutom bidra till spridning av patogener och parasiter (Mallinger m.fl., 2017). I den här forskningsöversikten fokuserar vi på konkurrens om föda och sammanställer den vetenskapliga litteratur som handlar om hur honungsbin påverkar vilda bin genom att konkurrera om samma födoresurs. Hur stor honungsbinas påverkan på vilda bins populationer blir, styrs av en rad olika faktorer. Kunskap om vilka faktorer som styr konkurrensen kan användas för att minimera eventuella negativa effekter av honungsbin på vilda bin. Vi sammanställer därför specifikt den vetenskapliga kunskapen när det gäller vilka faktorer som påverkar hur stark denna konkurrens är. Hur stark konkurrensen är kan för det första bero på mängden honungsbin och avståndet mellan honungsbisamhällen och vilda bins habitat. För det andra kan konkurrensens styrka bero på hur god tillgången på blomresurser är i området där honungsbisamhällen placeras ut. För det tredje kan effekten av konkurrens variera mellan olika arter av vilda bin, beroende på hur stort överlappet är med honungsbinas resursanvändning och hur känslig den vilda arten i fråga är för konkurrens om föda. Slutligen sammanfattar vi vad som är känt när det gäller metoder för att mildra eventuella negativa konsekvenser av konkurrens mellan honungsbin och vilda bin.

Inom ramen för detta arbete har vi också inventerat vilka initiativ som finns i andra europeiska länder när det gäller konkurrens mellan honungsbin och vilda bin.



# Bakgrund

## Resurskonkurrens mellan biarter

Populationsstorleken hos vilda bin (humlor och solitära bin) varierar i tid och rum beroende på resurstillgång, förekomst av predatorer, parasiter och sjukdomar, miljöfaktorer såsom väder, och på grund av slumpen (Kingsolver, 1989; Wcislo och Cane, 1996; Roulston och Goodell, 2011). Resurstillgång anses vara särskilt viktig för vilda bins populationsstorlekar (Steffan-Dewenter och Schiele, 2008; Roulston och Goodell, 2011), sannolikt i interaktion med andra faktorer såsom parasiter, predatorer, väder och växtskyddsmedel (González-Varo m.fl., 2013). De viktigaste potentiellt populationsbegränsande resurserna för bin utgörs av pollen, nektar och boplatser. Eftersom bin utgår från och återvänder till en boplatz när de söker föda (de är så kallade "central place foragers"), måste resurserna finnas inom ekonomiskt flygavstånd från boplatzen. Det innebär att bins populationer påverkas av hur boplatser och resurser är fördelade i landskapet (Smith et al. 2014). Givet resurstillgångens roll för vilda bins populationsstorlekar är det viktigt att förstå vad som påverkar denna.

Om en resurs är begränsad leder detta till konkurrens, dels mellan individer av samma art (inomartskonkurrens) och dels mellan arter som har överlappande nisch och därmed utnyttjar samma resurs (mellanartskonkurrens). Inomartskonkurrens begränsar storleken på en population. På samma sätt kan mellanartskonkurrens leda till minskande populationsstorlek hos en art, med en effekt som ökar med antalet konkurrerande individer av den andra och graden av resursöverlapp. Över långa tidshorisonter förväntas evolutionära processer leda till ökad nischseparation mellan olika arters val av föda (Borrell, 2005; Wcislo och Tierney, 2009) och boplatser (Richards, 1978; Vickruck och Richards, 2012), och därmed minskad konkurrens. Det innebär dock inte att konkurrens inte spelar någon roll för att forma bins populationsstorlekar; det finns studier som tydligt har påvisat att mellanartskonkurrens mellan vilda bin påverkar populationsstorlekar (t.ex. Bowers, 1985; Diekötter m.fl., 2010).

För en given biart kan mellanartskonkurrens leda till begränsad tillgång till högkvalitativa boplatser och sämre födosöksframgång (Higginson, 2017; Henry och

Rodet, 2018). Det är dock inte alltid enkelt att upptäcka mellanartskonkurrens. Konkurrens kan döljas av variation av bakomliggande faktorer som tillgång på blomresurser, så att det finns fler bin av konkurrerande arter i blomrika miljöer trots att de konkurrerar. Vidare kan konkurrerande arter ibland ändra sitt resursutnyttjande så att nichseparationen ökar, genom att till exempel förändra vilka habitat de födosöker, vilka blommor de besöker, när på dygnet de födosöker (Inouye, 1978; Wcislo och Tierney, 2009) eller vilka boplatser de utnyttjar (Vickruck och Richards, 2012). Detta innebär att det förekommer konkurrens, men att den är svår att upptäcka genom en observerande studie. Biarter kan också påverka varandra negativt genom indirekta mekanismer (Strauss, 1991), förmedlade genom andra arter som de båda biarterna interagerar med (sjukdomar, parasiter) (t.ex. Mallinger m.fl., 2017). Den yttersta effekten av mellanartskonkurrens är minskad överlevnad och fortplantning hos åtminstone en av konkurrenterna, med minskad populationsstorlek och ökad risk för utdöende som följd.

## Historiska förändringar av förekomsten av honungsbin

I människopåverkade landskap i många delar av världen är honungsbin idag en självklar del av insektssamhället. Det fanns uppskattningsvis 90 miljoner bisamhällen i världen år 2019. Detta är en ökning med 83% sedan år 1961, till stor del drivet av ökning i Asien (FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/>, hämtad 2021-06-03). Även i Sverige ökar antalet honungsbisamhällen; sedan år 2000 har det uppskattade antalet honungsbisamhällen ökat med 60–70% och uppgick år 2019 till 160 000–170 000 (Pedersen m.fl., 2020).

### Vad är ett honungsbi?

Honungsbin, *Apis*, är ett släkte som tillhör familjen långtungebin, Apidae, och ingår i insektsordningen steklar, Hymenoptera. Det finns elva goda arter av honungsbin i världen (Cane, 2009). I Sverige och Europa förekommer flera underarter av honungsbin, men alla tillhör en och samma art: det europeiska eller det västerländska honungsbiet *Apis mellifera*. Honungsbin är sociala, vilket innebär att de bildar samhällen som består av en fertil drottning och arbetsbin som vanligtvis inte reproducerar sig. Honungsbisamhällen är fleråriga och kan bestå av tiotusentals bin. Honungsbin har ett välutvecklat kommunikationssystem. Drottningen kan påverka arbetarna genom utsöndring av feromoner (t.ex. Slessor m.fl., 2005), och arbetarna kan förmedla var i landskapet det finns föda i form av blommande resurser till sina medsystar genom att dansa (t.ex. Nürnberger m.fl., 2019).

Det europeiska honungsbiet, som är det som förekommer i Sverige (se faktaruta), har funnits i Europa under lång tid; molekylära analyser indikerar att arten bredde ut sig i Europa, västra Asien och Afrika för ca en miljon år sedan (Garnery m.fl., 1992; Arias m.fl., 1996). Artens geografiska utbredning och populationsstorlek har varierat kraftigt genom historien, troligen på grund av klimatförändringar (Ruttner, 1988; Wallberg m.fl., 2014). Sverige ligger i utkanten av honungsbiets utbredningsområde och det är oklart i vilken utsträckning honungsbin har förekommit vilt i landet. Historiska dokument refererar till bijakt, vilket indikerar att det har funnits vilda honungsbin i södra Sverige (Husberg, 1994). Någon gång under historiens gång har människan tagit kontroll över honungsbiets boplatser, vilket blev inledningen på det samspel vi idag ser mellan människa och honungsbi. Biodling har varit noggrant reglerad i Sverige sedan medeltidens landskapslagar (Husberg, 1994).

Att honungsbin troligen förekommit i södra Sverige under mycket lång tid gör att man kan förvänta sig en nischseparation mellan dem och vilda bin, vilket har mildrat mellanartskonkurrensen och möjliggjort samexistens. Men eftersom det handlar om en art som är odlad i människodominerade landskap, är situationen inte så enkel. För det första påverkas honungsbins evolutionära utveckling av att de är odlade. För det andra kan en ökad förekomst av honungsbin genom biodling leda till en intensifiering av mellanartskonkurrensen om de resurser som de delar med vilda bin. I dagens brukade landskap kan tätheterna av honungsbin bli höga, sannolikt mycket högre än tidigare eftersom honungsbisamhällen placeras ut och skötseln av dem förbättrats. Slutligen kan ett förändrat resursutbud i form av vilka blomresurser som finns tillgängliga och hur de är fördelade i tid och rum förändra nischöverlappet mellan arter och därmed leda till både högre och lägre mellanartskonkurrens. Detta är relevant, eftersom människans brukande av t.ex. jordbrukslandskapet har medfört stora förändringar i både landskapets struktur och resurstillgång. Sammantaget kan dessa förändringar innebära en ny konkurrenssituation med negativa effekter på vilda bin.

## Effekter av ökad förekomst av honungsbin

Honungsbin kan konkurrera direkt med vilda bin på två sätt; dels genom att utnyttja en resurs och på så vis minska dess totala tillgänglighet (exploaterande konkurrens), dels genom att aktivt förhindra en annan art från att utnyttja en resurs, t.ex. genom aggressivt beteende (interferenskonkurrens) (Paini, 2004; Gao och Reitz, 2017; Saunders m.fl., 2021). Medan många studier visat på exploaterande konkurrens av det europeiska honungsbiet (se nedan), har interferenskonkurrens sällan observerats (Butz Huryn, 1997; Paini, 2004; Walther-Hellwig m.fl., 2006; Hudewenz och Klein, 2015;

Henry och Rodet, 2018). Dessutom kan honungsbin konkurrera indirekt med vilda bin, genom att påverka en annan art som båda interagerar med (se ovan).

Lämpliga boplatser och föda är de viktigaste begränsande resurserna som bin utnyttjar och som därmed påverkar mellanartskonkurrens. Vilda honungsbisamhällen använder i någon mån samma boplatser som vissa vilda biarter, till exempel håligheter i grova träd, marken eller byggnader (Saunders m.fl., 2021), men i Sverige är förekomsten av förvildade honungsbisamhällen troligen mycket begränsad. Om en svärm av odlade honungsbin lyckas etablera sig i det vilda blir den i regel kortlivad på grund av det parasitiska kvalstret *Varroa destructur* (Fries m.fl., 2006; Jaffé m.fl., 2010). Under svenska förhållanden påverkar därför honungsbin sannolikt inte vilda bin genom att konkurrera om boplatser, utan genom att konkurrera om föda.

Konkurrensförhållandena mellan honungsbin och vilda biarter beror på arternas täthet, i vilken mån deras födoval överlappar och på deras förmåga att effektivt utnyttja den begränsade resursen som de konkurrerar om (Thomson och Page, 2020). Dessutom påverkas konkurrensförhållandet av tillgången på både den delade resursen och av i vilken mån det finns alternativa blomresurser inom ekonomiskt flygavstånd från boplatserna (Mallinger m.fl., 2017). Därför påverkas konkurrensen mellan honungsbin och vilda bin både av i vilken omfattning honungsbin sätts ut och av landskapets karaktär i form av mängd, egenskaper och rumslig fördelning hos blomresurserna som finns där.

## **Populationstätheter**

Eftersom biodlare normalt behandlar sina honungsbisamhällen mot patogener och parasiter, stödutfodrar samhällena och placerar dem på optimala platser, är honungsbinas populationer delvis undantagna från de populationsreglerande faktorer som vilda bin begränsas av. Detta ger honungsbin en konkurrensfördel. Honungsbisamhället innehåller ofta ett stort antal arbetare och kan därför samla in stora mängder resurser; till exempel kan ett starkt honungsbisamhälle samla in pollen som motsvarar behovet hos 100 000 solitärbin från juni till augusti (Cane och Tepedino, 2017).

Utsättning av honungsbisamhällen kan lokalt leda till kraftigt höjda tätheter av honungsbin i det omgivande landskapet. Honungsbinas påverkan är dock inte jämnt fördelad över landskapet, utan tätheten av honungsbin avtar med avståndet från samhällena. I och för sig kan honungsbin flyga mycket långa avstånd för att samla föda, med observerade flygavstånd på upp till ca 7–8 km (Couvillon m.fl., 2015; Baensch, Tschardt, Ratnieks, m.fl., 2020), men en stor del av födosökandet sker sannolikt

inom 750–1500 m avstånd från deras samhälle (Couvillon m.fl., 2015; Baensch, Tschardtke, Ratnieks, m.fl., 2020). Honungsbins flygavstånd avgör hur deras potentiella påverkan på vilda bin varierar i rummet.

Risken för att honungsbin konkurrerar med vilda bin varierar också över året på grund av säsongsvariation i tätheten av honungsbin, vilda bin och deras resurser. Solitärbin är bara aktiva under en begränsad del av säsongen, och är därmed känsliga för födokonkurrens just under sin aktiva flygperiod, som dessutom bara motsvarar en bråkdel av honungsbinas flygperiod. Sociala vilda bin, d.v.s. humlor *Bombus* spp., är aktiva en längre period under vilken de successivt bygger upp sin koloni; i början av säsongen utgörs ett humlesamhälle bara av en enda drottning, men i takt med att tiden går byggs hennes samhälle upp och kan under högsommaren utgöras av flera hundra individer med stort resursbehov (Suzuki m.fl., 2007). Humlornas behov av föda varierar därmed över säsongen, och därmed även deras känslighet för mellanartskonkurrens.

Vilda bins populationer antas påverkas av en rad samverkande faktorer (Goulson et al. 2005, IPBES 2016). Det innebär att effekten av konkurrens med honungsbin kan förändras om andra påverkansfaktorer förändras, till exempel förekomsten av pesticider, klimatförändringar och spridning av sjukdomar.

### **Nischöverlapp och resursutnyttjande**

Honungsbiet och de flesta vilda bin är födogeneralister (polylektiska) och har därför ofta överlappande nischer. Födogeneralism innebär att arterna i någon utsträckning är flexibla i sitt val av föda, men de kan ändå vara begränsade till att söka föda bland växtarter med blomkaraktärer som passar just deras morfologi. Till exempel kan små arter eller arter med korta tungor ha svårt att födosöka i väldigt djupa blommor, medan långtungade arter har en konkurrensnackdel om det framför allt finns grunda blommor i landskapet eftersom de är anpassade till att söka föda i djupa blommor (Ranta och Lundberg, 1980). Honungsbiets tunga är medellång, vilket gör att den kan födosöka i blommor med olika morfologisk karaktär. En del biarter är specialiserade på att söka föda hos en enda växtart eller -familj (oligolektiska) och är därför helt beroende av tillgång till just dessa värdarter. Sådana specialiserade biarter skulle kunna vara extra känsliga för konkurrens, om deras födoval överlappar med födoval hos en överlägsen konkurrent (Mallinger m.fl., 2017).

## **Tillgång till födoresurser**

Jämfört med historiska landskap har dagens människopåverkade landskap en annan sammansättning hos florans, både vad gäller förekomsten av växter med olika ekologiska egenskaper (t.ex. blommornas morfologi) och hur dessa är fördelade i tid och rum (McCollin m.fl., 2000; Senapathi m.fl., 2015; Auffret m.fl., 2018). Om florans sammansättning förändras till att i högre eller lägre grad bestå av växter som kan utnyttjas effektivare av honungsbin än av vilda bin så kan konkurrensförhållanden mellan de två grupperna påverkas (jfr Diekötter m.fl., 2010; Albrecht m.fl., 2014).

Förändringar av blomresursernas fördelning i tid och rum kan ändra konkurrensen mellan honungsbin och vilda bin. Till skillnad från historiska landskap innan de senaste 50-100 årens stora strukturomvandlingar, där födoresurserna troligen var relativt jämnt fördelade, är födoresurserna i moderna jordbrukslandskap ofta ojämnt fördelade med konsekvenser för hur stor födotillgången är på en given plats vid ett givet tillfälle. Idag råder t.ex. en generell brist på mer eller mindre naturliga habitat som ängar, naturbetesmarker, obrukade åkerkanter och åkerholmar och på den kontinuitet i blomresurser över tid och rum som dessa erbjuder; landskapets blomresurser är istället koncentrade till vissa perioder och platser när massblommande grödor blommar (Timberlake m.fl., 2019). I svenska åkerdominerade landskap kan det till exempel råda brist på blomresurser i april, medan pollen och nektar erbjuds i överflöd under höstrapsblomningen i maj. Honungsbin har inte bara en fenomenal förmåga att flyga långa sträckor för att hitta föda, utan kan även kommunicera till de andra arbetarna i sitt samhälle var landskapets resurser finns (Couvillon m.fl., 2015; Requier m.fl., 2015). Det gör att de är väl rustade för att utnyttja tillfälliga rikliga blomresurser över stora ytor. Vilda bin däremot flyger kortare sträckor och utnyttjar därför blomresurser på en mindre skala. Det kan därför innebära en nackdel för dem i konkurrensen med honungsbin när landskapen blir mer storskaliga och mängden blommor minskar, samtidigt som massblommande resurser ökar.

## **Vetenskapliga belägg för konkurrens**

Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin är svårt att studera eftersom det rör komplexa nätverk med många arter av växter och bin som samspelar på olika skalor, såväl rumsligt som tidsmässigt. På grund av denna stora komplexitet används många olika typer av vetenskapliga försöksupplägg och metoder för att undersöka mellanartskonkurrens. Hur studierna läggs upp påverkar vilken tyngd resultaten har som empiriskt belägg för att honungsbin konkurrerar med vilda bin. Observationsstudier som undersöker korrelationer – med vilket vi menar studier som relaterar observationer av olika aspekter hos vilda bin till befintliga tätheter av

honungsbin – är vanligast, eftersom det i praktiken är svårt att experimentellt variera tätheter av honungsbin på landskapsnivå (Thomson och Page, 2020). Sådana korrelativa studier medför dock en risk att det finns andra underliggande faktorer, som man antingen inte känner till eller inte har mätt, som samtidigt förklarar tätheten av både honungsbin och vilda bin. Det kan därför vara svårt att separera effekterna på bins födosök eller fitness som beror på konkurrens från honungsbin från effekter av andra faktorer som påverkar både honungsbin och vilda bin (Thomson och Page, 2020). Detta kan i princip såväl dölja konkurrens som skapa falskt intryck av att konkurrens finns. Genom en noggrann design av studien där man tar hänsyn till andra faktorer så långt de är kända, kan man minimera men aldrig helt undvika sådana effekter.

I experimentella studier använder man specifika behandlingar, till exempel att honungsbin stängs ute eller att ett bestämt antal honungsbin tillförs till en plats. Genom att inkludera och jämföra med kontrollområden, d.v.s. områden utan honungsbin, kan effekten som behandlingen orsakar på vilda bin utvärderas. Ett annat möjligt upplägg är att mäta vilda bins födosök, reproduktionsframgång eller populationsstorlek innan respektive efter en behandling, till exempel utsättning av honungsbin. Ett sådant upplägg kan dock vara förknippat med problem eftersom både vildbisamhället och floran på platsen kan förändras över tid, och dessa förändringar kan vara svåra att separera från själva behandlingseffekten. Därför bör även ett sådant före – efter experiment jämföras med kontrollområden i en så kallad BACI-design (Before-After-Control-Impact – ”Före-Efter-Kontroll-Behandling”), vilket innebär att de ovan beskrivna uppläggen kombineras. Detta kan till exempel innebära att tillståndet före och efter honungsbisamhällen har placerats ut i experimentområden jämförs med före och efter tidpunkten för behandlingen i kontrollområden som inte får någon behandling.

Experimentella konkurrensstudier i fält är ovanliga eftersom de kräver omfattande logistik för att verkligen påverka tätheter av honungsbin på landskapskala. Mängden honungsbin kan ökas genom att sätta ut samhällen, men samtidigt kan det på grund av de stora avstånd som honungsbin kan tillryggalägga för att söka föda vara svårt att hitta kontrollområden att genomföra experimentet inom, eftersom det är svårt att hitta områden helt utan eller med mycket låga tätheter av honungsbin. Om områden med låga tätheter av honungsbin systematiskt görs till kontrollområden, riskerar man dessutom att få en bias i studien som liknar den som finns för korrelativa studier. BACI-designupplägg är speciellt ovanliga, eftersom de logistiska problemen kring att sätta upp dem gör det svårt att genomföra dem på ekologiskt relevanta tidsmässiga och rumsliga skalor.

Fältstudier, oavsett om de är korrelativa eller experimentella, är generellt arbetskrävande, eftersom det krävs omfattande och ibland ytmässigt storskaliga

observationer för att erhålla någorlunda precisa data på födosök och/eller populationstätheter hos mobila insekter. Vill man dessutom kontrollera för mängden blomresurser krävs omfattande inventeringar eller experimentella manipuleringar av dessa på landskapsskalor. Studier i begränsade miljöer, till exempel burar, är därför ett attraktivt alternativ för att undersöka specifika mekanismer genom vilka honungsbin påverkar vilda bins födosök och fitness vid t.ex. olika resurstillgång. Resultaten bör dock generaliseras med försiktighet när det gäller vilka konsekvenser detta kan översättas till i verkliga landskap, eftersom de ofta inte tar hänsyn till interaktioner med den omgivande miljön.

Ett resultats tillförlitlighet som vetenskapligt belägg påverkas också av hur välreplikerad en studie är. En välreplikerad studie har många oberoende prov som speglar den variabel man är intresserad av, t.ex. hög och låg täthet av honungsbin. I en experimentell studie syns replikeringsgraden i antalet upprepningar av experimentet. I en korrelativ studie handlar det om observationer som är tillräckligt långt ifrån varandra så att inte samma bakomliggande variabel (t.ex. förekomsten av en och samma honungsbigård) eller interaktion mellan observationsplatserna (t.ex. honungsbin som flyger mellan dem) påverkar resultatet. Vad som utgör ett oberoende prov beror på studiens karaktär. Experimentell manipulering av honungsbitätheter i verkliga landskap kräver att behandlingar ligger på stora avstånd från varandra i landskapet för att kunna betraktas som oberoende, medan en experimentell behandling av tätheten honungsbin som tillåts besöka ett blombestånd kan genomföras med oberoende behandlingar på små rumsliga skalor. Om flera observationer görs på ungefär samma plats, måste en studie ha korrigerat för sådan upprepad provtagning för att undvika överdriven så kallad statistisk styrka i analyserna, som gör att man hittar resultat som egentligen beror på tillfälligheter. Även en studie som bygger på en experimentell behandling kan innehålla element som är observerande, exempelvis när en experimentell behandling av honungsbins täthet relateras till en observerad skillnad i landskapets struktur.

I studier där förekomsten av konkurrens relateras till tätheten av honungsbin påvisas konkurrens effekten genom mätning av en responsvariabel som anses fungera som en lämplig indikation på hur väl vildbina klarar sig under det ökade konkurrenstrycket. Det kan exempelvis handla om antal blombesök eller andra beteendefaktorer kopplade till födosök, olika reproduktionsmått, eller populationstätheten (om studien pågår tillräckligt länge för att effekter på populationen kan förväntas). Valet av responsvariabel påverkar i vilken mån en studie kan sägas visa starka belägg för långsiktigt negativa effekter av konkurrens. För vissa responsvariabler kan en uppmätt effekt bero på konkurrens, men denna effekt behöver inte nödvändigtvis innebära påtaglig långsiktig påverkan på vilda bins populationer. Till exempel behöver beteendeförändringar som förändrat nyttjande av resurser i tid och rum inte



nödväntigtvis leda till försämrade populationsutveckling på sikt (dock är det ofta sannolikt). För andra responsvariabler är effekten tydligare kopplad till reproduktionsframgång, till exempel om antalet yngelceller påverkas. Få studier har, på grund av svårigheten att genomföra sådana, mätt fitness (kombination av reproduktionsframgång och överlevnad) och populationstätheter.

## Syfte och avgränsningar

Vilda bins populationer påverkas av en rad miljöförändringar i moderna landskap, vilket i vissa fall medfört minskande populationer och förlust av arter på olika skalor. Konkurrens från honungsbin är ett potentiellt hot mot vilda bin, som i samverkan med andra hot kan bidra till att ytterligare öka pressen på vilda bins populationer. Eftersom biodling är viktig som näringsverksamhet, för hobbyodlare, honungsproduktion och pollinering av grödor, är det viktigt att klargöra hur stor denna möjliga negativa effekt är, men också hur effektens storlek påverkas av omvärldsförhållanden och vad som kan göras för att minimera eventuell negativ påverkan av biodling på vilda bin. Syftet med denna rapport är att sammanställa vetenskapliga evidens som finns inom området, med inriktning på studier som är relevanta för svenska förhållanden. Eftersom mycket få svenska studier har utförts fokuserar vi på studier om resurskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin som utförts i Europa. Sammanställningen är avgränsad till att beskriva direkta effekter, och vi beaktar därför inte eventuella indirekta effekter av biodling på vilda bin (sådana indirekta effekter kan vara både ekologiska, till exempel genom att honungsbin påverkar floran eller ökar förekomsten av sjukdomar och parasiter, och sociala, till exempel genom att engagemang i biodling påverkar hur landskapet sköts).

För att kartlägga vilka vetenskapliga evidens som finns om resurskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin har vi sökt efter korrelativa och experimentella empiriska studier inklusive översiktsartiklar, som har analyserat effekter på vilda bin i relation till honungsbin via konkurrens om födoresurser. Vissa studier handlar bara om förutsättningar för att konkurrens överhuvudtaget kan förekomma (överlappande nischer), medan andra studier visar hur vilda bin har påverkats av konkurrens. Studierna har mätt olika responsvariabler; effekter av konkurrens kan yttra sig genom ändringar i när och var vilda bin födosöker, hur effektivt de söker föda, förändrad reproduktionsframgång och dödlighet och förändrade populationsstorlekar eller utdöende. Förändrade populationsstorlekar för enskilda arter kan i sin tur leda till lokala effekter på mångfalden av vilda biarter.

