

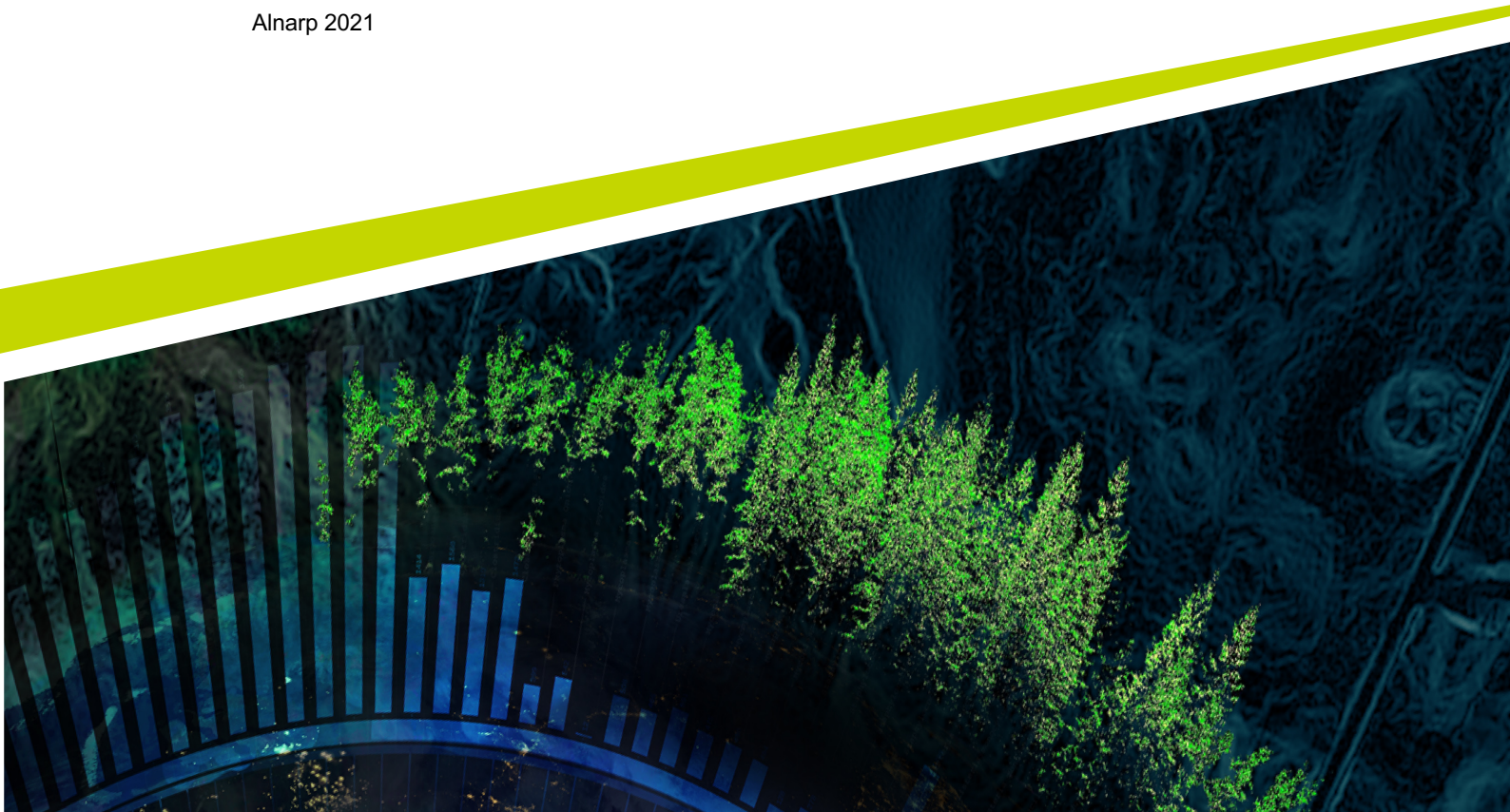


Artförekomst av humlor i rödklöver, påverkande lanskapfaktorer och frösättning i olika delar av Sverige

Species occurrence of bumblebees in red clover, influencing landscape factors and seed production in different parts of Sweden

Sara Lindholm

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institution för Biosystem och teknologi
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2021



Artförekomst av humlor i rödklöver, påverkande landskapsfaktorer och frösättning i olika delar av Sverige

Species occurrence of bumblebees in red clover, influencing landscapes factors and seed production in different parts of Sweden

Lindholm Sara

Handledare: Åsa Lankinen, SLU, Integrerat växtskydd
Bitr. handledare: Mattias Larsson, SLU, Kemisk ekologi
Examinator: Paul Egan, SLU, Integrerat växtskydd

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Kursansvarig inst.: Institution för Biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2022

Nyckelord: Bombus, Fabaceae, Trifolium pratense, landskap, pollination

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi

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. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. 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.

Sammanfattning

Sverige är ett av världens största exportländer av rödklöverfrö. Tack vare en rik pollinatörsfauna med över 38 förekommande humlearter innehas en unik position för odlare, med en högre fröavkastning än många andra länder. Idag är de flesta rödklöverfröodlingarna belägna i södra Sverige, troligtvis ur en traditionell synpunkt, samtidigt som fler arter av humlor förekommer i norra Sverige. Möjligen är det inte antal förekommande arter eller tunglängd som spelar roll för fröavkastningen hos rödklöver utan snarare antal individer. Hur påverkar markanvändningen i det närliggande landskapet antalet pollinatörer som förekommer i ett fält?

Genom analys av två års insamlade data i form av inventeringar och tröskningsresultat är syftet att redogöra för humlefaunan samt fröskörden på fem platser i Sveige. Genom klassificering av långtungade, mycket långtungade och korttungade humlearter samt förekommande proportioner av arter av humlor och jämförelse av diversitet på de utvalda platserna.

Artfördelningen av humlor varierar på försöksplatserna. Flest individer förekommer på de norra lokalerna Ås och Lännäs, samtidigt som diversitetsindex där är lägst. Minst andel jordbruksmark i anslutning till fälten förekom i Lännäs. På samma lokal förekom flest blommor i vegetationen, både procentuellt och rörande antal förekommande växtfamiljer i vegetationen. Det finns en tydlig korrelation mellan fröskörd och antal humlor i fälten.

Nyckelord: Bombus, Fabaceae, Trifolium pratense, landskap, pollination

Abstract

Sweden is one of the world's largest exporting countries of red clover seeds. Thanks to a rich pollinator fauna with over 38 occurring bumblebee species, a unique position is held for growers, with a higher seed yield than many other countries. Today, most red clover seed plantations are located in southern Sweden, probably from a traditional point of view, while more species of bumblebees occur in northern Sweden. It is possible that it is not the number of species or tongue length that play a role in seed yield in red clover, but rather the number of individuals. How does land use in the nearby landscape affect the number of pollinators that occur in a field?

Through analysis of two years of collected data in the form of inventories and threshing results, the purpose is to account for the hop fauna and the seed harvest at five locations in Sweden. By classifying long-tongued, very long-tongued and short-tongued bumblebee species as well as

existing proportions of species and comparing diversity of bumblebees in the selected sites. Correlations and trends between seed yield, occurrence of bumblebees in number and length of tongue.

The species distribution of bumblebees varies in the experimental sites. Most individuals occur in the northern premises of Ås and Lännäs, while the diversity index there is lowest. The smallest proportion of agricultural land adjacent to the fields occurred in Lännäs. At the same premises, most flowers occurred in the vegetation, both in percentage and concerning the number of plant families present in the vegetation. There is a clear correlation between seed yield and the number of bumblebees in the fields.

Keywords: Bombus, Fabaceae, Trifolium pratense, landscape, pollination

Innehållsförteckning

1. Inledning	13
1.1. Minskning av humlor globalt och i Sverige.....	13
1.2. Rödklöver.....	14
1.2.1. Odling av rödklöver.....	14
1.2.2. Pollinering och frösättning.....	14
1.3. Syfte.....	15
1.4. Avgränsningar.....	15
1.5. Frågeställningar.....	16
2. Material och Metod	17
2.1. Parcellinventeringar.....	17
2.2. Vegetationsinventeringar.....	18
2.3. Landskapsanalys.....	18
2.4. Fröskörd.....	19
2.5. Dataanalys.....	19
3. Resultat	21
3.1. Parcellinventeringar.....	21
3.1.1. Humlor och förekommande arter.....	21
3.1.2. Långtungade och korttungade arter på försöksplatser.....	23
3.1.3. Diversitetsindex.....	24
3.1.4. Närliggande vegetation.....	25
3.1.5. Växtfamiljer i vegetationen.....	25
3.1.6. QGIS- analys.....	26
3.1.7. Öppen vegetation i anslutning till fält och antal humlor.....	27
3.2. Fröskörd per lokal.....	28
3.3. Fröskörd per sort.....	30
3.4. Korrelationer.....	31
3.4.1. Humlor och fröskörd.....	31
3.4.2. Jordbruksmark och fröavkastning.....	32
4. Diskussion	33
4.1. Artfördelning mellan olika platser.....	33
4.2. Blommor i vegetationen.....	34
4.3. Antal humlor och frösättning.....	34
4.4. Korrelationer humlor, frösättning och markanvändning Fel! Bokmärket är inte definierat.	
4.4.1. Brister i försöket.....	36
4.5. Fortsatt forskning.....	36

Tabellförteckning

Tabell 1. Marktyper i Naturvårdsverkets marktäcktedatabas är följande kategorier	18
Tabell 2. Lista över samtliga återfunna arter under båda åren av försöket. Redogör för förkortningar, tunglängd och levnadsstatus.....	22
Tabell 3. ANOVA tabell över fröskörd med faktorerna lokal, år och sort.....	29
Tabell 4. Spearman correation utdata.....	31

Figurförteckning

Figur 1. Karta över försökslokalernas placering i landet. Ås (ASJ), Lännäs (LAN), Kölbäck (KÖL), Bjertorp (BJE), Svalöv (SVA).....	17
Figur 2. Figur 2 a och b. Procentuell artfördelning i Sverige år 2020 ovan (a) och 2021 nedan (b). Humlor med kort tunga presenteras i blåa toner, långtungade arter visas i bruna toner och mycket långtungade i rött. Se Tabell 2 för benämningar på arter.	21
Figur 3. Antal humlor återfunna per försöksplats och år, 2020 presenteras i blått och 2021 i gult. Felstaplar visar +/-5 %. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).....	22
Figur 4. Sammanställning över samtliga inventerade lokaler (Svalöv, Bjertorp, Kölbäck, Ås och Lännäs) och procentuell förekomst av mycket långtungade (MLT), långtungade (LT), och korttungade (KT) arter.	23
Figur 5. Diversitetsindex för förekommande humlearter på samtliga försökslokaler från söder till norr. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).	24
Figur 6. Vegetationsinventeringar för båda åren på samtliga lokaler. Procentandel bar mark, grönt och blommande i anslutning till fält. Observera att det saknas vegetationsanalyser ifrån Ås år 2020.	25
Figur 7. Procentuell förekomst av växtfamiljer i närliggande vegetation år 2021 med felstaplar +/- 5 %. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).....	26
Figur 8. Procentuell förekomst av marktyper som presenteras i Naturvårdsverkets marktäckedata vid samtliga försökslokaler. Svalöv har två lokaler i denna analys, eftersom parcellerna flyttat ca 1,5 km. Lokalerna Svalöv ÅR1, Svalöv ÅR2, Bjertorp, Kölbäck, Ås, Lännäs.	27
Figur 9. Positiv icke signifikant trend mellan landskapsfaktorn andel vegetativ öppen mark och antalet humlor återfunna i parceller. Lokalernas förkortningar Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).	28
Figur 10. Fröskörd för år 2020 och 2021. Figuren bygger på medelvärden, med lokaler placerade från söder till norr. Varje medelvärde presenteras med standardavvikelse. Olika bokstäver ovan staplarna presenterar signifikanta skillnader mellan lokalerna över båda åren. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).....	29
Figur 11. Tröskningsresultat i gram från respektive sort Betty, Peggy, Vicky, Yngve år 2020 och 2021. Felstaplar visar +/- 5 % av medelvärde. Olika bokstäver ovan staplarna presenterar signifikanta skillnader mellan lokalerna över båda åren.	30

Figur 12. Samband mellan antal humlor och fröskörd under båda åren. Den blåa linjen presenterar en positiv trend mellan antal långtungade + mycket långtungade humlor i transekt och fröskördens vikt. Den orangea linjen presenterar likväl en positiv trend mellan antalet korttungade humlor i transekt och fröskördens vikt. Det finns däremot en signifikant effekt av antalet humlor på fröskörden vid båda åren sammantaget, se tabell 4. ...	31
Figur 14. Negativ trend mellan andel jordbruksmark i anslutning till försöksplatser och fröskörd. Pearsons korrelationskoefficient påvisar ett värde som innebär en negativ korrelation, värde mindre än 1.	32
Figur 15. Artfördelning i Svalöv 2020.	42
Figur 16. Artfördelning i Svalöv 2021.	43
Figur 17. Artfördelning i Bjertorp 2020.	43
Figur 18. Artfördelning i Kölbäck 2021.	44
Figur 19. Artfördelning i Ås 2020.	44
Figur 20. Artfördelning i Ås 2021.	45
Figur 21. Tabellen över antal humlor som har noterats vid samtliga transekter per lokal. Antal humlor kategoriseras i KT (korttungad), LT (långtungad) och MLT (mycket långtungad). Sammantaget under hela försöket har 3792 humlor noterats under transektinventeringar.	46

Förkortningar

<i>B.</i>	<i>Bombus</i>
KT	Korttungad (humla)
LT	Långtungad (humla)
MLT	Mycket långtungad (humla)
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
<i>T.</i>	<i>Trifolium</i>
SVA	Svalöv
BJE	Bjertorp
KÖL	Kölbäck
ASJ	Ås jordbruk
LAN	Lännäs

1. Inledning

1.1. Minskning av humlor globalt och i Sverige

Bestånden av humlor minskar globalt (Cameron & Sadd 2020) och i Sverige (Bommarco et al. 2012). Flera arter har redan försvunnit nationellt, som frukthumlan och fälthumlan (Mossberg & Cederberg 2020). Troligtvis ligger en stor del av problematiken i ett intensifierat jordbruk, ökad användning av pesticider, minskande vallodling och exploatering av tidigare ostörd mark (Wermuth & Dupont 2010). De växande monokulturlandskapen och minskande marginaler med vildflora och därav resurser för humlorna hotar deras existens (Rands & Whitney 2010).

