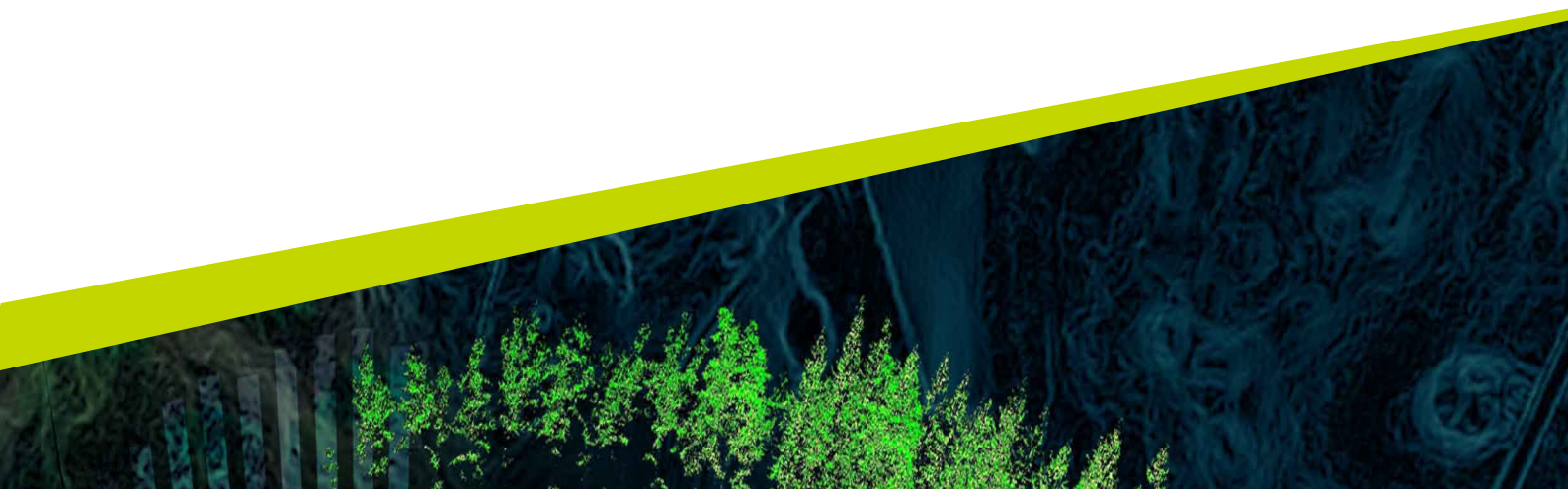




Hur nutidens ängs- och naturbetesmarkers beskaffenhet och skötsel kan anpassas till att förbättra pollinering inom trädgårdsnäringen

Martin Arvid Nihlmar

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakultet för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2022



Hur nutidens ängs- och naturbetesmarkers beskaffenhet och skötsel kan anpassas till att förbättra pollinering inom trädgårdsnäringen

How the nature and management of today's semi-natural grassland can be adapted to improve pollination in the horticulture industry

Martin Arvid Nihlmar

Handledare: Mattias Larsson, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Examinator: Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap
Kurskod:	EX0844
Program/utbildning:	Trädgårdsingenjör: odling - kandidatprogram
Kursansvarig inst.:	Institutionen för Biosystem och teknologi
Utgivningsort:	Alnarp
Utgivningsår:	2022
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: naturbetesmark, ängsmark, pollinering, frukt, bär, trädgårdsodling, trädgårdsnäring, syrphidae, lepidoptera, bombus, solitära bi, fragmentering, korridorer, skötsel.

Sveriges lantbruksuniversitet

Sveriges lantbruksuniversitet Fakultet för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi

Sammanfattning

Genom pollinering överförs pollen av pollinerare till grödor som därigenom befruktas. Jordbruk och trädgårdsnäring är beroende av pollinering av deras blommande växter. Av de 124 grödor, som huvudsakligen konsumeras av människor världen över, är cirka 70–85 % beroende av pollinering och det beräknade värdet av pollineringsresultatet världen över under år 2005 uppgick till cirka 153 miljarder euro. I Sverige är förhållandet att för 150–200 år sedan låg åkrarna som öar inbäddade i ett hav av sammanhängande ängs- och naturbetesmarker. Nutida resterande marker är bara en liten rest därav i form av små isolerade markstycken omgivna och isolerade från varandra av åker- och skogsmarker. På grund av detta och deras intensiva betning av boskap samt tidig slåtter har markernas populationer av vilda pollinerare så som solitära bi, humlor, blomflugor och fjärilar minskat i stor omfattning som betydligt försämrat deras förmåga att pollinera jordbruks- och trädgårdsodlingarnas grödor. En fortsatt sådan försämring är ett hot mot grödornas framtida pollinering. Detta arbete är en sammanställning av resultat i vetenskaplig litteratur om bakgrunden till markernas nutida beskaffenhet och skötsel. Men även en sammanställning av vetenskapliga resultat om hur markernas beskaffenhet och skötsel kan påverka i markernas omgivning belägna trädgårdsodlingars pollinering av vilda bins, blomflugors, humlors och fjärlars årspopulationer från markerna, och vad man kan göra för att pollineringen ska kunna förbättras. Av sammanställningen framgår att ängs- och naturbetesmarkers ovan nämnda förändring tills idag beror på att man från och med tidigt 1800-tal började odla vallgräs som vinterfoder på vissa åkrar och att en del ängsmarker odlades upp till åker eller i viss omfattning blev endast betesmark. Senare tillkom även markernas omvandling till skogsmark i betydande omfattning för att tillgodose den uppkomna skogsindustrins virkesbehov. Vidare framgår att pollinerarnas förmåga att pollinera jordbruks- och trädgårdsodlingarnas grödor kräver att odlingarna är belägna inom pollinerarnas flygräckhåll från ängs- och naturbetesmarkerna, att korridorer av vegetation finns i markernas omgivning som vägleder pollinerarnas flygande förbi hinder för detta där, att i markerna finns lämpliga boplatser och föda till pollinerarna och deras larver. Dessutom att markernas beskaffenhet och skötsel anpassas till detta.

Nyckelord: naturbetesmark, ängsmark, pollinering, frukt, bär, trädgårdsodling, trädgårdsnäring, syrphidae, lepidoptera, bombus, solitära bi, fragmentering, korridorer, skötsel.

Abstract

Through pollination, pollen is transferred by pollinators to crops, which are thereby fertilized. Agriculture and horticulture depend on the pollination of their flowering plants. Of the 124 crops, which are mainly consumed by humans worldwide, about 70–85% depend on pollination, the estimated value of pollination worldwide in 2005 amounted to around 153 billion euros. 150–200 years ago, the arable lands were like islands embedded in a sea of semi-natural grasslands. In today's landscape only remnants of these semi-natural grasslands exist in the form of small, isolated pieces of land surrounded and isolated from each other by arable fields and forest lands. Because of the new landscape today and the intensive grazing of cattle and early mowing in the remaining semi-natural grasslands, populations of wild pollinators such as solitary bees, bumblebees, hoverflies and butterflies have drastically declined and as a consequence significantly impaired their ability to pollinate agricultural and horticultural crops. A continued deterioration of this kind is a threat against the crop's future pollination. This work is a compilation of results in scientific literature on the background to the current condition and management of the lands. But also, a compilation of scientific results on how the nature of the lands and management can affect the pollination of horticultural crops located in the land's surroundings by the annual populations of bees, flower flies, bumblebees, and butterflies from the lands, and what can be done to improve pollination.

Keywords: semi-natural grassland, meadow, pasture, fragmentation, fruit, berries, horticulture, syrphidae, lepidoptera, bombus, solitary bee, corridors, ecosystem services.

Innehållsförteckning

Figurförteckning	7
Tabellförteckning.....	8
1. Introduktion	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte och frågeställning.....	10
2. Material och metod.....	11
2.1 Avgränsningar	11
3. Besvarande av frågeställning 1	13
3.1 Begreppen ängs- och naturbetesmark.....	13
3.2 Något om ängsmarkernas historiska uppkomst.....	13
3.3 Ängs- och naturbetesmarkernas förändring sedan 1850-talet.....	14
3.3.1 Förändringarna av marktypernas totala utbredningar i riket	14
3.3.2 Markernas fragmentering påverkar deras fauna och flora	15
3.3.3 Förändringarna av markernas skötsel har påverkat deras fauna och flora ...	17
4. Kompletterande fakta om vilda pollinerare till stöd för besvarandet av frågeställning 2.....	19
4.1 De viktigaste vilda pollinerarna av trädgårdsodlingens viktigaste grödor på friland.....	19
4.1.1 Odling och pollinering av äpplen (<i>Malus Domestica</i>).....	20
4.1.2 Odling och pollinering av päron (<i>Pyrus communis</i>)	21
4.1.3 Odling och pollinering av plommon (<i>Prunus domestica</i>).....	22
4.1.4 Odling och pollinering av surkörsbär (<i>Prunus cerasus</i>) och sötkörsbär (<i>Prunus avium</i>).....	23
4.1.5 Odling och pollinering av jordgubbar (<i>Fragaria moshata x ananassa</i>)	24
4.1.6 Odling och pollinering av hallon (<i>Rubus idaeus</i>).....	25
4.1.7 Odling och pollinering av svarta vinbär (<i>Ribes nigrum</i>)	26
4.1.8 Odling och pollinering av gurka (<i>Cucumis sativus</i>).....	26
4.1.9 Odling och pollinering av pumpa (<i>Cucurbita pepo</i>).....	27
4.1.10 Odling och pollinering av vissa övriga grödor	27

14.1.11 Om användning av honungsbin tillsammans med vilda bin som pollinerare och något om dess faror	28
4.2 Bin och humlor	29
4.2.1 Solitära bins livscyklar	31
4.2.2 Solitära bins näringssök hos och simultidiga pollinering av blommor	33
4.2.3 Humlors livscykel.....	33
4.2.4 Humlors näringssök hos och simultidiga pollinering av blommor	35
4.3 Blomflugor	36
4.3.1 Blomflugors livscyklar	37
4.3.2 Blomflugors näringssök hos och simultidiga pollinering av blommor	37
4.4 Fjärilar.....	38
4.4.1 Fjärilars livscyklar	39
4.4.2 Fjärilars näringssök hos och simultidiga pollinering av blommor	40
5. Besvarande av frågeställning 2	41
5.1 Förutsättningar för ovan beskrivna insekters pollinering av odlingar från i deras omgivning belägna utmarker.....	41
5.1.1 Pollinerarnas flygräckvidd och aktivitetsområde.....	41
5.1.2 Förbindelsekorridorer i utmarkers och odlingars gemensamma omgivning.	43
5.1.3 Habitat i utmarkerna.....	44
5.1.4 Storleken av utmarkernas populationer av pollinerare	45
5.1.5 Odlingarnas blommors förmåga att attrahera pollinerare från utmarkerna.	46
5.2 Nutida ängs- och naturbetesmarkers beskaffenhet och skötsel jämfört med vad som behövs för odlingars pollinering från dem	46
6. Besvarandet av frågeställning 3	49
6.1 Förbättring av odlingars grödors pollinering av pollinerare från ängs- och naturbetesmarker belägna i odlingarnas omgivning	49
7. Resultatdiskussion	52
Referenser	55
Tack	64

Figurförteckning

Figur 1. Illustration av ett pollineringsnätverk med en graf.	42
--	----

Tabellförteckning

Tabell 1. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar äpple.....	20
Tabell 2. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar päron	22
Tabell 3. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar plommon	23
Tabell 4. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar jordgubbar	24
Tabell 5. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar hallon.....	25
Tabell 6. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar vinbär.....	26
Tabell 7. Nödvändiga förutsättningar beträffande utmarkerna och deras omgivning för ovan beskrivna insekters pollinering från dem av odlingar belägna i omgivningarna	48

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Begreppet ekosystemtjänst kan definieras som en service med ursprung i naturen, vilken gynnar människans välbefinnande (Boyd & Banzhaf 2007). Pollinering är en ekosystemtjänst varigenom pollen överförs av pollinerare till grödor och därvid befruktas. Jordbruk och trädgårdsnäring är beroende av pollinering av deras blommande växter (Kearns & Inouye, 1997). Av de 124 huvudgrödor, som konsumeras av människor världen över, är cirka 70% beroende av pollinering enligt Klein (2015) och i Europa är ca 84% av grödorna som odlas beroende av pollinering utförd av insekter (Williams 2002). Det beräknade värdet av pollineringens resultat världen över under år 2005 uppgick till cirka 153 miljarder euro (Gallai et al. 2009).

Många av grödorna som kräver pollinering är viktiga källor för näringsämnen nödvändiga för oss människor, exempelvis kalcium, vitaminerna C och E samt antioxidanterna β -cryptoxanthin och β -tocopherol (Eilers et al. 2011).

Populationerna av vilda pollinerare inom odlingslandskapen har minskat i betydande omfattning under 1900-talet i hög grad beroende på att återstående ängs- och naturbetesmarker lämplighet som habitat åt pollinerarna försämrats eftersom markerna reducerats till små isolerade markstycken omgivna och åtskilda av åker- och skogsmarker samt andra nedan beskrivna förändringar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Man försöker kompensera för detta bland annat genom att använda domesticerade pollinerare, exempelvis genom ökad honungsbiödling i anslutning till odlingsmarker och uthyrning av honungsbisamhällen till markerna, men dessa bin är mindre effektiva pollinerare jämfört med kollektivet av de vilda

och kan medföra vissa problem, som behandlas i avsnitt 4.1.11 nedan (Hodgkin et al. 2015).

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är, att beskriva förändringarna av landets ängs- och naturbetesmarkers utbredning, areal, beskaffenhet och skötsel sedan mitten av 1800-talet, hur nämnda faktorer kan påverka i markernas omgivning belägna trädgårdsodlingars pollinering av vilda bins, blomflugors, humlors och fjärilars årspopulationer från markerna, och hur pollineringen kan förbättras.

Frågeställningen följer:

1. Hur har landets ängs- och naturbetesmarkers utbredning, areal, beskaffenhet och skötsel förändrats sedan mitten av 1800-talet?
2. Hur kan ängs- och naturbetesmarkers populationer av pollinerare som solitära bin, humlor, blomflugor och fjärilar påverka i markernas omgivning belägna trädgårdsodlingars pollinering? Vad vet vi om pollinerarnas biologi och förutsättningar och vilka är egenskaperna i miljöns beskaffenhet som möjliggör god tillgång av pollinerare i grödan?
3. Vad kan vi göra för att pollineringen som beskrivs i fråga 2 ska kunna förbättras?

2. Material och metod

Arbetet är en litteraturstudie som baserats på insamlad information från vetenskapliga litteraturkällor i form av vetenskapliga artiklar samt några doktorsavhandlingar.

Det mesta av litteraturen, som detta arbete baserats på, har hämtats via sökmotorerna Pubmed, Researchgate, Primo samt ScienceDirect.