I diskussionsavsnittet kommenterar vi europeiska empiriska evidens samt de forskningsöversikter vi identifierat i den systematiska litteraturgenomgången. Vi fokuserar på vilken betydelse resultaten har för svenska förhållanden. Utifrån de forskningsöversikter och empiriska studier vi har identifierat i litteraturstudien diskuterar vi också möjliga metoder för att mildra eventuella negativa effekter av konkurrens från honungsbin på vilda bin. Vi diskuterar dessutom de enkätsvar om pågående initiativ kring konkurrens mellan honungsbin och vilda bin som vi samlat in från forskare, biodlare och myndighetspersoner i norra Europa.

# Metod

## Litteratursökning

För att besvara frågeställningarna gjorde vi en systematisk kartläggning av den vetenskapliga litteraturen. Vi sammanställde en lista över 27 nyckelpublikationer som användes för att förfina sökningen, med målet att valet av söktermer skulle fånga så många av nyckelpublikationerna som möjligt. Vi definierade sökord och kombinerade dem till följande söksträng på engelska:

```
("Apis mellifera" OR "honey bee"* OR honeybee*) AND (compet* OR displace*) AND (wild OR native OR bumble* OR solitary))
```

Vi testade även att inkludera "behav\* interactions" och "aggressive interaction\*" i söksträngen, men uteslöt dessa eftersom de inte tillförde fler relevanta sökträffar.

Vi utförde sökningen den 19 april 2021 i den akademiska databasen ISI Web of Science, samt i underdatabaserna Core collection, BIOSIS Citation Index och Zoological Records. Sökningen begränsades till vetenskapliga publikationer, skrivna på engelska, som innehöll sökorden antingen i titel, sammanfattning, författarens nyckelord eller i nyckelord plus (vilket motsvarar inställningen "topic" i Web of Science).

## Inkluderingskriterier

Vi gick igenom samtliga publikationer som fångades i databassökningen i två steg. I det första steget sorterade vi publikationerna genom att gå igenom titel och sammanfattning och utifrån ett beslutsträd (figur 1) bedöma om publikationen handlade om effekter av honungsbin på vilda bin genom konkurrens om föda. Alla publikationer som bedömdes vara relevanta eller som inte kunde bedömas utifrån titel och sammanfattning gick vidare till nästa steg. Publikationer på andra språk än engelska, dubletter eller publikationer som inte var expertgranskade sorterades bort. I det andra steget läste vi hela publikationen och bedömde relevansen enligt samma

kriterier som i det första steget. För de publikationer som uppfyllde alla kriterier noterade vi publikationens typ (forskningssammanfattning, empirisk eller teoretisk artikel, metaanalys eller bokkapitel) och på vilken kontinent, land, miljö- och klimatzon där forskningen utfördes. Vi tog med alla relevanta sammanfattande artiklar som diskuterade resurskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin oavsett var forskningen utförts, samt alla empiriska artiklar utförda i Europa. För dessa artiklar noterade vi om studien handlade om känsliga arter eller egenskaper hos arter eller rörde konkurrens i skyddade områden, samt vilken typ av effekter som studerades. Vi noterade också om förekomsten av honungsbin avsiktligt förändrats i studien, om rumslig eller temporal variation studerades och om det ingick metoder för att mildra effekter av konkurrens.

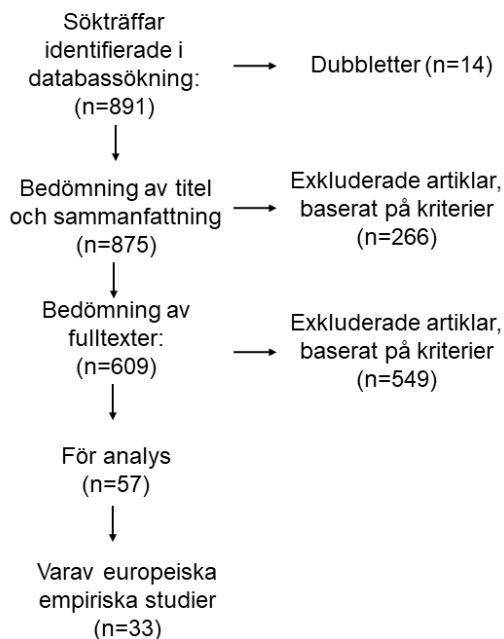
## Inventering

För att identifiera och beskriva pågående initiativ som rör resurskonkurrens från honungsbin på vilda bin skickade vi en kort enkät (Bilaga 1) till biodlarorganisationer, forskare och myndigheter i elva länder i Norra Europa. Vi sökte upp representanter för biodlarorganisationer och relevanta myndigheter via internet och kända kontakter, samt kontaktade forskare som publicerat inom ämnet.

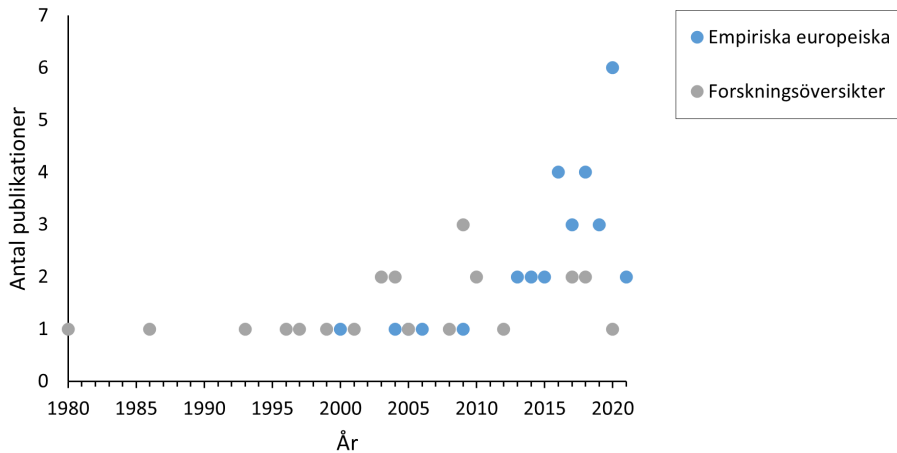
# Resultat

## Identifierad litteratur

Sökningen i akademiska databaser gav 891 sökträffar. Efter att ha rensat bort dubletter återstod 875 publikationer. Efter den första screeningen, som baserades på titel och sammanfattning och sorterade bort 266 publikationer, återstod 609 publikationer för genomgång av fulltexter (figur 1). I fulltextgenomgången identifierades 57 publikationer som relevanta för frågeställningarna (se Bilaga 3), varav 24 forskningssammanställningar eller åsiktsartiklar och 33 empiriska publikationer från Europa.



**Figur 1.** Resultat från sökningen av litteraturdatabaserna. Antalet artiklar per steg i litteraturgenomgången indikeras inom parenteserna. En lista över artiklarna som ingick i analysen återfinns i Bilaga 3.



**Figur 2.** Antal relevanta publikationer om resurskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin per år fördelat mellan empiriska europeiska studier och forskningsöversikter.

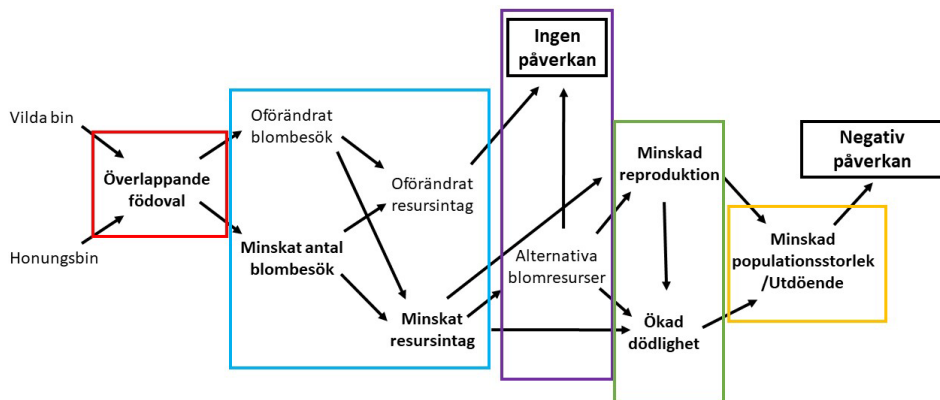
Majoriteten av studier var utförda efter millennieskiftet, i synnerhet de empiriska studier som utförts i Europa (figur 2). Av de senare behandlade sex studier aspekter av tidsmässig variation hos konkurrens, fem undersökte någon form av rumslig variation, till exempel inverkan av värdväxters diversitet eller mängd och två studier berörde metoder för att mildra effekter av konkurrens från honungsbin på vilda bin. Sjuttion av de empiriska studierna innefattade någon form av aktiv förändring av honungsbins tätheter, via olika antal eller avstånd från honungsbisamhällen, områden med eller utan honungsbin eller designer med före/efter introduktion av honungsbin. Effekter av konkurrens i skyddade naturområden undersöktes i fyra av studierna, medan elva studier i någon utsträckning handlade om arter eller egenskaper hos arter som förväntas vara mer känsliga för konkurrens från honungsbin än andra.

## Sammanfattning av litteraturen

Här ger vi en sammanfattning av litteraturöversikten, medan en fullständig detaljerad redogörelse finns i Bilaga 2. Vi sammanfattar vad som är funnet om konkurrens från honungsbin på vilda bin. Vi redogör för resultaten från studier som har undersökt vad som modifierar effekten av denna konkurrens. Vi presenterar huvuddragen från studier som undersöker vilka vildbiarter och egenskaper hos dessa som påverkar känsligheten för konkurrens. I Bilaga 2 finns en redogörelse för varje studie beträffande om den är experimentell (d.v.s. en kritisk variabel som tätheten på honungsbin har medvetet

varierats och konsekvenserna för t.ex. vilda bins täthet undersökts) eller korrelativ (d.v.s. naturlig variation i en kritisk variabel som t.ex. täthet av honungsbin har relaterats till en tänkt konsekvensvariabel som tätheten av vilda bin), samt tydliggör om studien saknar tillräcklig replikering (d.v.s. det finns statistiskt oberoende provtagning) eller har låg grad av replikering. Det är viktigt att notera att det sätt som vi valt att söka litteratur innebär att vi behandlar studier som explicit fokuserar på konkurrens, vilket gör att det kan finnas ytterligare studier (t.ex. rena beskrivande studier) som är relevanta men som vi inte har fångat upp.

För att sammanställa litteraturen utgick vi från en konceptuell modell av Paini (2004) över hur vilda bin kan påverkas av honungsbin genom resurskonkurrens. Vi sorterade evidensen i olika kategorier (responsvariabler); överlappande resursutnyttjande i form av födoval, påverkan på födosök och resursintag, förändrad realiserad nisch (den nisch som *de facto* utnyttjas), påverkan på reproduktionsframgång och överlevnad och påverkan på tätheter och mångfald hos vilda bin (figur 3). Vi har organiserat redogörelsen efter denna konceptuella modell.



**Figur 3.** Resurskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin kan uppstå om de har överlappande födoval, vilket kan ge effekter på blombesök och resursintag, men konkurrensens långsiktiga effekt på populationer beror på hur reproduktion och överlevnad påverkas. Sammanställningen av litteratur är organiserad efter den hierarkiska modell som beskrivs i figuren, så att vi sorterat studier baserat på om de fokuserar på att visa **överlappande resursutnyttjande**, påverkan på **födosök och resursintag**, realiserad **nisch**, **reproduktionsframgång och överlevnad** eller **tätheter och mångfald**. Efter figur 1 i Paini, 2004.

## Evidens för konkurrens

Vi fann sammanlagt 24 forskningsöversikter om konkurrens mellan honungsbin och vilda bin (t.ex. Butz Hury, 1997; Goulson, 2003; Paini, 2004; Moritz m.fl., 2005; Mallinger m.fl., 2017; Vanbergen m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020; Wojcik m.fl., 2018), medan vi identifierade 33 st empiriska studier om födokonkurrens mellan honungsbin och vilda bin som utförts i Europa. Resultaten från de europeiska studierna stämmer i stor utsträckning överens med de litteratursammanställningar som utförts med globalt fokus, men med skillnaderna att det finns färre studier som fokuserar på solitära biarter, och att få europeiska studier handlar om introducerade honungsbins effekter på vilda bin som lever på isolerade öar (men se Lázaro m.fl., 2021).

## Överlappande resursutnyttjande

Vi identifierade fem studier som studerat resursöverlapp mellan honungsbin och vilda bin i en konkurrenskontext. Överlappande resursutnyttjande innebär att honungsbin och vildbin använder samma värdväxt; det kan beräknas som antalet värdväxter både honungsbin och vilda bin använder delat med totala antalet växter som åtminstone en av arterna utnyttjar. Ett trubbigt mått bygger på information *om* en art utnyttjar en viss blomma, medan ett bättre mått är *hur mycket* en art utnyttjar en viss blomma. Vår genomgång av studier visar att det ofta finns ett stort överlapp i resursutnyttjande mellan vilda biarter och honungsbin, bland annat visat i en stor dansk översikt (Rasmussen m.fl., 2021). Ungefär hälften av de växtarter som både honungsbin och vilda bin besöker utnyttjas av bägge grupperna. Studierna visar dock huvudsakligen *att* vilda bin och honungsbin utnyttjar samma blommor, och visar inte överlappets omfattning. Det finns indikationer på att graden av resursöverlapp varierar i tid och är kontextberoende; i vissa miljöer kan överlappet vara mycket stort.

## Påverkan på födosök och resursintag

Vi fann åtta studier som studerat hur honungsbin påverkar vilda bins födosök och resursintag. Påverkan på födosök och resursintag har visats i en rad studier där naturlig variation i tätheter av honungsbin utnyttjats eller där tätheten av honungsbin manipulerats direkt genom att t.ex. utesluta honungsbin från blomresurser. Flera studier visar att höga tätheter av honungsbin kan utarma utbudet av pollen och nektar och påverka blombesöksbeteendet hos vilda bin. Några studier visar på negativa effekter av honungsbin på vilda bins födosök. Vilda bin behöver inte alltid ha en konkurrensnackdel, t.ex. när det gäller växter med djupa blommor kan de mer långtungade humlorna ha ett konkurrensövertag över honungsbin. Studierna visade



även att vilda bin kan ändra sitt val av värdväxter som en effekt av närvaro av honungsbin. Ingen studie visade på att konkurrens ledde till förändringar i när på dygnet vildbin födosökte. Sammantaget indikerar studierna att konkurrens förekommer, men avslöjar inget om konkurrensens styrka eller långsiktiga påverkan på vilda bins populationer.

### **Påverkan på tätheter och mångfald**

Totalt 23 studier undersökte antingen tätheten hos enskilda vilda biarter, vilda bin generellt eller deras artrikedom och mångfald. Dessa studier fokuserade generellt på olika mått på lokal täthet eller mångfald, vilket innebär att det är svårt att separera effekter som beror av populationsförändringar (via ändrad reproduktion och överlevnad) och effekter av ändrat utnyttjande av landskapet i tid och rum (vilket i sig också är en indikation på konkurrens). Många studier, flera av dem välreplikerade och några även experimentella, fann lägre tätheter eller mångfald av vilda bin vid högre tätheter av honungsbin. Vissa korrelativa studier fann positiva samband, sannolikt för att både vildbin och humlor reagerade på förekomsten av blomresurser. Experimentella studier, som ger möjlighet att tydligare fastställa orsakssamband, pågick sällan länge nog för att effekter på vilda bins populationer och mångfald orsakade av ändrad reproduktionsframgång skulle hinna detekteras. I många studier är det svårt att skilja populationseffekter från förändringar i vildbins födosöksområden. Några studiers resultat tydde på förändrade födosöksområden. Sammantaget visar detta att honungsbin med hög sannolikhet kan påverka vilda bin negativt.

### **Påverkan på reproduktionsframgång och överlevnad**

Vi fann sex empiriska studier som behandlade effekter av honungsbin konkurrens på vilda bins reproduktion: fem fältstudier och ett burexperiment. Sådana studier fungerar som starka evidens. Studierna uppvisade skilda resultat, där en del inte påvisade några effekter, medan andra fann att tätheten av honungsbin eller avståndet till bigårdar påverkade vilda bins reproduktion negativt. En studie fann att arbetare hos humlor var färre i närvaro av konkurrens. Vi hittade inte någon studie som undersökt direkta överlevnadseffekter. Sammantaget utgör dessa studier övertygande evidens för att honungsbin kan påverka vilda bins reproduktion negativt.

## **Kritiska nivåer**

Några studier kan användas för att förstå vid vilka tätheter och/eller avstånd från bigårdar som vilda bin kan påverkas negativt. Studier visar på negativa konsekvenser av bigårdar på vilda bin på upp mot någon kilometers avstånd, men andra studier kunde inte identifiera negativa effekter på något avstånd.

## **Modifierande faktorer**

Det var relativt ont om studier som undersökt effekten av modifierande faktorer. Vanligast var undersökningar av landskapskaraktärens modifierande effekt, med mindre negativa effekter av mellanartskonkurrens påvisade i landskap med högre mängd mer eller mindre naturliga blomresurser. Enstaka studier visade på skillnader i effekt under säsongen eller mellan år beroende på skiftande resurstillgång. Sammantaget är relativt lite känt om vilka faktorer som kan modifiera honungsbins konkurrens med vildbin.

## **Känsliga arter och deras karaktärer**

Få studier har systematiskt undersökt skillnader mellan hur vildbin av olika arter eller olika ekologiska karaktärer påverkas av konkurrens från honungsbin. De som gjort så, visar att större bin tycks påverkas mer än mindre bin. Några studier hittade ingen skillnad mellan arter i hur de påverkades. Sammantaget är kunskapen svag vad gäller vilka biarter som är mer känsliga än andra för konkurrens med honungsbin.

## **Sammanfattning**

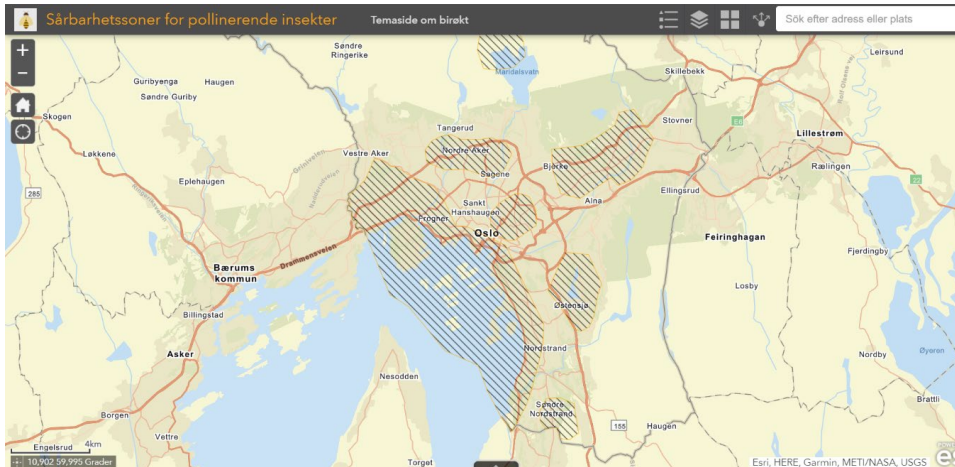
Det finns bevis för att hög förekomst av honungsbin resulterar i negativa effekter på olika aspekter av vilda bins resurser, födosök och täthet, men det är ont om starka evidens för att konkurrens leder till populationsminskningar (Goulson, 2003; Paini, 2004; Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018). Trots att det finns en del välgjorda experimentella studier är många studier korrelativa, ibland med avsaknad av adekvata kontroller, eller lider brist på replikering. Det finns ett fåtal välreplikerade, experimentella studier som har mätt de mest relevanta responsvariablerna, dvs. fitness och populationstäthet. Majoriteten av de korrelativa studierna, samt de välreplikerade experimentella studierna vars evidensvärde är högre, visar dock relativt samstämmigt att det under många omständigheter finns negativa effekter av honungsbin på vilda bin.

# Inventering

I vår inventering av pågående initiativ som rör resurskonkurrens från honungsbin på vilda bin fick vi in svar från representanter från biodlarföreningar, tjänstemän vid myndigheter och forskare i elva länder: Danmark, Norge, Finland, Estland, Lettland, Polen, Tyskland, Nederländerna, Frankrike, Storbritannien och Irland. Avanonymiserat material från enkätsvaren kan tillhandahållas på begäran.

## Norge

I Norges nationella pollinatorsstrategi pekas konkurrens från honungsbin ut som ett möjligt hot mot vilda bins populationer, och man belyser särskilt att det finns ett behov av ökad kunskap om konkurrens och sjukdomsöverföring mellan honungsbin och vilda pollinatörer för att minska hoten (Norwegian Ministries, 2018). Det har införts begränsningar i var norska biodlare får placera ut honungsbisamhällen. Områden med kända lokaler för hotade biarter omkring Oslo har pekats ut som sårbarhetszoner för vilda pollinerande insekter av Oslo kommun. I dessa områden uppmanas biodlare att inte placera ut honungsbin på grund av risken för att honungsbin konkurrerar med vilda bin (Bymiljøetaten, Oslo kommune, 2021, se figur 4). Det är inte heller tillåtet att sätta ut honungsbin i en rad naturområden som förvaltas av det norska försvaret, till exempel övnings- och skjutfält, militärläger och fästningar, i syfte att gynna vilda bin och förhindra negativ konkurrens från honungsbin (Forsvarsbygg, 2021). Den norska biodlarorganisationen (Norges Birøkterlag) arbetar aktivt för att öka medvetenheten om frågan för att förebygga konflikter, bland annat genom att publicera artiklar i sin medlemstidning och genom deltagande i ett samverkansprojekt som syftar till att öka mängden födoresurser och utforska effekterna av konkurrens. De har också skapat ett policydokument om förhållandet mellan honungsbin och vilda pollinerande insekter, i vilket man poängterar att norska biodlare följer försiktighetsprincipen och tar hänsyn till sårbara vilda pollinerande insekter, genom att begränsa antalet bisamhällen per bigård i områden med lite grönområden eller i områden som är kända habitat för rödlistade vildbin. I dokumentet poängterar man också att biodlare är viktiga för att förhindra förluster av biologisk mångfald och insektsarter.



**Figur 4.** Sårbarhetszoner for pollinerende insekter i Norge, utsnitt från regionen kring Oslo. Streckade områden indikerar områden med vildbin som anses sårbara för konkurrens från honungsbin, och där utsättning av honungsbisamhällen bör undvikas. Kartan finns hos Bymiljøetaten, en kommunal samhällsforvaltning for Oslofjorden. <http://bym.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c9b47cdb1a564d1b8ae60b4c0a351977>, hämtad 2021-06-29 (Bymiljøetaten, Oslo kommune, 2021).

## Danmark

I Danmark pågår det en omfattande debatt om honungsbins effekter på vilda bin i naturområden (Henriksen, 2018; Dupont, m.fl., 2019; Hindby Koszyczarek, 2019; Jungersen och Nørgaard, 2019; Lisby, 2019; Soelberg Frydendahl och Skov-Jensen, 2021). Ämnet har också belysts i rådgivningsrapporter beställda av myndigheter (Kryger och Dupont, 2018; Bach, 2019). Naturstyrelsen, som förvaltar många danska naturområden, till exempel nationalparken Thy, tillåter inte längre nya uppsättningsplatser för honungsbisamhällen (Naturstyrelsen, 2019). I Danmark har nyligen den danska regeringen föreslagit att honungsbin ska klassificeras som husdjur och att användning av dessa för kommersiellt bruk i nya naturområden (vilket motsvarar våra svenska nationalparker) ska förbjudas, vilket innebär att honungsbin inte längre kommer att vara tillåtna att sätta ut i dessa områden. En av anledningarna till den heta debatten är att landets ca 14 ekologiska biodlare ofta placerar sina ca 300 honungsbisamhällen i naturområden för att följa reglerna om att det huvudsakligen ska finnas natur eller ekologiskt/miljövänligt lantbruk inom tre kilometer från honungsbisamhällen (Kryger och Dupont, 2018). Regeln innebär i praktiken att ekologiska biodlare har varit beroende av att sätta ut sina honungsbisamhällen i eller intill naturområden eftersom de ekologiska och miljövänliga lantbruken utgör små områden.

## **Finland**

I Finland finns det inte någon generell reglering av var honungsbin får placeras ut, men i statligt ägda naturområden, förvaltade av myndigheten Forststyrelsen, följs försiktighetsprincipen för att undvika eventuell ökad konkurrens och spridning av sjukdomar och parasiter och därför tillåts inte utsättning av honungsbisamhällen i dessa områden.

I Helsingfors botaniska trädgårdar (Kaisaniemi botaniska trädgård och Gumtäkt botaniska trädgård) har utplacering av honungsbisamhällen stoppats för att följa principerna hos den internationella organisationen för botaniska trädgårdar (Botanic Gardens Conservation International) om att bevara inhemska arter.

## **Tyskland, Storbritannien, Polen, Lettland och Estland**

Ingen av våra kontaktpersoner i Tyskland, Storbritannien, Polen, Lettland och Estland kände till några initiativ som berör konkurrens mellan honungsbin och vilda bin.

## **Nederländerna**

Från Nederländerna svarade en forskare och en tjänsteman från ministeriet för jordbruk, natur och livsmedelskvalitet på vår enkät. De uppger att myndigheterna samlar in vägledning från forskare om vilka effekter som kan förväntas av honungsbin på vilda bin och hur samexistens kan gynnas. De har också uppmanat till mer forskning om förhållandet mellan honungsbin och vilda bin för att kunna ta fram regionala förvaltningsstrategier.

## **Frankrike**

I Frankrike är frågan om konkurrens mellan honungsbin och vilda bin aktuell både på lokal, regional och nationell skala. Forskare uppger att det finns pågående projekt om reglering av utplacering av honungsbisamhällen i flera nationalparker och nätverk för skyddade naturområden (till exempel den franska kustskyddsmyndigheten, Conservatoire du littoral). I Frankrike pågår forskning om effekterna av biodling i nationalparker med en lång historia av utsättning av honungsbin. Forskningsprojekt om intressenters uppfattning av konkurrens mellan honungsbin och vilda bin pågår också, för att förutse och följa möjliga konflikter och utveckla bevarandeplaner som är acceptabla från flera intressenter.