Humlor bidrar med ekosystemstjänsten pollinering, en tjänst som många odlare är beroende av för en god skörd. Pollinering ökar den genetiska variationen och frösättningen hos grödor vilket leder till en högre avkastning (Kremen et al. 2007). Det finns humlearter som genom mutualistiska interaktioner med växter utvecklat specifika preferenser. Ett exempel på detta är *Bombus hortorum* som är specialiserad på rödklöver och har en mycket lång tunga. En lång tunga är fördelaktigt vid pollinering av djupa blommor, som exempelvis rödklöver. Specialiseringen kan bero på att samhällena har en kort livscykel som kräver högkvalitativt pollen med en stor andel aminosyror för att samhället ska hinna föda upp sina larver (Goulson et al. 2005).

I Sverige förekommer 38 arter av *Bombus sp.* (humlor) och flera anses hotade (Mossberg & Cederberg 2020). De flesta är sociala insekter som bygger samhällen, vilka styrs av en drottning. Det är enbart drottningar som övervintrar och redan på sensommaren befruktas de inför nästa år. På våren vaknar drottningen och börjar samla pollen för att föda upp larver och etablera ett nytt samhälle med arbetare. Hur lång säsongen är för ett humlesamhälle varierar för olika arter, vissa tar längre tid på sig att vakna och starta upp samhällen medan andra lägger färre larver och därav bildar mindre samhällen (Mossberg & Cederberg 2020). Snylthumlor parasiterar andra humlors bon och samlar inte pollen.

Det omgivande landskapets betydelse för humlesamhällen är stor, eftersom humlor sällan färdas speciellt långt. *Salix sp.* är viktiga källor till tidig tillgång på pollen och nektar när humlorna vaknar och få växtslag blommar (Roger et al. 2017). Ärtväxter är viktiga pollen- och nektar-källor för humlor. Enligt Rundlöf et al. (2014) återfinns upp till fem gånger så många drottningar och 71 % fler *Bombus* hanar i landskap som innehåller rödklöverfält i jordbrukslandskapet, trots att dessa fält enbart täcker 0,2% av det totala jordbrukslandskapet. Det är därav viktigt att bevara klöverodlingen i Sverige (Riggi et al. 2021).

Wood et al. (2015), har genom molekylär analys fastställt hur långt olika arter av humlor färdas för att samla pollen. Enligt studien flyger de långtungade humlorna kortare sträckor än korttungade. Exempelvis tros den korttungade arten *Bombus terrestris* flyga ca 800 meter för att samla mat medan långtungade *Bombus hortorum* bara flyger ca 570 meter. Samtidigt finns forskning som talar för att långtungade humlor har bättre syn och därav effektivare söker upp blommor (Spaethe & Chittka 2003).

1.2. Rödklöver

1.2.1. Odling av rödklöver

Trifolium pratense, rödklöver är en örtartad perenn jordbruksgröda som tillhör växtfamiljen *Fabaceae*. Det är en ekonomiskt viktig gröda som har kultiverats sedan 1700-talet (Pedersen 2006). Med ett högt proteininnehåll har den historiskt haft en viktig betydelse vid utfodring av boskap men den odlas än idag för samma syfte som foder till boskap.

T. pratense är nästintill självsteril och beroende av korspollinering för god frösättning (Free 1965). Sverige är en av världens största fröproducenter av rödklöverfrö tack vare den rika artvariationen och förekomst av många humlor (Pedersen 2006). Fröproduktionen sker idag främst i södra Sverige. Rödklöver som vallgröda, det vill säga för skörd av grönmassa, förekommer i hela landet. Ur en pollinatörsbevarande synpunkt är det viktigt att vallgrödan får gå i blom.

1.2.2. Pollinering och frösättning

Rödklöver är en långdagsväxt som behöver minst 14 timmar ljus för att blomma (Cumming 1959). Det förekommer diploida sorter i naturen men i klövervallar och fröodlingar används ofta tetraploida sorter, detta innebär att de har dubbla kromosomuppsättningar. Tetraploida sorter bildar större blomhuvuden och frön, mer grönmassa och djupare småblommor men producerar generellt färre frön (Boller et al. 2010). Forskning påvisar att pollengröning hos de tetraploida klöversorterna är sämre i relation till de diploida sorterna (Rezende et al. 2020).

Långtungade humlor pollinerar rödklöver bättre än andra humlor och honungsbin (Hederström et al. 2021). Korttungade humlor bidrar också till pollinering men inte i samma grad. Det finns korttungade arter som utvecklats en teknik för att stjäla nektar ur blommor. Enligt (Koeman-Kwak 1973) bidrar även humlor som stjälar nektar till pollinering. *T. pratense* fick en högre frösättning vid närvaro av tjuvande humlor än om inga humlor alls funnits på platsen, dock blev frösättningen högre vid närvaro av långtungade arter (Palmer-Jones et al. 1966).

Enligt (Goulson & Darvill 2004) föredrar humlor att pollinera *T. pratense* framför många andra blommor. Upp till 60 % av pollenbesök hos rödklöver står humlor för, resterande 40 % står honungsbin för. Blomningsgraden i ett klöverfält är starkt kopplad till förekomsten av antalet pollinatörer i fältet (Rundlöf et al. 2018).

Några specialiserade arter av skalbaggar, klöverspetsvivlar (*Protapion sp.*) och vissa andra snytbaggar (*Sitona*, *Hypera*) konsumerar rödklöverfrön. Upp till 50 % av de producerade fröerna som bildas i ett klöverhuvud kan bli uppätta före skörd av dessa skadedjur (Lundin et al. 2012). I norra Sverige är förekomsten av dessa vivlar inte lika stor som i mellersta och södra Sverige.

Det är inte klarlagt varför frösättningsgraden hos *T. pratense* varierar och vilka faktorer som spelar in. Hur faktorer samspelar som exempelvis pollination, skadedjursgrad och väder- och ljusfaktorer är okänt.

1.3. Syfte

Syftet med arbetet är att redogöra för den lokala situationen av förekommande humlearter samt frösättning vid rödklöverfröodlingar på fem platser i Sverige. Arbetet fokuserar på data som samlats in via inventeringar av humlor, vegetationsanalyser och frösättning från tröskat material. Genom att kategorisera flora till familj runt klöverfröodlingarna och kategorisera markanvändningen i det omgivande landskapet med hjälp av Naturvårdsverkets marktäckedata vill jag undersöka hur markanvändning och blommande resurser i landskapet är kopplade till antal humlor och förekommande arter.

Genom spridda inventeringar över en stor geografisk region finns större skillnader i pollinatörsfaunan som kan bidra till kunskap om hur pollinering påverkar frösättningen.

1.4. Avgränsningar

Ingen hänsyn tas till skadedjursgrad utan fokus ligger på hur humlor påverkar frösättning. Vid odling av *T. pratense* är det framförallt klöverspetsvivlar, frätande skadedjur som förekommer.

1.5. Frågeställningar

- Skiljer sig artfördelningen och antalet humlor mellan olika platser i Sverige?
- Påverkar närliggande landskap förekomsten av arter och antal pollinatörer?
- Påverkar förekomsten av antalet humlor samt långtungade humlor frösättningen hos *T. pratense*?

2. Material och Metod

Datainsamling utfördes under år 2020 och 2021. De utvalda platserna i Sverige är belägna vid Lantmännens försöksstationer. Platserna var spridda i Sverige för att uppnå en nationell täckning, se figur 1. Den nordligaste lokalen är lokaliserad i Ås (ASJ) i Jämtland, därefter Lännäs (LAN) i Ångermanland. Vanligtvis förekommer inte fröproduktion så långt upp i landet. I Mellansverige har en lokal varit i Östergötland, Kölbäck (KÖL) och en lokal i Västergötland, Bjertorp (BJE). I Skåne har försöket pågått i Svalöv (SVA), geografiskt sett förekommer flest klöverfrödlingar här.

Vid varje försökslokal hade dubbla replikat av fyra klöversorter såtts upp, mindre klöverfält om 10x10 meter som kallas parceller. De utvalda sorterna var tre tetraploider (Betty, Vicky, Peggy) och en diploid (Yngve). Parcellerna är placerade relativt tätt med ungefär 5 meter marginal till varandra. Parcellerna flyttades med några meter mellan åren men i Svalöv har parcellerna flyttats någon kilometer.



Figur 1. Karta över försökslokalernas placering i landet. Ås (ASJ), Lännäs (LAN), Kölbäck (KÖL), Bjertorp (BJE), Svalöv (SVA)

2.1. Parcellinventeringar

För att undersöka förekomsten av pollinatörer som befann sig i fält har inventering av 50 meters transekter utförts i parcellerna (modifierad version av Pollard 1977). Vid tre tillfällen under en tre veckors period under juli/augusti månad har samtliga parceller inventerats för förekomst av pollinatörer. Alla platser har besökts tre gånger mellan kl 9-12, 12-15 och 15-18 för en jämn spridning över hela dagen. Vid samtliga inventeringar har temperaturen passerat 17 grader, inga starka vindar fick förekomma och det var minst 70% sol.

En inventering utfördes genom att gå fram och tillbaka längs parcellen tills 50 meter uppnåts. Jag noterade förekomsten av samtliga pollinatörer under 2 minuter, observering begränsades till ett 1 meters spann längst sidan. Vid närmare kontroll av humlor stoppades klockan. Sträckan var uppdelad i 10 meters segment för att underlätta inventeringen. Inventeringarna ger en ögonblicksbild av vilka arter som förekommit på de utvalda platserna i Sverige.

De snarlika humlorna *Bombus terrestris*, *B. locorum*, *B. cryptarum* och *B. magnus* är svåra att indela utan molekyläranalys. Därav grupperades dessa ihop som jordhumlor (*B. terrestris*-gruppen). Vid identifieringen av humlor fångades de in med fjärlshåv och placerades under lupp. Många av de snarlika humlorna skiljer sig från varandra på behåring på bakben eller benfästen. Humlor har identifierats och senare klassificerats in i tunglängder baserat på Söderström (2017).

2.2. Vegetationsinventeringar

För att den närliggande vegetations flora skulle kunna karaktäriseras utfördes vegetationsinventeringar. En 50*50 meters ruta markerades ut vid representativ fältkant, för att vegetationsinventeringarna skulle ske på samma plats vid samtliga tre besök. En mindre ruta om 0,5 x 0,5 meter kastades slumpmässigt tio gånger inom den stora rutan. I rutan kvantifierades procentandelar av bar mark, grönmassa och blommande individer. Under år 2021 har vegetationsinventeringen utvecklats, blommande individer indelades till växtfamiljer som är beroende av pollinatörer. Metod utvecklad efter Lund et al. (1977).

2.3. Landskapsanalys

QGIS möjliggjorde avancerade landskapsanalyser. På Naturvårdsverkets hemsida går det att ladda ner marktäckedata (uppdaterad 2020) för hela eller delar av Sverige. Genom avkodning av pixlar var det möjligt att analysera större buffertzoner runt fält. Buffertzonen som behandlades i arbetet är 1000 m i diameter runt försöksplatserna. Diametern är vald med hänsyn till molekyläranalys och flyglängd av pollinatörer (Wood et al. 2015). Förekomsten av olika marktyster kommer inte att presenteras i antal pixlar utan räknas om till procentandelar. Tabell 1 innehåller samtliga marktyster i databasen.