Viss litteratur och artfakta om pollinerande insekter och deras status i Sverige samlades från SLU Artdatabanken. En databank, som på uppdrag av den svenska regeringen samlar kunskap om flercelliga växter, svampar och djur i Sverige.

I arbetet har även använts sammanställda rapporter som publicerats i samband med Svenska statliga verksamheter som Jordbruksverket, Naturvårdsverket men även från ministerier i USA som United States Department of Agriculture. Dessa söktes efter i Sveriges lantbruksuniversitets egen databas Primo, Researchgate samt Jordbruksverkets egen hemsida.

Statistik gällande grödorna frukt och bär samlades in från Jordbruksverkets statistiska databas om inhemsk produktion, data som togs från detta visar skörd i ton samt odling hektar för grödorna som nämns i arbetet.

Information samlades även in från böcker, speciellt historiska källor gällande ängs- och betesmarkernas historia men även för information om insekter i Sverige.

2.1 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till att endast behandla pollinering utförd av i Sverige förekommande arter av solitära bin, humlors, blomflugor och fjärilar och deras biologi. Arbetet kommer inte att behandla andra insekters bidrag till pollinering. Vidare är arbetet, för att inte bli orimligt omfattande, avgränsat till att endast i detalj behandla pollinerarnas pollinering av den svenska trädgårdsodlingens mest producerade grödor på friland.

Ytterligare avgränsning är att i arbetet behandlas endast svenska ängs- och naturbetesmarker. Därtill är arbetet endast baserat på resultat, som är applicerbara

på svenska förhållanden, hämtade från både svensk och utländsk vetenskaplig litteratur.

3. Besvarande av frågeställning 1

3.1 Begreppen ängs- och naturbetesmark

Naturbetesmarker definieras som gräsmarker betade av tamdjur, som inte plöjs eller gödslas nu, och inte varit det (frånsett någon enstaka gång) i senare tid, eller besprutas med kemiska bekämpningsmedel (Dahlström et al., 2008). De kan vara helt öppna eller delvis bevuxna med träd och buskar. Därmed inringas en typ av marker som ofta har rik biologisk mångfald och lång kulturhistoria. Begreppet är relativt nytt och bygger inte direkt på markindelningen i äldre tiders jordbrukslandskap, som exempelvis byarnas utmarker där deras boskap gick fritt och betade. En del av dagens naturbetesmarker har dock varit utmarksbeten medan andra har ett förflutet som äng eller åker. Boskapens och dess betes- och foderätandes grundläggande funktion i det svenska jordbruket har alltid varit att omvandla för människan oätlig vegetation till livsmedel och gödsel (Lennartsson & Westin, 2019).

En vanlig definition av ängsmark är gräsmark som slås och inte har gödslats, kultiverats eller såtts in med främmande arter. Definitionen får dock anses onödigt snäv och kan mer realistiskt utvidgas till utmagrade tidigare gödslade åkrar, slagna vägrenar, åkerrenar, lövängar och kärr, (Svensson & Moreau, 2012). Man skiljer mellan öppna ängar och träd- och buskbevuxna ängar (Svensson & Moreau, 2012).

3.2 Något om ängsmarkernas historiska uppkomst

I gamla tiders jordbrukslandskap fram till mitten av 1800-talet var den viktigaste markindelningen den mellan inägor och utmarker. Inägorna var åkrarna och ängarna, inhägnade för att utestänga boskapen (Dahlström et al., 2008). Utmarkerna var resten av bosättningarnas område där deras boskap fritt betade och arealmässigt

helt dominerande över dess inägor. Förändringen mot ett kallare klimat vid övergången från brons- till järnåldern, cirka 2500 år tillbaka, medförde ängarnas uppkomst (Svensson & Moreau, 2012). Man började ställa in sin boskap under vintern. För att skaffa den foder under perioden började man samla in löv och skaffa hö genom att slå en del gräsmarker i bosättningarnas utmarker där boskapen gick fritt och betade. Det sistnämnda krävde, att man skyddade de gräsmarkers vegetation man ämnade slå till vinterfoder från boskapens bete genom inhägnad av markerna, som därmed blev ängarna. Efter bärgningen av det slagna höet kunde boskapen släppas ut på ängarna för att beta av vad som återstod. Gödseln som den utsläppta boskapen gett ifrån sig under stallperioden samlades då in och tillfördes åkrarna för att öka deras produktivitet (Svensson & Moreau, 2012).

3.3 Ängs- och naturbetesmarkernas förändring sedan 1850-talet

3.3.1 Förändringarna av marktypernas totala utbredningar i riket

I början av 1800-talet inträffade förändringarna i jordbrukslandskapet, som tog fart vid seklets mitt, att man började odla vallgräs som vinterfoder på vissa åkrar och att en del ängsmarker odlades upp till åker eller i viss omfattning blev endast betesmark (Svensson & Moreau, 2012). På slutet av 1800-talet och under 1900-talet, särskilt dess senare hälft, innebar detta och mindre gårdars nedläggningar, med åtföljande upphörande av deras ängsmarkers hävdande och därför igenväxning, en kraftigt accelererande minskning av ängsmarkerna totala utbredning i riket till 2000 hektar i början av 1990-talet (Svensson & Moreau, 2012). Vid dess slut och början av 2000-talet inträffade dock ett trendbrott, huvudsakligen på grund av införandet av miljöersättning för ängsskötsel, och markernas totala utbredning ökade till 9000 hektar vid år 2012 (Svensson & Moreau, 2012).

I detta sammanhang är följande information av betydande intresse. Förr slogs ofta även vägrenar för att dryga ut vinterfodret. Även idag slås stora sådana arealer,

ingående i vägarnas skötsel. Enligt beräkningar finns 164 000 hektar så hävdade gräsmarker intill rikets vägnät, vilka har potential att med rätt skötsel bli mångfaldsmarker (Svensson & Moreau, 2012).

Under senare delen av 1800-talet förändrades synen på utmarkernas betesmarker beroende på att trävirke blivit en industriråvara, vilket medförde ett betydande samhällsintresse av att omvandla de omfattande betesmarkerna till skogsmarker (Dahlström et al., 2008). Förändringarna fortsatte under 1900-talet och fick dramatiska resultat. I slutet av 1800-talet fanns totalt omkring 1,5 miljoner hektar naturbetesmark i riket medan idag återstår endast cirka 229 000 hektar biologiskt värdefulla marker (Dahlström et al., 2008). Den negativa trenden har dock motverkats i viss mån av under de senaste tjugo åren införda ekonomiska stöd till markägarna för skötsel av naturbetesmark (Dahlström et al., 2008).

Det nutida resultatet av förändringen av ängs- och naturbetesmarkerna utbredning i riket sedan mitten av 1800-talet kan sammanfattas enligt följande. I det gamla odlingslandskapet för 150 eller 200 år sedan låg åkrarna som är inbäddade i ett hav av sammanhängande naturbetesmarker och ängar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). De ängs- och naturbetesmarker som finns kvar är en liten rest av markernas utbredning för 150 år sedan (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). En del arealer har övergivits och därför blivit mer eller mindre igenväxta, det mesta har dock odlats upp eller blivit skogsmark (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). De återstående ängs- och naturbetesmarkerna har minskats till små isolerade markstycken omgivna och åtskilda av åker- och skogsmarker (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008).

3.3.2 Markernas fragmentering påverkar deras fauna och flora

När utbredningen i landskapet av en typ av mark minskar i betydande omfattning påverkas dess flora och fauna både av dess minskade utbredning i sig och av att dess resterande arealstycken vanligen också blivit mindre och mer isolerade från varandra genom att avstånden dem emellan ökat betydligt. Ett stycke mark kan även vara isolerat från en art i den betydelsen att individer av arten har svårt att ta sig dit på grund av beteende, avståndet från individens spridningskälla i kombination med artens spridningsförmåga, exempelvis flygförmåga, och hur ogästvänliga

markstyckets omgivningar är för arten (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Med att markstyckets omgivning är ogästvänlig för en art innebär, att artens individer undviker passera över den på grund av dess beskaffenhet. Ett exempel är att mellan en äng och en trädgårdsodling finns en åker, som delas i två halvor av en 10 meter bred remsa av skog, vilken är ett oöverstigligt hinder för humlan att flyga över åkern från ängen till trädgårdsodlingen. En variant är att mellan ängen och trädgårdsodlingen finns en tät skog, som helt stoppar dess flygande till odlingen på grund av att i skogen saknas en struktur, till exempel en öppen glänta, som den kan flyga över genom skogen till odlingen. Exempel på gynnsamma strukturer beträffande insekter som vilda bin, humlor, fjärilar och blomflugor är bevuxna ägo gränser, öppna dikeskanter och väggenar. Sådana fanns rikligt i det gamla odlingslandskapet, men i betydligt mindre omfattning i det nutida på grund av dess ovannämnda förändringar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Potts, Biesmeijer et al, 2010; Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

En sådan minskad utbredning och ökad isolering enligt ovan, som skett beträffande rikets ängs- och naturbetesmarker enligt föregående avsnitt, kallas fragmentering (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Potts, Biesmeijer et al, 2010; Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Utvecklingen leder till att antalet lokala utdöenden av fauna- och floraarter på de resterande markstyckena därför ökar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Potts, Biesmeijer et al, 2010). Till artförlusterna bidrar även den i det föregående avsnittet nämnda igenväxningen av markerna. Nämnda artförluster på ett markstycke kompenseras nu i mindre grad av åter- och nykolonisering från andra resterande markstycken jämfört med i äldre tider på grund av den nutida isoleringen som fragmenteringen innefattar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Sådana utdöenden av vissa floraarter i markerna leder till förluster där av habitat för faunaarter, exempelvis vissa vilda binarter, som är beroende av floraarternas förekomst i markerna för sin överlevnad (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Potts, Biesmeijer et al, 2010; Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Fragmenteringen medför även att de resterande markerna i högre grad blir utsatta för invasioner av konkurrenskraftiga generalistarter, som är arter utan specifika krav på sina habitater, exempelvis hundkäx och midsommarblomster (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). När sådana arter blir mer vanliga bidrar de

till ökad igenväxning av markerna och producerar även ökade frö mängder, som ökar deras möjligheter att invadera ytterligare återstående marker (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008).

3.3.3 Förändringarna av markernas skötsel har påverkat deras fauna och flora

I det gamla odlingslandskapet för 150 eller 200 år sedan strövade boskapen i princip fritt och betade på utmarkerna, vilka var mer eller mindre skogbevuxna (Dahlström & Svensson, 2008). De flesta delarna därav, som verkligen hävdades som betesmarker, var inte helt öppna utan mer eller mindre bevuxna med träd och buskar (Dahlström & Svensson, 2008). Även på ängsmarkerna fanns en del träd- och buskvegetation (Dahlström & Svensson, 2008). Den årliga betessäsongen varierade naturligt nog i olika delar av landet. I södra Sverige inträffade betessläppet vanligen under perioden från tidig vår till senast i början av juni och installningen för vintern påbörjades tidigast i september och kunde lokalt vissa år dröja ända in i december (Dahlström & Svensson, 2008). Efter slåtter och skörd under sensommar och tidig höst användes även åker- och ängsmarkerna som betesmark (Dahlström & Svensson, 2008). All betesmark utnyttjades inte maximalt varje år. Delvis betades markerna bara under delar av betessäsongen och betestrycket varierade år från år, troligen förekom även kortare och längre perioder av igenväxning av en del mark (Dahlström & Svensson, 2008).

Lämnas ängs- och naturbetesmark helt utan skötsel kan konkurrenskraftiga arter breda ut sig, erövra utrymme från och slå ut mindre konkurrenskraftiga arter och så småningom växer marken så gott som undantagslöst igen och övergår till något slags skogsmark (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Skötsel som avbryter detta förlopp är markernas hävdande, som i det gamla odlingslandskapet, genom deras slåtter respektive bete och samtidiga betrampande av boskap. Andra verksamma åtgärder för att hålla markerna öppna och solexponerade är deras röjning och plockhuggning (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Måttliga sådana skötselåtgärder kan bevara och skapa mångfaldsmarker med utrymme för både mer och mindre konkurrenskraftiga arter (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Då markerna betas av boskap bildas ingen

eller lite förna, vilket gynnar små och konkurrenssvaga arter då detta förbättrar möjligheterna för deras små frön att gro. Dessutom hålls markernas större och mer konkurrenskraftiga växter nere genom att ätas upp, trampas ned och hindras från att breda ut sig och undertrycka de små och konkurrenssvaga arterna (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Markstörningen, som betesdjurens tramp utgör, kan vara skadlig genom att växter trampas ned, men även ha gynnsamma effekter då ytor av naken jord blottades genom att grässvålen trampas sönder och möjligheter öppnas för främst små och konkurrenssvaga växtarter att etablera sig (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Blottade, solexponerade eller väl nedbetade marker med ingen eller lite förna, i synnerhet torra sandiga marker, är viktiga miljöer för bin och andra insekter, som bygger bon i marken (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

Rikets resterande ängs- och naturbetesmarkers skötsel med ovannämnda åtgärder styrs i stor omfattning av under de senaste tjugo åren införda ekonomiska miljöstödet till markägarna för detta (Emanuelsson & Dahlström et al 2008; Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Jordbruksverket, Svensson & Moreau 2012; Riksantikvarieämbetet, Lennartsson & Westin 2019). År 2014 sköttes 8700 hektar resterande ängsmark med anslutning till miljöstödet innefattande markernas slåtter men inte nödvändigtvis markernas efterbete därefter (Riksantikvarieämbetet, Lennartsson & Westin 2019; Jordbruksverket¹, 2022). Beträffande skötseln av naturbetesmarkerna är huvudregeln enligt miljöstödsregelverket, att marken ska vara väl avbetad vid vegetationsperiodens slut, närmare bestämt ska gräset vara så lågt att förna inte samlas på marken som kan kväva växtligheten och obetade områden får inte finnas (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Regelverket har medfört en mycket stark likriktad skötsel av naturbetesmarkerna, innebärande tidig betessläppning och bete under hela säsongen, vilken tillämpats år efter år, vilket ju utgör betydande avvikelser från den ovannämnda skötseln i det gamla odlingslandskapet där tidpunkten för betessläppet, betestrycket och betesförekomsten kunde variera olika år (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008).

4. Kompletterande fakta om vilda pollinerare till stöd för besvarandet av frågeställning 2

Begreppet biotop refererar till en naturtyp med viss specificerad beskaffenhet typ viss jordart, växtplats och vegetation (t.ex. hårdvallsäng, hållmarkstallskog) eller påverkade av något störningsslag (t.ex. brandfält, snölega). Begreppet en arts habitat definieras som den del eller delarna av en eller flera biotoper, som används av arten. En flygande insekts aktivitetsområde är området, som inom flygräckhåll för den innehåller alla de resurser den behöver för sin överlevnad och reproduktion.

4.1 De viktigaste vilda pollinerarna av trädgårdsodlingens viktigaste grödor på friland

För att en grödas blommor ska befruktas krävs pollinering dvs. att pollen flyttas till blommans märke från ståndare i blomman eller i någon annan blomma (Jensen, 2008). Flytten av pollen som pollineringen innebär utförs vanligen av någon insekt (Jensen, 2008).