## **Irland**

I Irlands nationella pollinatörsstrategi nämns att det finns ett behov av att undersöka var och hur många honungsbisamhällen som kan placeras i olika habitattyper och hur det kan påverka tillgången till blomresurser för andra pollinatörer. I pollinatörsstrategin ingår ett avsnitt om honungsbin, i vilket det poängteras att biodlare behöver stöttas för att uppnå friska uthålliga populationer, samt att det behövs mer kunskap om sjukdomar hos honungsbin och risken för sjukdomsöverföring till vilda arter.

Flera av de svarande i till exempel Tyskland, Norge, Storbritannien och Nederländerna nämner att det finns en debatt om ämnet i deras länder och att ämnet får stor medial uppmärksamhet.

# Diskussion

## Vetenskapliga belägg för konkurrens mellan honungsbin och vilda bin

### Vad krävs för att påvisa konkurrens?

I strikt mening förekommer konkurrens mellan arter enbart om de delar på en gemensam begränsad resurs, så att det får konsekvenser för reproduktion och/eller överlevnad och därmed för deras populationsstorlek. Vilda bins populationer kan teoretiskt regleras av en rad olika faktorer utöver tillgång på föda, till exempel tillgång på boplatser. Potentiellt gemensamt utnyttjande av en resurs är därmed en nödvändig, men inte tillräcklig förutsättning för att påvisa konkurrens mellan arter. Eftersom bin är flexibla i sitt födoval (Rasmussen m.fl., 2021), kan det potentiella överlappet i resursutnyttjande vara svårt att fastställa. Starkare evidens förekommer i form av förändrat val av värdväxter hos vilda bin när honungsbin förekommer jämfört med när de inte gör det (Walther-Hellwig m.fl., 2006), eftersom det är svårt att på annat sätt förklara en sådan förändring. I strikt mening krävs dock direkta studier av födosöksframgång för att visa att förekomst av honungsbin leder till ökade energikostnader för vilda bin i sökandet efter föda, alternativt att det leder till minskat intag eller sämre kvalitet på kvarvarande nektar och pollen. Få studier har emellertid studerat detta (men se Henry och Rodet, 2018). Eftersom majoriteten av vilda bin är polylektiska och flexibla i sitt födoval, är det osäkert i vilken mån förändrat blombesök och nischutrymme leder till påtagliga långsiktiga effekter på tätheter, reproduktion och populationsstorlekar, och länken däremellan är till stor del outforskad (Paini, 2004; Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020). Effekter av mellanartskonkurrens på fitnesskomponenter, d.v.s. på reproduktion och överlevnad, utgör starkare evidens. I strikt mening krävs dock att sådana skillnader även leder till effekter på populationsstorlek (och därmed potentiellt mångfald). Dock är vilda bin mobila, vilket gör att det är svårt att skilja på effekter som påverkar deras fördelning i landskapet (hur de attraheras av blomresurser) och långsiktiga populationseffekter (Mallinger m.fl., 2017; Rasmussen m.fl., 2021).

En avgörande svårighet när det gäller att undersöka om honungsbin konkurrerar med vilda bin, är att slå fast att det finns ett orsakssamband mellan tätheten av honungsbin och olika uppmätta effekter på vilda bin. Eftersom honungsbin och vilda bin i många fall påverkas på samma sätt av en rad faktorer, kan dessa (ofta okända) faktorer leda till samvariation mellan tätheten av honungsbin och de olika aspekter av vilda bins ekologi som en studie försöker mäta. Detta gör att rena observationsstudier, där honungsbins täthet inte medvetet förändrats för att studera konkurrens, kan vara problematiska (Paini, 2004), framför allt eftersom effekter av konkurrens kan maskeras av andra samband som styr tätheter av vilda bin och honungsbin.

Studier som jämför förändringar över tid hos de två grupperna, till exempel genom att använda material från museer eller jämförelser mellan historiska och nutida fältstudier, utgör ovanliga men värdefulla indikationer på om konkurrens blivit ett ökande (eller minskande) problem för vilda bin. De lider dock av liknande problem som rumsliga observationsstudier, i att det kan finnas generella underliggande förändringar i till exempel tillgången på blomresurser i landskapen som påverkar både honungsbin och vilda bin och leder till samvariation som inte utgör ett orsakssamband.

För att belägga orsakssamband krävs det experiment, helst med kontroller utan honungsbin, för att kunna utesluta eller ta hänsyn till påverkan av andra faktorer än honungsbin som kan förändras över tiden. Fältstudier på landskapsskala med reglerade tätheter av honungsbin i kombination med honungsbinfria kontroller utgör starka försöksdesigner, särskilt om de kombineras med mätningar före och efter att honungsbin införts (s.k. BACI-designer). Orsaken till att det inte finns fler experimentella studier av honungsbins konkurrens med vilda bin, är sannolikt att dessa är svåra att genomföra på de relevanta landskapsskalor som honungsbins stora rörlighet skulle kräva (Thomson och Page, 2020).

Svårigheten att genomföra landskapsexperiment har gjort att kontrollerade mesokosmexperiment, d.v.s. experiment på mindre skala (till exempel i burar) som standardiseras för att minska oönskad variation, använts som alternativ. Sådana studier är värdefulla, eftersom de kan visa vilka ekologiska mekanismer som ligger till grund för konkurrensen mellan honungsbin och vilda bin. Nackdelen med mesokosmstudier är att resultaten kan vara svåra att generalisera till verkliga landskap, där motverkande eller förstärkande mekanismer kan ske över större skala, till exempel flexibelt utnyttjande av blomresurser i landskapet, som är svåra eller omöjliga att spegla i de småskaliga försöken.

I både observationsstudier och experiment är replikering viktig för att minska oönskad variation och öka resultatens trovärdighet. De logistiska svårigheterna att genomföra



konkurrensstudier innebär dock att många studier har relativt låg replikering, vilket försvagar värdet av resultaten som evidens för konkurrens effekter (Paini, 2004).

Samhället av vilda bin utgörs av en mångfald av arter med skiftande egenskaper. Studier på enskilda arter kan vara svåra att extrapolera och generalisera till att gälla alla vilda biarter. Om konkurrens från honungsbin påverkar vilda biarter på olika sätt kan man också förvänta sig en mångfald av responser (Wojcik m.fl., 2018). Eftersom det ofta är svårt att bedöma effekter på fitness och populationsstorlek på vilda bin, är sådana studier ofta starkt kontrollerade och utförs på enstaka, odlade arter. Det gör att kunskapen är begränsad till ett fåtal arter vilda bin, vilket gör att man måste generalisera från studier som inte involverat den eller de arter som behöver riskbedömas. I stället kan riskbedömningar göras utifrån kunskap om hur känsligheten av grupper av arter påverkas av en viss typ av resursutnyttjande eller ekologiska egenskaper, till exempel om de är sociala eller solitära, men även här begränsas informationen av bristen på studier. Om vilda biarter påverkas olika av honungsbin kan mångfalden av bin påverkas. Men uteblivna effekter på vilda bins mångfald eller diversitet behöver inte betyda avsaknad av konkurrens, varför man också behöver bedöma effekter av honungsbin på sammansättningen av vildbisamhällen.

Bedömningar av hur stor risk konkurrens från honungsbin utgör för vilda bin måste göras baserat på befintliga studier. Bristen på storskaliga, replikerade experimentella studier innebär att sådana bedömningar måste baseras på en kombination av alla former av evidens som presenterats ovan, inklusive observationsstudier och experimentella studier. Det viktiga är att studierna tolkas kritiskt, i ljuset av deras möjlighet att påvisa konkurrens. Effekter av honungsbin på vilda bin i en experimentell studie måste också översättas till vilken risk det motsvarar i konkreta situationer, där hänsyn tas till hur stor tätheten av honungsbin förväntas bli. Detta innebär att det inte alltid räcker med information om i vilken mån det finns konkurrens, utan det krävs dos-responsstudier för att identifiera kritiska nivåer av honungsbin för negativa effekter av konkurrens på vilda bin (Henry och Rodet, 2020).

## **Vilka evidens finns för konkurrens?**

### *Överlappande resursutnyttjande*

En hög grad av överlapp i honungsbins och vilda bins resursutnyttjande visar att de delar på födoresurser och att det potentiellt kan uppstå konkurrens om resurserna mellan arter (Goulson, 2003; Paini, 2004). Det finns välgjorda studier som utgör goda evidens för omfattningen av överlapp i födoval mellan honungsbin och vilda bin, till exempel från Danmark (Rasmussen m.fl., 2021). Däremot utgör en hög grad av

överlappande resursutnyttjande inte evidens för konkurrens, eftersom det dessutom krävs att brist på den delade födan påverkar populationerna (Abrol, 2012; se Rasmussen m.fl., 2021). Dessutom visar observationer av blombesök bara det realiserade födointaget, inte på det mest energieffektiva eller näringsmässigt optimala intaget av föda (Rasmussen m.fl., 2021). Det innebär att avsaknad av överlapp inte behöver betyda avsaknad av konkurrens, eftersom en art vildbin i närvaro av honungsbin kan ha valt att undvika att födosöka i värdväxter som de potentiellt delar. I avsaknad av mer kunskap kan sammanställningar av hur stort överlappet är mellan honungsbin och enskilda arter av vilda bin användas som ett första steg för att bedöma risken för att en art påverkas negativt av konkurrens från honungsbin (Rasmussen m.fl., 2021).

De studier vi identifierade som sammanställt överlappet i vilka blommor som honungsbin och vilda bin utnyttjar med relevans för Sverige, visade att resursöverlappet potentiellt är stort. Ofta är mer än hälften av växtarterna som vildbin utnyttjar även utnyttjade av honungsbin, och vice versa (Steffan-Dewenter och Tscharrntke, 2000; Hudewenz och Klein, 2015; Rasmussen m.fl., 2021). Det är dock svårt att tolka materialet, eftersom det kritiska är det potentiella överlappet mellan honungsbin och enskilda arter vilda bin, helst med information som inte bara visar att en växtarts blommor utnyttjas utan också innehåller information om hur mycket pollen och nektar som samlas in från respektive växtart. Rasmussen med kollegors (2021) beräkningar av överlappet i parvisa jämförelser av honungsbin och enskilda vilda biarters födoväxter är den närmaste ansatsen till detta, men denna studie tar inte hänsyn till kvantitativa mått på föda.

#### *Påverkan på nisch, födosöksbeteende och resursintag*

Många av de studier som ingår i denna kunskapssammanställning fokuserar på hur vilda bins pollen- och nektarresurser påverkas när honungsbin förekommer (Paini, 2004). Honungsbin kan förväntas påverka tillgången på nektar och pollen kraftigt, eftersom de är effektiva blombesökare i många växtarter, med stor potential att identifiera och rekrytera arbetare till blomresurser. De förbrukar dessutom stora mängder resurser; ett honungsbisamhälle samlar in mellan 10-60 kg pollen och ger 20-150 kg honung per år, motsvarande ca 80-200 miljoner blombesök (Goulson, 2003; Geslin m.fl., 2017). Eftersom honungsbin är födogeneralister som besöker en mångfald av växter, kan flyga långa avstånd för att söka föda och födosöker under stor del av året, kan de i teorin konkurrera med en lång rad arter vilda bin. De kan både konkurrera med mycket specialiserade arter (oligolektiska arter eller arter som har en smal nischbredd i tid och rum) om den specifika värdväxten även besöks av honungsbin, och arter som är generalistiska i sitt val av föda och i stor utsträckning delar diet med honungsbina (se Waser & Ollerton, 2006).

Förändrat födosöksbeteende kan bero på att det krävs fler och längre blombesök för att samla in samma mängd föda, vilket innebär en högre energikostnad eller mindre mängd insamlade resurser (Paini, 2004; Thomson, 2004; Thomson, 2006). Till exempel visade Goras m.fl. (2016) att vilda bin spenderade mer tid per blomma när antalet honungsbisamhällen ökade medan Hudewenz och Klein (2015) såg att rödmurarbin besökte fler blommor när det fanns honungsbin närvarande. En studie visade att vilda bin samlade in lägre mängder nektar vid ökande tätheter av honungsbisamhällen och avstånd till dessa. Få studier har dock explicit mätt energikostnader eller födans näringsvärde. En studie i lavendel, en art i vilken humlor är mer effektiva födosökare än honungsbin, visade att honungsbin fick en rejält ökad energivinst när humlor stängdes ute (Balfour m.fl., 2015), vilket innebär att motsvarande effekt av honungsbin på vilda bin kan förväntas för blommor där honungsbin är den effektivaste resursutnyttjaren.

Vår sammanställning visar att en förskjutning av vilda bins nischutnyttjande vid närvaro av honungsbin är en stark indikator på att det förekommer konkurrens, eftersom mekanismen bakom förskjutningen sannolikt är att den överlappande resursen (växtarter, tid, plats) blivit sämre för det påverkade biet att utnyttja. Det kan handla om att bin i närvaro av en konkurrent i högre grad nyttjar en mindre attraktiv värdväxt som ger lägre energivinst (jfr Balfour m.fl., 2015) eller vars pollen har ett lägre näringsvärde (jfr Vaudo m.fl., 2020). Ett skifte i val av värdväxt vid närvaro av honungsbin observerades till exempel i miljöer intill ett fält av honungsört, då långtungade humlor sågs skifta till att söka föda i en art av käringtänder som honungsbin sällan besöker (Walther-Hellwig m.fl., 2006). Det finns också en rad studier som visar en minskad nischbredd när det gäller val av värdväxter vid höga tätheter av honungsbin (Hudewenz och Klein, 2015; Nielsen m.fl., 2017). Eftersom en hög diversitet av födoresurser kan påverka både solitära och sociala bins reproduktionsframgång (Thomson och Page, 2020), kan detta leda till populations-effekter.

Närvaro av honungsbin kan också påverka vilda bins nyttjande av olika delar av landskapet, med potentiella konsekvenser både för energikostnader och för val av värdväxter. Att placera ut honungsbisamhällen påverkar vilda insekter genom att de förflyttar sig och födosöker längre bort från honungsbisamhällena, till exempel humlor vid honungsört (Walther-Hellwig m.fl., 2006) och vilda insekter i höstraps (Lindström m.fl., 2016). Vi fann två studier som undersökte om humlor respektive vilda bin även skiftade födosökstid vid närvaro av honungsbin, men ingen av studierna påvisade detta (Walther-Hellwig m.fl., 2006; Jeavons m.fl., 2020). Detta innebär att konkurrens undviks genom rumsliga snarare än tidsmässiga skiften (Walther-Hellwig m.fl. 2006).

Sammanfattningsvis har den stora majoriteten av studier av hur vilda bins födosök och resursintag påverkas av honungsbin varit observationsstudier med ibland förhållandevis låg replikering som fokuserat på förändrat beteende, framför allt förändrade blombesök. Samma mönster återfinns i den internationella litteraturen (Wojcik m.fl., 2018). Endast få studier har undersökt hur honungsbin påverkar tillgången till pollen och nektar, och vi har inte hittat några studier om effekter på energikostnader och födans kvalitet. Kopplingen längs hela kedjan från förändrat födosök över reproduktion till populationsförändringar har dock inte studerats (Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020).

### *Påverkan på reproduktionsframgång och överlevnad*

Studier som undersöker direkta bevis på konkurrens av honungsbin, antingen i form av påverkan på en fitnesskomponent som reproduktion eller på populationsutveckling-/populationsstorlek hos vilda bin, är ovanliga, såväl i den internationella litteraturen (Goulson, 2003; Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020) som i den europeiska.

Evidensen för effekter av honungsbin på vilda bins reproduktion är ganska få och varierar (Goulson, 2003; Paini, 2004). De studier som fokuserar på aspekter av samhällsutveckling hos humlor visar relativt samstämmigt på negativa effekter (Thomson, 2004; Elbgami m.fl., 2014; Wojcik m.fl., 2018; Meeus m.fl., 2021). Hos solitära bin är antalet producerade yngelceller en viktig aspekt av reproduktion, men även fördelningen mellan honor och hanlig avkomma och kvantiteten och kvaliteten på det pollen varje yngelkammare förses med påverkar den framtida populationsutvecklingen (Danforth m.fl., 2019). För solitära bin är resultaten varierande (Steffan-Dewenter och Tscharnkte, 2000; Hudewenz och Klein, 2013, 2015; Wojcik m.fl., 2018). Den enda replikerade mesokosmstudien vi fann visade kraftiga effekter av konkurrens på rödmurarbiets reproduktion (Hudewenz och Klein, 2015), men studien motsvarar sannolikt en situation med mycket begränsad resurstillgång, och det är därför oklart hur väl den kan generaliseras till öppna förhållanden där bin i varierande mån kan förändra sina födosöksområden.

En individs fitness påverkas inte bara av reproduktionsframgång utan även av avkommans förmåga att överleva (till exempel under diapausen) och etablera sig. Vi fann inga europeiska kontrollerade konkurrensexperiment som undersökte effekter på fitness, och även i de internationella forskningsöversikterna rapporteras mycket få sådana studier (Wojcik m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020).

### *Påverkan på tätheter*

Både bland forskningsöversikterna och bland de empiriska europeiska studierna fokuserar en överväldigande del på i vilken mån honungsbin påverkar vilda bins tätheter (Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018). Resultaten varierar mellan studier; huvuddelen visade på negativa samband mellan honungsbins och vilda bins tätheter (Forup och Memmott, 2005; Franklin m.fl., 2018; Herbertsson m.fl., 2016; Hudewenz och Klein, 2013; Lindström m.fl., 2016; Renner m.fl., 2021; Ropars m.fl., 2020, 2019; Torne-Noguera m.fl., 2016; se också Nielsen m.fl., 2012). Några studier visade neutrala (Steffan-Dewenter & Tschardtke, 2000) eller positiva (Alomar m.fl., 2018; Jeavons m.fl., 2020; Gunnarsson och Federsel, 2014) samband mellan honungsbins och vilda bins tätheter. Minskade tätheter av vilda bin till följd av konkurrens från honungsbin kan antingen bero på negativa effekter på vilda bins populationer, d.v.s. att det produceras färre födosökande bin, på att de födosöker på andra platser med färre honungsbin, eller på att de förändrar sin nisch och födosöker på andra värdväxter, andra områden eller vid andra tidpunkter. Uteblivna samband kan betyda att det inte förekommer konkurrens, till exempel om det finns tillräckliga resurser för samexistens. Men uteblivna effekter på bins tätheter under en säsong eller en del av en säsong, utesluter inte effekter på reproduktionsframgång och därmed långsiktiga populationseffekter, som t.ex. döljs av inflöde från andra populationer (jfr Iles et al. 2018). Positiva samband mellan honungsbins och vilda bins tätheter kan bero på att de båda attraheras till en gemensam resurs, och behöver inte indikera något om konkurrenssituationen.

Konkurrensens styrka förväntas variera över säsongen, men många studier utförs endast under en kort del av en eller två säsonger (Wojcik m.fl., 2018). Vi fann inga experimentella välreplikerade empiriska europeiska studier som undersökte hur konkurrens mellan honungsbin och vilda bin varierade över säsongen.

För att påvisa effekter på populationsstorlek, krävs att studier har en varaktighet som är tillräckligt lång för att dessa skall påverkas. Vad gäller humlor saknas till exempel studier på populationstäthet, d.v.s. antalet reproducerande bon, snarare än antalet födosökande arbetare som beror både på populationsstorlek och på koloniernas tillväxt. Medan mängden arbetare hos sociala humlor kan påverkas under innevarande säsong, dröjer det till påföljande år innan sådan påverkan på reproduktion syns i form av populationseffekter; detta gäller både för solitära och sociala bin. Det innebär att enbart fleråriga studier har möjlighet att detektera populationseffekter som uppstår på grund av försämrad reproduktion. Vi fann inga empiriska europeiska studier som undersökte konkurrens mellan honungsbin och vilda bin på längre sikt.

### *Påverkan på mångfald*

Resultaten från studier som undersöker effekter av honungsbin på vilda bins artrikedom och diversitet varierar; medan vissa studier inte påvisar några effekter på artrikedom eller diversitet visar flera en minskad mångfald av vilda bin vid förekomst av honungsbin (Hudewenz och Klein, 2013; Valido m.fl., 2019; Ropars m.fl. 2020). Detta indikerar att åtminstone vissa vilda biarter påverkas negativt av honungsbin. Andra studier såg dock inte någon direkt påverkan av honungsbin på vilda bins artrikedom eller diversitet (Steffan-Dewenter och Tschardt, 2000; Forup och Memmott, 2005; Torne-Noguera m.fl., 2016). Detta kan bero på att honungsbins resursutnyttjande inte var tillräckligt omfattande för att generellt påverka vilda bin, men det kan också bero på att studierna utförts under för kort tid för att kunna detektera konsekvenser i form av reproduktionseffekter. Eftersom en stor del av studierna som har undersökt honungsbins effekter på vilda bins mångfald är korrelativa, finns det risk att bakomliggande faktorer kan dölja effekter av konkurrens.

### *Faktorer som modifierar konkurrensen: Tätheter av honungsbin*

Det finns en rad europeiska studier som har undersökt effekter på vilda bin vid varierade tätheter av honungsbin (Steffan-Dewenter och Tschardt, 2000; Hudewenz och Klein, 2013, 2015; Elbgami m.fl., 2014; Lindström m.fl., 2016; Henry och Rodet, 2018; Meeus m.fl., 2021), antingen genom att variera antalet honungsbisamhällen eller genom att studera effekter på olika avstånd från honungsbisamhällen. Studierna ger i stort sett en samstämmig bild med de globala litteratursammanställningarna som gjorts (Paini, 2004; Geslin m.fl., 2017; Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020); konkurrensens styrka varierar med tätheten av honungsbin. Effekterna har föreslagits vara tydligast vid tätheter över 3,5 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup> (Torne-Noguera m.fl., 2016), men eftersom honungsbins utnyttjande av resurser i ett landskap varierar med mängden föda, både i rummet och över tid, är detta troligen mycket variabelt. Det är också oklart vad som avses med en tydlig effekt, eftersom även en effekt som kan vara svår att detektera i en lågreplikerad studie kan ha svåra konsekvenser för en population vilda bin på lång sikt. I en litteratursammanställning påpekar Geslin med kollegor (2017) dessutom att studier som bara utförs under ett år och ensidigt fokuserar på tätheter av vilda bin riskerar att markant underskatta konkurrens effekter eftersom konsekvenser som medieras genom förändrad reproduktion först slår igenom på sikt. De studier som för närvarande finns kan därför inte rakt av användas till att utveckla rekommendationer eller riktmärken för när konkurrens med allvarliga konsekvenser för vilda bin förekommer.

Konkurrensen har angivits som starkare inom ca 600-1 100 m från honungsbisamhällen jämfört med längre bort (Mallinger m.fl., 2017; Henry och Rodet,

2018, 2020), vilket i detta fall motsvarar ca. 1-4 km<sup>2</sup>. Detta kan dock påverkas av antalet honungsbisamhällen som placerats på samma plats, i den mån att bigårdar med fler honungsbisamhällen kommer att påverka vilda bin över en större yta än vad bigårdar med få honungsbisamhällen gör (Henry och Rodet, 2020). Dessutom beror avståndet över vilket honungsbin söker efter pollen av resurstillgången i landskapet (Steffan-Dewenter och Kuhn, 2003), vilket innebär att avståndseffekten av honungsbin på vilda bin sannolikt är landskapsberoende. Slutsatsen är att relationen mellan täthet och avstånd till honungsbisamhällen inte är tillräckligt klarlagd för att göra exakta bedömningar av risk, men att på 1 200 m avstånd och längre ifrån honungsbisamhällen avtar eller upphör effekterna helt (Mallinger m.fl., 2017).

### *Faktorer som modifierar konkurrensen: Resurstillgång*

Konkurrensens styrka är troligtvis starkt kopplad till tillgången på födoresurser i relation till tätheter av bin. Det finns väldigt få studier, även internationellt sett, som undersöker konkurrens vid varierande tillgång till födoresurser, dels i form av mängd av föda, dels i form av mångfald och typ av pollen- och nektarproducerande växter. I vissa studier karteras tillgången till blommande resurser inom ett litet avgränsat område, medan tillgången i omgivningarna utanför detta område är okända. Några studier tar delvis hänsyn till omgivningarnas utbud av föda genom att undersöka landskap med kontrasterande nivåer av mer eller mindre naturliga habitat som bland annat antas innehålla mer blommande resurser (Herbertsson m.fl., 2016; Lindström m.fl., 2016). I flera studier som inte påvisat effekter av honungsbin, nämns att det finns gott om resurser i det studerade området (t.ex. Steffan-Dewenter och Tschardtke, 2000; Franklin m.fl. 2018). De få studier som finns indikerar att vid god tillgång till resurser kan vilda bin och honungsbin i högre grad samexistera utan att vilda bin påverkas negativt i nämnvärd grad (Thomson, 2006; Herbertsson m.fl., 2016).

Konkurrensens styrka kan troligen också variera med andra faktorer, till exempel klimat, tillgången till boplatser och övervintringsplatser, exponeringen för växtskyddsmedel och förekomsten av parasiter och patogener, men kunskapen om hur dessa faktorer interagerar med resurskonkurrens är mycket knapp (Thomson, 2016).

## Vilka biarter är känsliga för konkurrens?

Många konkurrensstudier undersöker det generella samhället av bin, med låg taxonomisk upplösning (t.ex. Lindström m.fl., 2016; Torne-Noguera m.fl., 2016; Franklin m.fl., 2018; Renner m.fl., 2021), men för att kunna riskbedöma effekter på enskilda arter behöver vi förstå variationen i respons mellan olika arter av vilda bin.