Tabell 1. Marktyster i Naturvårdsverkets marktäckedatabas är följande kategorier

Öppen våtmark
Jordbruksmark
Icke vegeterad annan öppen mark
Vegetativ öppen mark
Konstgjorda ytor, byggnad
Konstgjorda ytor, ej byggnad eller väg/järnväg
Konstgjorda ytor, väg/järnväg
Inlandsvatten
Tallskog inte på våtmark
Granskog inte på våtmark
Blandbarrträd ej på våtmark
Blandskog inte på våtmark
Lövskog ej på våtmark
Lövträdsskog inte på våtmark

Blandad lövskog inte på våtmark
Tillfälligt icke-skog inte på våtmark
Tallskog på våtmark
Granskog på våtmark
Blandbarrträd på våtmark
Blandskog på våtmark
Lövskog på våtmark
Tillfälligt icke-skog på våtmark

2.4. Fröskörd

För att undersöka fröskörden i olika delar av Sverige samt kopplingen mellan fröskörd och pollination samlades mogna klöverhuvuden in sex veckor efter första inventeringen. I en 0,5x0,5 m ruta klipptes alla mogna klöverhuvuden ner för att sedan genom tröskning få ut ett skördemått. I varje parcell har tre skörderutor klippts ned på slumpmässiga platser. Skördematerial skickades på tröskning hos Hushållningssällskapet i Skåne. Tröskningen resulterade i värden av frövikten i enhet gram.

2.5. Dataanalys

Microsoft Excel och SPSS (*SPSS Statistic 2009*) användes för databearbetning och illustrering av data.

Samtliga återfunna arter i försöket klassificerades in i tunglängd. Tre klasser har konstruerats: en för korttungade arter, en för långtungade som inkluderar medellånga tungor samt en för mycket långtungade humlor (Goulson et al. 2005; Söderström 2017).

Diversitetindex beräknades för samtliga platser och år. Shannon Weaver index tar hänsyn till förekommande arter och antal individer (Spellerberg & Fedor 2003). Detta gav ett mått på proportioner mellan arter som förekom på platserna. Om enbart en art förekommer blir diversitetsindex 0. Förekomsten av andra pollinatörer i fält har exkluderats för att enbart ge ett mått på diversitet av humlor.

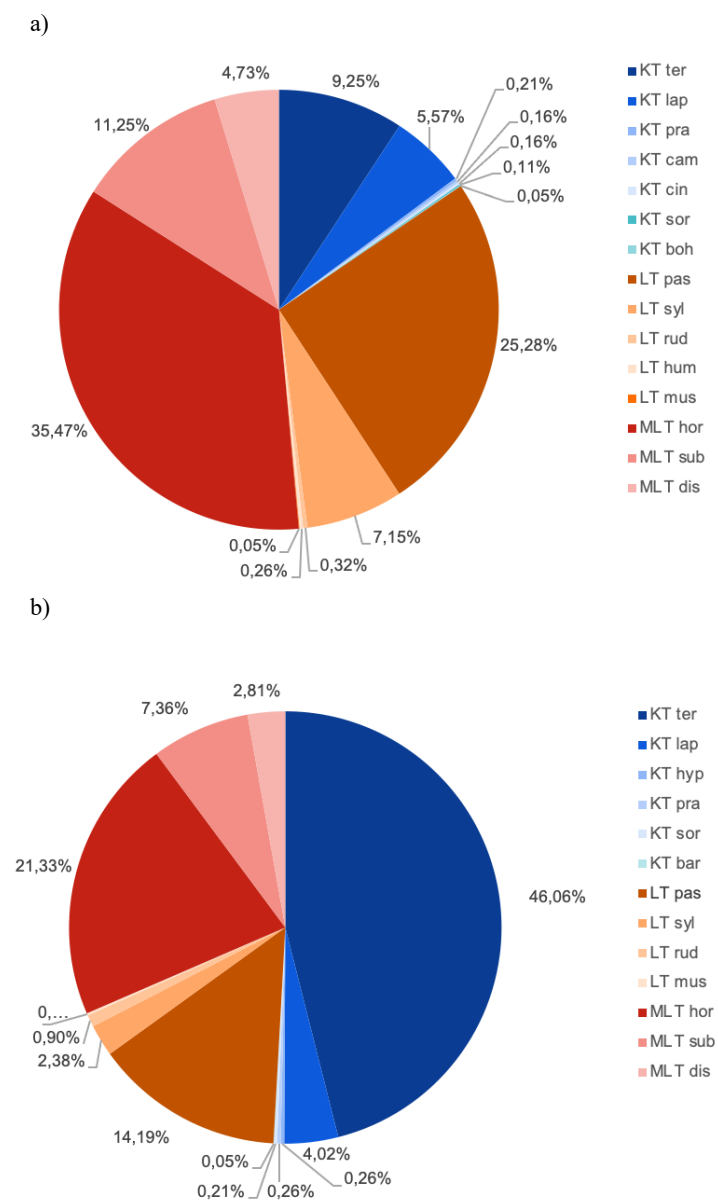
Antal humlor och proportioner av förekommande arter per plats, samt diversitet av humlor som beroende variabler testades var och en mot effekt av faktorerna lokal och år i separata ANOVA modeller. Fröskördens vikt (log transformerad) testades i en ANOVA med faktorerna lokal, år och sort samt alla interaktioner mellan dessa faktorer. Posthoc test användes för att undersöka vilka lokaler eller sorter som skiljer sig signifikant från varandra. För att testa samband mellan olika faktorer används Pearson korrelation eller Spearman korrelation (när fröskörd

ingick). Ett chi²-test har utförts på skillnader mellan artförekomsten under de två åren.

3. Resultat

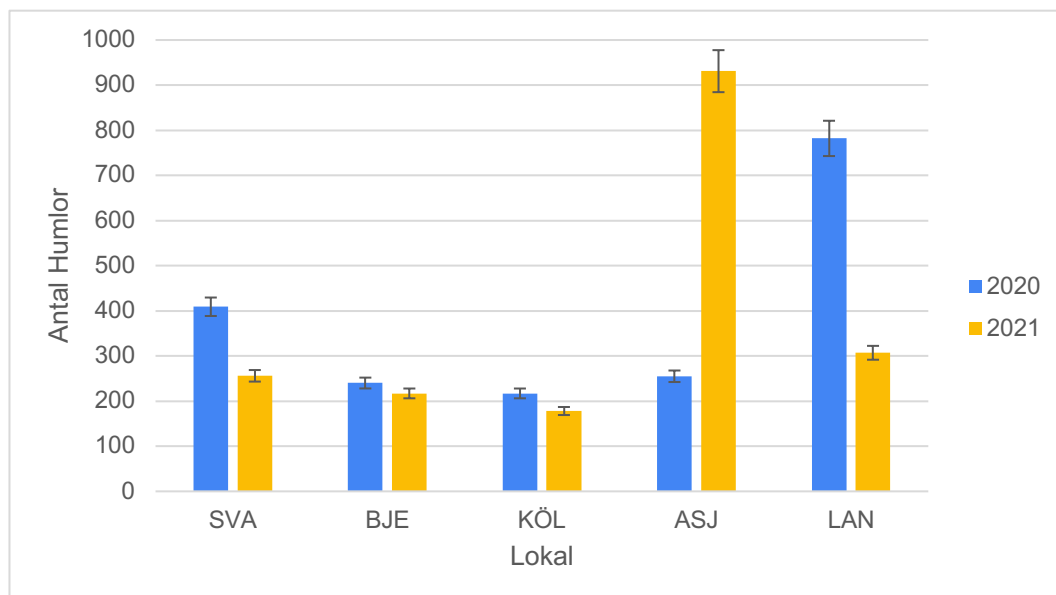
3.1. Parcellinventeringar

3.1.1. Humlor och förekommande arter



Figur 2. Figur 2 a och b. Procentuell artfördelning i Sverige år 2020 ovan (a) och 2021 nedan (b). Humlor med kort tunga (KT) presenteras i blåa toner, långtungade arter (LT) visas i bruna toner och mycket långtungade (MLT) i rött. Se Tabell 2 för benämningar på arter.

Artsammansättning och förekomst av humlor var olika de två inventerade åren för alla platser sammanlagt (Figur 2). Det förekom färre långtungade och mycket långtungade humlor 2021 (928 av 1889 = 49,8 %) jämfört med 2020 (1608 av 1903 = 84,5 %) ($\chi^2 = 535$, $df = 1$, $P < 0.0001$).



Figur 3. Antal humlor återfunna per försöksplats och år, 2020 presenteras i blått och 2021 i gult. Felstaplar visar +/-5 %. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).

ANOVA: Lokal: $F_{4,4} = 0,74$, $P = 0,61$,
 Antal humlor År: $F_{1,4} < 0,0001$, $P = 0,99$

Vid inventeringarna år 2020 hittades flest antal humlor i Lännäs, en av de nordligaste lokalerna. Minst antal humlor fanns i Kölbäck, som ligger i mellan Sverige. År 2021 hittades flest humlor i Ås, den andra nordliga lokalen och minst antal humlor hittades likväl det året i Kölbäck i mellan Sverige.

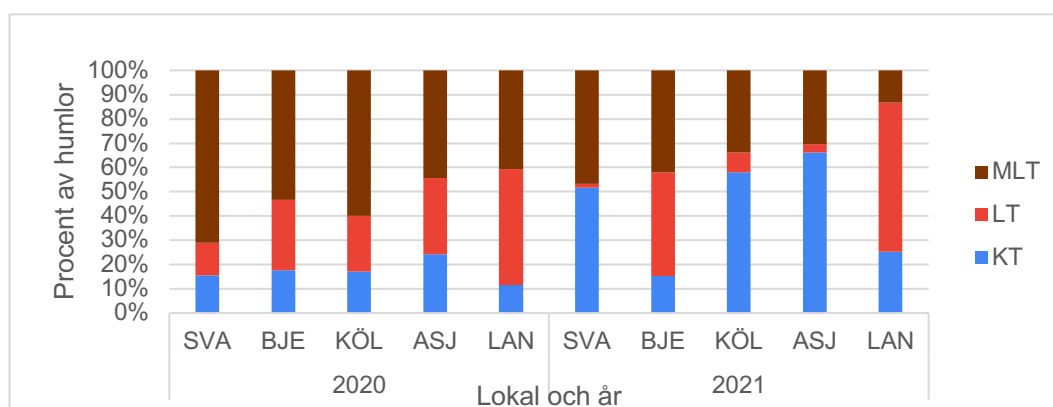
I bilaga 1 finns detaljerade diagram över proportioner av samtliga arter på försöksplatserna samt tabell över antal av förekommande arter under båda åren. Femton arter hittades totalt på samtliga lokaler första året och andra året hittades tretton arter sammantaget, vilka är summerat i tabell 2 nedan. Arter som hittades 2020 men inte år 2021 är *B. humilis*, *B. campestris* och *B. cingulatus*. Två av dessa arter är snylthumlor, parasiterande humlor som invaderar andra humlors bon (Tabell 2).

Tabell 2. Lista över samtliga återfunna arter under båda åren av försöket. Redogör för förkortningar, tunglängd och levnadsstatus.

Återfunna <i>Bombus</i> sp.	Svenskt namn	Förkortning	Tunglängd	Situation i Sverige	Identifierade vid inventering
<i>B. barbutellus</i>	Trädgårdssnylthumla	bar	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021

<i>B. bohemicus</i>	Jordsnyltshumla	boh	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. cingulatus</i>	Taigahumla	cin	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020
<i>B. campestris</i>	Åkersnyltshumla	cam	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020
<i>B. distinguendus</i>	Klöverhumla	dis	Mycket lång tunga (MLT)	nära hotad	2020, 2021
<i>B. hypnorum</i>	Hushumla	hyp	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. hortorum</i>	Trädgårdshumla	hor	Mycket lång tunga (MLT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. humilis</i>	Backhumla	hum	Lång tunga (LT)	livskraftig	2020
<i>B. lapidarius</i>	Stenhumla	lap	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. muscorum</i>	Mosshumla	mus	Lång tunga (LT)	nära hotad	2020, 2021
<i>B. pascorum</i>	Åkerhumla	pas	Lång tunga (LT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. pratorum</i>	Ängshumla	pra	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. ruderarius</i>	Gräshumla	rud	Lång tunga (LT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. soroensis</i>	Blåkllockshumla	sor	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. subterraneus</i>	Vallhumla	sub	Mycket lång tunga (MLT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. sylvarum</i>	Haghumla	syl	Lång tunga (LT)	livskraftig	2020, 2021
<i>B. terrestris</i>	Jordhumla	ter	Kort tunga (KT)	livskraftig	2020, 2021

3.1.2. Långtungade och korttungade arter på försöksplatser



Figur 4. Sammanställning över samtliga inventerade lokaler (Svalöv, Bjertorp, Kölbäck, Ås och Lännäs) och procentuell förekomst av mycket långtungade (MLT), långtungade (LT), och korttungade (KT) arter.