Bland de frukter och bär som odlas i Sverige saknar vindruva, havtorn, hassel och valnöt behov av pollinering via någon insekt (Jensen, 2008). Pollinering via insekter av odlade grödor både ökar deras skörd och förbättrar deras kvalitet såsom större storlek och jämn form på grödorna, vilket ökar odlarens intäkter (Jensen, 2008).

Den svenska trädgårdsodlingens viktigaste grödor på friland är äpplen, päron, plommon, körsbär, jordgubbar, hallon, svarta vinbär, gurka och pumpa (Jordbruksverket, 2022).

4.1.1 Odling och pollinering av äpplen (*Malus Domestica*)

Globalt är äpple en av de ekonomiskt viktigaste grödorna som pollineras av flygande insekter (Schneider et al., 2005). Globalt odlas äpplen på ca 5 miljoner hektar, produktionen har ökat drastiskt de senaste åren ca 48 % mellan åren 2000–2020, med en globalt ökad avkastning på ca 2 % per år (Schneider et al., 2005). Från år 2010 till 2021 har odlingsarealerna på friland i Sverige ökat från 1494 hektar till 1 602 hektar och skörden har ökat från 23 500 ton till 32 200 ton (Jordbruksverket, 2022).

Äppelträden blommar tidigt på säsongen. De är rika på både nektar och pollen (Pettersson et al., 2004). Ju mindre pollinering av trädens blommor desto mindre frösättning och skörd samt mer försämrade kvalitet av den i form av felformade frukter då det krävs att alla fröanlag befruktas (Pettersson et al., 2004; Pardo & Borges, 2020).

De viktigaste pollinerarna är humledrottningar (*Bombus*) och solitära bin av släktena Bandbin (*Halictus*), Sandbin (*Andrena*), Smalbi (*Lasioglossum*), Murarbin (*Osmia*), Blodbin (*Sphecodes*), Pälsbin (*Anthophora*) samt vissa blomflugearter, för mer specifika arter av humlor samt solitära bin se tabell 1 (Pettersson et al., 2004; Pardo & Borges, 2020).

Tabell 1. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar äpple (Pettersson et al., 2004).

Arter:	Släkten:
Bandbin (<i>Halictus</i>):	Skogsbandbi (<i>H. rubicundus</i>), ängsbandbi (<i>H. tumulorum</i>).
Sandbin (<i>Andrena</i>):	Hallonsandbi (<i>A. fucata</i>), Fruksandbi (<i>A. gravida</i>), trädgårdssandbi (<i>A. haemorrhoea</i>), äppelsandbi (<i>A. helvola</i>), småsandbi (<i>A. minutula</i>), Gyllensandbi (<i>A. nigroaenea</i>), lönnsandbi (<i>A. tibialis</i>), krusbärssandbi (<i>A. varians</i>), ärtsandbi (<i>A. wilkella</i>), hagtornssandbi (<i>A. carantonica</i>).
Smalbi (<i>Lasioglossum</i>):	Mysksmalbi (<i>L. calceatum</i>), brunsmalbi (<i>L. fulvicorne</i>), metallsmalbi (<i>L. morio</i>), skogssmalbi (<i>L. rufitarse</i>), franssmalbi (<i>L. sexstrigatum</i>).
Humla (<i>Bombus</i>):	Tajgahumla (<i>B. cingulatus</i>), trädgårdshumla (<i>B. hortorum</i>), backhumla (<i>B. humilis</i>), ljus jordhumla (<i>B. lucorum</i>), stenhumla (<i>B. lapidarius</i>), ljunghumla (<i>B. jonellus</i>), åkerhumla (<i>B. pascuorum</i>), ängshumla (<i>B. pratorum</i>), rallarjordhumla (<i>B. sporadicus</i>), mörk jordhumla (<i>B. terrestris</i>).
Murarbin (<i>Osmia</i>):	Rödmurarbi (<i>O. bicornis</i>), snäckmurarbi (<i>O. bicolor</i>).
Blodbin (<i>Sphecodes</i>):	Skogsblodbi (<i>S. gibbus</i>).
Pälsbin (<i>Anthophora</i>):	Vårpälsbi (<i>A. plumipes</i>)

Beträffande pollineringen kompletterar humlor och solitära bin varandra så att den förbättras (Jensen, 2008). För att blomman skall befruktas vid pollineringen måste pollen transporteras från en äppelsort till en annan sort då självsterilitetsgener, så kallade S-gener, förhindrar självpollinering, vilket gör befruktningen beroende av insekters pollinering (Tahir, 2014; Garatta et al., 2014; Pardo & Borges, 2020;). Insektpollineringen står för ca 70% av äppelskörden (Jensen, 2008).

4.1.2 Odling och pollinering av päron (*Pyrus communis*)

Päron är den tolfte mest producerade grödan i världen, ca 26 miljoner ton produceras varje år världen över (Fountain et al., 2019). I Sverige år 2020 odlades päron på 113 hektar friland och det skördades 1 551 ton päron (Jordbruksverket, 2022).

Päronträden har tidig till medeltidig blomning beroende på säsongen (Tahir, 2014). Blommornas nektar har lägre sockerhalt än äpplenas, vilket påverkar vilka insekter de pollineras av (Petterson et al., 2004). Liksom beträffande äpplen; ju mindre pollinering av trädens blommor desto mindre frösättning och skörd samt mer försämrad kvalité av den i form av felformade frukter då det krävs att alla fröanlag befruktas (Petterson et al., 2004).

De viktigaste pollinerarna är humledrottningar (*Bombus*) och solitära bin av släktena Bandbin (*Halictus*), Sandbin (*Andrena*), Smalbi (*Lasioglossum*), Murarbin (*Osmia*), för specifika arter se tabell 2 (Petterson et al., 2004). Den lägre sockerhalten hos blommornas nektar medför att honungsbin oftast inte samlar någon nektar från dem utan bara pollen (Petterson et al., 2004). Liksom äpplen är päron ofta självsterila och dess blommors befruktning kräver pollenöverföring mellan blommor från två olika sorter och medför beroende av insektspollinering (Tahir, 2014).

Liksom för äpplen står insektpollineringen för ca 70% av päronskörden (Petterson et al., 2004).

Tabell 2. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar päron (Petterson et al., 2004).

Släkten:	Arter:
Bandbin (<i>Halictus</i>):	Skogsbandbi (<i>H. rubicundus</i>), ängsbandbi (<i>H. tumulorum</i>).
Sandbin (<i>Andrena</i>):	Hagtornssandbi (<i>A. carantonica</i>), bandsandbi (<i>A. flavipes</i>), trädgårdssandbi (<i>A. haemorrhoa</i>), äppelsandbi (<i>A. helvola</i>), småsandbi (<i>A. minutula</i>), nyponsandbi (<i>A. nitida</i>), krusbärssandbi (<i>A. varians</i>).
Smalbi (<i>Lasioglossum</i>):	Mysksmalbi (<i>L. calceatum</i>), brunsmalbi (<i>L. fulvicorne</i>), franssmalbi (<i>L. sexstrigatum</i>).
Humla (<i>Bombus</i>):	Tajgahumla (<i>B. cingulatus</i>), trädgårdshumla (<i>B. hortorum</i>), backhumla (<i>B. humilis</i>), ljus jordhumla (<i>B. lucorum</i>), stenhumla (<i>B. lapidarius</i>), ljunghumla (<i>B. jonellus</i>), åkerhumla (<i>B. pascuorum</i>), ängshumla (<i>B. pratorum</i>), rallarjordhumla (<i>B. sporadicus</i>), mörk jordhumla (<i>B. terrestris</i>).
Murarbin (<i>Osmia</i>):	Rödmurarbi (<i>O. bicornis</i>).

4.1.3 Odling och pollinering av plommon (*Prunus domestica*)

I Sverige odlades år 2020 plommon på 44 hektar friland och 193 ton skördades (Jordbruksverket, 2022). Plommon blommar tidigt i Sverige under kyligare temperaturer (Tahir, 2014). Då plommon är en stenfrukt behövs bara ett pollenkorn på pistillens märke för fruktsättning (Tahir, 2014). I plommonodlingar så står pollinatörer för ca 40–60% av skörden (Johansson, 2010).

De viktigaste pollinerarna är humledrottningar och de solitära bisläkterna sandbin (*Andrena*), murarbin (*Osmia*) och blodbin (*Sphecodes*), för specifika arter inom släktena se tabell 3 (Petterson et al., 2004). Humlor vaknar tidigare samt är mer aktiva i kyligare klimat jämfört med tambin, vilket gör dem till effektivare pollinerare av plommon än honungsbin (Tahir, 2014). Majoriteten av plommonsarterna som odlas är självsterila och i behov av korspollinering (Tahir, 2014).

I plommonodlingar så står insektpollineringen för ca 40–60% av skörden (Johansson, 2010).

Tabell 3. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar plommon (Pettersen et al., 2004).

Släkten:	Arter:
Sandbin (Andrena):	Hagtornssandbi (<i>A. carantonica</i>), trädgårdssandbi (<i>A. haemorrhoea</i>), äppelsandbi (<i>A. helvola</i>), nyponsandbi (<i>A. nitida</i>), krusbärssandbi (<i>A. varians</i>), ängssandbi (<i>A. bicolor</i>), glödsandbi (<i>A. fulva</i>).
Blodbin (Sphecodes)	Skogsblodbi (<i>S. gibbus</i>).
Humla (Bombus):	Tajgahumla (<i>B. cingulatus</i>), trädgårdshumla (<i>B. hortorum</i>), backhumla (<i>B. humilis</i>), ljus jordhumla (<i>B. lucorum</i>), stenhumla (<i>B. lapidarius</i>), ljunghumla (<i>B. jonellus</i>), åkerhumla (<i>B. pascuorum</i>), ängshumla (<i>B. pratorum</i>), rallarjordhumla (<i>B. sporadicus</i>), mörk jordhumla (<i>B. terrestris</i>).
Murarbin (Osmia):	Rödmurarbi (<i>O. Rufa</i>).

4.1.4 Odling och pollinering av surkörsbär (*Prunus cerasus*) och sötkörsbär (*Prunus avium*)

I Sverige år 2020 odlades körsbär på 45 hektar friland och 209 ton skördades (Jordbruksverket, 2022). Körsbär är stenfrukter liksom plommon och ett pollenkorn på pistillens märke räcker för fruktsättning (McGregor, 1976). Blommornas pollen och nektar lockar till sig insekter, men sötkörsbärens nektar är mer lockande med dess högre sockerhalt på ca 55% än surkörsbärens med dess betydligt lägre halt på 25% (McGregor, 1976).

De viktigaste pollinerarna är humledrottningar och de solitära bisläkterna sandbin (*Andrena*) samt murarbin (*Osmia*). Surkörsbären är självfertila men ändå beroende av insektpollinering, ty enbart vindpollineringen är inte tillräcklig för en god skörd (Pettersen et al., 2004). Sötkörsbärsarterna är mestadels självsterila (McGregor, 1976). Insektpollineringen står för ca 30–50% av körsbärsskörden (Johansson, 2010).

4.1.5 Odling och pollinering av jordgubbar (*Fragaria moshata* x *ananassa*)

I Sverige odlades år 2021 2 441 ton jordgubbar på 2 441 hektar friland (Jordbruksverket, 2022). Blomning sker under sommarmånaderna (Winter, 2006). Blommorna har många fröanlag som måste befruktas för att optimal storlek och form skall uppnås (Pettersson et al., 2004). En blomma rekommenderas att besökas av pollinerare mellan 16–25 gånger för att säkra befruktning av alla fröanlagen (McGregor, 1976). Ju mindre pollinering av blommorna desto mindre frösättning och skörd samt mer försämrad kvalitet av den i form av felformade frukter (Pettersson et al., 2004).

Flera insekter pollinerar jordgubbar bland annat fjärilar,flugor samt bin (McGregor, 1976). Trots blommornas pollen och nektar verkar de inte särskilt tilldragande för honungsbin och humlor (McGregor, 1976; Pettersson et al., 2004). De viktigaste pollinerarna är blomflugor, särskilt flyttblomflugan (*Episyrphus balteatus*) och blank fältblomfluga (*Eupeodes latifasciatus*), vilka enligt Hodgkiss et al. 2018 visats signifikant påverka pollinering av jordgubbar, samt de små solitära bina sandbin (*Andrena*), bandbin (*Halictus*), gökbin (*Nomada*) samt smalbin (*Lasioglossum*), för specifika arter se tabell 4 (Pettersson et al., 2004).

Blommorna är självfertila, dock är märket receptivt för pollen innan blomman själv har bildat pollenkorn, vilket innebär att korspollinering är gynnsam (McGregor, 1976; Pettersson et al., 2004).

Tabell 4. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar jordgubbar (Pettersson et al., 2004).

Släkten:	Arter:
Sandbin (Andrena):	Ryggsandbi (<i>A. dorsata</i>), hallonsandbi (<i>A. fucata</i>), ärtsandbi (<i>A. wilkella</i>).
Bandbin (Halictus)	Skogsbandbi (<i>H. rubicundus</i>), ängsbandbi (<i>H. tumulorum</i>).
Smalbin (Lasioglossum)	Ängssmalbi (<i>L. albipes</i>), bronssmalbi (<i>L. leucopus</i>), metallsmalbi (<i>L. morio</i>), skogssmalbi (<i>L. rufitarse</i>).
Gökbin (Nomada)	Trädgårdsgökbi (<i>N. ruficornis</i>).

4.1.6 Odling och pollinering av hallon (*Rubus idaeus*)

I Sverige odlades år 2020 359 ton hallon på 127 hektar friland (Jordbruksverket, 2022).

Hallon är rika på nektar och pollen, som lockar till sig pollinerarna på långt avstånd, vilket medför att man sällan behöver anlita tambin i odlingar (Pettersen et al., 2004).

De viktigaste pollinerarna är de solitära bina och humlor, blommorna besöks mest frekvent av (*Andrena*), smalbin (*Lasioglossum*), citronbin (*Hylaeus*), murarbin (*Osmia*) och drottningar av både humlor och snylthumlor (*Bombus*), för specifika arter se Tabell 5 (Pettersen et al., 2004). Blommorna är tvåkönade samt självfertil. Självpollineringen sker sent i utvecklingen då stigman är receptiv innan självpollinering sker, därför är korspollinering viktig för fruktsättningen (McGregor, 1976; Pettersen et al., 2004).

Tabell 5. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar hallon (Pettersen et al., 2004).