Arter som till stor del hämtar (eller potentiellt hämtar) pollen och nektar från samma värdväxter riskerar att påverkas av mellanartskonkurrens om den gemensamma resursen utarmas (Thomson, 2004). Honungsbin besöker en lång rad olika växter, men tenderar att fokusera på massblommade förekomster av pollen och nektar och samlar vanligtvis pollen från en mindre mångfald av växter än humlor (Leonhardt och Blüthgen, 2012; Baensch m.fl., 2020). Vilda arters känslighet för konkurrens förutsätts variera med deras biologi, till exempel om de är födospecialister (oligolektiska) eller födogeneralister (polylektiska), sociala eller solitära, stora eller små, men resultaten från empiriska studier varierar.

Konkurrens från honungsbin har föreslagits drabba polylektiska arter hårdare eftersom deras födoval liknar honungsbinas (Roubik, 1980; Schaffer m.fl., 1983; Wojcik m.fl., 2018), men teoretiskt sett har polylektiska arter också större förmåga att undvika konkurrens med honungsbin än oligolektiska arter eftersom de är mer flexibla i sitt födoval och därmed kan utnyttja arter som honungsbin inte utnyttjar (Walther-Hellwig m.fl., 2006; Jeavons m.fl., 2020). En annan hypotes är att oligolektiska arter, som är beroende av att söka pollen och nektar från en eller ett fåtal växtarter, är känsligare för konkurrens från honungsbin än polylektiska arter om deras värdväxter även besöks av honungsbin (Waser och Ollerton, 2006; Jeavons m.fl., 2020; Rasmussen m.fl., 2021). Bland de europeiska empiriska studierna har vi inte hittat några som uttryckligen har undersökt om vilda bin med olika grad av födospecialisering påverkas olika av födokonkurrens från honungsbin.

De mest väldokumenterade effekterna av konkurrens från honungsbin på vilda bins tillväxt och reproduktion har noterats hos sociala bin (humlor) (sammanfattat i Wojcik m.fl. 2018), troligen eftersom humlor och honungsbin har ett stort nischöverlapp. En studie nämner att humlor och honungsbins födoval nästan fullständigt överlappar i Nordamerika, men att europeiska humlor generellt har längre tungor och därför har lägre grad av födovalsöverlapp med honungsbin (Williams 1986). I vår litteraturoversikt av europeiska empiriska studier finns dock flera exempel på negativ påverkan på humlor från honungsbin via resurskonkurrens (Goulson och Sparrow, 2009; Elbgami m.fl., 2014; Herbertsson m.fl., 2016; Lindström m.fl., 2016; Baensch m.fl., 2020; Meeus m.fl., 2021). För både humlor och solitära bin kan konkurrens om föda leda till försämrad reproduktion som i sin tur kan ge lägre tätheter (färre samhällen och reproduktiva individer) påföljande år, men hos sociala humlor kan dessutom samhällenas tillväxt och därmed antalet födosökande arbetare innevarande säsong påverkas. Denna skillnad mellan sociala och solitära bin kan vara en anledning till att konkurrenseffekter som ofta studeras i kortvariga försök mer frekvent noterats hos sociala bin (humlor).



Vilda bins morfologi verkar också vara betydelsefull för i vilken utsträckning solitära bin (Torne-Noguera m.fl., 2016; Henry och Rodet, 2018; Wignall m.fl., 2020a) och humlor (Walther-Hellwig m.fl., 2006) påverkas av resurskonkurrens. Större solitära bin (t.ex. *Andrena*, *Anthophora*, *Megachile* och *Osmia*) men inte små solitära bin (t.ex. *Hylaeus*, *Halictus*, *Lasioglossum*) ökade kraftigt när humlor och honungsbin stängdes ute från björnbär (Wignall m.fl., 2020a). En möjlig orsak till detta kan vara att små bin klarar sig på de små mängder pollen och nektar som kan finnas kvar i blomman om inte honungsbina tömmer resursen fullständigt (Müller m.fl., 2006), eller att stora mer rörliga arter har större förmåga att undvika konkurrens genom att välja alternativa födosöksytor (Greenleaf m.fl., 2007; Lindström m.fl., 2016). Andra studier föreslår i linje med detta att små solitära bin också kan vara mer känsliga eftersom de har korta födosöksavstånd, ofta kortare än 500 m från boet (Gathman och Tschardt, 2002), och därför har sämre kapacitet att hitta alternativa födokällor. Humlor med mindre kroppsstorlek, till exempel åkerhumla *B. pascuorum*, haghumla *B. sylvarum* och mosshumla *B. muscorum*, utnyttjar landskapet på mindre skalor och har föreslagits vara mer känsliga för konkurrens än arter som flyger långt (Walther-Hellwig m.fl. 2006), men vi fann inga studier som empiriskt visade detta.

Fokuserade studier av enskilda arter kan vara värdefulla för att öka den mekanistiska förståelsen av konkurrens. I sådana undersökningar används ofta odlade samhällen av vanligtvis mörk jordhumla (Elbgami m.fl., 2014; Meeus m.fl., 2021), vilket möjliggör undersökningar av replikerade, jämnstora samhällen. En utökad mekanistisk förståelse kan användas för att informera modeller om hur olika arter påverkas. Modelleringsstudier behöver dock valideras med resultat från studier av vilda arter i fält. För att kunna jämföra olika arters känslighet, eller egenskaper hos vilda bin som gör dem känsliga för konkurrens, behövs en ökad taxonomisk upplösning i undersökningarna.

Konkurrens är ofta asymmetrisk, så att den ena arten av två konkurrerande påverkas mer än den andra. Vilken den överlägsna konkurrenten är, d.v.s. asymmetrin i konkurrensen, kan variera med tillgång på resurser, temperatur och tid på dygnet (Goulson, 2003). Till exempel kan humlor med långa tungor byta värdväxt när honungsbitätheten ökar, till växtarter med djupare blommor som honungsbin har svårt att nyttja, men detta är endast möjligt om det finns djupblommiga värdväxter i området (Walther-Hellwig m.fl., 2006). Ibland kan konkurrensförhållandena dock vara mer komplexa, som när jordhumlor genom att vara nektartjuvar påverkar styrkan i honungsbinas påverkan på andra vilda bin (se Totland Müller, 2016).

Det finns även andra aspekter som potentiellt kan påverka arters känslighet för konkurrens från honungsbin. För det första har orsaken till vilda bins minskade populationer föreslagits vara en interaktion mellan olika drivkrafter, som förlust av

resurser, patogener, pesticider m.m. (Goulson, 2003; IPBES, 2016), vilket innebär att populationer som är utsatta för dessa andra negativa drivkrafter också kan vara mer känsliga för konkurrens från honungsbin. För det andra kan små och fragmenterade populationer löpa större risk om konkurrens leder till att populationsstorleken minskar ytterligare, med ökad risk för slumpmässigt utdöende som följd. Dessa populationer kan ha svårt att återhämta sig genom återkolonisation.

Sammanfattningsvis är kunskapsläget om vilka arter som är känsliga för konkurrens fortfarande svagt, vilket gör det svårt att bedöma risken för negativ konkurrenspåverkan på grupper av vilda bin med olika egenskaper.

### **Sammanfattande om evidensläget**

Vi fann sammanlagt 24 forskningsöversikter om konkurrens mellan honungsbin och vilda bin (t.ex. Butz Hury, 1997; Goulson, 2003; Paini, 2004; Moritz m.fl., 2005; Mallinger m.fl., 2017; Vanbergen m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020; Wojcik m.fl., 2018), och identifierade 33 st empiriska studier om födokonkurrens mellan honungsbin och vilda bin som utförts i Europa. Resultaten från de europeiska studierna stämmer i stor utsträckning överens med de litteratursammanställningar som utförts med globalt fokus, men med skillnaderna att det finns färre studier som fokuserar på solitära biarter, och att få europeiska studier handlar om introducerade honungsbins effekter på vilda bin som lever på isolerade öar (men se Lázaro m.fl., 2021).

Utifrån den här genomgången av den europeiska litteraturen drar vi slutsatsen att det finns bevis på att hög förekomst av honungsbin resulterar i negativa effekter på olika aspekter av vilda bins resurser, födosök och täthet, men att det befintliga evidensunderlaget är otillräckligt för att kunna avgöra om konkurrensen leder till populationsminskningar (Goulson, 2003; Paini, 2004; Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018).

Utifrån vår genomgång av den europeiska litteraturen kring honungsbins effekter på vilda bin genom resurskonkurrens konstaterar vi att trots att en del studier genomförts, så är många av dessa korrelativa studier eller studier som lider brist på replikering och kontrollområden. Vi har bara funnit ett fåtal välreplikerade, experimentella europeiska studier med kontrollområden som mätt de mest relevanta responsvariablerna fitness och populationstäthet, vilket innebär att evidensläget är tunt. Huvuddelen av de korrelativa studierna, samt de välreplikerade experimentella studierna vars evidensvärde är högre, visar dock relativt samstämmigt att det under många omständigheter finns negativa effekter av honungsbin på vilda bin. Det är därför av stor vikt att arbeta vidare med frågan, både genom fokuserad forskning och utvecklingsarbete för att begränsa

och mildra negativa effekter och skapa förutsättningar för samexistens mellan biodling och bevarande av vilda bin.

## Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin ur ett svenskt perspektiv

Tätheten på honungsbin har implikationer för hur stor risken är att de påverkar vilda bin negativt. Sverige har generellt låga tätheter av honungsbin om man slår ut tätheten över hela landarealen. Antalet honungsbisamhällen i Sverige har uppskattats till ca 165 000, vilket utslaget på landets yta (407 000 km<sup>2</sup>, (SCB, 2020)) ger en genomsnittlig täthet på 0,4 honungsbisamhälle/km<sup>2</sup>. Detta är bland de lägsta tätheterna av honungsbin i Europa, där medeltätheten är ca 4,2 honungsbisamhälle/km<sup>2</sup> (Chauzat m.fl., 2013). Fördelningen av honungsbisamhällen skiljer sig dock kraftigt inom Sverige med en stark förskjutning mot söder. Av de honungsbisamhällen som rapporterades till Svenska Biodlarföreningen år 2020 fanns mer än 70% i Götaland som utgör mindre än en fjärdedel av Sverige. Skåne är det biodlardistrikt som har i särklass flest samhällen i landet (SBR, 2021), men även här ligger genomsnittet strax under det europeiska. I Norrland förekommer honungsbiodling sparsamt, och är en sentida företeelse. Vi har dock ingen information om hur honungsbin fördelar sig mellan olika habitattyper, och om tätheterna är högre i exempelvis jordbrukslandskap än skogslandskap, vilket kan påverka risken för konkurrens med vilda bin i till exempel naturbetesmarker.

Flera av de studier som rapporterar negativa konsekvenser av honungsbiodling har ofta undersökt höga tätheter av honungsbin (Dupont m.fl., 2004; Elbgami m.fl., 2014; Torné-Noguera m.fl., 2016; Valido m.fl., 2019), medan undersökningar av lägre tätheter indikerar att dessa inte allmänt verkar påverka samhället av vilda bin (Steffan-Dewenter och Tschardt, 2002). Till exempel påvisade en tysk studie med tätheter på 3,1 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup> inga negativa effekter på det vilda bisamhället (Steffan-Dewenter och Tschardt, 2000). De förhållandevis låga tätheterna av honungsbin i Sverige talar för att den generella risken för stora negativa konsekvenser av honungsbiodling på vilda bin är liten. Det är dock inte känt vilka tätheter av honungsbin som kan anses säkra för vilda bin eller utgöra en acceptabel nivå av konkurrens under olika situationer och i olika miljöer.

Vissa forskningsöversikter har föreslagit att negativa effekter av honungsbin på vilda bin är vanligare i områden där honungsbin är (eller anses vara) introducerade jämfört med i områden där de är inhemska (Mallinger m.fl., 2017; Thomson och Page, 2020), vilket

skulle kunna bero på att honungsbin och vilda bin i det senare fallet har samutvecklats under lång tid. Det skulle också kunna vara så att effekterna av konkurrens redan manifesteras i områden där honungsbin funnits länge (jfr Schmidt m.fl., 2000). Andra forskningsöversikter föreslår att kraftiga konkurrenssituationer ändå kan uppstå i områden där honungsbin anses inhemska eftersom biodling kan skapa onaturligt höga tätheter av honungsbin (Goulson, 2004). Ytterligare andra översikter har inte kunnat se en skillnad mellan områden där honungsbin anses inhemska jämfört med introducerade (Wojcik m.fl., 2018). Honungsbin anses vara inhemska i Afrika och Eurasien, men den nordliga utbredningsgränsen är omdiskuterad (Ruttner, 1988; Carreck, 2008). Vilda honungsbin anses ha funnits i södra Sverige sedan strax efter den senaste istiden (Ruttner, 1988), men det finns få belägg för detta.

Eftersom honungsbin födosöker under en stor del av året kan de tidsmässigt ha ett överlappande resursutnyttjande med alla vilda biarter som förekommer i Sverige. Konkurrens om föda nämns ibland som ett hot för svenska rödlistade arter, till exempel batavsandbi *Andrena batava* och fältsandbi *A. morawitzi* (Cederberg m.fl., 2021) som är oligolektiskt knutna till sälg *Salix*, vilken under tidig vår är en åtråvärd pollen- och nektarkälla även för honungsbin och många andra insekter. I åtgärdsprogrammet för batavsandbi, fältsandbi och flodsandbi nämns konkurrens från honungsbin som ett särskilt hot (Nilsson m.fl., 2015).

I vilken mån honungsbin och vilda bins födoval överlappar under svenska förhållanden är inte sammanställt, och därmed är det svårt att bedöma för vilka arter konkurrens från honungsbin kan utgöra ett särskilt hot. I en dansk analys av födoöverlapp mellan honungsbin och vilda biarter identifierades fem oligolektiska vilda biarter med ett mycket högt överlapp av värdväxter med honungsbin (>90%), vilka kan vara särskilt känsliga för konkurrens från honungsbin (Rasmussen m.fl., 2021). Fyra av dessa arter finns även i Sverige: vialsandbi *Andrena lathyri*, monkesolbi *Dufourea halictula*, klocksolbi *Dufourea inermis* och stengnagbi *Hoplitis anthocopoides*. Den femte arten, guldbyxbi *Dasygaster suripes* finns inte längre i landet. Den svenska populationen av vialsandbi bedöms vara livskraftig enligt den svenska rödlistan (Eide m.fl., 2020), medan monkesolbi kategoriseras som hotad (rödlistekategori sårbar) på grund av att det bara uppskattas finnas ca 1000 reproduktiva individer fördelade på ca 50 områden i Götaland (Eide m.fl., 2020; Cederberg m.fl., 2021) och klocksolbi kategoriseras som starkt hotad eftersom populationen är ännu mindre; det uppskattas finnas endast ca 200 reproduktiva individer på ett tiotal lokaler i Sverige (Eide m.fl., 2020; Cederberg m.fl., 2021). Populationerna hos både monkesolbi och klocksolbi minskar eller förväntas minska till följd av minskad habitatkvalitet, minskad förekomstytta och färre lokalområden (Eide m.fl., 2020; Cederberg m.fl., 2021). Stengnagbiet upptäcktes för första gången i Sverige år 2014 på Skånes sydkust, och har inte reproducerat sig i Sverige

tillräckligt länge för att bedömas av den svenska rödlistan (Cederberg m.fl., 2021). Gemensamt för dessa arter är att de är utpräglat specialiserade i fråga om vilka växter de använder för polleninsamling och i vilka habitat de förekommer, flera av arterna är knutna till sandiga hedmarker. Klocksolbi, monkesolbi och stengnagbi förväntas vara extra känsliga för konkurrens eftersom de förekommer i mycket små populationer. Den danska studien kan användas som en indikation på vilka vilda biarter som är extra känsliga även i Sverige, men kan inte anses ge en fullständig bild av det födoöverlapp som råder mellan vilda bin och honungsbin under våra förhållanden. De vilda bin som finns i södra Sverige är förvisso delvis samma som finns i Danmark, men många arter från landets norra delar är inte representerade, växtsamhället i Sverige är till viss del särpräglat både avseende växtarter och fenologi jämfört med det danska växtsamhället och dessutom kan vilda bins födoval förändras och skilja sig mellan områden, även för oligolektiska arter (se Vanderplanck m.fl., 2017). Dessutom kan information om födoöverlapp vara missvisande, om informationen för honungsbin och vilda bin samlats in på olika ställen. I den danska jämförelsen av vilda biarters och honungsbins födoöverlapp användes data från flera olika källor, bland annat från Danmarks biodlarförening och andra danska källor, men också från tyska och i några fall brittiska uppgifter (Rasmussen m.fl., 2021).

## Möjliga åtgärder för att minska konkurrens mellan honungsbin och vilda bin

Trots att det inte finns entydiga starka evidens för att vilda bins populationer påverkas negativt av honungsbiobdling, pekar mycket på att honungsbin i höga tätheter kan påverka vilda bin negativt (Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018). Farhågor om att konkurrens från honungsbin kan utgöra ytterligare ett hot mot den redan pressade mångfalden av vilda bin har lett till förslag om att förbjuda honungsbin i olika typer av områden och på andra sätt begränsa honungsbiobdling, men också till infekterade konflikter mellan biodlare och naturvårdare på olika håll i världen, till exempel i Danmark (Henriksen, 2018; Dupont, m.fl., 2019; Soelberg Frydendahl och Skov-Jensen, 2021). Med tanke på den stora betydelsen som pollinerande insekter har för pollinering av såväl grödor som vilda växter, och de allvarliga hot pollinerande insekter står inför, kan det vara mer konstruktivt att göra gemensamma ansträngningar av myndigheter och markägare, biodlare och naturvårdare, för alla bin, såväl vilda som honungsbin (Kleijn m.fl., 2018; Alaux m.fl., 2019, Iwasaki & Hogendoorn, 2021). För att underlätta för samexistens mellan honungsbiobdling och bevarande av vilda bin

behövs verktyg för att identifiera och bedöma riskerna med konkurrens och minimera negativa konsekvenser för vilda bin (Alaux m.fl., 2019; Henry och Rodet, 2020).

## **Pågående initiativ i norra Europa**

I den orienterande inventering av initiativ kring konkurrens mellan honungsbin och vilda bin i norra Europa, som vi utförde genom att skicka ut en förfrågan till myndighetspersoner, forskare och representanter från biodlarföreningar, fann vi att det finns ett omfattande intresse för frågan. I vissa länder pågår det ett flertal projekt för att samla in mer kunskap och informera om frågan, till exempel i Norge, Frankrike och Nederländerna. I Frankrike pågår forsknings- och utvecklingsprojekt dels om reglerad utplacering av honungsbin i naturområden, dels om sociala aspekter för att förutse konflikter mellan olika intressenter och utveckla bevarandeplaner med bred acceptans. Från flera länder uppges att honungsbiodling regleras i viss mån, ofta med utgångspunkt i försiktighetsprincipen. Till exempel tillåts inte utsättning av honungsbisamhällen i finska statligt ägda naturområden eller i Helsingfors botaniska trädgårdar och i Danmark väntas honungsbin klassificeras som husdjur, och därmed bli förbjudna att placera ut för kommersiellt bruk i nya naturnationalparker.

## **Åtgärder och verktyg**

Många studier föreslår olika åtgärder för att mildra negativa effekter av honungsbin på vilda bin, till exempel att tillgodose att det finns tillräckligt med föda i form av pollen- och nektarproducerande växter (Hudewenz och Klein, 2013; Wojcik m.fl., 2018; Rasmussen m.fl., 2021). Vi har dock inte funnit några studier som uttryckligen undersökt just om ökade födoresurser, till exempel i form av blomremсор eller andra blomrika miljöer, kan mildra negativa effekter på vilda bin. Vissa studier föreslår att utsättning av honungsbin bör förbjudas i naturområden baserat på försiktighetsprincipen (t.ex. Evertz, 1995). Steffan-Dewenter och Tschardt (2000) menar att istället för ett totalt förbud mot biodling i naturskyddsområden, bör tätheten av honungsbisamhällen inte överstiga ca 3 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup>, vilket är den täthet av honungsbin som förekom när de utförde sina studier i gräsmarker, då utan att påvisa negativa effekter på vilda bin. Torne-Noguera m.fl. (2016) föreslår också täthetsbaserad biodlingsreglering och menar att antalet bisamhällen som tillåts i ett naturskyddsområde bör baseras på områdets bärkraft i form av mängden blommor, men att detta är svårt eftersom mängden blommor varierar över säsongen och i landskapet och att både honungsbins och vilda bins populationer påverkar bärkraften. Med detta i beaktan föreslog de att vilda bin påverkas negativt (i det specifika naturreservat där studien utfördes) vid tätheter över 3,5 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup>.

Henry och Rodet (2018) föreslår istället avståndsreglerad placering av honungsbisamhällen i skyddade naturområden. De visade att i buskmarker längs den franska medelhavskusten, vid en genomsnittlig täthet på 7,8 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup> minskade vilda bins nektarskörd med 50% på 600 meters avstånd från honungsbisamhällen, och att landskapet var mättat på honungsbin när bigårdar med ca 30 honungsbisamhällen stod placerade med två kilometers avstånd. Vid ungefär en halvering av tätheten av honungsbisamhällen, eller en ökning av avståndet mellan honungsbigårdar med en kilometer, halverades effekten på vilda bins nektarskörd. Författarna föreslår att liknande avståndsbaseerade tröskelvärde kan användas i andra skyddade områden eller i områden med hotade biarter, men att tröskelvärdena bör anpassas efter lokala förhållanden och utvärderas regelbundet. De föreslår också att man kan införa regelbundna avbrottsår för att ge vilda bipopulationer chans till återhämtning (Henry och Rodet, 2018). De poängterar också att även biodlare kan gynnas av begränsade tätheter av honungsbisamhällen, eftersom konkurrens om begränsade resurser även kan påverka honungsskörden.

För att bedöma när negativa effekter av honungsbin på vilda bin kan uppstå, vilket är en utgångspunkt för att göra insatser, behövs beräkningsverktyg. Teoretiskt sett kan ett områdes bärkraft beräknas, d.v.s. hur mycket resurser det finns och hur stora populationer dessa resurser räcker till. Att skatta dessa parametrar är i praktiken dock svårt, eftersom ett samhälle av bin består av många olika arter som verkar över olika skalor och har okända populationsstorlekar, och eftersom dynamiken av pollen och nektartillgång i ett diversit växtsamhälle över säsongen är svår att kvantifiera och värdera (Wojcik m.fl., 2018). I ett försök att illustrera och uppskatta ett honungsbisamhälles resursutnyttjande jämfört med ett solitärbis behov av föda för att producera avkommor tog Cane och Tepedino (2017) fram ett mått kallat "Hive Units Monthly" (HUM). En HUM motsvarar 33 000 avkommor av det solitära bladskärarbetet *Megachile rotundata*. Exempelvis kan 40 honungsbisamhällen i en bigård under tre månader samla in motsvarande pollenmängder som behovet hos fyra miljoner av den här solitärbiarten.

Parameteriserade modeller är ett annat verktyg som kan användas för att bedöma risken för konkurrens vid olika honungsbitätheter och avstånd till honungsbisamhällen. Sörensen med kollegor (2020) har utvecklat en modell som beräknar vilket avstånd från ett givet område som en uppställningsplats för honungsbin behöver ha för att undvika konkurrens med vilda bin. Den utgår från parametrar som beskriver antalet blommor som honungsbin besöker, vilka födosöksavstånd som honungsbin har och hur mycket blomresurser som finns i landskapet, för att jämföra honungsbins resursutnyttjande med en antagen nivå för konkurrens som vilda bin kan hantera. Denna modell har använts praktiskt för att värdera konsekvenserna av att sätta ut honungsbisamhällen i den danska nationalparken Thy (Bach, 2019). Modellens utfall är dock helt beroende

av att relevanta parametervärden används, vilka i sin tur skattas från den typ av studier vi redovisat i den här rapporten.

Henry och Rodet (2020) utvecklade idén om avståndsreglerad biodling som ett sätt att mildra eller undvika negativa effekter på vilda bin till en beräkningsmodell som beräknar avståndet en bigård påverkar vilda bin på, ”the apiary influence range” (AIR). Beräkningsmodellen kan användas praktiskt för att bedöma just över vilka ytor ett bisamhälle eller en bigård kan förväntas påverka vilda bin.

Vissa studier föreslår att man bör tillämpa försiktighetsprincipen och undvika att placera ut honungsbin i områden där det finns hotade vilda arter (Mallinger m.fl., 2017). Rasmussen med kollegor (2021) nyanserar detta resonemang utifrån en analys av vilda biarters överlapp med honungsbins födoval. De menar att särskild hänsyn kan tas i områden som är livsmiljöer för arter som är känsliga för konkurrens, till exempel för oligolektiska arter vars värdväxter är välbesökta av honungsbin.

## Kunskapsluckor

### **Kunskapsbehov**

Det begränsade evidensunderlaget om honungsbins påverkan på vilda bin genom födokonkurrens gör kvantifieringar och bedömningar av effekterna osäkra. Det finns dessutom vissa bevis och starka indikationer på att effekterna är kontextberoende, t.ex. att de varierar med rumsliga och temporala skalor, avstånd till, storlek på och tätheter av honungsbisamhällen och med nätverken av vilda bin och växter (t.ex. Hudewenz och Klein, 2015; Herbertsson m.fl., 2016; Lindström m.fl., 2016, Valido m.fl., 2019). För att stärka kunskapsunderlaget och bädda för bättre verktyg som kan leda till bättre riskbedömningar och kunskap om lämpliga åtgärder behöver viktiga kunskapsluckor därför fyllas i.