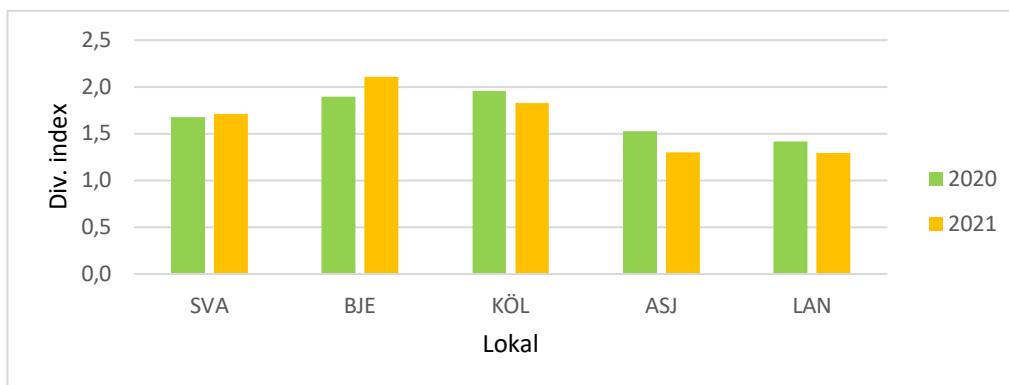
ANOVA: Lokal: $F_{4,4} = 1,583$, $P = 0,33$,
Prop. tunglängd År: $F_{1,4} = 8,588$, $P = 0,043$

Figur 4 visar att lägst andel korttungade arter förekom år 2020 i Lännäs och år 2021 i Bjertorp. Högst andel korttungade humlor förekom båda åren i Ås. Sammantaget över båda åren är det Svalöv 2020 som sticker ut, den procentuella andelen av mycket långtungade arter uppgick till hela 70,9 %.

I Kölbäck har andelen korttungade humlor varierat som mest under försöket. Mycket långtungade arter (MLT) var färre på samtliga platser i under försökets andra år varav minst i Bjertorp med en minskning om ungefär 10 %. Det finns inga signifikanta skillnader mellan försökslokalerna men däremot mellan åren.

3.1.3. Diversitetsindex

I Figur 5 presenteras diversitetsindex för humlor på försökslokalerna, som har varierat mellan åren på alla lokaler. I Bjertorp och Svalöv har artdiversitet av humlor har ökat något. Samtidigt som diversitetsindex för Svalöv ökat från 2020 till år 2021 så förekommer färre antal arter, men proportionerna mellan arterna är jämnare vilket leder till ett högre diversitetsindex. Den lokal som minskat mest i artdiversitet är Ås, den nordligaste lokalen. Anmärkningsvärt är att diversitetsindex är högre i Svalöv jämfört med Ås och Lännäs. Det är notabelt att de platserna med flest förekommande individer (Lännäs 2020 och Ås 2021) av humlor samtidigt har det lägsta diversitetsindexet. Jämför med figur 3.



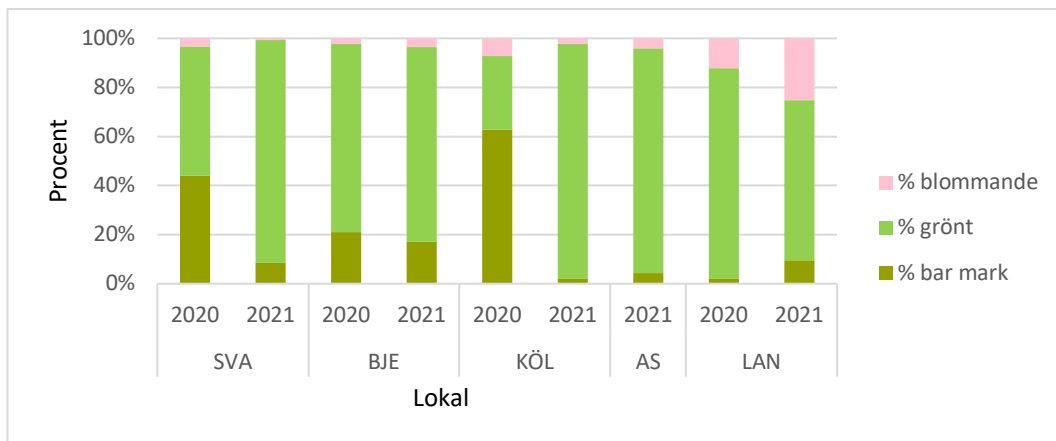
Figur 5. Diversitetsindex för förekommande humlearter på samtliga försökslokaler från söder till norr. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).

ANOVA: Lokal: $F_{4,4} = 11,2$, $P = 0,019$,
Div. index År: $F_{1,4} = 0,384$, $P = 0,57$

Det finns en statistiskt säkerställd skillnad mellan diversitetindex på lokalerna, däremot inte över åren, se tabell 3.

3.1.4. Närliggande vegetation

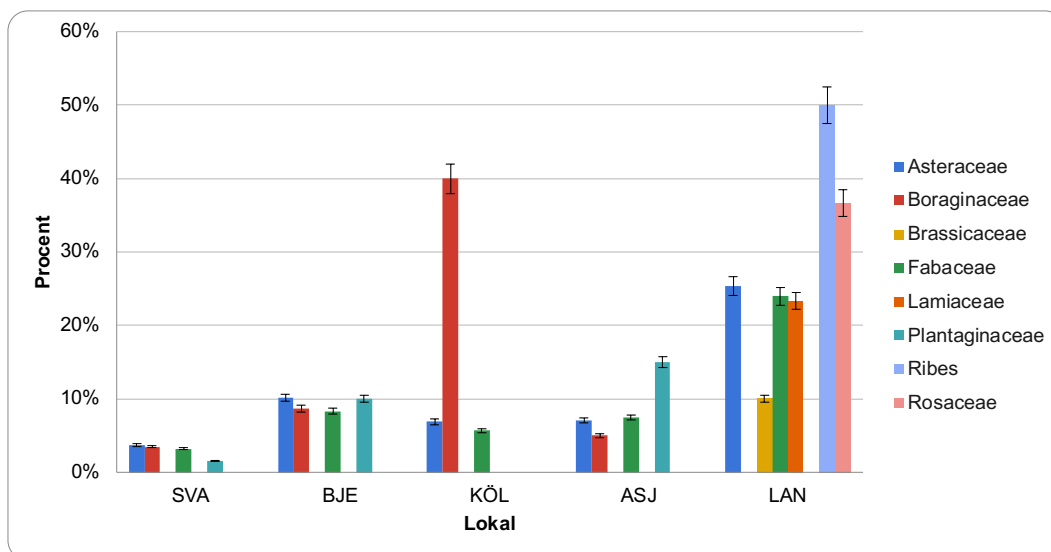
Andelen barmark var procentuellt lägre på samtliga platser 2021 jämfört med 2020, förutom i Lännäs (se Figur 6). Andelen blommor i vegetationen var lägre 2021 än 2020 i Kölbäck och Svalöv. Det fanns en högre tillgång på blommande resurser i norr jämfört med de södra lokalerna; I Lännäs fanns bäst tillgång på blommande resurser båda åren.



Figur 6. Vegetationsinventeringar för båda åren på samtliga lokaler. Procentandel bar mark, grönt och blommor i anslutning till fält. Observera att det saknas vegetationsanalyser ifrån Ås år 2020. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).

3.1.5. Växtfamiljer i vegetationen

År 2021 utvecklades metoden för vegetationsanalys med indelning av blommor till växtfamilj.



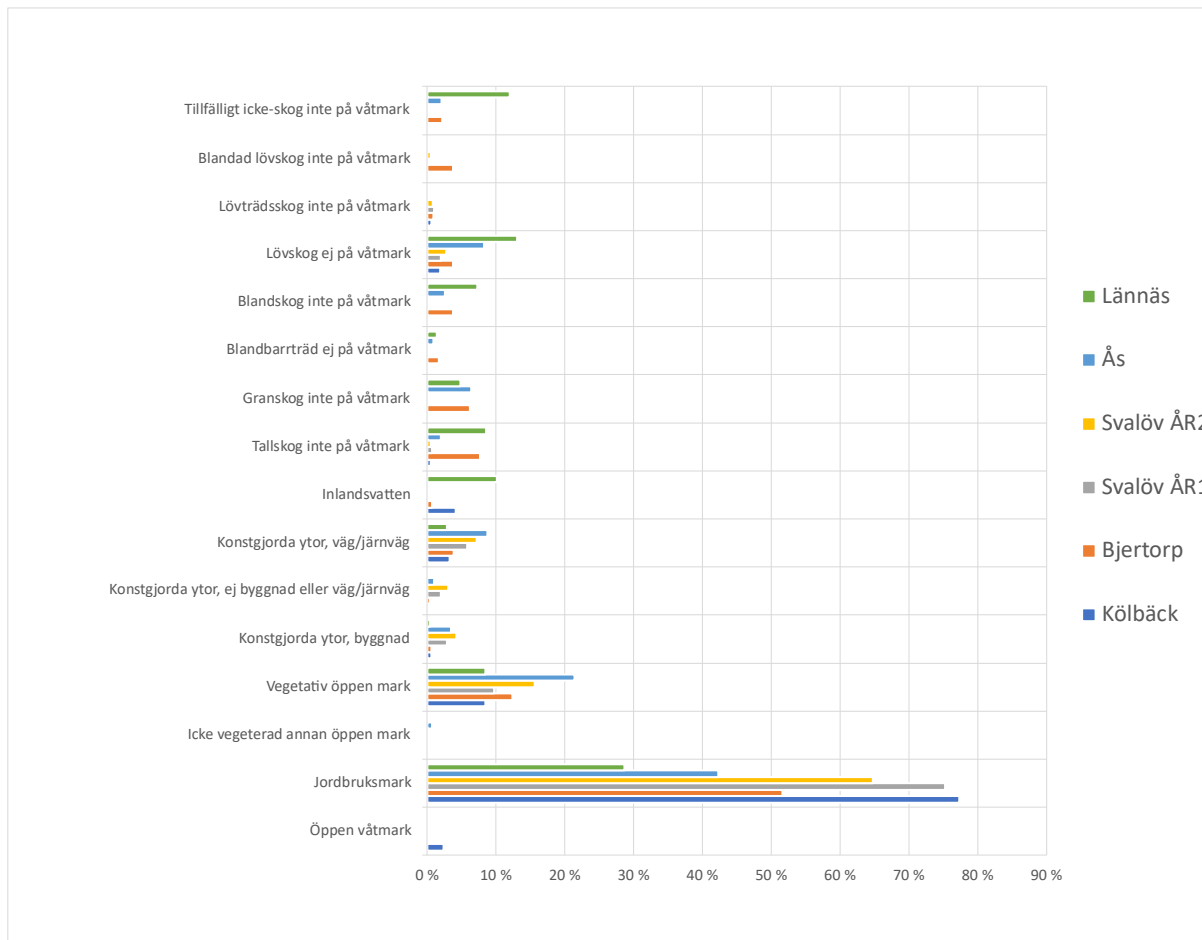
Figur 7. Procentuell förekomst av växtfamiljer i närliggande vegetation år 2021 med SE +/- 5 %. Lokaler på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).

Figur 7 visar att flest arter av blommande växter i den närliggande vegetationen förekommer i Lännäs, följt av Ås. På samtliga lokaler förekommer *Fabaceae* och *Asteraceae*. Ärtväxter, *Fabaceae*, i den närliggande vegetationen ser ut att vara markant lägre i Skåne jämfört med de andra försöksplatserna. I Östergötland (KÖL) förekom mycket åkerförgätmigej i ett lusernfält, därav hög stapel på *Boraginaceae*. Många av de växtfamiljer som förekom på försöksplatserna är beroende av pollinering. *Lamiaceae* förekommer i Lännäs och inte på någon av de andra lokalerna.

3.1.6. QGIS- analys

QGIS analysen baseras på marktäckedata en kilometer runt de undersökta fälten. Nedan presenteras marktypernas procentandelar i Figur 8. Bara de marktyper som förekommer i anslutning till fälten presenteras.

Andelen jordbruksmark i anslutning till försöksplatserna är högst i Kölbäck med 77 %. Lokalen i Skåne som flyttat plats knappt en kilometer har högre andel jordbruksmark år 2020 (75%) jämfört med 2021 (65%). I Bjertorp når andel jordbruksmark knappt över 50 %. De nordligaste lokalerna Lännäs och Ås har minst jordbruksmark i anslutning till fälten < 50%.