Släkten:	Arter:
Citronbin (<i>Hylaeus</i>):	Ringcitronbi (<i>H. annulatus</i>), slankcitronbi (<i>H. gracilicornis</i>), vasscitronbi (<i>H. pectoralis</i>)
Sandbin (<i>Andrena</i>):	Hagtornssandbi (<i>A. carantonica</i>), sobersandbi (<i>A. cineraria</i>), hallonsandbi (<i>A. fucata</i>), blåbärssandbi (<i>A. lapponica</i>), morotssandbi (<i>A. minutuloides</i>), gyllensandbi (<i>A. nigroaenea</i>), sotsandbi (<i>A. pilipes</i>), lundsandbi (<i>A. subopaca</i>)
Smalbi (<i>Lasioglossum</i>):	Svartsmalbi (<i>L. fratellum</i>), bronssmalbi (<i>L. leucopus</i>), skogssmalbi (<i>L. rufitarse</i>), åssmalbi (<i>L. sexnotatum</i>)
Humla (<i>Bombus</i>):	Åkersnylthumla (<i>B. campestris</i>), taigahumla (<i>B. cingulatus</i>), backhumla (<i>B. humilis</i>), hushumla (<i>B. hypnorum</i>), stenumla (<i>B. lapidarius</i>), åkerhumla (<i>B. pascuorum</i>), ängshumla (<i>B. pratorum</i>), stensnylthumla (<i>Bombus rupestris</i>) och ängssnylthumla (<i>B. sylvestris</i>)
Murarbin (<i>Osmia</i>)	Rödmurarbiet (<i>O. rufa</i>)

4.1.7 Odling och pollinering av svarta vinbär (*Ribes nigrum*)

I Sverige odlades år 2020 191 ton svarta vinbär på 315 hektar friland (Jordbruksverket, 2022).

De viktigaste pollinerarna är de solitära bina sandbin (*Andrena*) och snylthumlor (*Bombus*), för specifika arter se tabell 6 (Williams, 2002; Petterson et al., 2004).

Blommorna är tvåkönade samt självfertila, men vindpollinering är inte optimalt ty pollenkornen sitter fast hårt på ståndarna (Petterson et al., 2004). Korspollinering är gynnsam då den bidrar till högre avkastning (McGregor, 1976). Vid otillräcklig pollinering så att alla fröanlag inte befruktats utvecklas inte alla bären på klasarna och medför att den kvalitet på bären som efterfrågas på färskvarumarknaden inte uppnås (Jensen, 2008). I mindre odlingar kan pollineringsbehovet täckas av enbart solitära bin och humlor tillsammans utan hjälp av anlitade tambin, under gynnsamma förutsättningar, exempelvis att övervintringen och kläckningen av pollinerarna varit god (Petterson et al., 2004).

Tabell 6. Specifika arter av humlor och solitära bin som frekvent pollinerar vinbär (Petterson et al., 2004).

Slakten:	Arter:
Sandbin (<i>Andrena</i>):	Glödsandbi (<i>A. fulva</i>), äppelsandbi (<i>A. helvola</i>), nyponsandbi (<i>A. nitida</i>), krusbärssandbi (<i>A. varians</i>).
Humlor (<i>Bombus</i>):	Klöverhumla (<i>B. distinguendus</i>), lappsnylthumla (<i>B. flavus</i>), trädgårdshumla (<i>B. hortorum</i>), hushumla (<i>B. hypnorum</i>), ljus jordhumla (<i>B. lucorum</i>), stenhumla (<i>B. lapidarius</i>), åkerhumla (<i>B. pascuorum</i>), ängshumla (<i>B. pratorum</i>), mörk jordhumla (<i>B. terrestris</i>), sandhumla (<i>B. veteranus</i>)

4.1.8 Odling och pollinering av gurka (*Cucumis sativus*)

I Sverige odlades år 2021 9 100 ton gurka på 154 hektar friland (Jordbruksverket, 2022).

De mest förekommande pollinerarna är vissa arter av solitära bin, men även fjärilar och blomflugor pollinerar blommorna i viss mindre omfattning (McGregor, 1976). Forskning utförd av Khan et al., 2021 visar att de nämnda arterna tillsammans besöker och pollinerar blommorna varvid skörden ökar, vilket tyder på att detta är den effektivaste pollinerarkombinationen.

Blommorna är enkönade och därför i behov av att pollen överförs mellan dem (Petterson et al., 2004). För att få raka gurkor krävs att alla fröämnena i blomman befruktas annars blir de krökta (Petterson et al., 2004).

4.1.9 Odling och pollinering av pumpa (*Cucurbita pepo*)

I Sverige odlades år 2021 7 900 ton pumpa på 269 hektar friland (Jordbruksverket, 2022). Pumpans blomma producerar exceptionellt mycket nektar, jämfört med andras inom gurksläktet, upp till ca. 98 mg per dygn med sockerhalten 20 %, vilket gör blomman attraktiv för bin, dock främst vilda på grund av den låga sockerhalten (Petterson et al., 2004). Forskning gjord av Petersen et al., 2013 har visat att honungsbin (*Apis mellifera*) inte nödvändigtvis förbättrar pumpodlingars pollinering utan vilda bin klarar utföra duglig sådan. En trolig förklaring är att nektarns låga sockerhalt gör att blommorna attraherar fler vilda bin än honungsbin, vilka därför och på grund av den medföljande konkurrensen från de vilda föredrar att besöka andra förekommande blommor.

Blommorna är enkönade liksom gurkans, vidare sitter han- och honblommor på olika ställen hos växten, varför pollinering mellan blommorna krävs för fruktsättningen (Petterson et al., 2004).

4.1.10 Odling och pollinering av vissa övriga grödor

Nedan nämns något om odling och pollinering av grödor, vilka var för sig är av klart mindre betydelse än ovan beskrivna, men vars odling sammantaget betraktad kan anses som viktig.

I Sverige odlades år 2020 169 ton av dessa grödor, i form av bär, på 170 hektar friland (Jordbruksverket, 2022). Bären i fråga är blåbär, lingon, havtorn, krusbär och björnbär (Williams, 2002; Petterson et al., 2004; Mossberg & Cederberg, 2012). De är mest betydande inom hushållningen lokalt eller regionalt, vissas odling har potentiellt framtiden för sig (Petterson et al., 2004). Exempelvis förekom år 2008 odlingar av blåbär på 12 hektar friland och havtorn på 8 hektar friland (Johansson, 2010). Dessa bärgrödor är i behov av pollinering och deras huvudsakliga pollinerare är de viktiga ovan beskrivna. Exempelvis dras ett flertal

vilda biarter speciellt till lingon, blåbär och krusbär samt fjärilar till björnbär (Williams, 2002; Petterson et al., 2004; Mossberg & Cederberg, 2012).

4.1.11 Om användning av honungsbin tillsammans med vilda bin som pollinerare och något om dess faror

De vilda pollinerarna ovan i tillräcklig art- och individriklighet kan var för sig eller i kombination gynna grödors fruktsättning, vilket gör dem till en viktig pollinerarresurs inom trädgårdsodlingen (Garibaldi et al, 2013). Dock är deras populationer oftast för små för att i väsentlig grad effektivt bidra till odlingens pollinering, vilket har medfört ett behov av att komplettera den med anlitan av honungsbin (Garibaldi et al, 2013). Exempel på en gröda för vars effektiva pollinering en kombination behövs av vilda bin och honungsbin är jordgubbar. Om blommorna enbart besöks av honungsbin eller vildbin var för sig tenderar frukterna att bli ojämna, medan en kombination resulterar i jämnare frukt (Garibaldi et al, 2013).

Jämfört med vildbin är honungsbin versatila och konventionella, men beträffande vissa grödor är de inte individuellt lika effektiva pollinerare då de exempelvis inte återbesöker blommor lika ofta (Garibaldi et al, 2013). Dessutom enligt Waller (1972) föredrar honungsbin nektar med sockerhalter 30 - 50%, vilket talar för att blommor med lägre sockerhalt i sin nektar än 30%, exempelvis pumpans med endast 20 %, har svårare att dra till sig tambin än vildbin.

För både trädgårdsnäringen och jordbruket är det förenat med vissa faror att i hög grad anlita tambisamhällen för de odlade grödornas pollinering. Samhällen av honungsbin kan potentiellt skadligt påverka solitära bins och humlors naturliga populationer genom konkurrens med dem om pollen och nektar (Petterson et al., 2004; Lindström & Smith, 2022). En av de viktigaste potentiellt populationsbegränsande faktorerna beträffande solitära bins och humlors populationer är tillgången på pollen och nektar inom flygräckhåll från boplatsen (Lindström & Smith, 2022). Eftersom honungsbin är födogeneralister, effektiva blombesökare av många växtarter och många individer i ett samhälle kan ett sådant vara en mycket konkurrenskraftig motpart till både generalister och oligolektiker bland solitära bin och humlor vid samlandet av nektar och pollen inom ett område

(Lindström & Smith, 2022). Studier har påvisat att vilda bin spenderade mer tid per blomma, även samlade in lägre mängder nektar och i högre grad besökte blommor som ger lägre energivinst eller vars pollen hade ett lägre näringsvärde när antalet honungsbisamhällen ökade (Lindström & Smith, 2022).

Sådana konkurrens effekter kan vid omfattande bruk av honungsbisamhällen innebära hot mot vildbipopulationernas reproduktion och överlevnad och den behövliga pollinering de bidrar med (Pettersson et al., 2004; Lindström & Smith, 2022). Samhällen av honungsbin kan även potentiellt skadligt påverka solitära bins och humlors populationer genom spridning av patogener och parasiter bland dem (Mallinger et al, 2017; Lindström & Smith, 2022). Om vildbipopulationernas reproduktion och överlevnad vore allvarligt hotad på grund av omfattande honungsbipollinering inom trädgårds- och jordbruksnäringarna samtidigt som landsomfattande dödliga patogen- eller kvalsterangrepp skulle drabba honungsbiodlingen i riket, vore hela pollineringen av näringarnas grödor i allvarlig fara. Dyliga angrepp kan inte anses osannolika med tanke på den globala spridningen av varroakvalstret *V. destructor* (Fries & Kristiansen, 2009). Därför får det anses säkrast att satsa på att främja överlevnad och ökning av såväl solitära bins och humlors som blomflugors och fjärilars populationer i ängs- och naturbetesmarkerna samt anpassa honungsbins användning för pollinering därefter.

4.2 Bin och humlor

Bin och humlor tillhör familjen *Anthophila*; en avgränsad grupp inom gaddsteklarna, som omfattar flera olika familjer av bin, inklusive de sociala långtungebina (honungsbi och humlor) inom familjen *Apidae*, såväl som många familjer av solitära bin. De tillhörde ursprungligen en gemensam utvecklingslinje, som separerades från rovsteklarnas med början cirka 150 miljoner år tillbaka genom att sluta jaga byten och i stället inleda ett symbiotiskt förhållande till blommande växter genom att börja samla föda i form av proteinrikt pollen från dessa växter och samtidigt främja deras fortplantning genom att bidra till deras pollinering (Calabuig, 2000; Mossberg & Cederberg, 2012). Från den gemensamma linjen separerade för cirka 75 miljoner år sedan en humlornas egen utvecklingslinje

(Mossberg & Cederberg, 2012). Fram till slutet av stenåldern var stora delar av centrala Europa täckt med lövskog (Calabuig, 2000). Under denna period bosatte sig vilda humlor och bin på de få öppna platser som fanns i landskapet men även flodslätter (Calabuig, 2000).

Bin delas in i sociala eller solitära. De sociala bina bygger samhällen med en drottning som lägger ägg, arbetare bestående av sterila honor, som sköter boet, samlar pollen och nektar, samt hanar som befruktar drottningen (Artdatabanken¹, 2022). De solitära arterna har enbart en hona, som skaffar och sköter boet, lägger ägg, vilka utvecklas till nya honor eller hanar för honornas befruktning, samt samlar pollen och nektar till innevarande årets nya generation (Artdatabanken¹, 2022). Frånsett humlorna, som är sociala, är övriga i Sverige förekommande vilda binarter solitära. Den domesticerade sociala artens *Apis mellifera*, i uppsatsen kallad honungsbiet, samhällen föds upp ("odlas") i bon i form av bikupor (Artdatabanken¹, 2022).

Ungefär två tredjedelar av de svenska solitära biarterna samlar själva födan åt och tar hand om sina larver. Övriga arter är kleptoparasiter, dvs. parasiterar på samlarbinas näringsförråd genom att lägga ägg i deras bon, eller socioparasiter, dvs. parasiterar på andra värdarters sociala organisation genom att i deras bon lägga ägg och låta avkomman där födas upp av värdarten (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Parasitbin saknar alltid kroppsstrukturer för samlande och transport av pollen, men besöker blommor för att suga nektar och fungerar därför som pollinerare av dessa blommor (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

I Sverige räknas cirka 287 arter av solitära bin som svenska och förekommer mestadels i Syd- och Mellansverige men några få arter finns i landets nordligare delar (Artdatabanken¹, 2022). Arterna föredrar olika typer av biotoper i form av öppna rikligt blommande marker eller ljusöppna skogar och förekommer mer sällan i våtmarker samt strandområden (Artdatabanken¹, 2022).

Humlor delas in i sociala humlor och snylthumlor. De sociala humlorna bygger samhällen innehållande en drottning, som är samhällets moder, skaffar samhällets bo, samlar första satsen pollen och nektar till innevarande årets nya generation och lägger ägg, dessutom arbetare bestående av honor, som sköter boet, samlar ytterligare pollen och nektar till nästkommande generation samt hanar som

befruktar det egna och andra samhällens innevarande år födda drottningar (Mossberg & Cederberg, 2012).

Snylthumlorna har förlorat förmågorna att själva producera egna arbetare, samla pollen och producera vax. Därför bygger deras drottningar inte samhällen i egna bon utan snyltar på andra sociala humlesamhällen genom att i dessa värdsamhällens bon med hjälp av dess arbetare producera nya drottningar och hanar (Mossberg & Cederberg, 2012).

I Sverige räknas 40 arter av humlor som svenska, vars artfördelning har skiftat med tiden och av vilka ett flertal inte längre vistas där de förr frodades (Mossberg & Cederberg, 2012). I fält av rödklöver har humlornas populationskomposition analyserats under 70 år och samlade data visar hur populationernas geografiska utspridning har skiftat mellan åren 1940 och 2010 (Bommarco et al. 2011). Därav framgår att mörk jordhumla (*Bombus terrestris*) varit och i ökande grad förblivit den dominerande arten. Enligt Herbertsson et al, 2021 har artens populationsandel, oberoende av landskapets förändringar, ökat från 21% till 79% mellan åren 1871 och 2015 till följd av varmare klimat pga. klimatförändringar.