I korrelativa studier kan det vara svårt att separera effekter av konkurrens från andra faktorer som kan påverka vilda bin, till exempel mångfald och tillgång till växter i omgivningarna, tillgång till boplatser och exponering av bekämpningsmedel. Studier som kontrollerar för sådana faktorer behövs, till exempel före- och efterstudier med behandlingar och kontroller (BACI) och studier med varierande tätheter av honungsbin (Mallinger m.fl. 2017). För att bedöma vid vilka nivåer honungsbin påverkar vilda bin, behövs replikerade experiment med avsiktligt varierade tätheter av honungsbin, helst i kombination med varierad tillgång till födoresurser (Goulson, 2003; Mallinger m.fl., 2017; Wojcik m.fl., 2018; Rasmussen m.fl., 2021) och över mer än ett år (Wojcik m.fl.,



2018). Dessa experiment är ofta logistiskt svåra och dyra att genomföra men ger värdefull kunskap som är svår att ta fram på annat sätt.

För att få kunskap om honungsbins långsiktiga påverkan på vilda bins populationer behöver man studera mått på reproduktion och överlevnad, helst relaterat till varierade tätheter av honungsbin (påverkat av antalet samhällen eller avståndet till dessa); på så vis kan man identifiera vid vilka nivåer negativa effekter uppstår. Man behöver också identifiera de ekologiska mekanismerna som leder till effekterna, därför är det viktigt att inkludera mått på resurserna i området där konkurrensen sker (Thomson och Page, 2020). Studier som visar lägre reproduktion under något enstaka år kan inte enkelt översättas till populationseffekter över tid (Wojcik m.fl., 2018), men långtidseffekter är utmanande att studera (Mallinger m.fl., 2017). Alla europeiska studier vi har hittat har utförts under en begränsad period på några veckor eller över en eller ett par säsonger. Ingen studie har undersökt långsiktiga effekter, till exempel saknas det studier som undersöker förekomsten av drottningar som etablerar nya bon på våren i landskap med respektive utan honungsbin det föregående året.

Honungsbins resursutnyttjande kan innebära att det finns mindre föda för vilda bin, vilket i sin tur kan ge effekter på deras reproduktionsframgång och överlevnad, och därmed på populationsutveckling, artrikedom och diversitet. Att undersöka dessa mekanismer och hur de interagerar med andra faktorer som är betydelsefulla för vilda bin, till exempel tillgång till boplatser och exponering av växtskyddsmedel, och att skatta respektive faktors inflytande på vilda bins långsiktiga populationsutveckling är förknippat med flera svårigheter (Thomson och Page, 2020). Tillgången till födoresurser är en av de avgörande faktorerna för konkurrensens omfattning, men det är mycket resurskrävande att kvantifiera blommande resurser och deras kvalitet över olika skalor, som motsvarar olika arters födosöksyta, över olika tidsrymder och olika arters födosöksperioder.

Det är inte känt hur stor betydelse effekter av konkurrens har jämfört med andra faktorer, till exempel brist på föda, exponering av växtskyddsmedel, förenklade landskap, klimatförändringar med mera och hur dessa interagerar. Interaktioner mellan konkurrens från honungsbin och tillgången till blommande resurser på landskapsskala är särskilt viktiga att känna till eftersom storskaliga antropogena landskapsförändringar minskar tillgången till blommande resurser för bin både i jordbrukslandskap och i urbana miljöer (Thomson & Page 2020). Fler studier om bins populationsreglering, näringsbehov, boplatser, vinteröverlevnad och parasiter behövs för att kunna sätta konkurrensen i rätt sammanhang (Wojcik m.fl., 2018; Thomson och Page, 2020).

Det finns hypoteser om vilka vilda biarter och vilka egenskaper hos vilda bin som är känsligast för konkurrens med honungsbin, men det finns ont om studier som direkt

undersökt detta. I många studier är den taxonomiska upplösningen grov eftersom många arter är svåra att bestämma i fält. Ett fåtal arter är mer välstuderade än andra, till exempel mörk jordhumla *Bombus terrestris* och rödmurarbi *Osmia bicornis*. Mindre arter och arter som lever i marken undersöks av praktiska skäl mycket sällan. Majoriteten av solitära bin är marklevande och vi har inte hittat någon europeisk studie som undersöker fitness i relation till konkurrens för dessa. En ökad kunskap om olika arters skiftande känslighet för konkurrens om resurser från honungsbin är viktig för att kunna göra välgrundade bedömningar och införa åtgärder på rätt platser (Walther-Hellwig m.fl. 2006).

Utveckling av verktyg för riskbedömning är viktigt för att kunna hantera frågor om utsättning på ett transparent sätt. Det bör dock understrykas att de verktyg och modeller som tagits fram är beroende av de empiriska underlag som finns för att skatta ingående parametrar. Det innebär att modeller inte löser problemen med bristande empiriskt underlag. Eftersom de empiriska underlagen brister vad gäller möjligheten att skatta effekter på populationsparametrar, blir också dessa verktyg osäkra. Diskussionen om säkra tätheter och avstånd påverkas också av att små men biologiskt meningsfulla effekter på responsvariabler kan vara svåra att detektera om inte studier är synnerligen välreplikerade. Verktygen skulle stärkas om det fanns mer underlag i form av dos-respons effekter, där dosen är tätheter eller avstånd till honungsbisamhällen och responsen variabler som relaterar till fitness eller populationsparametrar. Verktygen behöver dessutom relateras till olika biarters känslighet, vilket kräver ökad kunskap om vilda bins och honungsbins födoval i olika typer av landskap.

### **Förslag på fältstudie för att informera framtida riskbedömningar**

För att genomföra robusta riskanalyser av huruvida, och i så fall i vilken omfattning, utsättning av honungsbin påverkar vilda pollinatörer krävs – som framgår av vår syntes - robusta vetenskapliga evidens som säkerställer *orsakssamband* vad gäller *styrkan av påverkan i relation till honungsbins täthet* och hur denna *modifieras av resurstillgång i landskapet* på *fitness* hos vilda bin. Genom att bidra till *mekanistiskt förståelse* (hur sker påverkan), kan en sådan studie generaliseras till andra arter genom modellering.

För att åstadkomma detta föreslår vi en replikerad experimentell studie som undersöker effekter av täthet av honungsbisamhällen och avståndet till dessa samhällen på reproduktionsframgång hos flera arter vilda bin. Försöket skulle använda sig av experimentell utsättning av olika antal honungsbisamhällen i landskap med olika tillgång på blomresurser. I detta system studeras tätheten av honungsbin, resurstillgång, täthet och födosöksnich för vildbin samt diet och reproduktionsframgång hos en eller flera arter vildbin.

Ett möjligt upplägg är att använda sig av *två olika tätheter honungsbisamhällen* (låg, hög) i *landskap med hög eller låg tillgång till blomresurser* (baserat på tillgång på blomrika habitat). I varje landskap studeras responser på *fyra olika avstånd* för att generera en dos-respons-kurva (0, 250, 500, 1000 m). Landskapen inventeras med avseende på tillgången på andra honungsbisamhällen och blomresurser (Szigeti m.fl., 2016) vid de platser där studien genomförs. Vid varje avstånd sätts artificiella boplatser för vilda bin ut (bihotell). De responser som kvantifieras på varje avstånd är:

- Täthet av födosökande honungsbin och vilda bin (kvantifiering genom inventering av transekter) (se O'Connor m.fl., 2019).
- Interaktionsnätverket mellan honungsbin, vilda bin och blommor (inventering av blommor och notering av blombesök i transekter) (se referenser i Geslin m.fl., 2017)
- Tillgång på nektar och pollen hos ett urval av blommande växtarter som nyttjas av vilda bin (provtagning av nektar och pollen från enskilda blommor) (se referenser i Hicks m.fl., 2016)
- Reproduktionsframgång hos vilda bin i bihotell (kvantifiering av mängd pollen insamlat per dag och antalet yngelceller producerade per dag) (se Persson m.fl., 2018)

Resultaten analyseras genom mixade modeller som fångar effekten av honungsbin, avstånd och landskap samt interaktioner mellan dessa variabler. Dessa modeller fångar osäkerheten i skattningarna och kan jämföras med tidigare föreslagna säkra nivåer för att skatta risk.

# Sammanfattning och slutsats

I den här forskningsöversikten har vi sammanställt de europeiska empiriska evidens som finns i den vetenskapliga litteraturen kring honungsbins effekter på vilda bin via konkurrens om födoresurser. Vi har också inventerat pågående initiativ i norra Europa som rör konkurrens mellan honungsbin och vilda bin. Inventeringen visade att det i flera länder pågår ett arbete kring frågan om konkurrens mellan honungsbin och vilda bin, till exempel i Norge, Danmark och Frankrike. Det finns några pågående vetenskapliga initiativ, men det förekommer också samarbets- och kommunikationsprojekt mellan forskare och biodlare.

Vår sammanställning visar att ungefär hälften av de växtarter som både honungsbin och vilda bin besöker utnyttjas av bägge grupperna, vilket innebär att det finns risk för konkurrens. Höga tätheter av honungsbin har i flera fall visats utarma utbudet av pollen och nektar och påverka vildbins blombesöksbeteende och val av värdväxter. Detta indikerar att konkurrens förekommer men avslöjar inte något om konkurrensens långsiktiga effekter. Antalet studier som har undersökt effekter av honungsbin på vilda bins reproduktion är begränsat, och de som finns visar skiftande resultat. Några studier fann försämrade samhällsutveckling hos humlor, vilket kan vara kopplat till försämrade populationsutveckling. En stor del av de empiriska europeiska studierna visade att tätheter av vilda bin minskade med höga täter av honungsbin. Vissa studier visade att vilda bins fördelning i landskapet ändrade sig som ett resultat av konkurrens, men inga studier fanns som visade att vilda bin ändrade när på dygnet de födosökte. Medan några studier inte påvisar några effekter på artrikedomen eller diversitet visar andra en minskad mångfald av vilda bin vid förekomst av honungsbin.

Vi konstaterar att många av de europeiska studierna är korrelativa studier som ibland lider brist på replikering och kontrollområden. Vi har bara funnit ett fåtal välreplikerade, experimentella europeiska studier med kontrollområden som mäter responsvariabler nära kopplade till populationsutveckling, vilket innebär att evidensläget är förhållandevis tunt. Det är därför svårt att dra några säkra generella slutsatser om långsiktiga effekter av honungsbiobiodling på vilda bins populationer, och i vilken mån honungsbin orsakar populationsminskningar hos vilda bin. Huvuddelen av de korrelativa studierna, samt de välreplikerade experimentella studierna vars evidensvärde är högre, visar dock relativt samstämmigt att det kan finnas negativa

effekter av honungsbin på vilda bin. Resultaten stämmer i stor utsträckning överens med de litteratursammanställningar som utförts med globalt fokus. Det är därför av stor vikt att arbeta vidare med frågan, både genom fokuserad forskning och utvecklingsarbete för att begränsa och mildra negativa effekter och skapa förutsättningar för samexistens mellan biodling och bevarande av vilda bin.

För att mildra negativa effekter av honungsbin på vilda bin genom resurskonkurrens, finns förslag om att vara försiktig med utsättning av honungsbin där det förekommer hotade populationer av vilda bin som utnyttjar samma värdväxter som honungsbin, att i känsliga områden tillämpa tillräckliga avstånd till honungsbisamhällen (upp till 1,1 km) samt att öka mängden blommande resurser.

För att ge mer välgrundade rekommendationer som kan leda till samexistens av en produktiv biodling och bevarande av vilda bin behövs mer kunskap. Framför allt finns det ett behov av experimentella studier som undersöker hur olika tätheter av honungsbin påverkar vilda bins reproduktion och överlevnad, för att kunna bedöma hur och när honungsbin påverkar vilda bins långsiktiga populationsutveckling. Vi understryker behovet av dos-respons studier, som undersöker gradienter av täthet på responsvariabler relaterade till fitness och populationsparametrar med tillräcklig statistisk styrka för att detektera biologiskt meningsfulla effekter. Det behövs också experiment som undersöker hur tillgången till blommor i ett landskap modifierar konkurrensen.

# English summary

Competition from honey bees on wild bees – effects, knowledge gaps and possible interventions.

In this review, we have compiled the European empirical evidence available in the scientific literature on the effects of honey bees on wild bees through competition for food resources. We have also inventoried ongoing initiatives in northern Europe concerning competition between honey bees and wild bees. The inventory showed that in several countries work is underway, for example in Norway, Denmark and France. There are a few scientific ongoing initiatives, but there are also collaborative and communication projects between researchers and beekeepers.

Our compilation shows that approximately half of the plant species that both honey bees and wild bees visit are used by both groups, which is a condition for competition to occur. High densities of honey bees can deplete the supply of pollen and nectar and affect the flower-visiting behavior and choice of host plants of wild bees. This indicates that competition occurs but does not reveal much about the long-term effects of competition on wild bees. The few studies that have examined the effects of honey bees on the reproduction of wild bees show varying results. Some studies have found negative effects on bumble bee colony development, which may be linked to impaired long-term population development. A large part of the empirical European studies showed that densities of wild bees decreased with high densities of honey bees, but not all. Some studies showed that the distribution of wild bees in the landscape changed as a result of competition, but no studies showed that wild bees changed their behaviour with regards to when during the day they were foraging. While some studies do not show any effects on species richness or diversity, others show a reduced diversity of wild bees in the presence of honey bees.

We note that many of the European studies are correlative, sometimes suffering from a lack of replication and control areas. We have only found a few well-replicated, experimental European studies with control areas, which means that the evidence base is thin. It is therefore difficult to draw any definite general conclusions about the long-term effects of honey beekeeping on wild bee populations, and the extent to which honey bees cause population declines in wild bees. However, the majority of the

observational studies, as well as the well-replicated experimental studies whose evidence value is higher, unanimously point to negative effects of honey bees on wild bees. The results are largely in line with the literature reviews conducted with a global focus. It is therefore of great importance to work further with the issue, both through focused research and development of tools to limit and mitigate negative effects and create conditions for coexistence between beekeeping and the presence of wild bees.

In order to mitigate the negative effects of honey bees on wild bees by resource competition, studies suggest a careful considerations when adding honey bees to areas with endangered populations of wild bees that use the same host plants as honey bees, to apply the necessary distances to honey bee communities (up to 1.1 km) and to increase the amount of flowering resources.

To give recommendations on what can lead to the coexistence of productive beekeeping and the presence of wild bees, more knowledge is needed. Above all, there is a need for experimental studies that investigate how contrasting densities of honey bees affect wild bee fitness, in order to be able to assess how and when honey bees affect wild bees' long-term populations. We emphasize the need for dose-response studies, in which the impact of gradients of honey bee densities are investigated with sufficient power to detect meaningful biological effects. Experiments are also needed to examine how flower resources in a landscape modifies competition.

# Referenser

- ABROL, D.P., 2012. Consequences of Introduced Honeybees Upon Native Bee Communities. In: *Pollination Biology*. Springer, Dordrecht. s. 635–667.
- ALAUX, C., LE CONTE, Y., och DECOURTYE, A., 2019. Pitting Wild Bees Against Managed Honey Bees in Their Native Range, a Losing Strategy for the Conservation of Honey Bee Biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Vol. 7, s. 60.
- ALBRECHT, M., PADRÓN, B., BARTOMEUS, I., och TRAVESET, A., 2014. Consequences of Plant Invasions on Compartmentalization and Species' Roles in Plant–Pollinator Networks. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 281, Nr. 1788, s. 20140773.
- ALOMAR, D., GONZALEZ-ESTEVEZ, M.A., TRAVESET, A., och LAZARO, A., 2018. The Intertwined Effects of Natural Vegetation, Local Flower Community, and Pollinator Diversity on the Production of Almond Trees. *Agriculture Ecosystems & Environment*. Vol. 264, s. 34-43.
- ARIAS, M.C., och SHEPPARD, W.S. 1996. Molecular Phylogenetics of Honey Bee Subspecies (*Apis mellifera* L.) Inferred from Mitochondrial DNA Sequence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Vol. 5, Nr. 3, s. 557-566.
- AUFFRET, A.G., KIMBERLEY, A., PLUE, J., och WALDÉN, E., 2018. Super-Regional Land-Use Change and Effects on the Grassland Specialist Flora. *Nature Communications*, Vol. 9, Nr. 1, s. 3464.
- BACH, H. (RED.), 2019. *Opsætning af Bistader i Nationalpark Thy*. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi og DCA – Nationalt Center for Jordbrug og Fødevarer. Aarhus universitet.
- BAENSCH, S., TSCHARNTKE, T., RATNIEKS, F.L.W., HAERTEL, S., och WESTPHAL, C., 2020. Foraging of Honey Bees in Agricultural Landscapes with Changing Patterns of Flower Resources. *Agriculture Ecosystems & Environment*, Vol. 291, s. 106792–106792.
- BAENSCH, S., TSCHARNTKE, T., WUENSCHERS, R., NETTER, L., BREINIG, B., GABRIEL, D., och WESTPHAL, C., 2020. Using ITS2 Metabarcoding and Microscopy to Analyse Shifts in Pollen Diets of Honey Bees and Bumble Bees along a Mass-Flowering Crop Gradient. *Molecular Ecology*. Vol. 29, Nr 24, s. 5003-5018.
- BALFOUR, N.J., GANDY, S., och RATNIEKS, F.L.W., 2015. Exploitative Competition Alters Bee Foraging and Flower Choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 69, Nr. 10, s. 1731–1738.



- BORRELL, B.J., 2005. Long Tongues and Loose Niches: Evolution of Euglossine Bees and Their Nectar Flowers. *Biotropica*, Vol. 37, Nr. 4, s. 664–669.
- BOWERS, M.A., 1985. Experimental Analyses of Competition Between Two Species of Bumble Bees (Hymenoptera: apidae). *Oecologia*, Vol. 67, Nr. 2, s. 224–230.
- BUTZ HURYŃ, V., 1997. Ecological Impacts of Introduced Honey Bees. *The Quarterly Review of Biology*, Vol. 72, Nr. 3, s. 275–297.
- BYMILJØETATEN, OSLO KOMMUNE, 2021. Sårbarhetssoner for pollinerende insekter. Temaside om birøkt.  
<https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c9b47cdb1a564d1b8ae60b4c0a351977>. Hämtad den 2021-06-29.
- CANE, E. 2009. Chapter 9 - *Apis* Species: (Honey Bees). RESH, V.H. och CARDÉ, R.T. (Ed.). *Encyclopedia of Insects*, 2<sup>nd</sup> Edition, s. 31-32. Academic Press.
- CANE, J.H., och TEPEDINO, V.J., 2017. Gauging the Effect of Honey Bee Pollen Collection on Native Bee Communities. *Conservation Letters*, Vol. 10, Nr. 2, s. 205–210.
- CARRECK, N.L., 2008. Are Honey Bees (*Apis mellifera* L.) Native to the British Isles? *Journal of Apicultural Research*. Vol. 47, Nr. 4, s. 318–322.
- CEDERBERG, B., HOLMSTRÖM, G., HALL, K., och BERG, A., 2021. Svenska Bin. Artfakta. *SLU Artdatabanken*.
- CHAUZAT, M.-P., CAUQUIL, L., ROY, L., FRANCO, S., HENDRIKX, P., och RIBIÈRE-CHABERT, M., 2013. Demographics of the European Apicultural Industry. *PLoS ONE*, Vol. 8, Nr. 11, s. e79018.
- CORBET, S.A., SAVILLE, N.M., FUSSELL, M., PRYSJONES, O.E., och UNWIN, D.M., 1995. The Competition Box: A Graphical Aid to Forecasting Pollinator Performance. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 32, Nr. 4, s. 707-719.
- COUVILLON, M.J., RIDDELL PEARCE, F.C., ACCLETON, C., FENSOME, K.A., QUAH, S.K.L., TAYLOR, E.L., och RATNIEKS, F.L.W., 2015. Honey Bee Foraging Distance Depends on Month and Forage Type. *Apidologie*, Vol. 46, Nr. 1, s. 61–70.
- DANFORTH, B.N., MINCKLEY, R.L., och NEFF, J.L., 2019. *The Solitary Bees: Biology, Evolution, Conservation*. Princeton University Press.
- DIEKÖTTER, T., KADOYA, T., PETER, F., WOLTERS, V., och JAUKER, F., 2010. Oilseed Rape Crops Distort Plant-Pollinator Interactions. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 47, Nr. 1, s. 209–214.
- DUPONT, Y.L., BANG MADSEN, Y., RASMUSSEN, C., HANSTED, L., KRYGER, P., RAVN, H.P., KAPPEL SCHMIDT, I., MOGENS OLESEN, J., HOLM, E., LANGER, V., SIGSGAARD, L., EILENBERG, J., SKOV, C., LASSEN, K., JUEL AHRENFELDT, E., CALABUIG, I., HOLST, N., BOELT, B., BRUUN JENSEN, A., LECOCQ, A., HOWE, A., och TERMANSSEN, M., 2019. En Fælles Front for Vilde Bier og Honningbier. *Effektiv Landbrug*, 2019-8-29.
- DUPONT, Y.L., HANSEN, D.M., VALIDO, A., och OLESEN, J.M., 2004. Impact of Introduced Honey Bees on Native Pollination Interactions of the Endemic *Echium wildpretii*

- (Boraginaceae) on Tenerife, Canary Islands. *Biological Conservation*. Vol. 118, Nr. 3, s. 301-311.
- EIDE, W. (RED), AHRNÉ, K., BJELKE, U., NORDSTRÖM, S., OTTOSSON, E., SANDSTRÖM, J., och SUNDBERG, S., 2020. *Tillstånd och Trender för Arter och Deras Livsmiljöer: Rödlistade Arter i Sverige 2020*. Uppsala: SLU Artdatabanken.
- ELBGAMI, T., KUNIN, W.E., HUGHES, W.O.H., och BIESMEIJER, J.C., 2014. The Effect of Proximity to a Honeybee Apiary on Bumblebee Colony Fitness, Development, and Performance. *Apidologie*, Vol. 45, Nr. 4, s. 504–513.
- EVERTZ, S., 1995. Inter-Specific Competition Amongst Honey-bees (*Apis mellifera*) and Solitary Wild Bees. *Natur Landschaft* 70, 165–72
- FORSVARSBYGG, 2021. La Villbiene Summe.  
<https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/la-villbiene-summe?publisherId=90046&releaseId=17859675>. Hämtad 2021-06-29.
- FORUP, M.L., och MEMMOTT, J., 2005. The Relationship Between the Abundances of Bumblebees and Honeybees in a Native Habitat. *Ecological Entomology*. Vol. 30, Nr. 1, s. 47-57.
- FRANKLIN, E., CARROLL, T., RICKARD, K., BLAKE, D., och DIAZ, A., 2018. Bumble Bee Forager Abundance on Lowland Heats is Predicted by Specific Floral Availability Rather than the Presence of Honey Bee Foragers: Evidence for Forage Resource Partitioning. *Journal of Pollination Ecology*, Vol. 24, s. 172–179.
- FRIES, I., IMDORF, A., och ROSENKRANZ, P., 2006. Survival of Mite Infested *Varroa destructor* Honey Bee *Apis mellifera* Colonies in a Nordic climate. *Apidologie*, Vol. 37, Nr. 5, s. 564–570.
- GAO, Y., och REITZ, S.R., 2017. Emerging Themes in Our Understanding of Species Displacements. *Annual Review of Entomology*, Vol. 62, Nr. 1, s. 165–183.
- GATHMAN, A., och TSCHARNTKE, T., 2002. Foraging Ranges of Solitary Bees. *Journal of Animal Ecology*, Vol. 71, Nr. 5, s. 757–764.
- GARNERY, L., CORNUET, J.-M., och SOLIGNAC, M., 1992. Evolutionary History of the Honey Bee *Apis mellifera* Inferred from Mitochondrial DNA Analysis. *Molecular Ecology*, Vol. 1, Nr. 3, s. 145-154.
- GESLIN, B., GAUZENS, B., BAUDE, M., DAJOZ, I., FONTAINE, C., HENRY, M., ROPARS, L., ROLLIN, O., THEBAULT, E., och VERECKEN, N.J., 2017. Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant-Pollinator Interactions. Chapter Four in *Advances in Ecological Research*, Vol. 57, s. 147-199.
- GONZÁLEZ-VARO, J.P., BIESMEIJER, J.C., BOMMARCO, R., POTTS, S.G., SCHWEIGER, O., SMITH, H.G., STEFFAN-DEWENTER, I., SZENTGYÖRGYI, H., WOYCIECHOWSKI, M., och VILÀ, M., 2013. Combined Effects of Global Change Pressures on Animal-Mediated Pollination. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 28, Nr. 9, s. 524–530.