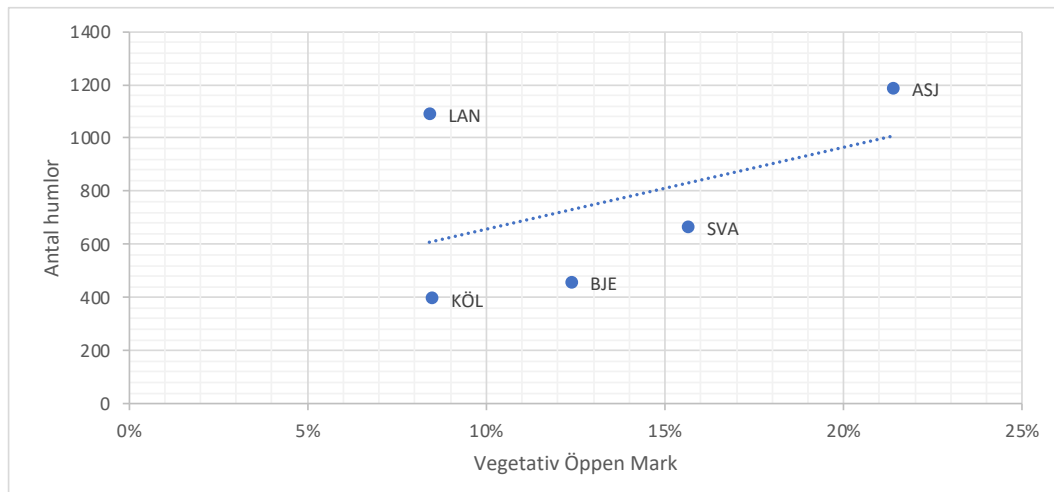


Figur 8. Procentuell förekomst av marktyper som presenteras i Naturvårdsverkets marktäckedata vid samtliga försökslokaler. Svalöv har två lokaler i denna analys, eftersom parcellerna flyttat ca 1,5 km. Lokalerna Svalöv ÅR1, Svalöv ÅR2, Bjertorp, Kölbäck, Ås, Lännäs.

Vegetativ öppen mark, innebär att marken inte jordbrukas, innehåller våtmarker eller exploaterad vegetation. Denna kategori kan kopplas till ostörd öppen mark, högst andel av detta finns i Ås med 21%. Det förekommer mycket av marktypen vid Svalöv 2021, 15 % och Bjertorp, där förekomsten är över 10 %. Minst andel vegetativ öppen mark förekommer i Lännäs, Kölbäck och Svalöv ÅR1.

Artificiella ytor som hus och byggnader, förekommer framför allt i Svalöv men likväl i Ås. Vägar, som är en annan artificiell marktyp, förekommer på samtliga försökslokaler. Inlandsvatten förekommer i nära anslutning till fält i Kölbäck och Lännäs, även Bjertorp har en liten andel vatten nära försöket. Inte helt överraskande ökar andelen skog högre upp i landet. De marktyper som inte förekommer i anslutning till försökslokalerna är olika former av våtmarker och är exkluderade ur Figur 8.

3.1.7. Samband mellan öppen vegetation i anslutning till fälten och antal humlor



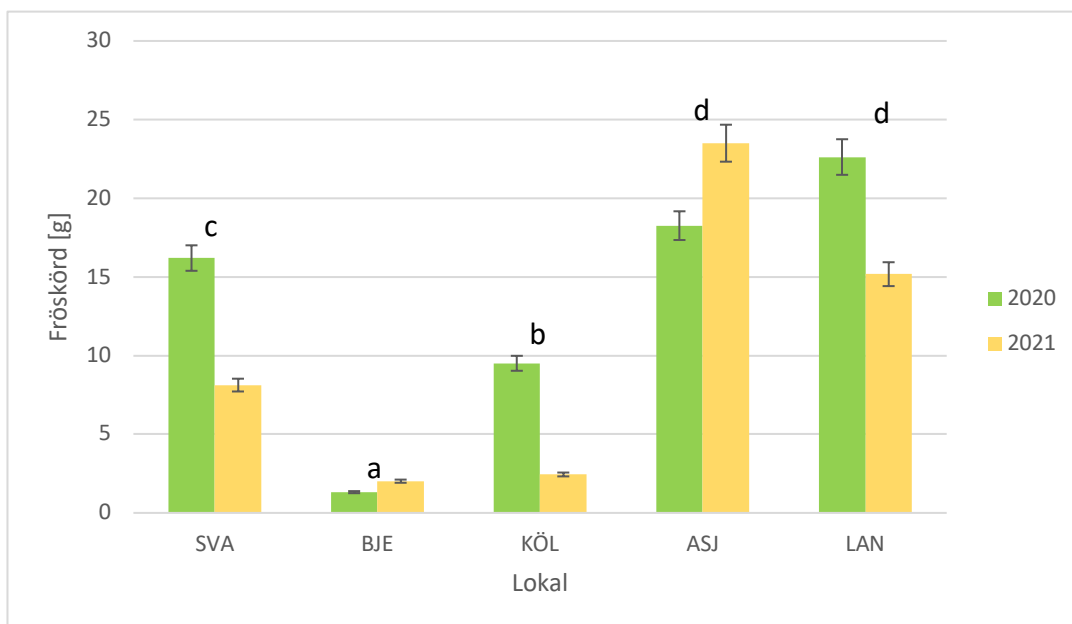
Figur 9. Positiv icke signifikant trend mellan landskapsfaktorn andel vegetativ öppen mark och antalet humlor återfunna i parceller. Lokalernas förkortningar Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).

Regressionsanalys: (df = 4, R= 0,349, p = 0,50).

Antalet humlor under hela försöksperioden går att korrelera till andel vegetativ öppen mark baserat på GISanalys. Ju mer vegetativ öppen mark desto fler humlor. Mest vegetativ öppen mark förekommer i Ås. Lägst andel förekommer i Lännäs och Kölbäck. Det finns en positiv trend mellan andel angränsande vegetativ öppen mark och antalet humlor som besöker platsen.

3.2. Fröskörd per lokal

Tröskingsresultat presenteras med medelvärde av 24 skörderutor per lokal och år, utan hänsyn till de fyra olika sorters rödklöver i parcellerna.



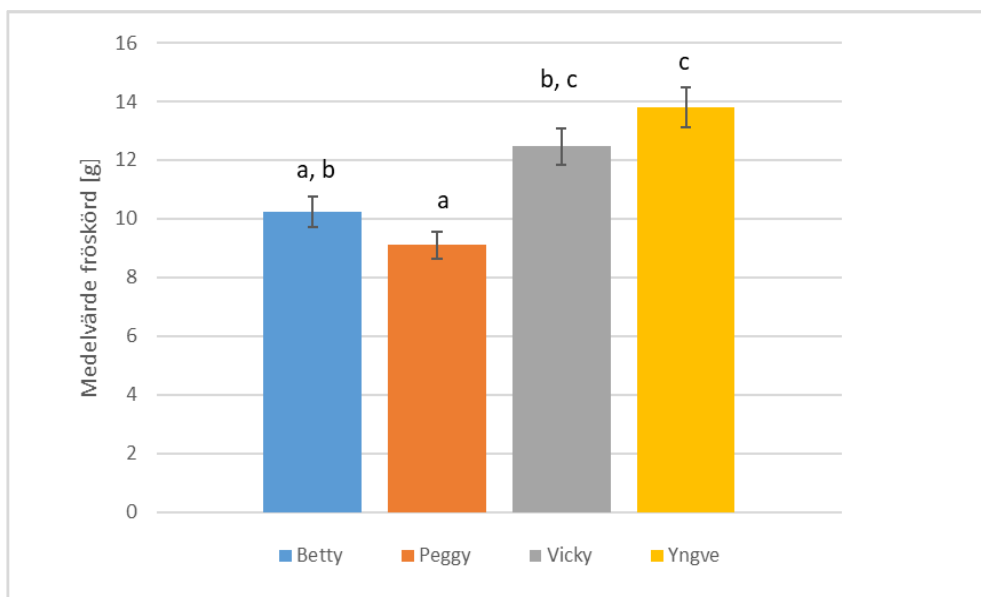
Figur 10. Fröskörd för år 2020 och 2021. Figuren bygger på medelvärden, med lokaler placerade från söder till norr. Varje medelvärde presenteras med SE +/-5%. Olika bokstäver ovan staplarna presenterar signifikanta skillnader mellan lokalerna över båda åren. Lokalerna på x-axeln Svalöv (SVA), Bjertorp (BJE), Kölbäck (KÖL), Ås (ASJ), Lännäs (LAN).

Tabell 3. ANOVA tabell över fröskörd med faktorerna lokal, år och sort.

ANOVA	F	P
Lokal	$F_{4,195} = 350$	<0.001
År	$F_{1,195} = 49,6$	<0.001
Sort	$F_{3,195} = 17,3$	<0.001
Lokal × år	$F_{4,195} = 31,7$	<0.001
Lokal × sort	$F_{12,195} = 2,13$	0,017
År x sort	$F_{3,195} = 0,83$	0,48
Lokal × sort × år	$F_{11,195} = 2,76$	0,002

I Figur 10 illustreras att fröskörden år 2020 är högst i Lännäs, följt av Ås. Svalöv har en relativt hög fröskörd. De försöksplatserna med lägst fröskörd år 2020 var Bjertorp och Kölbäck. 2021 följer liknande mönster som föregående år. De nordligaste lokalerna har högst skörd. Sammantaget av båda årens data är Ås 2021 den lokalen med högst fröskörd, över 20 gram per 0,25x0,25 m² ruta. Bjertorp har en något högre fröskörd jämfört med föregående år (jämför i Figur 10). Kölbäck har däremot en betydligt lägre fröskörd i förhållande till föregående år.

3.3. Fröskörd per sort

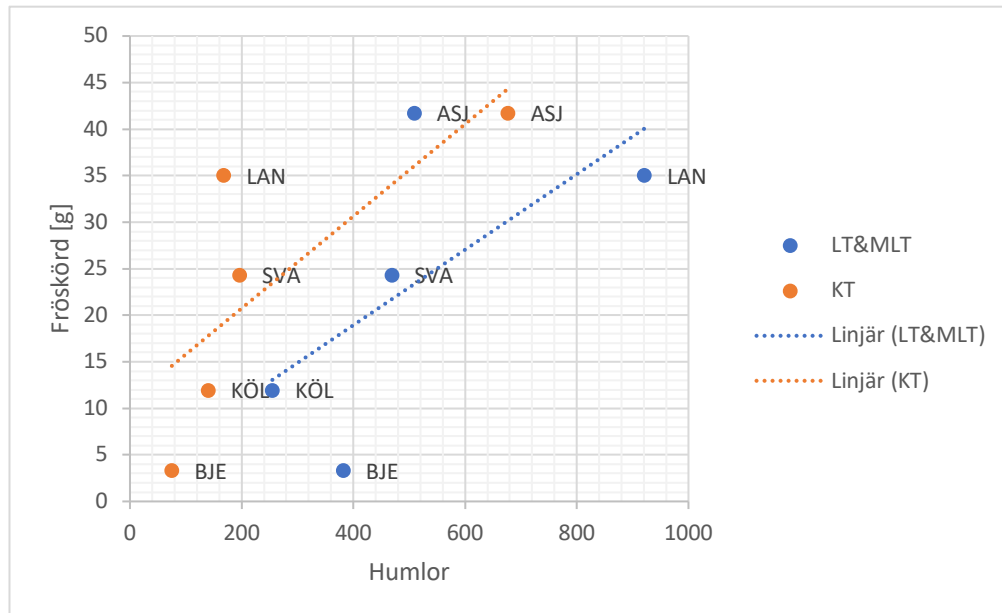


Figur 11. Tröskningsresultat i gram från respektive sort Betty, Peggy, Vicky, Yngve år 2020 och 2021. SE visar +/- 5 % av medelvärde. Olika bokstäver ovan staplarna presenterar signifikanta skillnader mellan lokalerna över båda åren.

Tröskningsresultat från båda försöksåren, presenteras per sort i Figur 11. Yngve är den diploida sorten som presenteras i gult, och sammantaget över båda åren har denna högst fröavkastning. I medelvärde producerar Yngve 13,8 gram frö per 0,25 m². Av de tetraploida sorterna har Vicky högst fröskörd med 12,5 gram per halv kvadratmeter. Den sort som har lägst fröskörd sammantaget i försöket är Peggy.