4.2.1 Solitära bins livscyklar

Alla bin är holometobola (Endopterygota), vilket innebär att de genomgår fullständig metamorfos bestående av fyra stadier från ägg, larv, puppa och adult stadium så kallat imago (Pernal, 2021). För svenska solitära bin tar larvutvecklingen och puppstadiet 6–9 veckor och som flygaktiva lever de sedan ytterligare ca 2–6 veckor (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Cane, 2008). Detta har medfört att nästan alla arterna blivit monovoltina dvs. endast har en generation per år, som föds under våren eller sommaren ett år och övervintrar till nästa år. Bara ett fåtal bivoltina finns med både en tidig vårgeneration och en sommargeneration (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Vissa monovoltina arter övervintrar i boet de fötts som fullbildade bin utan att ha flugit ut från det eller som larver i vila. Andra arter som flugit ut från boet de fötts i under våren eller sommaren återvänder till boet för övervintring eller skaffar sig ett nytt för detta (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Av dessa arter övervintrar bandbin *Halictus*, smalbin *Lasioglossum* och blombin *Sphecodes* endast som befruktade

honor medan övriga vuxenövervintrande arter parar sig efter övervintringen (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

De flesta arters honor parar sig endast med en hane men vissa arters honor kan para sig med flera hanar (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Alla arters hanar väljer att patrulleringsflyga för att träffa en obefruktad hona där sannolikheten för detta är störst, vilket kan vara vid boplatsen när honorna kläcks eller vid framträdande landmärken i landskapet, exempelvis stenar, buskar eller träd (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Många arters hanar doftmarkerar landmärkena eller längs patrulleringsvägarna för att locka honor dit (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Arter som söker föda hos några få växtarters blommor parar sig ofta i dessas närhet (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

Arternas val av platser för byggande av sina bon uppvisar stor variation (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Ca 70% av arterna i Sverige föredrar att bygga bon i marken med lättgrävd, väl-dränerad, mer eller mindre sandig jord, som är åtkomlig genom att vara blottad eller glest bevuxen samt solexponerad och torr ty fuktiga bon blir känsliga för svampangrepp skadliga för yngelcellerna eller förvarad näring (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Andra arter bygger bon i exempelvis död ved, ihåliga växtstjälkar, sprickor eller hålrum i väggar eller murar, under stenar på solbelysta marker (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Artdatabanken¹, 2022).

Arternas honor letar upp eller gräver ut ett eget bohållrum, men hos några arter bandbin och smalbin hjälps flera honor åt med bobyggandet och har gemensam ingång till boet, men bygger sina egna yngelceller (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

I boet bygger honan en eller flera yngelceller upp till 10–12, ibland av material som exempelvis bladbitar, växthår, näverflarn, lera eller fin sand. Beroende på art varierar cellerna i struktur. Vissa arter bygger dem i rader efter varandra, andra arter arrangerar dem i bredd så att det bildas cellkakor (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Varje cell provianteras med pollen och nektar och i var och en lägger hon sedan ett ägg och försluter den (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Cane, 2008). De därefter ur äggen kläckta larverna äter pollen- och nektarprovianten (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Arternas hanar kläcks ur sina puppor

oftast strax innan de färdiga honorna lämnar sina yngelceller (Artdatabanken¹, 2022).

4.2.2 Solitära bins näringssök hos och samtidigta pollinering av blommor

Solitära bin föder upp sin avkomma huvudsakligen på av honorna insamlad pollen från blommor, men vissa arter också i betydande omfattning på nektar (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Pollen ger inte bara energi utan är också en proteinkälla för honorna när de utvecklar ovarier och producerar ägg. Nektar fungerar främst som flygbränsle åt de vuxna bina (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Hanarna varken samlar in eller äter pollen utan lever på att dricka nektar från blommor de därför besöker och bidrar därvid, liksom honorna, till växters pollinering (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Arternas metoder för polleninsamling varierar. Majoriteten av arterna samlar pollen med speciella hår som sitter på bakbenen eller på undersidan av bakkroppen (Artdatabanken¹, 2022). En annan insamlingsmetod är att samla pollen och nektar i en kräva som sedan stöts upp i boet, vilken används exempelvis av Sidenbin (*Colletes*) och Citronbin (*Hylaeus*) (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Artdatabanken¹, 2022). Flertalet solitära biarter är mono- eller oligolektiska dvs. specialiserade på att besöka en eller några få växtarters blommor, men många av dem, särskilt vid brist på nämnda växtarter, besöker ändå andra som odlas och/eller är associerade med odlade växter (Calabuig, 2000; Pettersson, Cederberg & Nilsson, 2004).

Enligt en sammanfattning av Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004 av forskning om solitära biarter i utlandet, vilka även förekommer i Sverige, varierar avståndet de klarar av att flyga 150–600 meter.

4.2.3 Humlors livscykel

Humlors under året födda och parade drottningar kryper efter parningen ner i marken för att i vila, så kallad diapaus, övervintra där och vaknar sedan på våren nästa år (Mossberg & Cederberg, 2012). När olika arters drottningar vaknar upp varierar, vissa tidigare och vissa senare på våren (Mossberg & Cederberg, 2012). Efter uppvaknandet söker drottningarna genast efter sockerrik föda i form av nektar

från blommor. (Mossberg & Cederberg, 2012). Därefter söker de boplatser, olika beroende på art, exempel är bon i marken via gropar ofta tidigare sorkbon, andra söker bon ovan marken i lövhögar, grästuvor eller ihåliga träd (Mossberg & Cederberg, 2012). Enligt Svensson et al. 2000 talade samlade data för att boplatssökande drottningar främst besökte mer eller mindre öppna landskap och mindre ofta mer vedartsöverväxta landskap. Troligen var det mer drottningar i de förstnämnda då deras terräng är mer diversifierad jämfört med de sistnämndas (Svensson et al. 2000). Efter att drottningen etablerat sig i sitt nya bo samlar hon där ihop en klump av pollen fuktad med nektar. På den lägger hon sedan sin första äggkull, täcker över med vax och ruvar den tills kläckning, som ger honor i form av arbetare. De nykläckta larverna börjar genast äta av klumpmassan. Hanarna kläcks i senare kullar, vanligen under högsommaren, liksom något senare honlarver som blir drottningar (Mossberg & Cederberg, 2012). De tidigaste kläckta humlearternas hanar brukar dock visa sig utanför boet i Sydsverige i mitten av juni (Mossberg & Cederberg, 2012). Arbetarna är mindre än drottningen men utseendemässigt är de identiska, storleken bland dem varierar. Yngre och mindre individer håller sig oftast i boet medan de äldre och större rör sig mer utanför, samlar in näring i form av pollen och nektar samt försvarar boet mot inkräktare. Hanarna samlar inte in någon näring utan bara konsumerar sådan i form av nektar från blommor. Deras funktion i humlans livscykel är enbart att flyga omkring locka till sig och befrukta drottningar (Mossberg & Cederberg, 2012). Arbetare och hanar i en kull lever mellan tre och fyra veckor efter kläckningen (Mossberg & Cederberg, 2012). De kläckta drottningarna stannar i boet några dagar för att skaffa sig en näringsreserv och flyger sedan ut för att para sig. Efter parningen med en hane sparar drottningen hanens könsceller i en spermabehållare och gräver ner sig i marken i en slänt eller skogsbacke en decimeters djupt för att påbörja övervintringen till nästa år. Oftast pågår den mer än 6 månader och högre upp i norr kan den vara ända till 9 månader (Mossberg & Cederberg, 2012). Från förra året övervintrade drottningar dör under högsommaren (Mossberg & Cederberg, 2012). När flera arbetare tillsammans börjar dela på ruvingen av äggen i boet hålls temperaturen där på ca 30 °C, vilket tillåter humlor att effektivt producera nya avkommor under kyligt klimat, en egenskap som gör att de bättre klarar av att

etablera sig bättre i nordligare klimat än vilda bin som saknar denna egenskap (Mossberg & Cederberg, 2012). Under högsommaren är hanarna som mest aktiva med att flyga omkring och konsumera nektar tidigt på morgonen och eftermiddagen, på förmiddagen lägger hanarna energi på att stryka ut doftämnen på olika platser, som lockar till sig nykläckta drottningar, och återbesöka dessa platser för att se om de lockat till sig någon nykläckt drottning som de kan para sig med (Mossberg & Cederberg, 2012). Var hanar av olika arter väljer att placera sina doftsignaler för att locka drottningarna till sig varierar. Det kan vara skuggiga platser, solbelysta skogsbryn, öppen mark eller med enstaka träd och buskar. Där doftmarkeras för det mesta en framträdande struktur, oftast på olika höjder som trädtopphöjd, markhöjd samt buskhöjd, exempelvis en liten solitär buske, en knotig gren, en rotnisch eller en trädtopp (Mossberg & Cederberg, 2012).

4.2.4 Humlors näringssök hos och simultana pollinering av blommor Blomflugor

Nektar och pollen är vuxna humlors näring och speciellt nödvändig insamlad föda för humlelarverna. Drottninglarverna kräver betydligt mer näring än arbetar- och hanlarverna (Mossberg & Cederberg, 2012). Larverna behöver inte bara energin i nektar de äter, men även proteinet de får i sig från insamlad pollen. Nektar är sockerlösning och den viktigaste energikällan för att hålla uppe bo-innevanarnas kroppstemperatur, ge arbetare, hanar och drottningar energi att flyga omkring utanför boet samt utgör råvaran för produktionen av vax (Mossberg & Cederberg, 2012). Humlearterna är nästan alltid polylektiska dvs. generalister vilka söker och samlar sin nektar och pollen från många olika växtarters blommor. Detta gäller exempelvis den vanligast förekommande arten *B. Terrestris*, vilket gör arten mer anpassningsbar, ty mono- eller oligolektiska arter är mer känsliga för förändringar i deras omgivning än generalister, som är mer anpassningsbara och därför mindre känsliga (Clavel, Julliard & Devictor, 2011). Den kan exempelvis flyga längre sträckor än flera andra arter för att komma åt föda, och påverkas därför inte lika starkt av heterogena landskap (Mossberg & Cederberg, 2012). I egenskapen av generalist kan arten även utnyttja många blomtyper för att komma åt nektar, vilket ökar artens konkurrenskraft (Mossberg & Cederberg, 2012). Den kan vid födosök

flyga åtminstone en kilometer från boet (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Vissa arter har längre tungor och andra kortare. De med kortare tungor klarar oftast inte av att nå nektarn i långpipiga blommor, som de mer långtungade däremot kan (Mossberg & Cederberg, 2012; Bommarco et al. 2011). Dock finns det undantag, ty vissa korttungade humlor, exempelvis arten *B. Terrestris*, kan bita sig genom kalken på trattformade långpipiga blommor och komma åt nektarn där, dock pollineras inte därvid dessa blommor. Bithålet kan även användas av andra korttungade arter för att komma åt den nektar som bildas i blommans nedre del (Mossberg & Cederberg, 2012; Bommarco et al. 2011). Humlorna samlar på sig pollen från blomman och pollinerar den genom att landa på och kravla runt i den eller när den tar sig ner till dess nektar och då rör vid ståndarna och pistillerna, Vissa arter vibrerar då även loss pollen från ståndarna (Mossberg & Cederberg, 2012). Pollen som därvid fastnat i humlans päls samlas upp med hjälp av en pollenkam på bakbenen och förvaras där för senare vidaretransport tillbaka till boet (Mossberg & Cederberg, 2012). Enligt en sammanfattning av Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004 av forskning om humlearter i utlandet, vilka även förekommer i Sverige, varierar avståndet de klarar av att flyga 125–1750 meter. De som kan flyga längst är exempelvis mörk jordhumla (*Bombus terrestris*) samt stenhumla (*Bombus lapidarius*) medan arter som flyger kortast, exempelvis (*Bombus muscorum*), förmår bara flyga 125 meter från sitt bo.

4.3 Blomflugor

Av blomflugorna (*Syrphidae*) så finns det 6000 arter i världen som delas in i tre underfamiljer, Syrphinae, Eristalinae samt Microdontinae (Doyle et al. 2020). Endast de två förstnämnda underfamiljerna är av betydelse beträffande pollinering av grödor, ty vuxna individer av Microdontinae besöker inte blommor och är inte beroende av pollen eller nektar som föda (Doyle et al. 2020; Artdatabanken², 2022). Både Syrphinae med 178 arter, varav 5 rödlistade, och Eristalinae med 243 arter, varav 36 rödlistade, förekommer i Norden större delen av Sverige (Artdatabanken², 2022).

4.3.1 Blomflugors livscyklar

Blomflugorna genomgår flera stadier under sin utveckling till fullbildad insekt: Först ägg sedan larv följd av puppa ur vilken flugan slutligen kryper fullbildad som hona eller hane (Artdatabanken², 2022). De båda parar sig med hanen sittande ovanpå honans rygg (Artdatabanken², 2022). Honan bygger varken bon eller samlar in näring till sina avkommor som bin, utan lägger äggen på eller nära de kommande larvernans näringssubstrat för att de ska kunna klara att utvecklas och lämnar sedan äggen åt sitt öde (Doyle et al. 2020; Artdatabanken², 2022). De kläckta larverna genomgår tre utvecklingsstadier mellan vilka de ömsar hud (Artdatabanken², 2022). Beroende på underfamilj, släkte och art kan larvernans föda variera. *Syrphinaes* nordiska släktens larver är alla predatorer på bladlöss utom *Xanthandrus* på fjärilslarver (Artdatabanken², 2022). Av *Eristalinaes* nordiska släktens larver är fyra predatorer på bladlöss, ett på bladloppor och ett på larver i humlors och getingars bon (Artdatabanken², 2022). Underfamiljens övriga släktens larver lever på delar, ovan eller under jord, av levande örter, sav eller mikroorganismer i saven, i ved och annat organiskt material under nedbrytning i svampar (Artdatabanken², 2022).

Tiderna för att passera alla utvecklingsstadierna till fullbildad fluga varierar mycket mellan arterna. Hos vissa sker det inom året deras ägg lagts och de kan därför bilda flera fullbildade generationer per år. Det stora flertalet arter övervintrar dock i larvstadiet, vaknar upp under våren därefter, går då in i puppstadiet och utvecklas till fullbildad fluga efter en eller några veckor. Återstående arter övervintrar i puppstadiet som varar till april / maj följande år (Artdatabanken², 2022). En hona lägger flera tusen ägg under sin normala livstid och i odlingslandskapet är därför de naturligt förekommande populationerna av blomflugor betydligt större än bins (Doyle et al. 2020; Rader et al., 2020).

4.3.2 Blomflugors näringssök hos och samtida pollinering av blommor

Vuxna blomflugor av båda könen tillhörande Syrphinae och Eristalinae besöker blommor för att äta pollen som tillför protein och nektar som tillför sockernäring (Doyle et al., 2020). Speciellt behöver honorna äta pollen för att utveckla sina

ovarier (Doyle et al., 2020). På deras kroppar, främst i förekommande behåring där, varierande mellan arterna, fastnar därvid pollen, som vid nästa blombesök kan komma att strykas av på den blommans pistiller och befrukta den (Doyle et al., 2020; Artdatabanken², 2022). Flugornas morfologi skiljer sig mellan arterna, särskilt gällande storlek och behåring, som är viktiga då de påverkar deras förmåga att pollinera effektivt (Doyle et al. 2020). Ju större kropp och ju rikligare behåring desto mer pollen kan fastna på den vid ett blombesök och kan bäras vidare för befruktning vid efterföljande besök (Doyle et al. 2020). Pollineringens effektivitet beror även på den besökandeflugans och den besökta blommans storlekar, den förstnämndas tunglängd och den sistnämndas form. En mindre eller långtungad fluga kan vara mer motiverad än en större och korttungad, att krypa djupare in i en lång och avsmalnande blomma för att komma åt dess nektar, pistiller och ståndare. I en flatare eller vidare blomma kan de lättare nås av en stor och korttungad fluga (Doyle et al. 2020).