- GORAS, G., TANANAKI, C., DIMOU, M., TSCHULIN, T., PETANIDOU, T., och THRASYVOULOU, A., 2016. Impact of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Density on Wild Bee Foraging Behaviour. *Journal of Apicultural Science*, Vol. 60, Nr. 1, s. 49-62.
- GOULSON, D., 2003. Effects of Introduced Bees on Native Ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, Vol. 34, s. 1-26.
- GOULSON, D., 2004. Keeping Bees in Their Place: Impacts of Bees Outside Their Native Range. *Bee World*, Vol. 85, Nr. 3, s. 45-46.
- GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTIAS, C., och ROTHERAY, E.L., 2015. Bee Declines Driven by Combined Stress from Parasites, Pesticides, and Lack of Flowers. *Science*, Vol. 347, Nr. 6229, s. 1255957-1255957.
- GOULSON, D. och SPARROW, K.R., 2009. Evidence for Competition Between Honeybees and Bumblebees; Effects on Bumblebee Worker Size. *Journal of Insect Conservation*, Vol. 13, Nr. 2, s. 177-181.
- GUNNARSSON, B. och FEDERSEL, L.M., 2014. Bumblebees in the City: Abundance, Species Richness and Diversity in Two Urban Habitats. *Journal of Insect Conservation*. Vol. 18, s. 1185-1191.
- HENRIKSEN, A.T., 2018. Biavlere: Ukorrekte Påstande Præger Debatten om Bierne. *Altinget*, [www.altinget.dk](http://www.altinget.dk), 2018-10-15.
- HENRY, M., och RODET, G., 2018. Controlling the Impact of the Managed Honeybee on Wild Bees in Protected Areas. *Scientific Reports*, Vol. 8, Nr. 1, s. 9308.
- HENRY, M., och RODET, G., 2020. The Apiary Influence Range: A New Paradigm for Managing the Cohabitation of Honey Bees and Wild Bee Communities. *Acta Oecologica*, Vol. 105, s. 103555.
- HERBERTSSON, L., LINDSTRÖM, S.A.M., RUNDLÖF, M., BOMMARCO, R., och SMITH, H.G., 2016. Competition Between Managed Honeybees and Wild Bumblebees Depends on Landscape Context. *Basic and Applied Ecology*, Vol. 17, Nr. 7, s. 609-616.
- HERRERA, C.M., 2020. Gradual Replacement of Wild Bees by Honeybees in Flowers of the Mediterranean Basin over the last 50 years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 287, Nr. 1921, s. 20192657.
- HICKS, D.M., OUVREARD, P., BALDOCK, K.C.R., BAUDE, M., GODDART, M.A., KUNIN, W.E., MITSCHUNAS, N., MEMMOTT, J., MORSE, H., NIKOLITSI, M. AND OSGATHORPE, L.M. 2016. Food for pollinators: quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. *PloS one*, Vol 11, Nr. 6, e0158117.
- HIGGINSON, A.D., 2017. Conflict Over Non-Partitioned Resources May Explain Between-Species Differences in Declines: the Anthropogenic Competition Hypothesis. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 71, Nr. 7, s. 99.
- HINDBY KOSZYCZAREK, H., 2019. Miljøfolk Lejer Jord for at Holde Honningbier Væk. *Okologisk landsforening, økonu.dk*, 2019-4-30.

- HUDEWENZ, A. och KLEIN, A., 2015. Red Mason Bees Cannot Compete with Honey Bees for Floral Resources in a Cage Experiment. *Ecology and Evolution*, Vol. 5, Nr. 21, s. 5049–5056.
- HUDEWENZ, A. och 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*, Vol. 17, Nr. 6, s. 1275–1283.
- HUSBERG, E., 1994. *Honung, Vax och Mjöd: Biodlingen i Sverige Under Medeltid och 1500-tal*. Doktorsavhandling nr. 7 vid historiska institutionen, Göteborgs universitet. 397 s.
- INOUE, D.W., 1978. Resource Partitioning in Bumblebees: Experimental Studies of Foraging Behavior. *Ecology*, Vol. 59, Nr. 4, s. 672–678.
- IPBES, 2016. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). Bonn, Germany: IPBES secretariat.
- IWASAKI, J.M. och HOGENDOORN K. 2021. How Protection of Honey Bees can Help and Hinder Bee Conservation. *Current Opinion in Insect Science*, Vol. 46, s. 112-118.
- JAFFÉ, R., DIETEMANN, V., ALLSOPP, M.H., COSTA, C., CREWE, R.M., DALL'OLIO, R., DE LA RÚA, P., EL-NIWEIRI, M.A.A., FRIES, I., KEZIC, N., MEUSEL, M.S., PAXTON, R.J., SHAIBI, T., STOLLE, E., och MORITZ, R.F.A., 2010. Estimating the Density of Honeybee Colonies Across Their Natural Range to Fill the Gap in Pollinator Decline Censuses. *Conservation Biology*, Vol. 24, Nr. 2, s. 583–593.
- JEAVONS, E., VAN BAAREN, J., och LE LANN, C., 2020. Resource Partitioning Among a Pollinator Guild: A Case Study of Monospecific Flower Crops Under High Honeybee Pressure. *Acta Oecologica*, Vol. 104, s. 103527.
- JUNGERSEN, R., och NØRGAARD, C., 2019. Miljøorganisation Vil Opkøbe Alle Bistader i Nationalpark: Vil Sparke Honningbier Ud. *DR Nordjylland*, [www.dr.dk](http://www.dr.dk), 2019-3-20.
- KINGSOLVER, J.G., 1989. Weather and the Population Dynamics of Insects: Integrating Physiological and Population Ecology. *Physiological Zoology*, Vol. 62, Nr. 2, s. 314–334.
- KLEIJN, D., BIESMEIJER, K., DUPONT, Y.L., NIELSEN, A., POTTS, S.G., och SETTELE, J., 2018. Bee Conservation: Inclusive Solutions. *Science*, Vol. 360, Nr. 6387, s. 389-390.
- KRYGER, P., och DUPONT, Y.L., 2018. Konkurrence Mellem Honningbier og Vilde Bier. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.
- LÁZARO, A., MÜLLER, A., EBMER, A.W., DATHE, H.H., SCHEUCHL, E., SXHWARZ, M., RISCH, S., PAULY, A., DEVALEZ, J., TSCHEULIN, T., GÓMEZ-MARTINEZ, C., PAPAS, E., PICKERING, J., WASER, N.M., och PETANIDOU, T., 2021. Impacts of Beekeeping on Wild Bee Diversity and Pollination Networks in the Aegean Archipelago. *Ecography*, Early View.
- LEONHARDT, S.D., och BLÜTHGEN, N., 2012. The Same, But Different: Pollen Foraging in Honeybee and Bumblebee Colonies. *Apidologie*, Vol. 43, Nr. 4, s. 449–464.

- LINDSTRÖM, S.A.M., HERBERTSSON, L., RUNDLÖF, M., BOMMARCO, R., och SMITH, H.G., 2016. Experimental Evidence that Honeybees Depress Wild Insect Densities in a Flowering Crop. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 283, Nr. 1843, s. 20161641.
- LISBY, M., 2019. Biavlere Føler Sig Presset ud af Nationalpark. *TV Midtvest*, [www.tvmidtvest.dk](http://www.tvmidtvest.dk), 2019-4-28.
- MAGRACH, A., GONZÁLEZ-VARO, J.P., BOIFFIER, M., VILÀ, M., och BARTOMEUS, I., 2017. Honeybee Spillover Reshuffles Pollinator Diets and Affects Plant Reproductive Success. *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 1, Nr. 9, s. 1299–1307.
- MALLINGER, R.E., GAINES-DAY, H.R., och GRATTON, C., 2017. Do Managed Bees Have Negative Effects on Wild Bees? A Systematic Review of the Literature. *PLOS ONE*, Vol. 12, Nr. 12, s. e0189268.
- MCCOLLIN, D., MOORE, L., och SPARKS, T., 2000. The Flora of a Cultural Landscape: Environmental Determinants of Change Revealed Using Archival Sources. *Biological Conservation*, Vol. 92, Nr. 2, s. 249–263.
- MEEUS, I., PARMENTIER, L., PISMAN, M., DE GRAAF, D.C., och SMAGGHE, G., 2021. Reduced Nest Development of Reared *Bombus terrestris* within Apiary Dense Human-Modified Landscapes. *Scientific Reports*, Vol. 11, Nr. 1, s. 3755.
- MONTERO-CASTANO, A., och VILA, M., 2017. Influence of the Honeybee and Trait Similarity on the Effect of a Non-Native Plant on Pollination and Network Rewiring. *Functional Ecology*, Vol. 31, Nr. 1, s. 142-154.
- MORITZ, R.F.A., HARTEL, S., och NEUMANN, P., 2005. Global Invasions of the Western Honeybee (*Apis mellifera*) and the Consequences for Biodiversity. *Ecoscience*, Vol. 12, Nr. 3, s. 289-301.
- MÜLLER, A., DIENER, S., SCHNYDER, S., STUTZ, K., SEDIVY, C., och DORN, S., 2006. Quantitative Pollen Requirements of Solitary Bees: Implications for Bee Conservation and the Evolution of Bee–Flower Relationships. *Biological Conservation*, Vol. 130, Nr. 4, s. 604–615.
- NATURSTYRELSEN, 2019. Naturstyrelsen Øger Ikke Antallet af Bistader i Thy. <https://naturstyrelsen.dk/nyheder/2019/marts/naturstyrelsen-oeger-ikke-antallet-af-bistader-i-thy/>. Hämtad 2021-07-28.
- NIELSEN, A., DAUBER, J., KUNIN, W.E., LAMBORN, E., JAUKER, B., MOORA, M., POTTS, S.G., REITAN, T., ROBERTS, S., SÓBER, V., SETTELE, J., STEFFAN-DEWENTER, I., STOUT, J.C., TSCHULIN, T., VAITIS, M., VIVARELLI, D., BIESMEIJER, J.C., och PETANIDOU, T., 2012. Pollinator Community Responses to the Spatial Population Structure of Wild Plants: A Pan-European Approach. *Basic and Applied Ecology*, Vol. 13, Nr. 6, s. 489–499.
- NIELSEN, A., REITAN, T., RINVOLL, A.W., och BRYSTING, A.K., 2017. Effects of Competition and Climate on a Crop Pollinator Community. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 246, s. 253–260.

- NILSSON, L.A., och WILHEM, M., 2015. Åtgärdsprogram för batavsandbi, fältsandbi och flodsandbi, 2014–2018: Batavsandbi *Andrena batava*, sårbar (VU), Fältsandbi *Andrena morawitzi*, starkt hotad (EN), Flodsandbi *Andrena nycthemera*, starkt hotad (EN). Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 6452.
- NORWEGIAN MINISTRIES, 2018. *National Pollinator Strategy. A strategy for Viable Populations of Wild Bees and Other Pollinating Insects*. Norwegian Ministry of Agriculture and Food, Norwegian Ministry of Climate and Environment, Norwegian Ministry of Local Government and Modernisation, Norwegian Ministry of Transport and Communications, Norwegian Ministry of Defence, Norwegian Ministry of Education and Research and Norwegian Ministry of Petroleum and Energy, Publication number Nr. M-0750 E.
- NÜRNBERGER, F., KELLER, A., HÄRTEL, S., och STEFFAN-DEWENTER, I. 2019. Honey bee waggle dance communication increases diversity of pollen diets in intensively managed agricultural landscapes. *Molecular Ecology*, Vol. 28, s. 3602-3611.
- O'CONNOR, R. S., KUNIN, W. E., GARRATT, M. P. D., POTTS, S. G., ROY, H. E., ANDREWS, C., JONES, C. M., PEYTON, J. M., SAVAGE, J., HARVEY, M. C., MORRIS, R. K. A., ROBERTS, S. P. M., WRIGHT, I., VANBERGEN, A. J. OCH CARVELL, C. 2019. Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods. *Methods in Ecology and Evolution*, Vol. 10, s. 2129-2140.
- PAINI, D.R., 2004. Impact of the Introduced Honey Bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on Native Bees: A Review. *Austral Ecology*, Vol. 29, Nr. 4, s. 399–407.
- PEDERSEN, T.R., GUSTAVSSON, B., och HENRIKSSON, J., 2020. Det Ekonomiska Värdet av Honungsbin i Sverige. Jordbruksverket, Jordbruksinformation 1-2020.
- PERSSON, A., MAZIER, F., SMITH, H.G. 2018. When beggars are choosers – How nesting of a solitary bee is affected by temporal dynamics of pollen plants in the landscape. *Ecology and Evolution*, Vol. 8, s. 5777-5791.
- RANTA, E., och LUNDBERG, H., 1980. Resource Partitioning in Bumblebees: The Significance of Differences in Proboscis Length. *Oikos*, Vol. 35, Nr. 3, s. 298.
- RASMUSSEN, C., DUPONT, Y.L., MADSEN, H.B., BOGUSCH, P., GOULSON, D., HERBERTSSON, L., MAIA, K.P., NIELSEN, A., OLESEN, J.M., POTTS, S.G., ROBERTS, S.P.M., SYDENHAM, M.A.K., och KRYGER, P., 2021. Evaluating Competition for Forage Plants Between Honey Bees and Wild Bees in Denmark. *PLOS ONE*, Vol. 16, Nr. 4, s. e0250056.
- RENNER, S.S., GRAF, M.S., HENTSCHEL, Z., KRAUSE, H., och FLEISCHMANN, A., 2021. High Honeybee Abundances Reduce Wild Bee Abundances on Flowers in the City of Munich. *Oecologia*, Vol. 195, s. 825-831.
- REQUIER, F., ODOUX, J.-F., TAMIC, T., MOREAU, N., HENRY, M., DECOURTYE, A., och BRETAGNOLLE, V., 2015. Honey Bee Diet in Intensive Farmland Habitats Reveals an Unexpectedly High Flower Richness and a Major Role of Weeds. *Ecological Applications*, Vol. 25, Nr. 4, s. 881–890.

- REVERTE, S., BOSCH, J., ARNAN, X., ROSLIN, T., STEFANESCU, C., ANTONIO CALLEJA, J., MOLOWNY-HORAS, R., HERNANDEZ-CASTELLANO, C., och RODRIGO, A., 2019. Spatial Variability in a Plant-Pollinator Community Across a Continuous Habitat: High Heterogeneity in the Face of Apparent Uniformity. *Ecography*, Vol. 42, s. 1558-1568.
- RICHARDS, K.W., 1978. Nest Site Selection by Bumble Bees (Hymenoptera-Apidae) in Southern Alberta. *Canadian Entomologist*, Vol. 110, Nr. 3, s. 301-318.
- ROPARS, L., AFFRE, L., SCHURR, L., FLACHER, F., GENOUD, D., MUTILLOD, C., och GESLIN, B., 2020. Land Cover Composition, Local Plant Community Composition and Honeybee Colony Density Affect Wild Bee Species Assemblages in a Mediterranean Biodiversity Hot-Spot. *Acta Oecologica*, Vol. 104, s. 103546.
- ROPARS, L., DAJOZ, I., FONTAINE, C., MURATET, A., och GESLIN, B., 2019. Wild Pollinator Activity Negatively Related to Honey Bee Colony Densities in Urban Context. *PLOS ONE*, Vol. 14, Nr. 9, s. e0222316.
- ROUBIK, D.W., 1980. Foraging Behaviour of Competing Africanized Honeybees and Stingless Bees. *Ecology*, Vol. 61, Nr. 4, s. 836-845.
- ROULSTON, T.H., och GOODELL, K., 2011. The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee Populations. *Annual Review of Entomology*, Vol. 56, Nr. 1, s. 293-312.
- RUTTNER, F., 1988. *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- SAUNDERS, M.E., GOODWIN, E.K., SANTOS, K.C., SONTER, C.A., och RADER, R., 2021. Cavity Occupancy by Wild Honey Bees: Need for Evidence of Ecological Impacts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Early View, s. fee.2347.
- SBR, 2021. Sveriges Biodlares Riksförbunds Årsrapport 2020. <https://www.biodlarna.se/app/uploads/2021/04/Slutlig-sammanstallning-2020-totalsida.pdf>. Hämtad 2021-07-28.
- SCB, 2020. Marken i Sverige. <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/marken-i-sverige/> Hämtad 2021-07-28.
- SCHAFFER, W.M., ZEH, D.W., BUCHMANN, S.L., KLEINHANS, S., SCHAFFER, M.V., och ANTRIM, J., 1983. Competition for Nectar Between Introduced Honey Bees and Native North-American Bees and Ants. *Ecology*, Vol. 64, Nr. 3, s. 564-577.
- SCHMIDT, K.A., EARNHARDT, J.M, BROWN, J.S., och HOLT, R.D., 2000. Habitat Selection Under Temporal Heterogeneity: Exorcizing the Ghost of Competition Past. *Ecology*, Vol. 81, Nr. 9, s. 2622-2630.
- SENAPATHI, D., CARVALHEIRO, L.G., BIESMEIJER, J.C., DODSON, C.-A., EVANS, R.L., MCKERCHAR, M., MORTON, R.D., MOSS, E.D., ROBERTS, S.P.M., KUNIN, W.E., och POTTS, S.G., 2015. The Impact of Over 80 Years of Land Cover Changes on Bee and Wasp Pollinator Communities in England. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 282, Nr. 1806, s. 20150294.
- SLESSOR, K.N., WINSTON, M.L., och LE CONTE, Y. 2005. Pheromone Communication in the Honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 31, s. 2731-2745.

- SOELBERG FRYDENDAHL, L., och SKOV-JENSEN, M., 2021. Husdyr Ikke Velkomne: Mathias' Honningbier Forment Adgang til Nye Naturnationalparker. *DR Midt- og Vestjylland*, [www.dr.dk](http://www.dr.dk), Hämtad 2021-05-02.
- SORENSEN, P.B., STRANDBERG, B., BRUUS, M., KJAER, C., LARSEN, S., HANSEN, R.R., DAMGAARD, C.F., och STRANDBERG, M., 2020. Modelling Risk of Competitive Effects from Honeybees on Wild Bees. *Ecological Indicators*, Vol. 118, s. 106749.
- STEFFAN-DEWENTER, I., och KUHN, A. 2003. Honeybee Foraging in Differentially Structured Landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, Vol. 270, s. 569-575.
- STEFFAN-DEWENTER, I., och SCHIELE, S., 2008. Do Resources or Natural Enemies Drive Bee Population Dynamics in Fragmented Habitats? *Ecology*, Vol. 89, Nr. 5, s. 1375–1387.
- STEFFAN-DEWENTER, I. och TSCHARNTKE, T., 2000. Resource Overlap and Possible Competition Between Honey Bees and Wild Bees in Central Europe. *Oecologia*, Vol. 122, Nr. 2, s. 288–296.
- STRAUSS, S.Y., 1991. Indirect Effects in Community Ecology: Their Definition, Study and Importance. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 6, Nr. 7, s. 206–210.
- SZIGETI, V. Á, KÖRÖSI, A. HARNOS, J. NAGY, OCH J. KIS. 2016. Measuring floral resource availability for insect pollinators in temperate grasslands - a review. *Ecological Entomology*, 41, s. 231-240.
- SUZUKI, Y., KAWAGUCHI, L.G., och TOQUENAGA, Y., 2007. Estimating Nest Locations of Bumblebee *Bombus ardens* from Flower Quality and Distribution. *Ecological Research*, Vol. 22, Nr. 2, s. 220–227.
- THOMSON, D., 2004. Competitive Interactions Between the Invasive European Honey bee and Native Bumble Bees. *Ecology*, Vol. 85, Nr. 2, s. 458-470.
- THOMSON, D.M., 2006. Detecting the Effects of Introduced Species: a Case Study of Competition Between *Apis* and *Bombus*. *Oikos*, Vol. 114, Nr. 3, s. 407–418.
- THOMSON, D.M., 2016. Local Bumble Bee Decline Linked to Recovery of Honey Bees, Drought Effects on Floral Resources. *Ecology Letters*, Vol. 19, Nr. 10, s. 1247-1255.
- THOMSON, D.M., och PAGE, M.L., 2020. The Importance of Competition Between Insect Pollinators in the Anthropocene. *Current Opinion in Insect Science*, Vol. 38, s. 55–62.
- TIMBERLAKE, T.P., VAUGHAN, I.P., och MEMMOTT, J., 2019. Phenology of Farmland Floral Resources Reveals Seasonal Gaps in Nectar Availability for Bumblebees. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 56, Nr. 7, s. 1585–1596.
- TORNE-NOGUERA, A., RODRIGO, A., OSORIO, S., och BOSCH, J., 2016. Collateral Effects of Beekeeping: Impacts on Pollen-Nectar Resources and Wild Bee Communities. *Basic and Applied Ecology*, Vol. 17, Nr. 3, s. 199-209.
- TOTLAND MÜLLER, H., 2016. Interaction Between *Bombus terrestris* and Honeybees in Red Clover Fields Reduces Abundance of Other Bumblebees and Red Clover Yield. Master's



- thesis. Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Oslo.
- VALIDO, A., RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.C., och JORDANO, P., 2019. Honeybees Disrupt the Structure and Functionality of Plant-Pollinator Networks. *Scientific Reports*, Vol. 9, s. 4711.
- VANBERGEN, A.J., ESPINDOLA, A., och AIZEN, M.A., 2018. Risks to Pollinators and Pollination from Invasive Alien Species. *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 2, s. 16-25.
- VANDERPLANCK, M., VEREECKEN, N.J., GRUMIAU, L., ESPOSITO, F., LOGNAY, G., WATTIEZ, R., och MICHEZ, D., 2017. The Importance of Pollen Chemistry in Evolutionary Host Shifts of Bees. *Scientific Reports*, Vol. 7, Nr. 1, s. 43058.
- VAUDO, A.D., TOOKER, J.F., PATCH, H.M., BIDDINGER, D.J., COCCIA, M., CRONE, M.K., FIELY, M., FRANCIS, J.S., HINES, H.M., HODGES, M., JACKSON, S.W., MICHEZ, D., MU, J., RUSSO, L., SAFARI, M., TREANORE, E.D., VANDERPLANCK, M., YIP, E., LEONARD, A.S., och GROZINGER, C.M., 2020. Pollen Protein: Lipid Macronutrient Ratios May Guide Broad Patterns of Bee Species Floral Preferences. *Insects*, Vol. 11, Nr. 2, s. 132.
- VICKRUCK, J.L., och RICHARDS, M.H., 2012. Niche Partitioning Based on Nest Site Selection in the Small Carpenter Bees *Ceratina mikmaqi* and *C. calcarata*. *Animal Behaviour*, Vol. 83, Nr. 4, s. 1083–1089.
- WAGNER, D.L., 2020. Insect Declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, Vol. 65, Nr. 1, s. 457–480.
- WALLBERG, A., HAN, F., WELLHAGEN, G., DAHLE, B., KAWATA, M., HADDAD, N., SIMÓES, Z.L.P., ALLSOPP, M.H., KANDEMIR, I., DE LA RÚA, P., PIRK, C.W., och WEBSTER, M.T., 2014. A Worldwide Survey of Genome Sequence Variation Provides Insight into the Evolutionary History of the Honeybee *Apis mellifera*. *Nature Genetics*, Vol. 46, Nr. 10, s. 1081–1088.
- WALTHER-HELLWIG, K., FOKUL, G., FRANKL, R., BUECHLER, R., EKSCHMITT, K., och WOLTERS, V., 2006. Increased Density of Honeybee Colonies Affects Foraging Bumblebees. *Apidologie*, Vol. 37, Nr. 5, s. 517-532.
- WASER, N.M., och OLLERTON, J. (RED.), 1996. *Plant-Pollinator Interactions, From Specialization to Generalization*. University of Chicago Press.
- WCISLO, W.T., och CANE, J.H., 1996. Floral Resource Utilization by Solitary Bees (Hymenoptera: Apoidea) and Exploitation of Their Stored Foods by Natural Enemies. *Annual Review of Entomology*, Vol. 41, Nr. 1, s. 257–286.
- WCISLO, W.T., och TIERNEY, S.M., 2009. Behavioural Environments and Niche Construction: the Evolution of Dim-Light Foraging in Bees. *Biological Reviews*, Vol. 84, Nr. 1, s. 19-37.
- WIGNALL, V.R., BROLLY, M., UTHOFF, C., NORTON, K.E., CHIPPERFIELD, H.M., BALFOUR, N.J., och RATNIEKS, F.L.W., 2020a. Exploitative Competition and Displacement

- Mediated by Eusocial Bees: Experimental Evidence in a Wild Pollinator Community. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 74, Nr. 12, s. 152.
- WIGNALL, V.R., CAMPBELL HARRY, I., DAVIES, N.L., KENNY, S.D., MCMINN, J.K., och RATNIEKS, F.L.W., 2020b. Seasonal Variation in Exploitative Competition Between Honeybees and Bumblebees. *Oecologia*, Vol. 192, Nr. 2, s. 351–361.
- WILLIAMS. P.H., 1986. Environmental Change and the Distributions of British Bumble Bees (*Bombus Latr.*). *Bee World*, Vol. 67, Nr. 2, s. 50-61.
- WOJCIK, V.A., MORANDIN, L.A., DAVIES ADAMS, L., och ROURKE, K.E., 2018. Floral Resource Competition Between Honey Bees and Wild Bees: Is There Clear Evidence and Can We Guide Management and Conservation? *Environmental Entomology*, Vol. 47, Nr. 4, s. 822–833.

# Bilaga 1. Enkätbrev

Dear [Name],

We are working on a report to the Swedish government on competition from managed honey bees on wild bees. The intention is to use the results to prevent or reduce conflicts between different groups of stakeholders. One part of the report aims to identify and describe existing initiatives addressing resource competition from honey bees on wild bees. We are writing to you, to ask if you have information on one or both of the following questions:

1. Are you aware of any initiatives that have addressed the issue about honey bee resource competition effects on wild bees in your country?
2. Are you aware of any initiatives that aim to mitigate negative effects of honey bee resource competition on wild bees in your country?

We would be very grateful if you have the opportunity to indicate if your organization or any organization that you know of have addressed this issue, and if there are any written reports that we may take part of.

We are happy to provide further information and look forward to your reply.

Yours sincerely,

Dr. Sandra Lindström with colleagues  
Center for Environmental and Climate Research  
Lund University, Sweden.  
<https://www.cec.lu.se/>

# Bilaga 2.

## Översikt över resultat från litteraturöversikten

### Kartläggning av evidens för konkurrens

Vi presenterar de evidens vi har funnit för förutsättningar för och konsekvenser av mellanartskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin. Vi har utgått från en konceptuell modell av Paini (2004) över hur vilda bin kan påverkas av honungsbin genom resurskonkurrens, för att sortera evidensen i olika kategorier (responsvariabler); överlappande resursutnyttjande i form av födoval, påverkan på födosök och resursintag, förändrad realiserad nisch (den nisch som *de facto* utnyttjas), påverkan på reproduktionsframgång och överlevnad och påverkan på tätheter och mångfald hos vilda bin (figur 3). Därefter redogör vi för resultaten från de studier som har undersökt vad som kan modifiera effekten av denna konkurrens, så som honungsbins tätheter och tillgång på resurser i tid och rum. Slutligen presenterar vi huvuddragen från de studier som undersöker vilka vildbiarter och egenskaper hos vildbiarter som påverkar känsligheten för konkurrens. För varje studie nämner vi om studierna är experimentella (d.v.s. en kritisk variabel som tätheten på honungsbin har medvetet varierats och konsekvenserna för t.ex. vilda bins täthet undersökts) eller korrelativ (d.v.s. naturlig variation i en kritisk variabel som t.ex. täthet av honungsbin har relaterats till en tänkt konsekvensvariabel som tätheten av vilda bin), samt tydliggör om de inte är replikerade (d.v.s. det finns statistiskt oberoende provtagning) eller har låg grad av replikering.