3.4. Korrelationer med fröskörd

3.4.1. Humlor och fröskörd



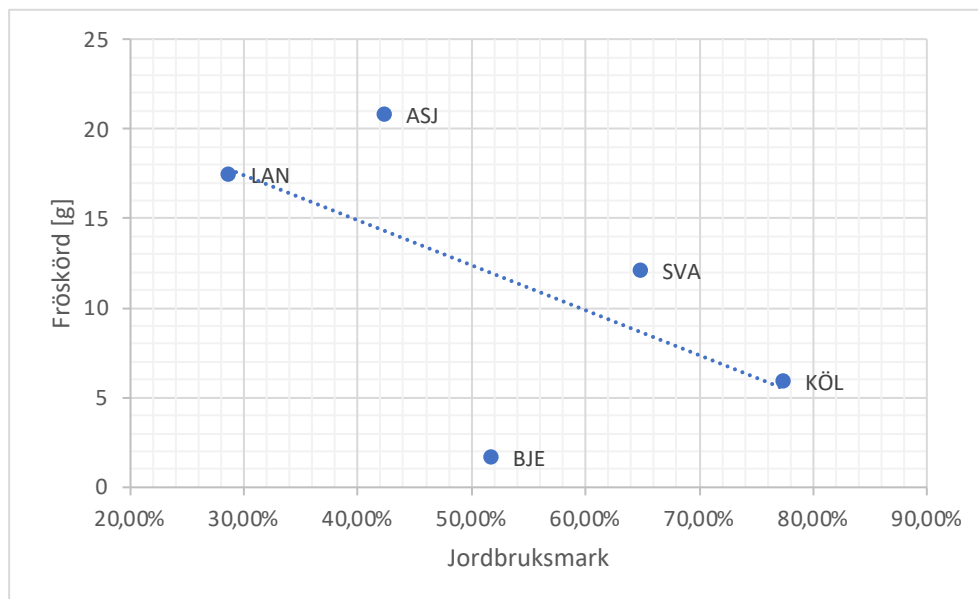
Figur 12. Samband mellan antal humlor och fröskörd under båda åren. Den blåa linjen presenterar en positiv trend mellan antal långtungade + mycket långtungade humlor i transekt och fröskördens vikt. Den orangea linjen presenterar likväl en positiv trend mellan antalet korttungade humlor i transekt och fröskördens vikt. Det finns däremot en signifikant effekt av antalet humlor på fröskörden vid båda åren sammantaget, se tabell 4.

Figur 12 visar en positiv trend mellan antalet humlor uppdelat på tunglängderna kort och grupperat lång + mycket långtungade på en plats och fröskörden.

Tabell 4. Spearman korrelationer med fröskörd. Diversitetsindex av återfunna humlor. Prop. Lång, innebär procentuell förekomst av långtungade samt mycket långtungade individer. Antal lång innebär antalet förekommande långtungade och mycket långtungade individer.

Fröskörd	N	R	P
Antal humlor	10	-0,790	0,007
Div. index	10	-0,782	0,008
Prop. Lång	10	-0,067	0,86
Antal lång	10	0,636	0,048

3.4.2. Jordbruksmark och fröavkastning



Figur 13. Negativ trend mellan andel jordbruksmark i anslutning till försöksplatser och fröskörd. Pearsons korrelationskoefficient påvisar ett värde som innebär en negativ korrelation, värde mindre än 1.

Regressionsanalys (df= 4, R= -0,600, p = 0,290).

Det finns en indikation på en negativ trend mellan hur mycket jordbruksmark som finns i anslutning till försöksplatsen och fröavkastningen i Figur 13. Vid mer angränsande jordbruksmark produceras färre frön. På platser där andelen jordbruksmark ligger under 42 % noteras en mycket högre frösättning (över 15 gram). Om andel jordbruksmark ökar över 50 % noterades en lägre (under 8 gram) frösättning. Korrelationens trend är negativ vilket innebär att vid mindre jordbruksmark runt försöksplatsen produceras fler frön, i försöket. Det finns dock ingen statistisk signifikans.

4. Diskussion

Artfördelningen av humlor varierar på försöksplatserna. Flest individer förekommer på de norra lokalerna Ås och Lännäs, samtidigt som diversitetsindex där är lägst. Minst andel jordbruksmark i anslutning till fälten förekom i Lännäs. På samma lokal förekom flest blommor i vegetationen, både procentuellt och rörande antal förekommande växtfamiljer i vegetationen. I Ås förekom mycket vegetativ öppen mark. Det fanns en positiv trend mellan antal humlor och denna faktor. Samtidigt som det fanns en negativ trend mellan andel jordbruksmark och frösättningen hos rödklöver. Det finns en korrelation mellan fröskörd och antal humlor i fälten med statistisk signifikans.

4.1. Artfördelning och antal humlor på olika platser

Det skiljer sig i artfördelningen av humlor mellan olika platser i Sverige, och även mellan åren. Antal arter som förekommer på försöksplatserna har generellt sett minskat med en art i södra och mellersta Sverige från första till andra året. I Ås, i norra Sverige, ökar antalet arter mellan åren från åtta till tolv. Antal arter i Lännäs är oförändrat mellan åren, med vissa förändringar av proportioner av förekommande arter. År 2020 förekommer fler långtungade arter än nästkommande år.

Det förkommer anmärkningsvärt många humlor vid de två nordliga lokalerna, men varsitt år. År 2020 inventerades 782 humlor i Lännäs och nästkommande år 307 humlor på samma plats. I Ås hittades 255 humlor 2020 och 931 humlor år 2021. Varför antalet förekommande individer varierar så kraftigt är svårt att säga. Det förekommer mycket skog i närområdet till dessa platser, kanske har tillgången på blommor där varierat väldigt mellan åren.

Diversitetsindex ger ett mått på proportioner mellan förekommande arter på en plats. Eftersom diversitetsindex skiljer sig mellan platserna så är också artfördelningen skild. År 2020 var diversiteten som högst i Kölbäck medan den år 2021 var högst i Bjertorp, båda försökslokalerna är belägna i mellan Sverige.

Blomsterrensor leder till en högre artdiversitet av humlor i klöverfält, ju större blomsterrensa desto fler arter återfanns i fält i Skåne (Rundlöf et al. 2018). I Kölbäck har parcellerna varit placerade i ett lusernfält, år 2020 blommade lusern under hela försöket medan den var nyslagen och uppnådde inte fullblom under försök pågående 2021. Inget av de andra fälten har legat i anslutning till insådd

blomster. Andelen långtungade arter i Kölbäck var betydligt större år 2020 jämfört med 2021.

Andra faktorer som väderbetingelser och klimat kan ha en inverkan på artförekomster. Variationer över år är naturligt och inget konstigt i sig. Det är enligt många studier tveklöst att det förekommer en oroväckande ökning av den korttungade domesticerade arten *Bombus terrestris*. Flera studier ger belägg för detta bland annat Rendoll-Carcamo et al. (2017). Medan *Bombus humilis* är en långtungad art som minskar i landet enligt Naturvårdsverket, som återfanns 2020 men inte år 2021 i försöket.

4.2. Blommor i vegetationen

Minst blommor i vegetationen återfanns i Skåne, här är jordbrukslandskapet som mest utbrett och implementering av bevarande åtgärder är mest akut. Bevarande av klöverodling är ett viktigt element och en god start på bevarande åtgärder (Riggi et al. 2021; Rundlöf et al. 2014). Under försökets gång har blommande resurser i landskapet i vissa fall försvunnit på grund av slagna vägkanter. Hur detta påverkar artförekomsten under säsong är inte klagjort. Flest antal växtfamiljer återfanns på de nordliga lokalerna, där har det samtidigt förekommit flest humlor.

Resultaten i avsnitt 3.5.2-3.5.3 visar att vid minskande andel jordbruksmark förekommer fler humlor (Westrich 1996). Samt vid mer ostörd mark förekommer fler humlor. Bevarande åtgärder för humlor i jordbrukslandskap är möjligt. Genom att placera ut halmbalar, förse dem med blommande resurser och minska störande ingrepp på närliggande landskap (Bommarco et al. 2012).

Det vore högst intressant att utföra inventeringar av tidigt blommande resurser i landskapen runt försöksplatserna. Tidiga nektar- och pollenkällor är viktiga faktorer på våren när drottningarna vaknar och ska starta upp ett helt nytt samhälle. Enligt Goulson et al. (2005) är växter inom familjen *Fabaceae* betydelsefulla näringskällor för humlor. Högkvalitativa aminosyror är viktiga vid uppfödning av larver. Noggrannare inventering av betydelsefulla näringskällor i vegetationen hade kunnat ge ett tydligare samband mellan förekommande arter och vegetationen.

4.3. Antal humlor, artdiversitet och frösättning

Fröavkastningen i skörderutorna är lägst i Kölbäck och Bjertorp under båda åren som försöket pågick. En av orsakerna kan vara klöverpetsvivar som äter upp rödklöverfröna (Lundin et al. 2012). I Bjertorp saknades bekämpning mot

klöverspetsvivar år 2020, vilket med stor säkerhet påverkat fröskörden hos rödklövern.

Diversitetsindex i Figur 5 visar att det skiljer sig mellan olika platser i Sverige. Trots lägst diversitetsindex i Ås år 2021 är fröskörden som högst där. Samtidigt förekommer överlägset flest individer av humlor i Ås. Det finns ingen statistisk säkerställd skillnad mellan fröskördens vikt och proportionen av långtungade arter i förhållande till alla humlor på en plats. Däremot finns en statistisk skillnad mellan fröskörden och antalet långtungade individer. Frösättningen kanske inte är beroende av en hög diversitet utan snarare hög densitet av humlor i fält.

Vid personlig kontakt med flera odlare framkommer en upplevd problematik rörande stigning av nektar under båda försöksåren. Torka under tillväxtperioden kan påverka blomningens utfall. Bönderna menar att om nektarn inte stiger i blomman lockas inte lika många humlor till fältet och frösättningen blir som resultat lägre.

Den diploida klöversorten har i snitt haft den högsta frösättningen under försöket. Resultaten går i linje med tidigare forskning (Boller et al. 2010; Rezende et al. 2020). En intressant faktor som påverkar försöket är plantorna och pollinatörernas tillgång på ljus. I norr är dagen mycket längre än i söder på sommaren och det bör påverka blomningen (Cumming 1959) och humlornas flygtid. Resultaten motiverar vidare forskning om lönsamheten av rödklöverfröproduktion i norra Sverige.

Det verkar inte vara enbart långtungade humlor som krävs för en god frösättning (Hederström et al. 2021). Utan snarare en hög densitet av humlor på platsen. Mycket blommor i vegetationen på försöksplatserna leder till fler antal humlor i klöverfält (Rundlöf et al. 2018). Humlor söker sig till blommor, om resurserna är goda i nära anslutning till fält återfanns fler individer. Troligtvis innebär goda resurser i vegetationen bättre kontinuitet och förutsättningar för humlesamhällen att överleva på platsen. Rödklöver blommar under juli/augusti, därav bör jordbrukare värna om resurser i de omgivande landskapen så att humlorna finns på plats när grödan blommar.

Hur många av humlorna i försöket som har tjuvat nektar ur blommorna och därav eventuellt påverkat pollineringen är inte klarlagt. Tidigare forskning fastslår att tjuvning av nektar på röd klöver bidrar till pollinering, till vilken grad detta gäller de utvalda sorterna i försöket är inte klarlagt (Palmer-Jones et al. 1966).

Med hänsyn till den stora artrikedomen som förekommer i Sverige bör bevarande åtgärder införas i hårt jordbrukande regioner. Det är inte klarlagt vilka arter som effektivast pollinerar ekonomiskt viktiga grödor. Naturligt förekommande arter bör därav anses värdefulla. Det behöver inte vara kostsamt att utföra bevarande åtgärder.

4.3.1. Brister i försöket

De två undersökta åren visar på stora variationer i antal humlor och diversitet mellan åren. Därav hade vidare studier över flera år givit en mer heltäckande bild av årsvariation och artförekomster. Analyser i rapporten bygger på medelvärden och vid mer högupplöst data hade analyserna blivit mer tillförlitliga. Arbetet behandlar inte blomningsgraden i fälten, vilket hade kunnat tillföra värdefull information om samband.

Fröavkastningen tar inte hänsyn till skadegraden av exempelvis vivelskador. Klimatförhållanden som relativ luftfuktighet, vindstyrka och temperatur kopplas inte i försöket. Det finns många faktorer som kan påverka försökets tillförlitlighet. Årsvariationer och klimatfaktorer kan påverka resultatet.

Under de två år som försöket har pågått har inventeringar utförts av fem olika fältassistenter. Vid uppskattning av exempelvis procentandelar kan detta vara problematiskt, då den visuella skattningen kan skilja beroende på person. All information finns inte tillgänglig, exempelvis om det funnits bi- eller humlekupor utsatta i något närliggande fält. Vilka pesticider som används av angränsande bönder till försöksplatserna.

GIS analysen bygger på en radie om 1 kilometer runt försöksplatsen, användning av fler radier hade inneburit en mer heltäckande bild av verkligheten. Om en humla har sitt bo 500 meter ifrån försöket men kommer dit och samlar pollen för att återvända hem har den tillgång till betydligt större yta. Fler radier i analysen hade kanske visat fler potentiellt blomrika markytor som pollinatörer i försöket kan nå.

4.4. Fortsatt forskning

Det är svårt att säkerställa vilka faktorer som påverkar frösättningen och antalet humlor i ett fält. För en heltäckande bild behöver mer forskning utföras över lång tid. Vegetationsinventeringar krävs i större utsträckning för en mer heltäckande resursbild. Fler inventeringar i och runt fält leder till en större säkerhet.