Blomflugarterna är polylektiska, men en viss oligolektism har konstaterats på individnivå (Doyle et al. 2020; Rader et al., 2020). Eftersom blomflugor enligt ovan varken skaffar bon eller föder upp sin avkomma, är deras aktivitetsområden inte begränsade därav som beträffande bin (Doyle et al., 2020). Till skillnad från bin och humlor är blomflugorna, som varken skaffar bon till eller föder upp sin avkomma, enbart begränsade till exempelvis vissa födorika ängs- och naturbetesmarker med omgivningar under perioden då de utvecklar sina ovarier och lägger larver, efter detta rör de sig relativt fritt och söker föda i det agrikulturella landskapet (Winsa, 2016). De förmår vid födosökande flyga längre än solitära bin och humlor. Deras blompollinering kan därför ske med väsentligt längre avstånd mellan blommorna jämfört med vid solitära bins och humlors pollineringar (Doyle et al. 2020). De kan även migrera långa avstånd, mellan 50 – 110 km, från ett aktivitetsområde till ett annat till (Rader et al., 2020; Doyle et al. 2020). Då pollen medförd av dem vid migration håller sig befruktningsdugligt upp till två dygn är de kapabla att utföra höga nivåer av genflöden mellan växtpopulationer, som annars skulle förblivit isolerade från varandra (Doyle et al. 2020).

4.4 Fjärilar

Av fjärilarna (*Lepidoptera*) finns det i världen 46 överfamiljer, 130 familjer med ca. 180 000 arter, av vilka i Sverige finns 25 överfamiljer, 62 familjer med ca. 2900 arter (Artdatabanken³, 2022). Nästan alla fjärilar har vingar, varierande i storlek och form, beklädda med fjäll bestående av tillplattade breda hår som ligger i ett taktelligt mönster (Artdatabanken³, 2022). De minsta svenska fjärilarna (några dvärgmalar) har en framvingelängd på endast 1,5 mm, medan de största (en del svärmare) nästan 6 cm (Artdatabanken³, 2022). Deras kroppar är håriga och även delvis täckta med fjäll (Artdatabanken³, 2022). Dock finns det undantag, honor bland vissa arter har reducerade vingar eller inga vingar alls, bland säckspinnare (*Psychidae*) finns det vissa arter där honorna saknar hår, fjäll samt mundelar även antenner och ben (Artdatabanken³, 2022). Fjärilarnas mundelar avviker från andra insekters genom att käkar saknas, med några få undantag. Maxillerna brukar vara omvandlade till en lång sugsnabel som i vila ligger hoprullad som en urfjäder under huvudet mellan de oftast stora och mycket håriga och fjälliga labialpalperna (Artdatabanken³, 2022).

4.4.1 Fjärilars livscyklar

Fjärilarna genomgår flera stadier under sin utveckling till fullbildad insekt: Först ägg sedan larv följd av puppa ur vilken fjärilen slutligen kryper fullbildad som hona eller hane (Kärnestam, 2014). De båda parar sig och hanen befruktar honan, som reproducerar arten genom att lägga ägg ur vilka larverna kläcks (Kärnestam, 2014). Fullbildade fjärilar lever oftast bara några dagar för att hinna para sig samt lägga ägg, men det finns arter som lever några veckor samt arter som övervintrar (Kärnestam, 2014). Honan bygger varken bon eller samlar in näring till sina avkommor som bin, utan lägger äggen på någon värdväxt, som larven sedan lever på, och lämnar dem där åt sitt öde (Öckinger et al, 2006). Flertalet arter är specialiserade, många höggradigt, beträffande valet av värdväxt (Öckinger et al, 2006). Vanligen genomlöper larvernas utveckling 5–7 stadier (Kärnestam, 2014). Hos många arter spinner larven in sig i en kokong före förpuppningen. En del larver tar sig ner i jorden och förpuppas där (Kärnestam, 2014). Larvernas föda är, med

några få undantag, levande växtdelar (Artdatabanken³, 2022). Många av de små fjärilsarternas larver är minerare, dvs. de äter sig fram inuti växten, oftast i blad, och de karakteristiska gångar som då uppstår kallas minor (Artdatabanken³, 2022).

4.4.2 Fjärilars näringssök hos och samtidiga pollinering av blommor

Fjärilar av båda könen besöker blommor för att suga i sig nektar men livnär sig ibland även av annat som sav, bladlussocker, frukter och exkrementer (Artdatabanken³, 2022). Arternas aktivitetsområden varierar, vissa har mycket begränsade områden, särskilt de högradigt specialiserade beträffande larvens värdväxt som stannar kvar inom området där de föddes, ibland i stort antal (Öckinger et al, 2006). Andra arter rör sig inom betydligt vidsträckt areal och är kapabla att utnyttja resurser inom olika områden på betydande avstånd från varandra, men förmår inte flyga så långt som blomflugorna (Öckinger et al, 2006). Flertalet arter är aktivt flygande kvälls- eller nattetid och övriga dagtid (Kärnestam, 2014; Artdatabanken³, 2022). Fjärilar är mono-, oligo- eller polylektiska och dras till nektarrika, doft- eller färglockande blommor; dagaktiva till blommor öppna på dagen medan kvälls- eller nattaktiva till blommor öppna kväll eller natt (Abrol, 2012). Sådana blommor med djup krona formad som en plattform med nektarn åtkomlig för fjärilens tunga är de allra med tilldragande (Abrol, 2012). När fjärilen landar på en blomma för att komma åt dess nektar kan pollenkor fastna på dess sugsnabel, huvud, överkropp, ben samt vingar (Reddi & Bai, 1984). Därför kan fjärilen bära med sig kornen och med dem befrukta nästa blomma den besöker (Reddi & Bai, 1984).

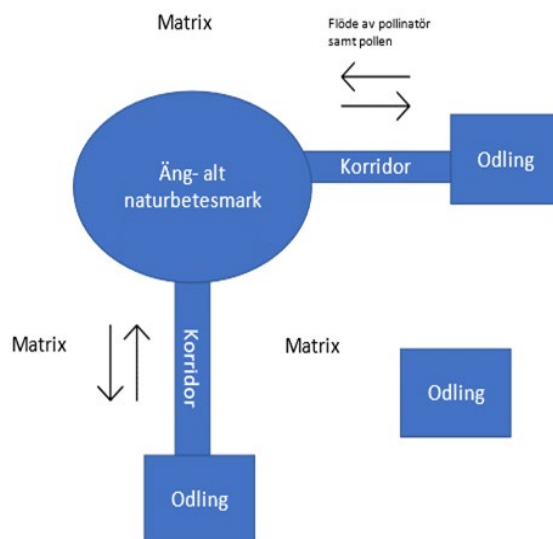
5. Besvarandet av frågeställning 2

5.1 Förutsättningar för ovan beskrivna insekters pollinering av odlingar från i deras omgivning belägna utmarker

I texten nedan används termen utmark som förkortad benämning av ängs- och naturbetesmarker vars populationer av insekter är tänkta att pollinera i markernas omgivning belägna trädgårdsodlingar, nedan kallade odlingar.

5.1.1 Pollinerarnas flygräckvidd och aktivitetsområde

Av fakta i avsnittet 4 ovan om trädgårdsgrödors och deras viktigaste pollinerares biologi framgår vissa nödvändiga förutsättningar för pollinering av odlingars grödor av pollinerare från utmarker belägna i samma omgivning som odlingarna. Omgivningen inom vilken både utmarkerna och odlingarna är belägna benämns även matrix alternativt deras gemensamma omgivning. Pollineringen kan ses som ett flöde av pollinerarna, som bär med sig pollen, vid födosök genom ett nätverk i landskapet med noder i form av odlingar och utmarker i förbindelse med varandra, se figur 1 (Hadley & Betts, 2011). Sökandet är styrt av hur långt pollinerarna kan flyga, förbindelserna mellan nätverkets noder och distributionen av pollen hos noderna (Hadley & Betts, 2011). Odlingen måste vara belägen inom pollinerarens/pollinerarnas flygräckhåll till och från utmarken.



Figur 2. Illustration av ett pollineringsnätverk med en graf.

Solitära bins och humlors flygräckvidder är begränsade och överskrider sällan 1800 m (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004), Även fjärilars flygräckvidder varierar och kan vara korta (Öckinger et al, 2006). Blomflugor däremot klarar ju betydligt längre födosök och kan även migrera långa avstånd från ett aktivitetsområde till ett annat (Rader et al., 2020; Doyle et al. 2020). Insekternas storlek är avgörande för hur långt de orkar flyga för att söka föda. Arter av mindre storlek flyger inte lika långt som mer storvuxna arter (Buhk et al., 2018). Pollineringen kräver även att insekterna bär med sig pollen från blomma till blomma. Ju större kropp och ju rikligare behåring, desto mer pollen kan fastna på den vid ett blombesök och kan bäras vidare för befruktning vid efterföljande besök (Doyle et al. 2020). Ökning av utmarkens avstånd till odlingen resulterar i minskad densitet av pollinerarna i närheten av odlingen, vilket i sin tur kan medföra minskning av deras besöksfrekvens av grödans blommor där i sådan grad att dess fruktsättning försämras (Öckinger & Smith, 2006).

Om pollinerarna av någon annan orsak begränsar sitt aktivitetsområde till en viss utmark och omgivningen den är belagen inom, så måste odlingar, för att bli pollinerade från utmarken, omfattas av omgivningen. Solitära bin och humlor är

ofta bundna till sina boplatser, mestadels i ängs- och betesmarker på grund av följande. Efter att de varit ute och födosökt flyger de tillbaka till sina bon för att mata sina larver vilket begränsar deras utspridning i landskapet (Winsa, 2016). Odlingen behöver då vara belägen inom området över vilket de spider ut sig. Beroende på art så begränsar dock humlor oftast sitt födosökande i boets närhet endast i början av odlingssäsongen, senare rör de sig längre bort därifrån (Montelius, 2008).

Till skillnad från bin och humlor är blomflugorna, som varken skaffar bon till eller föder upp sin avkomma, enbart begränsade till exempelvis vissa födorika ängs- och naturbetesmarker med omgivningar under perioden då de utvecklar sina ovarier och lägger larver, efter detta rör de sig relativt fritt och söker föda i det agrikulturella landskapet (Winsa, 2016). Under perioden kan därför endast odlingar belägna i omgivningarna förväntas bli pollinerade av flugorna från markerna där.

5.1.2 Förbindelsekorridorer i utmarkers och odlingars gemensamma omgivning

För pollinering av odlingar från utmarker behövs även att matrix, som pollineraren/pollinerarna måste flyga över mellan utmarkerna och odlingarna, inte innehåller hinder för flygandet. Alternativt i motsatt fall behöver matrix innehålla förbindelselinjer i form av korridorer mellan utmarkerna och odlingen, som vägleder flygandet mellan dem förbi och genom hindren. Humlor, men även vissa solitära bi-, blomfluge- och fjärilsarter, som passerarar över matrix vid födosök, navigerar efter mönster och strukturer där (Montelius, 2008). De följer korridorer i matrix mellan utmarker och odlingar, i form av dikeskanter, väg- och åkerrenar, blomsterremсор, skogsbyn, ägogränser mellan utmarker och odlingar, häckar av buskar och träd, rösen och murar samt ensamma träd och buskar, där de även kan ta vilopaus och äta (Fried et al., 2005; Montelius, 2008; Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Klaus et al., 2015; Buhk et al., 2018). Korridorerna leder dem förbi eller genom hinder i matrix, exempelvis kan en bara tio meter bred remsa av åker eller skog vara ett oöverstigligt sådant, trots att de kan vara goda flygare (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Dock kan nämnda häckar ha en motsatt effekt för vissa arter av fjärilar då de kan utgöra barriärer för deras flygande vid födosök

(Klaus et al., 2015). Inom höggradigt fragmenterade odlingslandskap ökar riskerna för att pollinerare inte förmår att nå odlingar från förekommande utmarker där, varvid deras pollinering från utmarkerna hotas. I ett fragmenterat odlingslandskap kan därför sådana korridorer vara av stor betydelse för odlingars pollinering från utmarker (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008).

5.1.3 Habitat i utmarkerna

Pollinering av odlingar från utmarker förutsätter även att habitat för tänkbara pollinerare kan finnas där. Detta kräver i sin tur att utmarkerna är beskaffade och har sådan skötsel att insekterna åtminstone där kan finna föda till sig själva och vid behov till sin avkomma, kan bygga bon och vid behov finna vegetation som dess larver lever på och/eller av. Blottade, solexponerade eller väl nedbetade områden med ingen eller lite förna, i synnerhet torra sandiga sådana, är viktiga miljöer för solitära bin och humlor som bygger bon i marken (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Solitära bin är i allmänhet små och har därför begränsade aktivitetsområden (Wissman et al., 2008). Inom dem behöver de därför ha tillgång till riklig förekomst nära boplatserna av blommor med pollen och nektar (Wissman et al., 2008). Detta gäller också beträffande humlor som begränsar sitt födosökande i boets närhet i början av odlingssäsongen (Montelius, 2008). Beträffande fjärilar, som inte bygger bon och föder upp sin avkomma, krävs för habitat i utmarkerna att där finns rikliga bestånd av värdväxten de lägger äggen i och larven sedan lever på. Många fjärilsarter är benägna att vistas i utmarkerna de föddes i eller i utmarker med riklig förekomst av värdväxter för sina larver samt av pollen och nektar (Öckinger & Smith, 2006). Angående blomflugor, som ju inte heller bygger bon och föder upp sin avkomma, så behöver de habitat i utmarkerna bara under perioden de föder upp sig där för att utveckla sina ovarier och lägga sina ägg där eller i omgivningen (Doyle et al. 2020), För detta krävs därför att markerna då innehåller rikligt med vegetation som producerar pollen och nektar och att där eller i omgivningen finns lämpliga ställen att lägga äggen på. Beträffande skötsel av utmarkerna för främjande av habitatförekomst gäller följande. Forskning av Sjödin, 2008 stödjer att ökad blomrikedom i utmarkerna gynnar förekomsten av ifrågavarande pollinerare där. Sen betessläppning medför ökad blomrikedom i

utmarkerna jämfört med kontinuerlig betning av dem hela säsongen (Wissman et al., 2008). Detta förefaller ju mycket troligt då riklig blomförekomst kan förväntas öka pollinerarnas tillgång av pollen och nektar att äta. Motsvarande gäller angående ängarnas slåtter. Vissa pollinerare är mer eller mindre bundna till värdväxter under vissa livsstadier, som ägg, puppa eller larv, och riskerar därmed att ätas upp eller skadas när värdväxten betas eller slås av. Andra mobila är beroende av pollen- och nektarresurser som föda, vilka i många fall försvinner i och med tidig slåttern när de behövs (Riksantikvarieämbetet, Lennartsson & Westin, 2019). Andra verksamma åtgärder för att öka markernas lämplighet för boplatser med öppna och solexponerade ytor är deras röjning och plockhuggning (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008).