Uppgiften för den här litteraturöversikten var att sammanfatta evidensen för påverkan från honungsbin på vilda bin genom konkurrens om föda och hur denna påverkan varierar med tätheter av honungsbin och tillgången på blomresurser. Vidare ingick det i uppgiften att ta fram information om hur effekterna av konkurrens kan variera med olika arter och egenskaper hos vilda bin. I det här avsnittet redogör vi för den evidens vi identifierat i litteratursökningen i form av en narrativ (berättande) sammanfattning. För att lägga till en förklarande bakgrund hänvisar vi ibland också till studier som inte identifierats i litteratursökningen. Dessa studier markeras med prefixet ”se” eller ”se

också” i källhänvisningen för den specifika studien. En studie, Rasmussen m.fl. (2021), publicerades strax efter att vi hade genomfört litteratursökningen. På grund av den här studiens höga relevans i sammanhanget inkluderades även denna i materialet, men är markerad med prefixet ”se”.

## Överlappande resursutnyttjande

Överlappande resursutnyttjande innebär att honungsbin och vildbin använder samma värdväxt; det kan beräknas som antalet värdväxter både honungsbin och vilda bin använder delat med totala antalet växter som åtminstone en av arterna utnyttjar. Ett trubbigt mått bygger på information *om* en art utnyttjar en viss växt, medan ett bättre mått är *hur mycket* en art utnyttjar en viss växt.

Resursöverlappet mellan honungsbin och vilda bin undersöktes i fem empiriska studier. En dansk syntes sammanställde honungsbins och vilda biarters val av värdväxter baserat på danska, tyska och till viss del brittiska noteringar (se Rasmussen m.fl., 2021). Honungsbin hade noterats födosöka i 294 växtsläkten, vilda biarter tillsammans i 292 växtsläkten, och både honungsbin och vilda bin i 176 växtsläkten. Två tredjedelar av de danska vilda biarterna överlappade mer än 70% med honungsbin. Det är dock viktigt att notera att studien enbart kvalitativt visar att honungsbin och vilda bin delar en blomresurs, utan att ta hänsyn till hur mycket resursen utnyttjas. I tyska kalkrika gräsmarker besökte vilda bin 57 växtarter, medan honungsbin besökte knappt hälften så många (24), med ett överlapp på 45,5% (Steffan-Dewenter och Tschardtke, 2000). I en experimentell burstudie överlappade honungsbins och rödmurarbins födoval med strax över 50% (Hudewenz och Klein, 2015).

Mörk jordhumla utnyttjade en större artrikedom av växter för polleninsamling än vad honungsbin gjorde i landskap med jordgubbsodlingar och varierande förekomst av blommande hösträs (Baensch, Tschardtke, Wuenschiers, m.fl., 2020).

Överlappet i resursutnyttjande mellan honungsbin och vilda bin kan påverkas av vilka värdväxter som finns i ett område. I en korrelativ studie i ljunghedar fann man att både honungsbin och humlor samlade pollen från alla sex växtarter som fanns i 19 områden, och hade alltså i dessa områden fullständigt överlapp i sitt resursval (Forup och Memmott, 2005). I en spansk experimentell men lågreplikerad studie (tre behandlade områden jämförda med tre parade kontrollområden) var vilda bins födosöksöverlapp med honungsbin lägre med än utan förekomst av den invasiva växtarten rosenväppling *Hedysarum coronarium* (Montero-Castano och Vila, 2017). Resursöverlappet kan dessutom variera över säsongen, t.ex. genom att arter som är flexibla i sitt födoval (polylektiska arter), skiftar sitt val av värdväxter. Till exempel har honungsbin visats

besöka växter från ett fåtal familjer i början av säsongen, för att senare besöka en större mångfald av växter (se Rasmussen m.fl., 2021).

I korrelativa studier med höga tätheter av honungsbin (3,5–71 samhällen/km<sup>2</sup>) tömde dessa nästan helt de befintliga nektarresurserna i spanska naturområden dominerade av gräs- och buskmarker; en av studierna var välreplikerad (Torne-Noguera m.fl., 2016) medan den andra var oreplikerad (Dupont m.fl., 2004). I en studie av 60 platser i franska buskmarker med höga tätheter av honungsbin (upp till 14 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup>) var mängden tillgängligt pollen och nektar lägre i blommande rosmarin när avståndet till samhällena var kort och när det fanns många samhällen (Henry och Rodet, 2018). I samma studie minskade både vilda bins och honungsbins pollen- och nektarinsamling på individnivå med ökande tätheter av honungsbin (Henry och Rodet, 2018).

I en experimentell burstudie som utfördes på två platser vid två tillfällen stängdes honungsbin och humlor ute från blommande björnbär, var för sig och tillsammans, vilket ledde till ökade nektarmängder jämfört med kontrollområden (Wignall m.fl., 2020a). Effekten var dock inte additiv; det räckte med att en av grupperna var närvarande för att mängden nektar skulle tryckas ner till samma nivå som om bägge var närvarande, sannolikt eftersom ökat födosök av den ena gruppen kompenserade för minskat födosök av den andra.

Förändrat utbud av pollen och nektar på grund av närvaro av honungsbin kan påverka blombesöksbeteendet hos andra födosökande bin. I studie i buskmarker i norra Grekland medförde en gradvis ökning av antalet honungsbisamhällen ingen ändring i antalet blombesök som vilda bin gjorde, men medförde att vilda bin spenderade mer tid per blomma (Goras m.fl., 2016). I ett burexperiment observerades att rödmurarbin besökte färre blommor när det fanns honungsbin (Hudewenz och Klein, 2015).

Humlesamhällen som var placerade nära en enskild bigård med 50 honungsbisamhällen visade lägre födosöksaktivitet, d.v.s. det var färre humlearbetare som lämnade samhället för födosök per tidsenhet, än samhällen som var placerade 1 km från en bigård (Elbgami m.fl., 2014). Det fanns en tendens att humlesamhällen nära honungsbisamhällen hade färre arbetare än de långt ifrån dem, men det var oklart om den lägre födosöksaktiviteten berodde på att det fanns färre arbetare i samhället eller om en lägre andel av arbetarna födosökte. Oavsett vilket kan detta leda till sämre reproduktion över tid.

Även honungsbin kan påverkas av konkurrens med vilda bin. Genom att stänga ute humlor från lavendel kunde man visa att mängden nektar per blomma ökar vilket medför att honungsbin tar längre tid på sig per blombesök och rör sig mindre mellan blommor och därmed förbrukar mindre energi per blomma (Balfour m.fl., 2015).

D.v.s. här är tydligt att honungsbin och jordhumlan konkurrerar, men att den senare är överlägsen i konkurrensen.

### *Nischförändringar*

Konkurrens kan leda till evolution av nischseparation (se Inouye, 1978), men här fokuserar vi på förändringar i nisch i som sker genom att bins beteende ändras utan att det har skett en evolutionärt baserad genetisk förändring, d.v.s. förändringar i ekologisk snarare än i evolutionär tidsskala.

I en studie som placerade ut 1–10 honungsbisamhällen i omgångar vid ett fält med honungsört *Phacelia tanacetifolia* födosökte honungsbin både i honungsörten och i angränsande miljöer (Walther-Hellwig m.fl., 2006). När honungsbin sattes ut, bytte framförallt långtungade humlearter värdväxter i dessa angränsande miljöer, till arter som honungsbin inte besöker som *Lotus* spp. I en korrelativ studie i brittiska hedmarker såg man att humlor bytte värdväxter vid höga tätheter av honungsbin (Forup och Memmott, 2005).

Mångfalden av värdväxter som ett bi besöker kan också förändras vid konkurrens. I den ovannämnda brittiska studien undersöktes humlors nischbredd – d.v.s. hur många växtarter de födosökte i – på ett mindre urval av studieplatserna (Forup och Memmott, 2005). För korttungade humlor såg man ingen påverkan från högre tätheter av honungsbin på nischbredden, men hos långtungade humlor fann man indikationer att deras nischbredd minskade med ökande tätheter av honungsbin. I en experimentell burstudie ökade honungsbins nischbredd med 47% när tätheten av honungsbin ökade från 100 till 300 honungsbin per bur (3×3×2 m), samtidigt som rödmurarbins nischbredd minskade med 5,5% respektive 11% i burar med 100 respektive 300 honungsbin jämfört med i kontrollburar utan honungsbin (Hudewenz och Klein, 2015).

I en korrelativ studie av två gårdar i Norge fann man att odlad blommande hallon *Rubus idaeus* nästan uteslutande besöktes av honungsbin, medan humlor dominerade blombesök i omgivande blomrika miljöer, vilket ansågs bero på att honungsbin konkurrerar ut humlor i hallon som är en attraktiv resurs (Nielsen m.fl., 2017). Det fanns dock inga kontrollområden utan honungsbin, vilket starkt försvårar tolkningen av resultaten. I en korrelativ spansk studie fann man att nischbredden hos vilda biarter i skogshabitat minskade om spridning av honungsbin från närliggande apelsinodlingar ledde till höga tätheter efter avslutad blomning (Magrach m.fl., 2017).

En strategi för att undkomma konkurrens kan vara att anpassa när på dygnet som födosök sker. Humlor födosöker ofta tidigare eller senare på dagen än honungsbin (Corbet m.fl., 1995). De få studier som har undersökt om konkurrens från honungsbin

påverkar vilken tid på dygnet som vilda bin födosöker har dock inte påvisat någon förskjutet födosökstid hos vare sig jordhumlor (Walther-Hellwig m.fl., 2006) eller andra vilda bin (Jeavons m.fl., 2020).

### *Påverkan på reproduktionsframgång och överlevnad*

Vi fann sex empiriska studier som behandlade effekter av honungsbin konkurrens på vilda bins reproduktion; fem fältstudier och ett burexperiment. Av fältstudierna var en studie gjord i ett naturreservat med blandad skog och hedmark medan de andra fyra gjordes i jordbrukslandskap, varav en i kalkrika gräsmarker.

I en välreplikerad fältstudie i gräsmarker med lägre (inga honungsbisamhällen närmare än 500 m) respektive högre (5–20 honungsbisamhällen per plats) täthet av honungsbin, var varken antalet solitärbiarter som byggde bo i biholkar (artificiella boplatser), antalet yngelceller eller könkvoten i dessa, relaterat till antalet födosökande honungsbin eller till tätheten av honungsbisamhällen i omgivningen (Steffan-Dewenter och Tscharrntke, 2000). Effekten skilde sig inte åt mellan solitära biarter. Inte heller tätheten av bohålsöppningar från marklevande bin var relaterat till antalet födosökande honungsbin eller till tätheten av honungsbisamhällen i omgivningen.

I en fältstudie från norra Tyskland undersöktes markbyggande solitärbin och rörbyggande solitärbin på olika avstånd till honungsbisamhällen sent på säsongen (andra halvan av augusti) i ett naturområde på sandiga marker som dominerades av ljung *Calluna vulgaris* (Hudewenz och Klein, 2013). Antalet boplatsoöppningar från marklevande bin var inte relaterat till avståndet från honungsbisamhällen (5–150 m), och skilde sig inte mellan platser med och utan honungsbisamhällen. För de åtta arter av rörbyggande solitärbin som påträffades i studien undersöktes antalet yngelceller, och fanns vara 0,28 arter färre i områden med än utan honungsbin (0,8 vs. 1,1/bihotell). Varken antalet eller diversiteten (index som tar hänsyn både till artantal och antalet av respektive art) av yngelceller skilde sig mellan områden med och utan honungsbin.

Effekter av honungsbin på den solitära, polylektiska, rörbyggande arten rödmurarbi *Osmia bicornis* undersöktes i en burstudie, också i norra Tyskland (Hudewenz och Klein, 2015). I varje bur inkluderades rödmurarbin och tre tätheter av honungsbin (0, 100 eller 300 individer per 18 m<sup>2</sup>, varav 10–20% var födosökande arbetare). Antalet blombesök av honungsbin ökade med ökat antal honungsbin, medan antalet blombesök av rödmurarbin minskade. Rödmurarbin byggde i genomsnitt färre yngelceller i burar med 100 (99% färre) respektive 300 (75% färre) honungsbin jämfört med i burar som saknade honungsbin, antagligen på grund av ökad konkurrens om pollen.



En brittisk studie jämförde humlearbetares storlek hos fyra arter (arter som även är vanliga i Sverige), - mörk jordhumla *Bombus terrestris*, ljus jordhumla *B. lucorum*, stenhumla *B. lapidarius* och åkerhumla *B. pascourum* - i områden där det fanns honungsbisamhällen jämfört med områden där det saknades honungsbin (Goulson och Sparrow, 2009). Arbetarna hos samtliga av dessa arter var mindre i områden med honungsbin jämfört med i områden utan honungsbin. Att arbetare generellt var mindre i områden med honungsbin kan bero på att brist på föda och potentiellt innebära att samhällets förmåga att producera nya drottningar försämras (Goulson och Sparrow, 2009).

Samhällen av mörk jordhumla *Bombus terrestris* som var placerade fem meter från en bigård med 50 honungsbisamhällen gick upp mindre i vikt än humlesamhällen som var placerade 1 km från samma bigård i en tvåårig studie i Storbritannien (Elbgami m.fl., 2014). Dessutom producerade samhällen nära bigården en högre andel hanar jämfört med samhällen längre från bigården. Humlesamhällen som stod nära bigården producerade färre och lättare drottningar än samhällen längre från bigården, men resultatet var bara signifikant det ena året. Studiens resultat visade på negativa effekter på en rad aspekter av humlors reproduktion nära honungsbigårdar, men replikeringen av studien var mycket låg; endast två platser. Även i en korrelativ replikerad studie i urbana och jordbrukslandskap i Belgien ökade biomassan mer hos odlade samhällen av mörk jordhumla som hade få jämfört med många honungsbisamhällen (ca 7,5 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup>) (Meeus m.fl., 2021), men här mättes inte produktionen av nya drottningar och hanar.

### *Påverkan på tätheter och mångfald*

Totalt 23 studier undersökte antingen tätheten hos enskilda vilda biarter, vilda bin generellt eller deras artrikedom och mångfald. Dessa studier fokuserade generellt på olika mått på lokal mångfald, vilket innebär att det är svårt att separera effekter som beror av populationsförändringar (via ändrad reproduktion och överlevnad) och effekter av ändrat utnyttjande av landskapet i tid och rum (vilket i sig också är en indikation på konkurrens). Studier av sociala bin fokuserar nästan undantagslöst på födosökande arbetare, medan det är antalet reproducerande bon som är den betydelsefulla populationsstorleken.

### *Tätheter*

22 empiriska studier undersökte olika aspekter av blombesöksmönster och tätheter av olika arter.

Många studier, flera av dem välreplikerade och några även experimentella, fann lägre tätheter av vilda bin vid högre tätheter av honungsbi (Forup och Memmott, 2005;

Franklin m.fl., 2018; Herbertsson m.fl., 2016; Hudewenz och Klein, 2013; Lindström m.fl., 2016; Renner m.fl., 2021; Ropars m.fl., 2020, 2019; Torne-Noguera m.fl., 2016; se också Nielsen m.fl., 2012). Till exempel var antalet blombesök av vilda bin i ljung i norra Tyskland lägre i områden med honungsbin än i områden utan honungsbin, och två vanliga marklevande biarter specialiserade på ljung, ljungsandbi *Andrena fuscipes* och ljungsidenbi *Colletes succinctus* (vilka båda är allmänt förekommande i stora delar av Sverige se Cederberg m.fl., 2021) besökte färre blommor på platser nära honungsbisamhällen än platser utan honungsbisamhällen (Hudewenz och Klein, 2013). I en korrelativ studie av hedmarker i södra England fann man ett negativt samband mellan tätheten av honungsbin och humlor; tätheten av honungsbin förklarade nästan 30% av variationen i humletätheter, men trots att studien var välreplikerad hade den låg statistisk styrka (Forup och Memmott, 2005). I en jämförelse av bisamhällets sammansättning i tretton länder kring Medelhavet var proportionen vilda bin fyra gånger större än proportionen honungsbin år 1963, medan vilda bin och honungsbin utgjorde lika stora proportioner år 2017 (Herrera, 2020). Under samma period ökade antalet honungsbisamhällen i absoluta tal kraftigt, men uppgifter om vilda bins förekomst i absoluta tal saknas (Herrera, 2020) vilket gör det inte går att dra några säskra slutsatser om honungsbins inverkan på vilda bin från studien.

I flera studier kunde man inte påvisa någon effekt förekomst eller täthet av honungsbin på vilda bins tätheter, till exempel i den ovan nämnda studien i tyska gräsmarker (Steffan-Dewenter och Tscharntke, 2000) och en studie i spanska buskmarker (Reverte m.fl., 2019). I andra fall fann man en positiv samvariation mellan mängd blombesök av honungsbin och vilda bin, till exempel i mandelodlingar med låga tätheter av honungsbin i en korrelativ studie i Spanien (Alomar m.fl., 2018), hos små biarter i en liten korrelativ studie av blommande odlingar i Frankrike (Jeavons m.fl., 2020) och i en korrelativ studie av blomrika miljöer i Göteborg (Gunnarsson och Federsel, 2014). Flera författare nämner dock att positiva samband inte behöver innebära frånvaro av konkurrens eftersom blomrika miljöer kan attrahera både vilda bin och honungsbin (t.ex. Steffan-Dewenter och Tscharntke, 2000), eller att det fanns mycket rika blomresurser i studieområdet (t.ex. Reverte m.fl., 2019).

Det finns flera exempel på att konkurrens kan medföra att vilda bins födosök förskjuts i rummet. I ett tvåårigt svenskt replikerat landskapsexperiment i höstraps minskade tätheten av vilda bin på 100, 200 och 300 m avstånd från en fältkant med fältens storlek, men bara i fält med honungsbin (Lindström m.fl., 2016). Orsaken till att effekten varierade med fältstorlek kan vara att det i stora fält finns större alternativ födosöksyta som vilda insekter kan ha förflyttat sig till vid närvaro av honungsbin. I fält med honungsbin (motsvarande två honungsbisamhällen per hektar) ökade antalet humlor med avstånd från fältkanten där honungsbisamhällena var placerade, men i fält

utan honungsbin var tätheten av humlor mer jämnt fördelade över fälten (Lindström m.fl., 2016). I en studie som placerade ut 1–10 honungsbisamhällen i omgångar vid ett enda fält med honungsört *Phacelia tanacetifolia* påverkades inte tätheterna av humlor generellt, men effekterna varierade med art (Walther-Hellwig m.fl., 2006). Gruppen av korttungade arter i jordhumlekomplexet födosökte längre bort från honungsbisamhällena när dessa placerats ut i kanten intill honungsörtsfältet.

#### *Artrikedom och diversitet*

Sju av de empiriska studierna undersökte effekter på artrikedom och diversitet av vilda bin.

I en korrelativ studie var antalet vildbiarter färre på platser med honungsbin jämfört med platser utan honungsbin i ljunmarker i norra Tyskland (Hudewenz och Klein, 2013).

I en korrelativ/experimentell studie i en nationalpark på Kanarieöarna jämfördes samhället av vilda pollinatörer på två platser före och efter utplacering av upp till 2 700 honungsbisamhällen (motsvarande 14 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup>) fördelade på 18 bigårdar, men i studien ingick även en försöksplats som hade förstärkts med extra honungsbisamhällen under två år, och ett område utan honungsbin under ett tredje år (Valido m.fl., 2019) under två år. Artrikedomen/diversiteten av vilda pollinatörer minskade när honungsbin placerades ut, med i genomsnitt 13–17% färre arter vilda pollinatörer efter jämfört med innan honungsbin sattes ut.

I en tvåårig korrelativ studie på 17 platser med varierande antal och avstånd till honungsbisamhällen i en nationalpark med i genomsnitt 5,3 honungsbisamhällen/km<sup>2</sup> i södra Frankrike, fann man lägre artrikedom av stora vilda biarter med ökande tätheter av honungsbisamhällen (Ropars m.fl., 2020).

I en korrelativ studie i Spanien undersöktes odlingar av mandel *Prunus dulcis* med i genomsnitt 0,65 honungsbisamhällen per hektar, där odlingarnas storlek, det omgivande landskapets egenskaper och förekomsten av honungsbin varierade (Alomar m.fl., 2018). Artrikedomen av pollinerande insekter var positivt relaterad till tätheten av honungsbin, men diversiteten, d.v.s. ett kombinerat mått på antalet arter och jämnheten i deras tätheter, av vilda bin minskade med ökande tätheter av honungsbin. Eftersom studiens design både inkluderade det omgivande landskapets egenskaper och förekomsten av honungsbin är det svårt att separera de olika faktorernas effekter (Alomar m.fl., 2018).

Forup och Memmot (2005) såg, i en korrelativ studie, att humlors tätheter minskade med ökande honungsbitätheter, men effekterna var inte signifikanta.

I den ovan nämnda studien i tyska gräsmarker påvisades varken effekter av ökande tätheter av honungsbisamhällen eller ökad täthet av blombesökande honungsbin på vilda bins artrikedom, trots ett stort födoöverlapp (Steffan-Dewenter och Tscharrntke, 2000).

I en korrelativ studie, i spanska buskmarker påverkades artrikedomen av vilda bin inte av närhet till honungsbigårdar (262–5 122 m) (Torne-Noguera m.fl., 2016).

### **Vid vilka tätheter av honungsbin eller avstånd till honungsbisamhällen påverkas vilda bin?**

En viktig fråga är hur stor påverkan blir på vilda bin är, beroende på honungsbinas täthet. Detta avgör vad som kan betraktas som säkra nivåer när det gäller antalet bisamhällen eller avståndet mellan dessa och habitat som är viktigt för vildbin. Rent vetenskapligt går det inte att fastställa en nivå där det inte finns någon påverkan. Om man däremot kan relatera styrkan av påverkan till tätheten av honungsbin (eller till avståndet till bisamhällen), kan detta samband utgöra en grund för riskanalyser. Även formen på sambandet spelar roll; t.ex. kan sambandet vara icke-linjärt så att en viss proportionell variation av förekomst av honungsbin har en lägre effekt vid generellt låga honungbitätheter än vid höga tätheter.. De studier vi identifierat ger vissa indikationer.

I en burstudie med rödmurarbin påverkades reproduktionen negativt av antalet honungsbin i en bur vid tätheter som är lägre än de som normalt påträffas i jämförbara landskap, och var ännu starkare när tätheten var högre än normala tätheter utan att vara orealistiskt höga under alla omständigheter. (Hudewenz och Klein, 2015).

Walther-Hellwig med kollegor (2006) fann inga effekter på tätheterna av födosökande vilda bin när ett honungsbisamhälle sattes ut till ett enstaka fält med blommande honungsört, men när i stället 10 honungsbisamhällen placerades ut observerades effekter både i fältet med honungsört och i vegetation intill. I den ovan nämnda studien i tyska gräsmarker fann man inga avståndsgradienter vad gäller artrikedom eller tätheter av vilda bin trots en gradient i tätheten av honungsbin (Steffan-Dewenter och Tscharrntke, 2000). Förutom den observerande designen i denna studie, där områden med en gradient av honungsbin inkluderades, gjordes även en experimentell manipulering av tätheter av honungsbin. Studien visade att nästan inga födosökande honungsbin observerades vid mer än 1,5-2 km avstånd från bisamhällen, vilket kan indikera ett säkert avstånd för att inte påverka konkurrens (som dock kan modifieras av fördelningen av blommande resurser i landskapet). I en annan fältstudie fann man att varken tätheten av honungsbin eller vilda bin varierade med avståndet från enskilda honungsbisamhällen (upp till 1 229 m) (Hudewenz och Klein, 2013). Avståndet till

honungsbisamhällen påverkade inte heller antalet observerade bosättningar hos rörbyggande vilda biarter. Däremot påträffades färre vilda biarter som använder rör som boplatser och färre vilda bin besökte blommor på platser med honungsbisamhällen jämfört med platser utan honungsbisamhällen inom 500 m (Hudewenz och Klein, 2013).

I en svensk replikerad fältstudie studerades höstrapsfält i en experimentell behandling med (utplacering av motsvarande två honungsbisamhällen per hektar) och utan honungsbin inom tre kilometers radie, med enbart låga tätheter honungsbin i den senare (Lindström m.fl., 2016). Där honungsbin placerat ut minskade tätheten av flygande och blombesökande honungsbin med ökande avstånd till fältkanten, medan antalet flygande och blombesökande humlor, men inte solitära bin, ökade.

Omfattningen av födokonkurrens mellan honungsbin och vilda bin vid olika tätheter av honungsbin och vid olika avstånd till honungsbisamhällen undersöktes i rosmarin i franska buskmarker, i en korrelativ studie (Henry och Rodet, 2018). I studien fann man effekter av födokonkurrens på upp till 600–1 100 m runt honungsbigårdar, motsvarande en yta på 1,1–3,8 km<sup>2</sup>, vid tätheter på mellan 3,9–7,8 honungsbisamhällen/ km<sup>2</sup>. Födösöksintensiteten hos honungsbin minskade med ökat avstånd till närmaste honungsbigård, som innehöll ca 30 honungsbisamhällen, och gav större tillgång till pollen och nektar. Tätheten av vilda bin minskade med närheten till honungsbigårdar; vid 1 km avstånd var medianvärdet 10,4 individer per observationsyta medan det endast observerades 4,4 individer per observationsyta ett tiotal meter från honungsbisamhällena, men först ett år efter att honungsbin hade placerats ut.