Försöket behandlar enbart fyra klöversorter, för att hitta de mest lönsamma tetraploiderna vore det intressant att kontrollera fler sorter. Sådana studier skulle kunna visa att det finns bättre alternativ för framtida fröproduktion.

Referenser

- Bommarco, Riccardo, Ola Lundin, Henrik G. Smith, och Maj Rundlöf. "Drastic Historic Shifts in Bumble-Bee Community Composition in Sweden". *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, nr 1727 (22 januari 2012): 309–15. .
- Boller, Beat, Franz Xaver Schubiger, och Roland Kölliker. "Red Clover". I *Fodder Crops and Amenity Grasses*, redigerad av Beat Boller, Ulrich K. Posselt, och Fabio Veronesi, 439–55. New York, NY: Springer New York, 2010. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0760-8_18.
- Cameron, Sydney A., och Ben M. Sadd. "Global Trends in Bumble Bee Health". *Annual Review of Entomology* 65, nr 1 (07 januari 2020): 209–32. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-111847>.
- Corbet, Sarah A, Ingrid H Williams, och Juliet L Osborne. "Bees and the Pollination of Crops and Wild Flowers in the European Community". *Bee World* 72, nr 2 (januari 1991): 47–59. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1991.11099079>.
- Cumming, Bruce G. "THE CONTROL OF GROWTH AND DEVELOPMENT IN RED CLOVER (TRIFOLIUM PRATENSE L.): II. LIGHT, TEMPERATURE, AND THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS". *Canadian Journal of Botany* 37, nr 5 (01 september 1959): 1027–48. <https://doi.org/10.1139/b59-082>.
- Dhamala, Nawa Raj, Jørgen Eriksen, Georg Carlsson, Karen Søegaard, och Jim Rasmussen. "Highly Productive Forage Legume Stands Show No Positive Biodiversity Effect on Yield and N₂-Fixation". *Plant and Soil* 417, nr 1–2 (augusti 2017): 169–82. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3249-2>.
- Goulson, Dave, och Ben Darvill. "Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers?" *Apidologie* 35, nr 1 (januari 2004): 55–63. <https://doi.org/10.1051/apido:2003062>.
- Goulson, D., M.E. Hanley, B. Darvill, J.S. Ellis, och M.E. Knight. "Causes of Rarity in Bumblebees". *Biological Conservation* 122, nr 1 (mars 2005): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.06.017>.
- Hederström, Veronica, Maj Rundlöf, Göran Birgersson, Mattias C. Larsson, Anna Balkenius, och Åsa Lankinen. "Do Plant Ploidy and Pollinator Tongue Length

- Interact to Cause Low Seed Yield in Red Clover?" *Ecosphere* 12, nr 3 (mars 2021). <https://doi.org/10.1002/ecs2.3416>.
- Free, J. B. "The Ability of Bumblebees and Honeybees to Pollinate Red Clover". *The Journal of Applied Ecology* 2, nr 2 (november 1965): 289. <https://doi.org/10.2307/2401480>.
- Herbertsson, Lina. "Pollinators and Insect Pollination in Changing Agricultural Landscapes". Centre for Environmental and Climate research, Lund University, 2017.
- Kremen, Claire, Neal M. Williams, Marcelo A. Aizen, Barbara Gemmill-Herren, Gretchen LeBuhn, Robert Minckley, Laurence Packer, m.fl. "Pollination and Other Ecosystem Services Produced by Mobile Organisms: A Conceptual Framework for the Effects of Land-Use Change". *Ecology Letters* 10, nr 4 (april 2007): 299–314. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x>.
- Lundin, Ola, Maj Rundlöf, Henrik G. Smith, och Riccardo Bommarco. "Towards Integrated Pest Management in Red Clover Seed Production". *Journal of Economic Entomology* 105, nr 5 (01 oktober 2012): 1620–28. <https://doi.org/10.1603/EC12179>.
- Lund, Lund, och Lunds Universitet, red. *Ekologisk metodik: enkla metoder för ekologisk beskrivning, insamling och analys: en sammanställning*. Lund: Signum, 1977.
- Mossberg, Bo, och Björn Cederberg. *Humlor i Sverige: 40 arter att älska och förundras över.*, 2020.
- Palmer-Jones, T., I. W. Forster, och P. G. Clinch. "Observations on the Pollination of Montgomery Red Clover (*Trifolium Pratense* L.)". *New Zealand Journal of Agricultural Research* 9, nr 3 (augusti 1966): 738–47. <https://doi.org/10.1080/00288233.1966.10431563>.
- Rands, Sean A., och Heather M. Whitney. "Effects of Pollinator Density-Dependent Preferences on Field Margin Visitations in the Midst of Agricultural Monocultures: A Modelling Approach". *Ecological Modelling* 221, nr 9 (maj 2010): 1310–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.014>.
- Pedersen, Thorsten Rahbek Pedersen Rahbek. "Ekologisk Vallfröodling". Jordbruksverket, 2006. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo06_21.pdf
- Rendoll-Carcamo, Javier Alejandro, Tamara Andrea Contador, Lorena Saavedra, och José Montalva. "First record of the invasive bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) on Navarino Island, southern Chile (55°S)". *Journal of Melittology*, nr 71 (07 juli 2017): 1–5. <https://doi.org/10.17161/jom.v0i71.6520>.

- Rezende, Luiz, João Suzigan, Felipe W. Amorim, och Ana Paula Moraes. "Can plant hybridization and polyploidy lead to pollinator shift?" *Acta Botanica Brasilica* 34, nr 2 (juni 2020): 229–42. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0025>.
- Riggi, Laura G.A., Ola Lundin, och Åsa Berggren. "Mass-Flowering Red Clover Crops Have Positive Effects on Bumblebee Richness and Diversity after Bloom". *Basic and Applied Ecology* 56 (november 2021): 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.06.001>.
- Roger, Nathalie, Denis Michez, Ruddy Wattiez, Christopher Sheridan, och Maryse Vanderplanck. "Diet Effects on Bumblebee Health". *Journal of Insect Physiology* 96 (januari 2017): 128–33. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2016.11.002>.
- Rundlöf, Maj, Anna S. Persson, Henrik G. Smith, och Riccardo Bommarco. "Late-Season Mass-Flowering Red Clover Increases Bumble Bee Queen and Male Densities". *Biological Conservation* 172 (april 2014): 138–45. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.02.027>.
- Rundlöf, Maj, Ola Lundin, och Riccardo Bommarco. "Annual Flower Strips Support Pollinators and Potentially Enhance Red Clover Seed Yield". *Ecology and Evolution* 8, nr 16 (augusti 2018): 7974–85. <https://doi.org/10.1002/ece3.4330>.
- Spaethe, Johannes, och Lars Chittka. "Interindividual Variation of Eye Optics and Single Object Resolution in Bumblebees". *Journal of Experimental Biology* 206, nr 19 (01 oktober 2003): 3447–53. <https://doi.org/10.1242/jeb.00570>.
- Spellerberg, Ian F., och Peter J. Fedor. "A Tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a Plea for More Rigorous Use of Species Richness, Species Diversity and the 'Shannon-Wiener' Index: *On Species Richness and Diversity*". *Global Ecology and Biogeography* 12, nr 3 (maj 2003): 177–79. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00015.x>.
- SPSS Statistic*. IBM SPSS, 2009.
- Söderström, Bo. "Sveriges humlor: en fälthandbok", Entomologiska föreningen I Stockholm, 2017.
- Wermuth, Kirstain H., och Yoko L. Dupont. "Effects of field characteristics on abundance of bumblebees (*Bombus* spp.) and seed yield in red clover fields". *Apidologie* 41, nr 6 (2010): 657–66. <https://doi.org/10.1051/apido/2010038>.
- Wood, Thomas J., John M. Holland, William O. H. Hughes, och Dave Goulson. "Targeted Agri-Environment Schemes Significantly Improve the Population Size of Common Farmland Bumblebee Species". *Molecular Ecology* 24, nr 8 (april 2015): 1668–80. <https://doi.org/10.1111/mec.13144>.

Westrich, Paul. "*The Conservation of Bees.*" Linnean Society Symposium Series 18.
London San Diego New York [etc.]: Academic press, 1996.

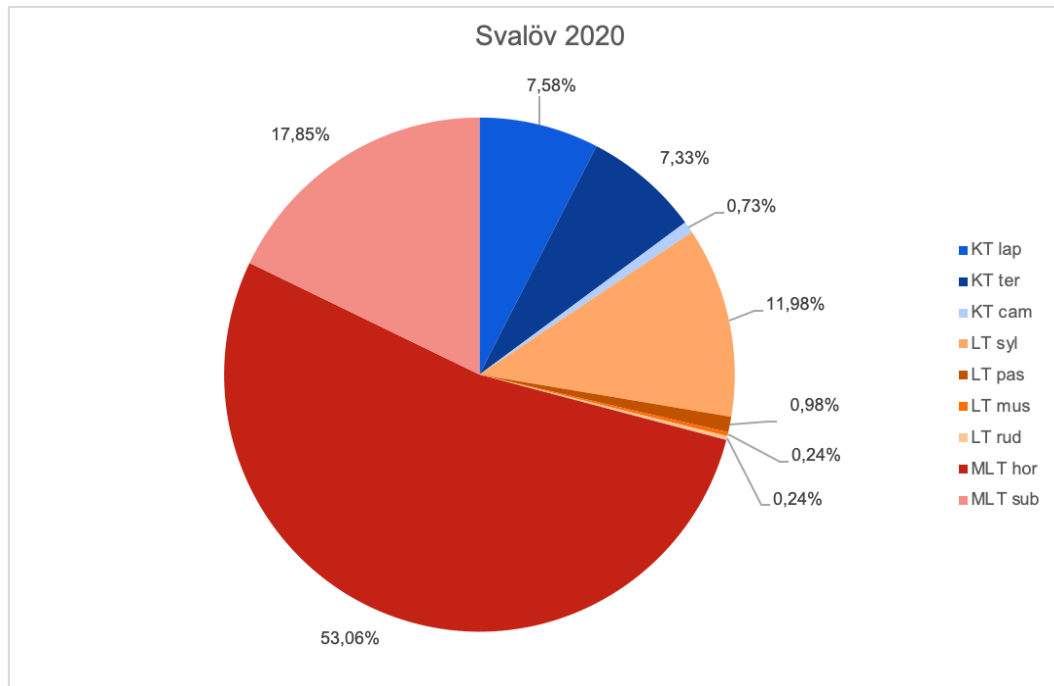
Tack

Jag vill tacka Åsa Lankinen för all handledning, din vänlighet men likväl för att jag har fått möjligheten att arbeta i projekten. Sedan vill jag rikta ett tack till Mattias Larsson som haft tålamodet att utbilda mig i QGIS, bollat alla mina idéer och stoppat mig när idéerna spretat åt lite olika håll.

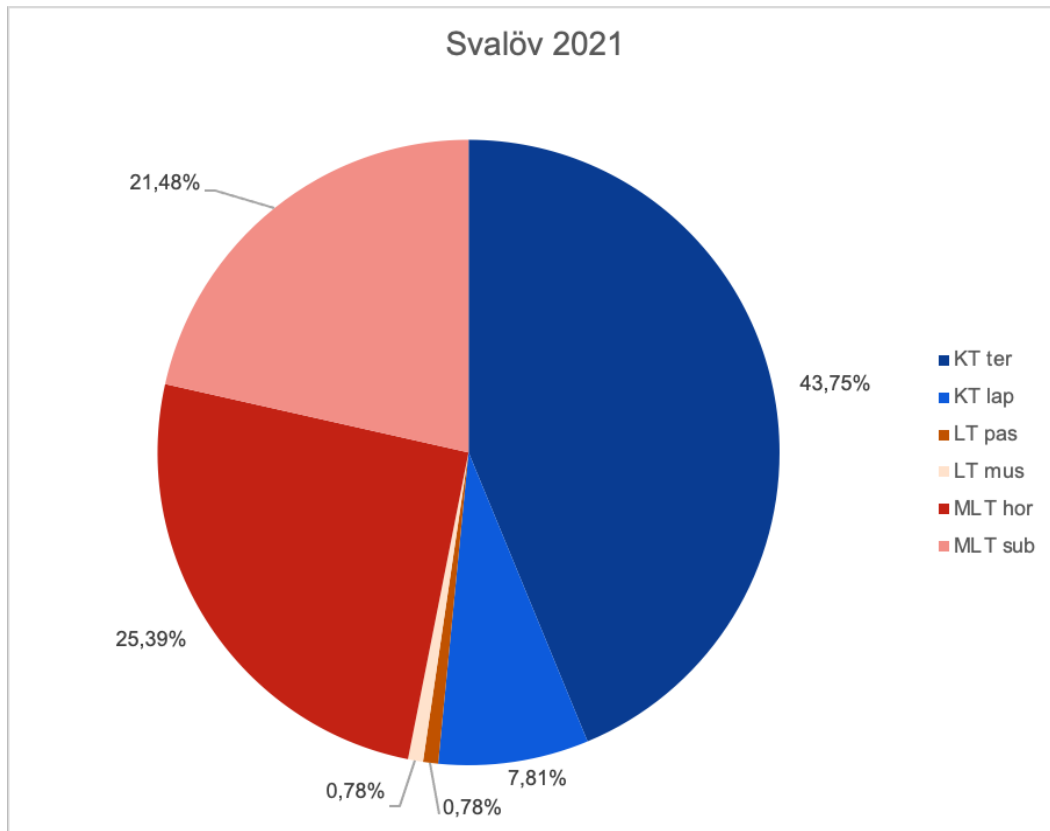
Ett gemensamt tack till er båda för att ni har förgyllt hela min studietid på SLU med era projekt. Ord kan inte beskriva hur mycket ni har influerat mig i min personliga utveckling. Jag är er evigt tacksam för allt!