5.1.4 Storleken av utmarkernas populationer av pollinerare

Vidare behövs naturligtvis för odlingars verksamma pollinering från utmarker, att de hyser populationer av pollinerarna som är tillräckligt stora för att i någon betydande grad besöka, pollinera och befrukta odlingens gröda. Ju mer effektiv den är desto mindre storlek behöver den ha. Effektiviteten är i sin tur naturligtvis beroende på hur lättbefruktad odlingens grödas blommor är, hur mycket pollen den individuella pollineraren kan bära med sig till dess blommor den besöker och hur frekvent pollinerarpopulationen besöker sistnämnda blommor. Hos stenfrukter som plommon och körsbär är ett pollenkorn på pistillens märke tillräckligt för fruktsättning (McGregor, 1976; Tahir, 2014). Andra grödors fruktsättning kräver många flera för att säkra befruktning av alla fröanlagen. Exempelvis jordgubbars blommor, som har många fröanlag som måste befruktas för att optimal storlek och form skall uppnås, behöver för att säkra detta besökas av pollinerare mellan 16–25 gånger (McGregor, 1976; Petterson et al., 2004). Solitära bin och humlor kan på grund av sina håriga kroppar, där många pollenkorn fastnar, bära med sig mest pollen till blommor de besöker och anses därför individuellt sett vanligen vara effektivare pollinerare än blomflugor och fjärilar (Wissman et al., 2008). Blomflugornas besökande populationer är i gengäld vanligen mycket större än de solitära binas och humlornas, vilket ökar sannolikheten för många flugbesök per

blomma och kan därför i vissa fall vara mer effektiva pollinerare av vissa grödor än solitära bins, humlors och fjärilars populationer (Doyle et al., 2020).

5.1.5 Odlingarnas blommors förmåga att attrahera pollinerare från utmarkerna

Förutom ovannämnda faktorer behövs för odlingars verksamma pollinering från utmarker, att odlingens gröda är så beskaffad att dess blommor attraherar pollinerarna att i tillräcklig grad från utmarken besöka och pollinera dem så att de därigenom befruktas i någon betydande grad. För att grödans blommor ska kunna hävda sig i konkurrensen med odlingslandskapets övriga blommor om besök av pollineraren/pollinerarna behöver grödans blommors nektar ha en tillräckligt hög sockerhalt för detta (Pettersson et al., 2004).

5.2 Nutida ängs- och naturbetesmarkers beskaffenhet och skötsel jämfört med vad som behövs för odlingars pollinering från dem

En viktig fråga är hur väl nutida ängs- och naturbetesmarkers beskaffenhet och skötsel, enligt avsnitten 3.3.1–3.3.3 ovan, matchar förutsättningarna beträffande markerna som, enligt avsnitt 5.1 ovan, krävs för pollinering från dem av gröda i odlingar belägna i deras omgivning. I det gamla odlingslandskapet för 150 eller 200 år sedan låg åkrarna som öar inbäddade i ett hav av sammanhängande naturbetesmarker och ängar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). De ängs- och naturbetesmarker som finns kvar är en liten rest av markernas utbredning för 150 år sedan (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). En del arealer har övergivits och därför blivit mer eller mindre igenväxta. Det mesta har dock odlats upp eller blivit skogsmark (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). De återstående ängs- och naturbetesmarkerna har minskats till små markstycken omgivna och isolerade från varandra av åker- och skogsmarker (Cousins, Eriksson & Lindborg).

De nutida i riket resterande ängs- och naturbetesmarkernas skötsel med åtföljande beskaffenhet styrs i stor omfattning av under de senaste tjugo åren

införda ekonomiska miljöstödet till markägarna för skötsel av ängs- och naturbetesmark (Emanuelsson & Dahlström et al 2008; Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Jordbruksverket, Svensson & Moreau 2012; Riksantikvarieämbetet, Lennartsson & Westin 2019). Regelverket har medfört en mycket starkt likriktad skötsel av naturbetesmarkerna, innebärande tidig betessläppning och bete under hela säsongen, som tillämpats år efter år, vilket ju utgör betydande avvikelser från den ovannämnda skötseln i det gamla odlingslandskapet där tidpunkten för betessläppet, betetrycket och betesförekomsten kunde variera olika år (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). Idag är det få ängsmarker som inte betas eller som sköts med sen slåtter (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Ängs- och naturbetesmarkernas nutida utbredning utgör en samling spridda små markstycken omgivna och isolerade från varandra av åker- och skogsmarker med en likriktad skötsel av naturbetesmarkerna, innebärande tidig betessläppning och högt betetryck under hela säsongen, som tillämpats år efter år, kombinerad med tidig ängsslåtter. Detta får anses dåligt matcha förutsättningarna beträffande markerna som, enligt avsnitt 5.1 ovan, krävs för pollinering av odlingars gröda från dem. Det finns därför behov av åtgärder som påtagligt förbättrar matchningen.

Tabell 7. Nödvändiga förutsättningar beträffande utmarkerna och deras omgivningar för ovan beskrivna insekters pollinering från dem av odlingar belägna i omgivningarna

Insekt:	Solitära bin	Humlor	Fjäril	Blomflugor
Förutsättning:				
Utmarkerna inom flygräckhåll från odlingarna	150 – 600 m	25 – 1750 m	Varierande	Många km – flera mil
Habitatkrav på utmarkerna	<p>Artvarierande boplatsskrav: Sandig, torr, lättgrävd, solig, hårt betad mark. Död ved, hålrum i väggar, murar under stenar.</p> <p>Artvarierande födokrav: Värdiväxter med nektar och pollen.</p> <p>Artvarierande skötsel: Betessläpp, betestryck och slåtter.</p>	<p>Artvarierande boplatsskrav: Markgropar, sorkbon, lövhögar, grästuvor, ihåliga träd.</p> <p>Artvarierande födokrav: Värdiväxter med nektar och pollen.</p> <p>Artvarierande skötsel: Betessläpp, betestryck och slåtter.</p>	<p>Artvarierande krav på värdiväxt till larven.</p> <p>Artvarierande födokrav: Värdiväxter med nektar och pollen.</p> <p>Artvarierande skötsel: Betessläpp, betestryck och slåtter.</p>	<p>Artvarierande krav på äggläggingsplats i utmarken eller dess omgivning.</p> <p>Artvarierande födokrav: Värdiväxter med nektar och pollen.</p> <p>Artvarierande skötsel: Betessläpp, betestryck och slåtter.</p>
Korridorkrav i utmarkernas och odlingarnas gemensamma omgivningar	<p>Värdiväxtrik vegetation i exempelvis: Dikeskanter, väg- och åkerrenar, ägogränser, häckar av träd och buskar.</p>	<p>Värdiväxtrik vegetation inklusive sälg och vide i exempelvis: Dikeskanter, väg- och åkerrenar, ägogränser, häckar av träd och buskar.</p>	<p>Värdiväxtrik vegetation i exempelvis: Dikeskanter, väg- och åkerrenar, ägogränser, häckar av träd och buskar.</p>	<p>Värdiväxtrik vegetation i exempelvis: Dikeskanter, väg- och åkerrenar, ägogränser, häckar av träd och buskar.</p>

6. Besvarandet av frågeställning 3

6.1 Förbättring av odlingars grödors pollinering av pollinerare från ängs- och naturbetesmarker belägna i odlingarnas omgivning

I detta avsnitt beskrivs vad man kan göra för att förbättra pollineringen av grödorna i trädgårdsodlingar från ängs- och naturbetesmarker belägna i odlingarnas omgivning. Odlingarna och ängs- och naturbetesmarkerna kallas nedan odlingar respektive utmarker.

Att vidta åtgärder som vidmakthåller och ökar blomrikedomen i utmarkerna och odlingslandskapet omgivande dem och odlingarna är grundläggande för förbättring av pollineringen (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Områden med buskar och träd där som nyttjas av pollinerare bör därför bevaras och inte röjas för mycket eller helt och hållet (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

Utmarkernas betning behövs för ett långsiktigt bevarande av blommande växtarter, men får inte vara så intensiv att den påverkar de oligolektiska solitära biarterna negativt (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Det är lämpligt att senarelägga betningen eller genom stängsling avgränsa och förflytta betetrycket i utmarkerna, så att de avbetas periodvis och vegetation därmed finns tillgänglig så att så många som möjligt av pollinerarna där hinner genomgå sina livscyklar (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004, Petersson et al., 2004). Miljöstödsreglerna bör därför ändras och tillåta att artrika utmarker betas senare och med lägre intensitet än vad som rekommenderas idag (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

Tidigare slåtterängar sköttes på sådant vis att pollen och nektar fanns där i tillräcklig mängd som föda åt pollinerare under sommaren (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Idag är det få ängsmarker som inte betas eller som sköts med

sen slätter vilket påverkar förekomsten av pollinerare, speciellt de oligolektiska, negativt (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Miljöstödsreglerna bör därför ändras för att tillåta att ängsmark periodvis inte betas och öka stödet för sensommarslätter så att mer ängsmark börjar skötas på så sätt (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

Det är viktigt att tillföra och sköta om i föregående avsnitt nämnda korridorer i odlingslandskapet, som vägleder pollinerarnas flygande mellan utmarker och odlingar förbi och genom förekommande hinder (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Exempelvis i form av dikeskanter, väg- och åkerrennar, blomsterrensor, skogsbyn, ägogränser mellan utmarker och odlingar, häckar av buskar och träd (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). I åkerlandskapet bör även införas små biotoper som åkerholmar, dvs. mindre öar av träd och buskar som finns utspridda i åkrar, vilka gynnar förekomsten av pollinerare i landskapet (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004).

Vid röjning och skapande av åkerholmar samt korridorer bör man ha i åtanke att lämna viktiga blommande vedväxter som gynnar pollinerare (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Sådana viktiga vedväxter är sälg, rönn, oxel, slån, hagtorn, rosor, brakved, getapel, vildapel, olvon, nypon, hallon och fläder (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Nämnda korridorer bör vara artrika så att riklig blomning sker där kontinuerligt. För detta ändamål kan de exempelvis innehålla sälg, videbuskar, vildapel och hagtorn som blommar tidigt under en period då tillgången på pollen och nektar att äta för pollinerare brukar vara mindre god. Speciellt viktiga är de individer av sälg och vide som producerar hanblommor, ty de tillför pollen innehållande proteiner som är nödvändiga för att de tidigt vaknande solitära bionerna och humledrottningarna ska kunna samla näring till sin första avkomma (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Boplatser i korridorerna för att gynna solitära bin, som inte flyger så långt, kan ordnas genom att man där exponerar mindre ytor av mineraljordar och sand (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Man kan även skotta upp sand och jord i östvästlig riktning och bilda vallar med torr jord, som är gynnsamma miljöer för de solitära bina (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Gamla lövträd, speciellt med döda grenar eller döda stampartier, i utmarkerna är viktiga att bevara som boplatser för

tapetserarbin samt murarbin (*Osmia*) (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Äldre träd som står i lägen där de exponeras för solen brukar ha sin ved genomborrad av larver från olika skalbaggar. Håligheter som därigenom skapats är lämpliga boplatser för solitära bin (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Buskar samt halvbuskar i utmarkerna som fläder, hallon och björnbär, vilka har en porösare märm, är också lämpliga boplatser där för solitära bin som blomsovarbin, murarbin och citronbin (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Då nämnda bostadsmiljöer saknas kan man i viss mån bidra med sådana lämpliga för solitära bin, exempelvis rödmurarbiet (*Osmia rufa*), i form av så kallade bibatterier, som är hopsatta buntar av vass, avsågade bambupinnar eller träblock med borrarade hål ca 4–10 mm vida (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Denna metod kan gynna några arter av de solitära bina (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Igenväxta utmarker kan röjas för att gynna förekomsten av pollinerare där. Man bör då sträva efter variation av i form av träd- och buskdungar med stora solexponerade gläntor samt platser med solitära träd (Svensson & Moreau A, 2012).

7. Resultatdiskussion

Av ovanstående resultat framgår att i det gamla odlingslandskapet för 150 eller 200 år sedan låg åkrarna som öar inbäddade i ett hav av sammanhängande naturbetesmarker och ängar (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008). De ängs- och naturbetesmarker som nu finns kvar är en liten rest av markernas utbredning för 150 år sedan i form av små isolerade markstycken omgivna och isolerade från varandra av åker- och skogsmarker (Cousins, Eriksson & Lindborg). Deras skötsel med åtföljande beskaffenhet styrs i stor omfattning av under de senaste tjugo åren införda ekonomiska miljöstödet till markägarna för skötsel av ängs- och naturbetesmark (Emanuelsson & Dahlström et al 2008), (Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008), (Jordbruksverket, Svensson & Moreau 2012). Regelverket har medfört en mycket starkt likriktad skötsel av naturbetesmarkerna, innebärande tidig betessläppning och bete under hela säsongen, som tillämpats år efter år och att få ängsmarker inte betas eller sköts med sen slåtter (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004; Cousins, Eriksson & Lindborg, 2008; Wissman et al., 2008). Populationerna av vilda pollinerare inom odlingslandskapen har minskat i stor omfattning under 1900-talet beroende på förlust av habitatmarker i betydande grad till följd av ovanstående reduktion av rikets ängs- och naturbetesmarker och förändring av deras skötsel. Man försöker kompensera för detta bland annat genom att använda domesticerade pollinerare, exempelvis genom ökad honungsbiödling i anslutning till odlingsmarker, men dessa bin är mindre effektiva pollinerare jämfört med kollektivet av de vilda (Hodgkin et al. 2015). Dessutom är användningen förenad med vissa faror. Samhällen av honungsbin kan potentiellt skadligt påverka solitära bins och humlors populationer genom konkurrens med dem om pollen och nektar och spridande av patogener och parasiter bland dem (Mallinger et al, 2017; Lindström & Smith, 2022). Detta kan innebära hot mot vildbipopulationernas reproduktion och överlevnad och den behövliga pollinering de bidrar med inom trädgårds- och jordbruksnäringarna (Pettersson et al., 2004; Lindström & Smith, 2022).

Markernas beskrivna nutida beskaffenhet och skötsel matchar inte förutsättningarna beträffande markerna som, enligt avsnitt 5.1 ovan, krävs för pollinering av odlingars gröda från dem. Det finns därför behov av åtgärder som påtagligt förbättrar matchningen. Lämpliga åtgärder är sådana som vidmakthåller och ökar blomrikedomen i markerna och det omgivande odlingslandskapet (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Områden med buskar och träd där som nyttjas av pollinerare bör därför bevaras och inte röjas för mycket eller helt och hållet (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Utmarkernas betetryck måste minskas och periodiseras över markerna samt betessläppen och slåtter senareläggas så att vegetation därmed finns tillgänglig som möjliggör att pollinerarna där hinner genomgå sina livscyklar (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004, Petersson et al., 2004). Reglerna för miljöstöd måste ändras så att åtgärderna blir tillåtna och uppmuntras.