Studier med mycket höga tätheter av honungsbin har visat på stora effekter på vilda bins blombesök och samhällsutveckling (Dupont m.fl., 2004; Elbgami m.fl., 2014; Valido m.fl., 2019; Meeus m.fl., 2021), men flera av dessa är svårtolkade på grund av låg replikering och eftersom de ofta saknar kontrollområden (Dupont m.fl., 2004; Elbgami m.fl., 2014; Valido m.fl., 2019).

## **Modifierande faktorer**

Resultaten från de europeiska empiriska studier som undersöker omfattningen av födokonkurrens mellan honungsbin och vilda bin pekar till stor del på samma håll, men med stor variation. En orsak till variationen kan vara att studierna är gjorda i skiftande kontexter; de har t.ex. utförts under olika delar av säsongen och under olika långa perioder, och mängden blomresurser och deras fördelning i de undersökta landskapen varierar kraftigt mellan studier.

### *Hur påverkas konkurrensen av resurstillgång?*

Avgörande för om det uppstår konkurrens om födoresurser är hur mycket födoresurser det finns i relation till populationernas storlek. Effekten av honungsbins konkurrens på vilda bin kan därför variera med tillgången på blomresurser och hur de är fördelade i landskapet och över säsongen (Goulson, 2003). Här går vi igenom de empiriska beläggen för att blomresursers fördelning över ett landskap respektive över tid påverkar omfattningen och effekterna av konkurrens mellan honungsbin och vilda bin.

### *Empiriska belägg för effekt av resursvariation i rummet*

Tillgången på blomresurser i landskapet kan påverka effekten av konkurrens från honungsbin på vilda bin. I ett replikerat experiment på landskapsnivå tillfördes honungsbisamhällen till hälften av replikerade landskap, medan frånvaro av honungsbisamhällen kontrollerades inom resten av landskapen (Herbertsson m.fl., 2016). Hälften av landskapen hade låg och hälften hög andel blomrika habitat som fältkanter eller mindre naturliga gräsmarker. Landskapets utformning modifierade inte effekten av honungsbin på vilda bin i den blommande grödan. Däremot medförde utsättning av honungsbin att det fanns 81% färre födosökande humlor i väg- och fältkanter i de resursfattiga, men inte i de resursrika landskapen. I de resursfattiga landskapen medförde detta att humlesamhället dominerades av jordhumlor.

I några få studier har mängden blommande resurser i det omgivande landskapet karterats för att undersöka hur effekten av konkurrens modifieras, men resultaten från dessa är otydliga och svåra att tolka på grund av mycket låg replikering landskapsvariabeln (Wignall m.fl., 2020a).

### *Empiriska belägg för effekt av resursvariation i tiden*

Hur konkurrens mellan honungsbin och vilda bin varierar över säsong testades i en experimentell studie i lavendel *Lavendula x intermedia* i Storbritannien (Wignall m.fl., 2020b). Konkurrens om nektar var större under sommaren (juli-augusti) än under vår (maj-juni) och höst (september). I områden där humlor var utestängda ökade förekomsten av honungsbin tio gånger jämfört med kontrollområden där humlor inte var utestängda. Under vår och höst såg man, trots att det fanns stora nektarvolymmer i lavendeln, inte att honungsbin födosökte oftare i ytor där humlor stängts ute än i kontrolltytor av lavendel som var tillgänglig både för humlor och för honungsbin. Detta kan bero på att det fanns mer åtråvärda blomresurser i det omgivande landskapet under dessa perioder, men landskapsvariabeln var inte väl replikerad.

Det saknas studier om hur konkurrens varierar över säsongen relaterat till pollen- och nektardynamiken i olika växtsamhällen, eftersom sådana skattningar är mycket svåra att genomföra. Att därtill mäta den stora variationen av vilda biarter och deras tätheter

över tid är en utmaning för att bedöma generella effekter av konkurrens på hela samhällen av vilda bin och hur det varierar över en hel säsong (Thomson, 2004).

Konkurrensens styrka kan potentiellt också variera mellan år. Det finns studier som indikerar att konkurrens kan vara större under torra år när tillgången till blommor är mindre än vanligt (se Thomson, 2016), men det är inte visat om sådana effekter leder till försämrad reproduktion.

### **Vilka vildbiarter och egenskaper hos vildbiarter påverkar känsligheten för konkurrens?**

Vissa av de empiriska studierna undersökte bara det totala antalet vilda bin eller enstaka grupper av vilda bin (Franklin m.fl., 2018; Renner m.fl., 2021), utan att analysera om effekter av honungsbin skilje sig åt mellan olika grupper eller arter av vilda bin. Några studier undersökte samhällssammansättningen av vilda biarter (Magrach m.fl., 2017; Reverte m.fl., 2019; Valido m.fl., 2019), eller effekter på grovt uppdelade grupper av vilda bin (Lindström m.fl., 2016; Torne-Noguera m.fl., 2016). Andra studier undersökte påverkan av humlor på enskilda arter av vissa grupper av vilda bin, oftast humlor (Walther-Hellwig m.fl., 2006; Goulson och Sparrow, 2009; Herbertsson m.fl., 2016). Ytterligare andra studier fokuserade på enstaka arter, till exempel mörk jordhumla (Elbgami m.fl., 2014; Baensch, Tscharnatke, Wuenschiers, m.fl., 2020; Meeus m.fl., 2021) eller rödmurarbi (Hudewenz och Klein, 2015). Detta påverkar studiernas möjlighet att bedöma vilka vilda biarter eller vilka egenskaper hos vilda biarter som gör dem känsliga för konkurrens med honungsbin.

Flera studier som inte hittat några generella effekter av honungsbin på vilda bin, har inte heller hittat några effekter på enskilda arter (födosöksbeteende hos solitärbin; Goras m.fl. 2016; Mark- och rörbyggande bins bobyggnad, Steffan-Dewenter och Tscharnatke 2000; humlearbetarens kroppsstorlek, Goulson och Sparrow 2009).

Flera studier undersökte hur effekter av resurskonkurrens från honungsbin varierar med vilda bins kroppsstorlek. Större solitära bin (t.ex. arter från släktena sandbin *Andrena*, pälsbin *Anthophora*, tapetserarbin *Megachile* och murarbin *Osmia*), men inte små solitära bin (t.ex. arter från släktena citronbin *Hylaeus*, bandbin *Halictus* och smalbin *Lasioglossum*) ökade kraftigt när humlor och honungsbin stängdes ute från björnbär (Wignall m.fl., 2020a). I en fransk observationsstudie var den genomsnittliga kroppsstorleken i vildbisamhället 12% mindre nära honungsbigårdar. Stora bin (t.ex. arter från *Anthophora*, humlor *Bombus* eller snickarbin *Xylocopa*) påträffades oftare längre från honungsbigårdar än nära dem (Henry och Rodet, 2018). Samma mönster sågs i en spansk korrelativ studie; en lägre biomassa av vilda bin nära honungsbigårdar

drevs främst av lägre abundans stora biarter (Torre-Noguera m.fl., 2016). En korrelativ studie i Paris, där stora solitära bins och humlors tätheter var negativt korrelerade med tätheterna av honungsbin inom 500 respektive 1 000 m avstånd fann samma mönster (Ropars m.fl., 2019). Även en annan fransk studie fann färre individer av stora arter och färre stora arter vid höga tätheter av honungsbisamhällen (Ropars m.fl., 2020). Det är oklart om dessa mönster beror på större resursöverlapp mellan stora bin och honungsbin (se Geslin m.fl. 2013), eller om det beror på att små bin är bättre på att klara låga resursnivåer (se Müller m.fl., 2006). Stora bin är dessutom mer mobila än små bin och har därför större möjlighet att förflytta sig bort från honungsbin och födosöka i områden med lägre konkurrens (se Greenleaf m.fl. 2007). Den svenska n som experimentellt varierade tätheten av honungsbin såg också en negativ förändring av den relativa tätheten humlor med stor kroppsstorlek i fält- och åkerkanter i landskap med små fält och mycket naturbetesmarker (Herbertsson m.fl., 2016), men analysen byggde på få arter och individer och bör tolkas med försiktighet.

Flera studier har också analyserat om konkurrens effekter är relaterade till storleken på bins mundelar och därmed vilka blomtyper de födosöker i. Humlesamhällets samlade medelvärde för tunglängd skilde inte mellan platser med och utan honungsbin i den svenska landskapsstudien som beskrevs ovan (Herbertsson m.fl., 2016). Forup och Memmot (2005) såg att korttungade humlearter nischbredd inte påverkades av förekomst av honungsbin, men däremot minskade långtungade humlearter nischbredd. På grund av mycket låg replikering (endast fyra platser undersöktes) kunde detta dock inte testas statistiskt. Utsättning av olika antal honungsbisamhällen till ett fält med honungsört påverkade humlearter olika i ett experiment med låg replikering (Walther-Hellwig m.fl., 2006). Medan jordhumlor bara påverkades genom att födosöka lite längre bort från honungsbisamhällena, bytte stenhumlor och långtungade arter som mosshumla, åkerhumla och haghumla, som födosökte på vilda växter vid sidan av honungsörtsfältet, värdväxter till arter som honungsbin inte besökte så ofta, till exempel käringtänder *Lotus* spp. (Walther-Hellwig m.fl., 2006). Det bör noteras att storleken på bins mundelar är relaterad till deras kroppsstorlek, vilket gör att det är svårt att avgöra vilken karaktär som är avgörande för resultaten.



# Bilaga 3. Lista över publikationer

## Empiriska europeiska studier

- ALOMAR, D., GONZALEZ-ESTEVEZ, M.A., TRAVESET, A., och LAZARO, A., 2018. The Intertwined Effects of Natural Vegetation, Local Flower Community, and Pollinator Diversity on the Production of Almond Trees. *Agriculture Ecosystems & Environment*. Vol. 264, s. 34-43.
- BAENSCH, S., TSCHARNTKE, T., WUENSCHERS, R., NETTER, L., BREINIG, B., GABRIEL, D., och WESTPHAL, C., 2020. Using ITS2 Metabarcoding and Microscopy to Analyse Shifts in Pollen Diets of Honey Bees and Bumble Bees along a Mass-Flowering Crop Gradient. *Molecular Ecology*. Vol. 29, Nr 24, s. 5003-5018.
- BALFOUR, N.J., GARBUZOV, M., och RATNIEKS, F.L.W., 2013. Longer Tongues and Swifter Handling: Why do More Bumble Bees (*Bombus* spp.) than Honey Bees (*Apis mellifera*) Forage on Lavender (*Lavandula* spp.)? *Ecological Entomology*. Vol. 38, Nr 4, s. 323-329.
- BALFOUR, N.J., GANDY, S., och RATNIEKS, F.L.W., 2015. Exploitative Competition Alters Bee Foraging and Flower Choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 69, Nr. 10, s. 1731-1738.
- DUPONT, Y.L., HANSEN, D.M., VALIDO, A., och OLESEN, J.M., 2004. Impact of Introduced Honey Bees on Native Pollination Interactions of the Endemic *Echium wildpretii* (Boraginaceae) on Tenerife, Canary Islands. *Biological Conservation*. Vol. 118, Nr. 3, s. 301-311.
- ELBGAMI, T., KUNIN, W.E., HUGHES, W.O.H., och BIESMEIJER, J.C., 2014. The Effect of Proximity to a Honeybee Apiary on Bumblebee Colony Fitness, Development, and Performance. *Apidologie*, Vol. 45, Nr. 4, s. 504-513.
- FORUP, M.L., och MEMMOTT, J., 2005. The Relationship Between the Abundances of Bumblebees and Honeybees in a Native Habitat. *Ecological Entomology*. Vol. 30, Nr. 1, s. 47-57.
- FRANKLIN, E., CARROLL, T., RICKARD, K., BLAKE, D., och DIAZ, A., 2018. Bumble Bee Forager Abundance on Lowland Heats is Predicted by Specific Floral Availability Rather than the Presence of Honey Bee Foragers: Evidence for Forage Resource Partitioning. *Journal of Pollination Ecology*, Vol. 24, s. 172-179.

- GORAS, G., TANANAKI, C., DIMOU, M., TSCHULIN, T., PETANIDOU, T., och THRASYVOULOU, A., 2016. Impact of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Density on Wild Bee Foraging Behaviour. *Journal of Apicultural Science*, Vol. 60, Nr. 1, s. 49-62.
- GOULSON, D., och SPARROW, K.R., 2009. Evidence for Competition Between Honeybees and Bumblebees; Effects on Bumblebee Worker Size. *Journal of Insect Conservation*, Vol. 13, Nr. 2, s. 177-181.
- GUNNARSSON, B., och FEDERSEL, L.M., 2014. Bumblebees in the City: Abundance, Species Richness and Diversity in Two Urban Habitats. *Journal of Insect Conservation*. Vol. 18, s. 1185-1191.
- HENRY, M., och RODET, G., 2018. Controlling the Impact of the Managed Honeybee on Wild Bees in Protected Areas. *Scientific Reports*, Vol. 8, Nr. 1, s. 9308.
- HERBERTSSON, L., LINDSTRÖM, S.A.M., RUNDLÖF, M., BOMMARCO, R., och SMITH, H.G., 2016. Competition Between Managed Honeybees and Wild Bumblebees Depends on Landscape Context. *Basic and Applied Ecology*, Vol. 17, Nr. 7, s. 609-616.
- HERRERA, C.M., 2020. Gradual Replacement of Wild Bees by Honeybees in Flowers of the Mediterranean Basin over the last 50 years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 287, Nr. 1921, s. 20192657.
- HUDEWENZ, A., och 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*, Vol. 17, Nr. 6, s. 1275-1283.
- HUDEWENZ, A., och KLEIN, A., 2015. Red Mason Bees Cannot Compete with Honey Bees for Floral Resources in a Cage Experiment. *Ecology and Evolution*, Vol. 5, Nr. 21, s. 5049-5056.
- ILES, D.T., WILLIAMS, N.M., och CRONE, E., 2018. Source-sink dynamics of bumblebees in rapidly changing landscapes. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 55, Nr. 6, s. 2802-2811.
- JEAVONS, E., VAN BAAREN, J., och LE LANN, C., 2020. Resource Partitioning Among a Pollinator Guild: A Case Study of Monospecific Flower Crops Under High Honeybee Pressure. *Acta Oecologica*, Vol. 104, s. 103527.
- LINDSTRÖM, S.A.M., HERBERTSSON, L., RUNDLÖF, M., BOMMARCO, R., och SMITH, H.G., 2016. Experimental Evidence that Honeybees Depress Wild Insect Densities in a Flowering Crop. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 283, Nr. 1843, s. 20161641.
- MAGRACH, A., GONZÁLEZ-VARO, J.P., BOIFFIER, M., VILÀ, M., och BARTOMEUS, I., 2017. Honeybee Spillover Reshuffles Pollinator Diets and Affects Plant Reproductive Success. *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 1, Nr. 9, s. 1299-1307.
- MEEUS, I., PARMENTIER, L., PISMAN, M., DE GRAAF, D.C., och SMAGGHE, G., 2021. Reduced Nest Development of Reared *Bombus terrestris* within Apiary Dense Human-Modified Landscapes. *Scientific Reports*, Vol. 11, Nr. 1, s. 3755.

- MONTERO-CASTANO, A., och VILA, M., 2017. Influence of the Honeybee and Trait Similarity on the Effect of a Non-Native Plant on Pollination and Network Rewiring. *Functional Ecology*, Vol. 31, Nr. 1, s. 142-154.
- NIELSEN, A., REITAN, T., RINVOLL, A.W., och BRYSTING, A.K., 2017. Effects of Competition and Climate on a Crop Pollinator Community. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 246, s. 253–260.
- RENNER, S.S., GRAF, M.S., HENTSCHEL, Z., KRAUSE, H., och FLEISCHMANN, A., 2021. High Honeybee Abundances Reduce Wild Bee Abundances on Flowers in the City of Munich. *Oecologia*, Vol. 195, s. 825-831.
- REVERTE, S., BOSCH, J., ARNAN, X., ROSLIN, T., STEFANESCU, C., ANTONIO CALLEJA, J., MOLOWNY-HORAS, R., HERNANDEZ-CASTELLANO, C., och RODRIGO, A., 2019. Spatial Variability in a Plant-Pollinator Community Across a Continuous Habitat: High Heterogeneity in the Face of Apparent Uniformity. *Ecography*, Vol. 42, s. 1558-1568.
- ROPARS, L., DAJOZ, I., FONTAINE, C., MURATET, A., och GESLIN, B., 2019. Wild Pollinator Activity Negatively Related to Honey Bee Colony Densities in Urban Context. *PLOS ONE*, Vol. 14, Nr. 9, s. e0222316.
- ROPARS, L., AFFRE, L., SCHURR, L., FLACHER, F., GENOUD, D., MUTILLOD, C., och GESLIN, B., 2020. Land Cover Composition, Local Plant Community Composition and Honeybee Colony Density Affect Wild Bee Species Assemblages in a Mediterranean Biodiversity Hot-Spot. *Acta Oecologica*, Vol. 104, s. 103546.
- STEFFAN-DEWENTER, I., och TSCHARNTKE, T., 2000. Resource Overlap and Possible Competition Between Honey Bees and Wild Bees in Central Europe. *Oecologia*, Vol. 122, Nr. 2, s. 288–296.
- TORNE-NOGUERA, A., RODRIGO, A., OSORIO, S., och BOSCH, J., 2016. Collateral Effects of Beekeeping: Impacts on Pollen-Nectar Resources and Wild Bee Communities. *Basic and Applied Ecology*, Vol. 17, Nr. 3, s. 199-209.
- VALIDO, A., RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.C., och JORDANO, P., 2019. Honeybees Disrupt the Structure and Functionality of Plant-Pollinator Networks. *Scientific Reports*, Vol. 9, s. 4711.
- WALTHER-HELLWIG, K., FOKUL, G., FRANKL, R., BUECHLER, R., EKSCHMITT, K., och WOLTERS, V., 2006. Increased Density of Honeybee Colonies Affects Foraging Bumblebees. *Apidologie*, Vol. 37, Nr. 5, s. 517-532.
- WIGNALL, V.R., BROLLY, M., UTHOFF, C., NORTON, K.E., CHIPPERFIELD, H.M., BALFOUR, N.J., och RATNIEKS, F.L.W., 2020a. Exploitative Competition and Displacement Mediated by Eusocial Bees: Experimental Evidence in a Wild Pollinator Community. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Vol. 74, Nr. 12, s. 152.
- WIGNALL, V.R., CAMPBELL HARRY, I., DAVIES, N.L., KENNY, S.D., MCMINN, J.K., och RATNIEKS, F.L.W., 2020b. Seasonal Variation in Exploitative Competition Between Honeybees and Bumblebees. *Oecologia*, Vol. 192, Nr. 2, s. 351–361.

## Forskningsöversikter

- ABROL, D.P., 2012. Consequences of Introduced Honeybees Upon Native Bee Communities. In: *Pollination Biology*. Springer, Dordrecht. s. 635–667.
- CARRECK, N.L., 2008. Are Honey Bees (*Apis mellifera* L.) Native to the British Isles? *Journal of Apicultural Research*, Vol. 47, Nr. 4, s. 318–322.
- CHAPMAN, R.E., och BOURKE, A.F.G., 2001. The Influence of Sociality on the Conservation Biology of Social Insects. *Ecological Letters*, Vol. 4, Nr. 6, s. 650–662.
- DONOVAN, B.J., 1980. Interactions Between Native and Introduced Bees in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, Vol. 3, s. 104-166.
- FREITAS, B.M., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., MEDINA, L.M., DE MATOS PEIXOTO KLEINERT, A., GALETTO, L., NATES-PARRA, G. och QUEZADA-EUAN, J.J.G., 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, Vol. 40, Nr. 3, s. 332-346.
- GESLIN, B., GAUZENS, B., BAUDE, M., DAJOZ, I., FONTAINE, C., HENRY, M., ROPARS, L., ROLLIN, O., THEBAULT, E., och VERECKEN, N.J., 2017. Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant-Pollinator Interactions. Chapter Four in *Advances in Ecological Research*, Vol. 57, s. 147-199.
- GOULSON, D., 2003. Effects of Introduced Bees on Native Ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, Vol. 34, s. 1-26.
- GOULSON, D., 2004. Keeping Bees in Their Place: Impacts of Bees Outside Their Native Range. *Bee World*, Vol. 85, Nr. 3, s. 45-46.
- HOWLETT, B.G., och DONOVAN, B.J., 2010. A Review of New Zealand's Deliberately Introduced Bee Fauna: Current Status and Potential Impacts. *New Zealand Entomologist*, Vol. 33, Nr. 1, s. 92-101.
- BUTZ HURYN, V., 1997. Ecological Impacts of Introduced Honey Bees. *The Quarterly Review of Biology*, Vol. 72, Nr. 3, s. 275–297.
- KENIS, M., AUGER-ROZENBERG, M.-A., ROQUES, A., TIMMS, L., PERE, C., COCK, M.J.W., SETTELE, J., AUGUSTIN, S., och LOPEZ-VAAMONDE, C., 2009. Ecological Effects of Invasive Alien Insects. *Biological Invasions*, Vol. 11, s. 21-45.
- MALLINGER, R.E., GAINES-DAY, H.R., och GRATTON, C., 2017. Do Managed Bees Have Negative Effects on Wild Bees? A Systematic Review of the Literature. *PLOS ONE*, Vol. 12, Nr. 12, s. e0189268.
- MOLLER, H., 1996. Lessons for Invasion Theory from Social Insects. *Biological Conservation*, Vol. 78, Nr. 1-2, s. 125-142.
- MORITZ, R.F.A., HARTEL, S., och NEUMANN, P., 2005. Global Invasions of the Western Honeybee (*Apis mellifera*) and the Consequences for Biodiversity. *Ecoscience*, Vol. 12, Nr. 3, s. 289-301.

- PAINI, D.R., 2004. Impact of the Introduced Honey Bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on Native Bees: A Review. *Austral Ecology*, Vol. 29, Nr. 4, s. 399–407.
- PALMER, T.M., Stanton, M.L., och Young, T.P., 2003. Competition and Coexistence: Exploring Mechanisms that Restrict and Maintain Diversity within Mutualist Guilds. *The American Naturalist*, Vol. 162, Nr. S4.
- PATON, D.C., 1993. Honey Bees in the Australian Environment. *Bioscience*, Vol. 43, Nr. 2, s. 95–103.
- PYKE, G., 1999. The Introduced Honeybee *Apis mellifera* and the Precautionary Principle: Reducing the Conflict. *Australian Zoologist*, Vol. 31, Nr. 1, s. 399–407.
- SCHWEIGER, O., BIESMEIJER, J.C., BOMMARCO, R., HICKLER, T., HULME, P.E., KLOTZ, S., KUEHN, I., MOORA, M., NIELSEN, A., OHLEMUELLER, R., PETANIDOU, T., POTTS, S.G., PYSEK, P., STOUT, J.C., SYKES, M.T., TSCHUELIN, T. VILA, M., WALTHER, G., WESTPHAL, C., WINTER, M., ZOBEL, M. och SETTELE, J., 2010. Multiple Stressors on Biotic Interactions: How Climate Change and Alien Species Interact to Affect Pollination. *Biological Reviews*, Vol. 85, Nr. 4, s. 777-795.
- STOUT, J.C., och MORALES, C.L., 2009. Ecological Impacts of Invasive Alien Species on Bees. *Apidologie*, Vol. 40, Nr. 3, s. 388-409.
- THOMSON, D.M., och PAGE, M.L., 2020. The Importance of Competition Between Insect Pollinators in the Anthropocene. *Current Opinion in Insect Science*, Vol. 38, s. 55–62.
- VANBERGEN, A.J., ESPINDOLA, A., och AIZEN, M.A., 2018. Risks to Pollinators and Pollination from Invasive Alien Species. *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 2, s. 16-25.
- WILLIAMS, P.H., 1986. Environmental Change and the Distributions of British Bumble Bees (*Bombus* Latr.). *Bee World*, Vol. 67, Nr. 2, s. 50-61.
- WOJCIK, V.A., MORANDIN, L.A., DAVIES ADAMS, L., och ROURKE, K.E., 2018. Floral Resource Competition Between Honey Bees and Wild Bees: Is There Clear Evidence and Can We Guide Management and Conservation? *Environmental Entomology*, Vol. 47, Nr. 4, s. 822–833.

# Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin

---

Denna forskningsöversikt är en sammanställning av de europeiska vetenskapliga studier som innehåller empirisk evidens när det gäller om och hur honungsbin påverkar vilda bin genom att konkurrera om födoresurser. Sammanställningen går igenom i vilken mån honungsbins och vilda bins födoval överlappar. Dessutom redovisas i vilken mån studierna visar att honungsbin har effekt på vilda bins blombesök och resursintag inklusive vilka resurser de utnyttjar (deras realiserade nisch), på vilda bins reproduktion och överlevnad, samt på vilda bins tätheter och mångfald. Översikten redogör också för vad som är känt när det gäller hur tillgången på resurser påverkar konkurrensen. Generellt finns det goda bevis för att konkurrens förekommer, men mindre är känt när det gäller vilka långsiktiga konsekvenser detta får för vilda bin.

Rapporten redogör för pågående initiativ i norra Europa som rör konkurrens mellan honungsbin och vilda bin, t.ex. i Norge och Danmark.

Slutligen diskuteras vad resultaten innebär för svenska förhållanden, t.ex. vilka vilda biarter som kan vara särskilt känsliga för resurskonkurrens. Åtgärder som kan minska risken för resurskonkurrens mellan honungsbin och vilda bin presenteras.

Rapporten visar att kunskapsunderlaget vad gäller konkurrensen mellan honungsbin och vilda bin fortfarande har stora brister, som gör att det är svårt att bedöma konsekvenserna av konkurrens i olika situationer och vid olika tätheter av honungsbin. Stärkt kunskap kan bidra till att identifiera vägar framåt för att begränsa och mildra negativa effekter och därmed öka förutsättningarna för samexistens mellan biodling och bevarande av vilda bin.