Tack till Ida Valentin för att vi tillsammans utvecklat både frågeställningar och bollat fram idéer. Utan vårt parallella fältarbete på Sverige lokalerna hade detta inte varit möjligt. Jag vill passa på att tacka Alexander Hylander för att du alltid kommer till undsättning när det stormar i projekten. Loka Chelin Norrman för exemplariskt sällskap på fält 2020 och Joachim Nilsson 2021.

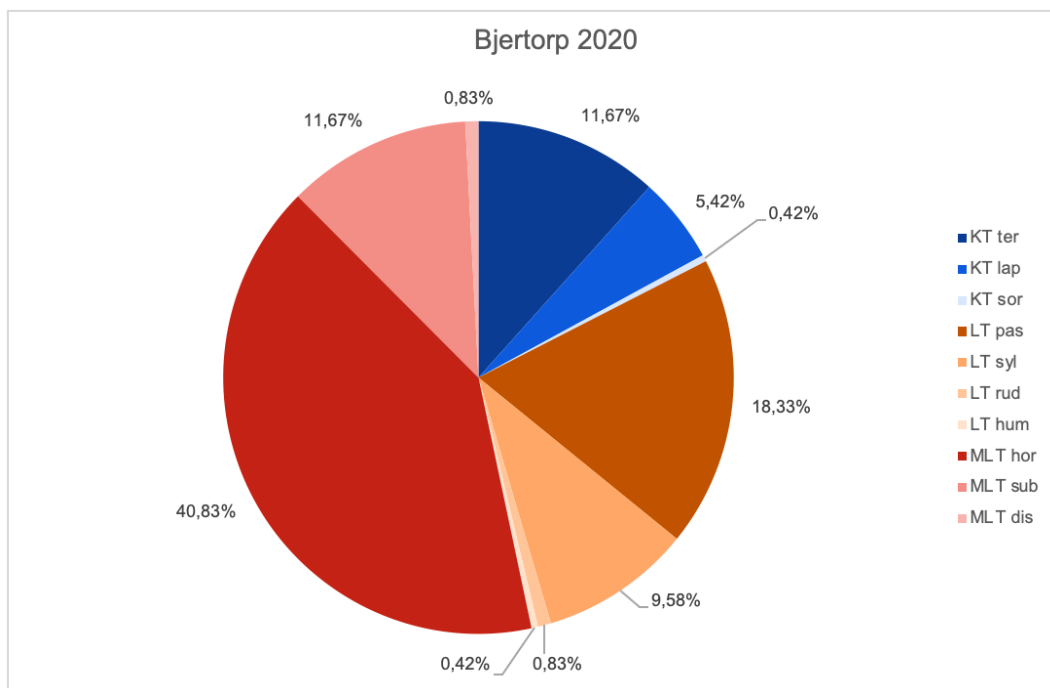
Bilaga 1



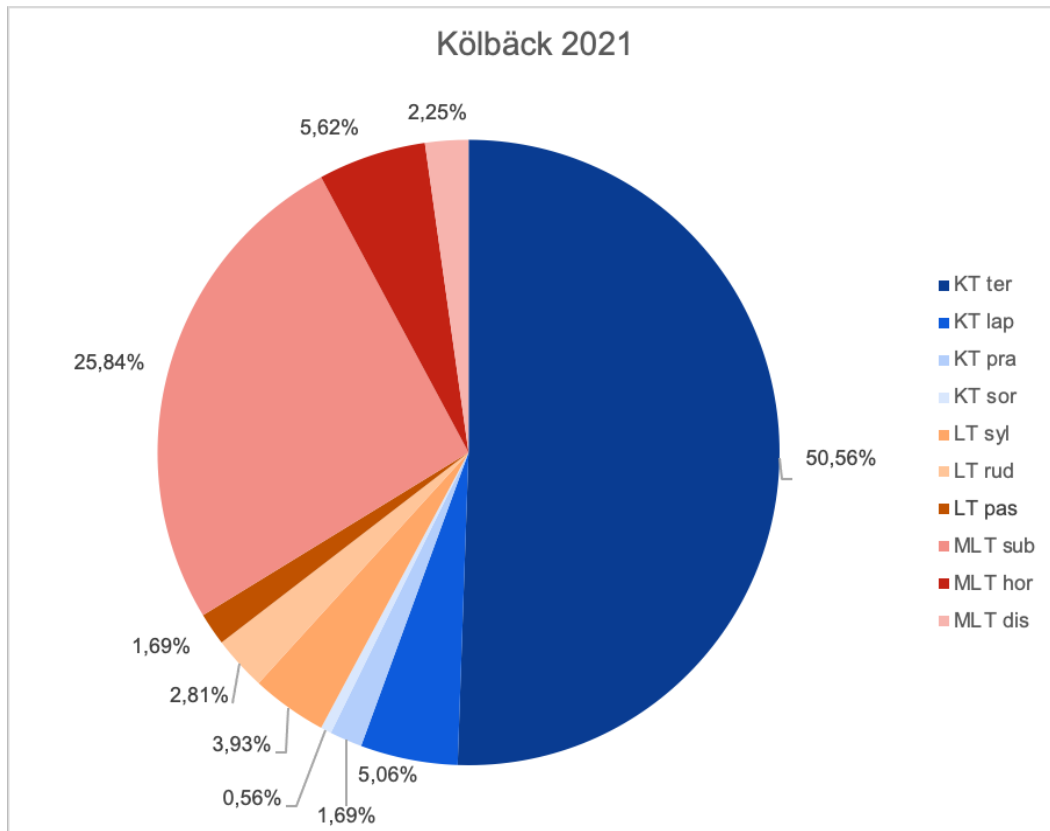
Figur 14. Artfördelning i Svalöv 2020.



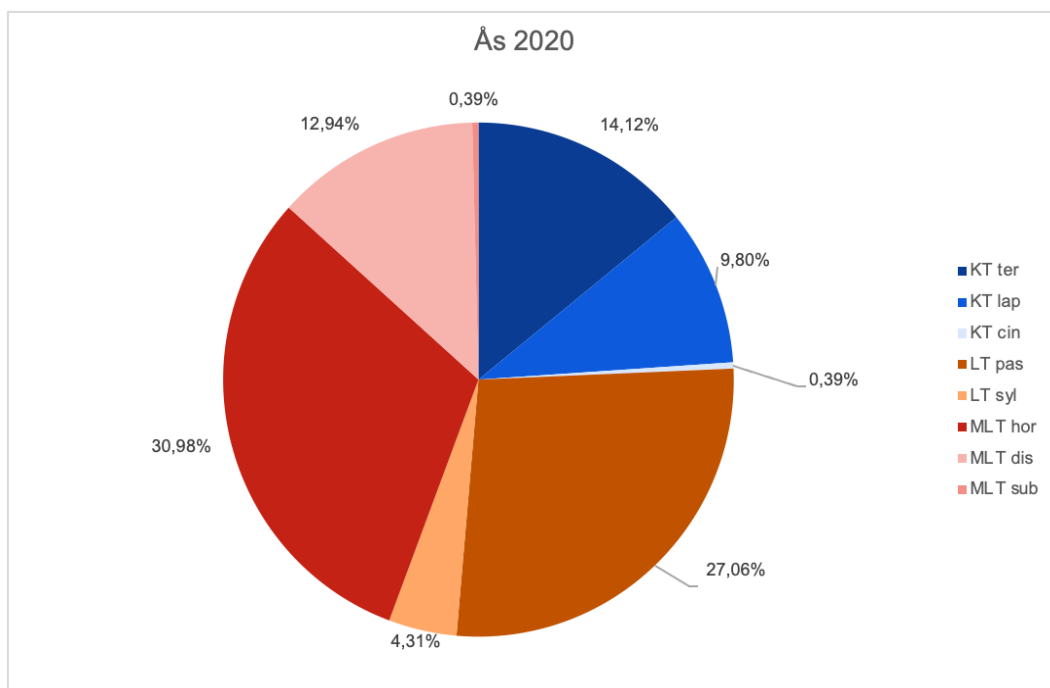
Figur 15. Artfördelning i Svalöv 2021.



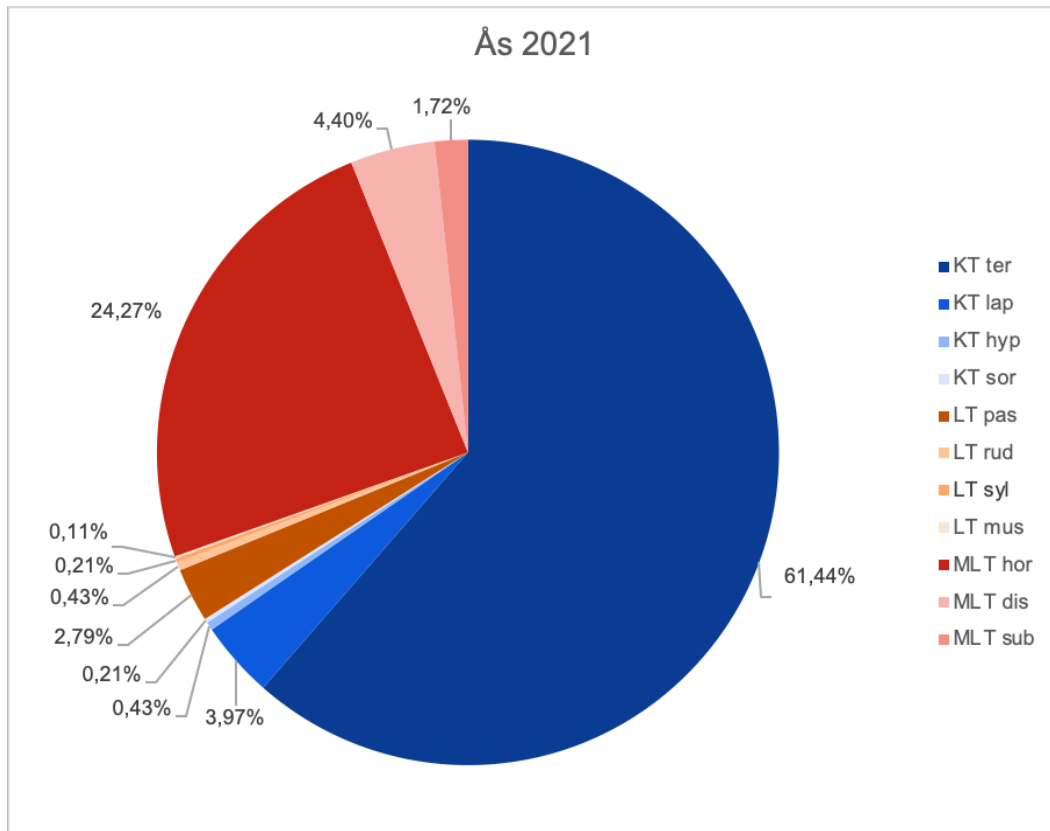
Figur 16. Artfördelning i Bjertorp 2020.



Figur 17. Artfördelning i Kölbäck 2021.



Figur 18. Artfördelning i Ås 2020.



Figur 19. Artfordelning i Ås 2021.

Bilaga 2

Lokal	2020			2020 Totalt	2021			2021 Totalt	Totalt
	KT	LT	MLT		KT	LT	MLT		
SVA	64	55	290	409	132	4	120	256	665
BJE	42	70	128	240	33	93	91	217	457
KÖL	37	50	130	217	103	15	60	178	395
ASJ	62	80	113	255	615	33	283	931	1186
LAN	90	374	318	782	78	188	41	307	1089
Totalt	295	629	979	1903	961	333	595	1889	3792

Figur 20. Tabellen över antal humlor som har noterats vid samtliga transekter per lokal. Antal humlor kategoriseras i KT (korttungad), LT (långtungad) och MLT (mycket långtungad). Sammantaget under hela försöket har 3792 humlor noterats under transektinventeringar.