Korridorer i odlingslandskapet, som vägleder pollinerarnas flygande mellan utmarker och odlingar förbi och genom förekommande hinder behöver vidmakthållas och nybildas. Exempelvis i form av dikeskanter, väg- och åkerrenar, blomsterremсор, skogsbryn, ägogränser mellan utmarker och odlingar, häckar av buskar och träd med riklig förekomst av pollinerarnas värdväxter (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). I dessa bör även skapas lämpliga boplatser för pollinerare som inte kan flyga så långt (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Gamla träd och annan vegetation lämpliga som boplatser för pollinerare ska bevaras (Linkowski, Cederberg & Nilsson, 2004). Igenväxta utmarker kan röjas för att gynna förekomsten av pollinerare där. Man bör då sträva efter variation i form av träd- och buskdungar med stora solexponerade gläntor samt platser med solitära träd (Svensson & Moreau A, 2012).

Med hänsyn till farorna med att anlita honungsbisamhällen för att komplettera de minskande vilda pollinerarpopulationernas otillräckliga förmågor att bidra till pollineringen av trädgårds- och jordbruksnäringarnas grödor, får det anses säkrast att främst satsa på att främja överlevnad och ökning av vilda pollinerares populationer inom ängs- och naturbetesmarkerna och deras förmåga att från markerna pollinera trädgårds- jordbruksnäringarnas grödor med hjälp av

ovannämnda förbättringsåtgärder samt anpassa honungsbins användning för pollinering därefter.

Referenser

Abrol, D.P (2012). *Pollination Biology*. Berlin: Springer Dordrecht.

<https://doi.org/10.1007/978-94-007-1942-2> [2022-08-11]

Artdatabanken¹ (2022). *Bin*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/Apiformes-2002991>
[2022-08-11]

Artdatabanken² (2022). *Blomflugor*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/Syrphidae-2001327> [2022-08-11]

Artdatabanken³ (2022). *Fjärilar*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/Lepidoptera-3000188>
[2022-08-11]

Bommarco, R., Lundin, O., Smith, H.G., Rundlöf, M. (2011). Drastic Historic Shifts in Bumble-Bee Community Composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 279(1727), 309–315.
<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2011.0647> [2022-08-11]

Boyd, J., Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*. 63(2-3). 616-626.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002> [2022-08-11]

Buhk, C., Oppermann, R., Schanowski, A., Bleil, R., Lüdemann, J., Maus, C. (2018). Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecol*. 18, 55.
<https://doi.org/10.1186/s12898-018-0210-z> [2022-08-11]

- Calabuig, I. (2000). *Solitary bees and bumblebees in a Danish agricultural landscape*.
Diss. Copenhagen: University of Copenhagen.
https://www.researchgate.net/profile/Isabel-Calabuig/publication/268337586_Solitary_Bees_and_Bumblebees_in_a_Danish_Agricultural_Landscape/links/574e8a0d08ae82d2c6be3029/Solitary-Bees-and-Bumblebees-in-a-Danish-Agricultural-Landscape.pdf [2022-08-11]
- Cane, J.H. (2008). Bees (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Encyclopedia of Entomology*. 2, 419–434. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_264 [2022-08-11]
- Clavel, J., Julliard, R., Devictor, V. (2011). Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization?. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 9(4), 222–228. <https://doi.org/10.1890/080216> [2022-08-11]
- Cousins, S., Eriksson, O., Lindborg, R. (2008). En värld av fragment – naturbetesmarkerna i landskapet. I: Olsson, R. *Mångfaldsmarker Naturbetesmarker – en värdefull resurs*. Uppsala: Centrum för biologisk mångfald. 83–93. ISBN: 9789189232297
- Cousins, S., Dahlström, A., Emanuelsson, U., Eriksson, O., Henningsson, S., Lennartsson, T., Lundborg, R., Pherson, I., Sjödin, N.E., Stenseke M., Svensson, R. (2008). I nattviolens hage. I: Olsson, R. *I nattviolens hage. Mångfaldsmarker Naturbetesmarker – en värdefull resurs*. Uppsala: Centrum för biologisk mångfald. 9–27. ISBN: 9789189232297
- Dahlström, A., Lennartsson, T., Wissman, J. (2008). Biodiversity and Traditional Land Use in South-Central Sweden: The Significance of Management Timing. *Environment and History*. 14(3), 385–403.
<https://doi.org/10.3197/096734008X333572> [2022-08-11]
- Dahlström, A., Svensson, R. (2008). Så hävdades betesmarkerna förr. I: Olsson, R. *Mångfaldsmarker Naturbetesmarker – en värdefull resurs*. Uppsala: Centrum för biologisk mångfald. 53–65. ISBN: 9789189232297

- Doyle, T., Hawkes, W.L.S., Massy, R., Powney G.D., Menz M.H.M., Wotton K.R. (2020). Pollination by Hoverflies in the Anthropocene. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 287(1927).
<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.0508> [2022-08-11]
- Eilers, E.J., Kremen, C., Greenleaf S.S., Garber A.K., Klein A-M. (2011). Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply. *PLoS ONE*. 6(6). e21363. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021363> [2022-08-11]
- Fountain, M.T., Mateos- Fierro, Z., Shaw, B., Brain, P., & Delgado, A. (2019). Insect pollinators of conference pear (*Pyrus communis L.*) and their contribution to fruit quality. *Journal of Pollination Ecology*. 25(10), 103–114.
[http://dx.doi.org/10.26786/1920-7603\(2019\)547](http://dx.doi.org/10.26786/1920-7603(2019)547) [2022-08-11]
- Fried, J. H., Levey, D. J., and Hogsette, J. A. (2005). Habitat corridors function as both drift fences and movement conduits for dispersing flies. *Oecologia*. 143(4), 645–651. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-005-0023-6>
- Fries, I., Kristiansen, P. (2009). *Sjukdomar, parasiter och skadegörare i bismhället*. Tjällmo: Förenade bigårdar förlag. ISBN 9789163355523
- Gallai, N., Salles, J-M., Settele, J., Vaissiere, B.E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 68(3). 810-821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014> [2022-08-11]
- Garatta, M.P.D., Breese, T.D., Jenner, N., Polce, C., Biesmeijer, J.C., Potts, S.G. (2014). Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 184(100). 34-40.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.032> [2022-08-11]

- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O. et al. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*. 339(6127), 1608–161.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1230200> [2022-08-11]
- Hadley, A., Betts, M. (2011). The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absence of evidence not evidence of absence. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 87(3),526-544.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00205.x> [2022-08-11]
- Herbertsson, L., Khalaf, R., Johnson, K., Bygebjerg, R., Blomqvist, S., & Persson, A. S. (2021). Long- term data shows increasing dominance of *Bombus terrestris* with climate warming. *Basic and Applied Ecology*. 53, 116–123.
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.03.008> [2022-08-11]
- Hodgkin, T., Hunter, D., Wood, S., Demers, N. (2015). Agricultural biodiversity and food security. I: World Health Organization, Secretariat of the Convention on Biological Diversity. *Connecting Global Priorities - Biodiversity and Human Health: A State of Knowledge Review*. 75-95. Genève: WHO/CBD.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241508537> [2022-08-11]
- Hodgkiss, D., M. Brown, and M. Fountain. (2018). Syrphine hoverflies are effective pollinators of commercial strawberry. *Journal of Pollination Ecology*. 22, 55–66.
[http://dx.doi.org/10.26786/1920-7603\(2018\)five](http://dx.doi.org/10.26786/1920-7603(2018)five) [2022-08-11]
- Jensen, K. (2008). *Pollinering i ekologisk frukt- och bärödling*. (Jordbruksinformation 6 – 2008). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo08_6.pdf [2022-08-11]
- Johansson, K. (2010) *Marknadsöversikt Färska frukter och grönsaker*. Rapport 2010:22). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra10_22.pdf [2022-08-11]

- Jordbruksverket (2022). *Jordbruksverkets statistikdatabas – Ätbara växter*.
Jordbruksverkets statistikenhet.
https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Tradgardsodling_Odling_Atbara%20vaxter/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625 [2022-08-11]
- Jordbruksverket¹ (2022). *Miljöersättning för betesmarker och slätterängar 2022*.
<https://jordbruksverket.se/stod/lantbruk-skogsbruk-och-tradgard/jordbruksmark/betesmarker-och-slatterangar/betesmarker-och-slatterangar> [2022-08-11]
- Kearns, C.A., Inouye D.W. (1997). Pollinators, Flowering Plants, and Conservation Biology. *BioScience*. 47(5). 297-307. <https://doi.org/10.2307/1313191> [2022-08-11]
- Khan, F., Ullah, W., Muhammad, M., Ullah, I., Basit, A., Ahmad, M., Uddin, B., Ullah, A., Zaib, A., Ullah, I., Khan, M.A., Ali, A., Ain, Q.U. (2021). Surveillance of insect pollinators on cucumbers and their effect on its yield. *Natural Volatiles & Essential Oils*. 8(6), 5753-5762.
<https://www.nveo.org/index.php/journal/article/download/4906/3946/4992>
[2022-08-11]
- Klaus, F., Bass, J., Marholt, L., Müller, B., Klatt, B. (2015). Hedgegrows have a barrier effect and channel pollinator movement in the agricultural landscape. *Journal of Landscape Ecology*. 8(1), 22–31. <http://dx.doi.org/10.1515/jlecol-2015-0001>
[2022-08-11]
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane J.H., Steffan-Dwenter, I., Cunningham S.A., Kremen C., Tscharntke T.D. (2015). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society b*. 75-95. Genève: WHO/CBD.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241508537> [2022-08-11]

- Kärnestam, E. (2014). Kap. 12 Skadedjur. I: Nilsson, U. *Växtskyddets grunder*. Alnarp: SLU. 121–131. https://pub.epsilon.slu.se/11944/7/nilsson_u_red_150225.pdf [2022-08-11]
- Lennartsson, T., Westin, A. (2019). *ÄNGAR OCH SLÅTTER: Historia, ekologi, natur- och kulturmiljövård*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1331194/FULLTEXT01.pdf> [2022-08-11]
- Lindström, 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. <https://lup.lub.lu.se/search/publication/6d37c84b-cffa-4846-a444-12e631469046> [2022-08-11]
- Linkowski W.I., Cederberg P.B., Nilsson L.A. (2004). *Vildbin och fragmentering: Grödor och vildbin i Sverige Kunskapsammanställning för hållbar utveckling av insektspollinerad matproduktion och biologisk mångfald i jordbrukslandskapet*. Uppsala: Uppsala universitet. https://pub.epsilon.slu.se/17190/7/linkowski_w_et_al_200622.pdf [2022-08-11]
- Mallinger, E., Gaines-Day, H.R., Gratton, C. (2017). Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. *PLoS ONE*. 12(12). e0189268. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189268> [2022-08-11]
- McGregor, S.E. (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants*. (Agriculture Handbook No. 496). Washington D.C: United States department of agriculture. <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT76674944/pdf> [2022-08-11]
- Montelius, J. (2008). *Gynna humlorna på gården*. (Jordbruksinformation 3 – 2008) Linköping: Jordbruksverket. http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/JO08_3v2.pdf [2022-08-11]
- Mossberg B., Cederberg, B. (2012). *Humlor i Sverige: 40 arter att älska och förundras över*. Stockholm: Bonnier Fakta. ISBN: 9789178872114.

- Pardo, A., Borges, P.A.V. (2020). Worldwide importance of insect pollination in apple orchards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 293. 106839. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106839> [2022-08-11]
- Pernal F.P. (2021). The Social Life of Honey Bees. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 37(3). 387-400. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.06.012> [2022-08-11]
- Petersen, J. D., Reiners, S., Nault, B. (2013). Pollination services provided by bees in pumpkin fields supplemented with either *Apis mellifera* or *Bombus impatiens* or not supplemented. *PLoS ONE*. 8(7), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069819> [2022-08-11]
- Pettersson M.W, Cederberg B., & Nilsson, L.A. (2004). *Grödor och vildbin i Sverige* Uppsala: ArtDatabanken, SLU & Avdelningen för Växtekologi Uppsala universitet. <https://docplayer.se/10541030-Grodor-och-vildbin-i-sverige.html> [2022-08-11]
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin W.E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*. 25(6). 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007> [2022-08-11]
- Rader, R., Cunningham, S.A., Howlett, B.G., Inouye, D.W. (2020). Non-bee insects as visitors and pollinators of crops: biology, ecology, and management. *Annual Review of Entomology*. 65(1), 391–407. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025055> [2022-08-11]
- Reddi, C.S., Bai, G.M (1984). Butterflies and pollination biology. *Proceedings of Indian Academy of Science*. 93(4), 391–396. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03186258> [2022-08-11]

- Schneider, D., Stern, R.A., Goldway, M. (2005). A comparison between semi- and fully compatible apple pollinators grown under sub-optimal pollination conditions. *HortScience*. 40(5), 1280–1282. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI.40.5.1280> [2022-08-11]
- Sjödin, N.E., Bengtsson, J., Ekbom, B. (2008). The influence of grazing intensity and landscape composition on the diversity and abundance of flower-visiting insects. *Journal of Applied Ecology*. 45(3), 763–772. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01443.x> [2022-08-11]
- Svensson, B., Lagerlöf, J., Svensson, B.G. (2000). Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 77(3), 247–255. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00106-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00106-1) [2022-08-11]
- Svensson, J., Moreau A. (2012) *Ängar: Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet*. Jönköping: Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr3_10.pdf [2022-08-11]
- Tahir, I. (2014). *Fruktodling och eferskördbehandling*. Alnarp: Visionmedia Syd. <https://pub.epsilon.slu.se/11870/> [2022-08-11]
- Waller G.D. (1972). Evaluating responses of honeybees to sugar solutions using an artificial feeder. *Annals of Entomological Society of America*. 65(4), 857-861. <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/65.4.857> [2022-08-11]
- Williams I.H. (2002). Insect Pollination and Crop Production: A European Perspective. I: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL. *Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature*. 59-65. http://www.webbee.org.br/bpi/pdfs/livro_02_willians.pdf [2022-08-11]
- Winsa, M. (2016). *Restoration of plant and pollinator communities in fragmented grasslands*. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/65.4.857> [2022-08-11]

- Winter, C. (2006). *Ekologisk odling av jordgubbar*. (Jordbruksinformation 20 – 2006).
Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo06_20.pdf
[2022-08-11]
- Wissman, J., Sjödin, N.E., Linoir, L., Hessle, A. (2008). Hur mycket är lagom – om
betesregimer och betestidpunkt. I: Olsson, R. *Mångfaldsmarker*
Naturbetesmarker – en värdefull resurs. Uppsala: Centrum för biologisk
mångfald. 115–133. ISBN: 9789189232297
- Öckinger, E., Smith, H. G. (2006). Semi-natural grasslands as population sources for
pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*. 44(1),
50–59. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01250.x> [2022-08-11]

Tack

Tusentals tack till min handledare Mattias Larsson som ställt upp och stöttat mig genom detta arbete.

Tack till min familj, klasskamrater och vänner som hejat på mig genom hela processen.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

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

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

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