



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2023 60 stp
Fakultetet for Biovitenskap

Blomstrende kantvegetasjons betydning for pollinerende insekter i det norske jordbrukslandskapet

- **Introduksjonen av IPPV for vern av
pollinatorer i Norge**

The significance of flowering field margins for
pollinating insects in the Norwegian agricultural
landscape

- The introduction of IPPM for pollinator
conservation in Norway

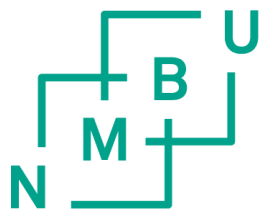
Emilie Risdal Danielsen
M-BIOL: Biologi

Forord

Insektpollinering i jordbrukslandskaper er et tema som har interessert meg helt siden jeg deltok på la humla suse sitt humlevandrings instruktørkurs i 2020 og jeg er veldig takknemlig for å kunne ta del i dette prosjektet som min masteroppgave mot slutten av min utdanning. Jeg vil starte med å takke Nina Johansen som først introduserte meg til NIBIO og NIBIOs IPPV prosjekt, og denne oppgaven hadde ikke vært mulig uten mine veiledere Gunda Thöming og Lene Sigsgaard. Dere har vært helt fenomenale veiledere som har vært både involvert og engasjert i oppgaven min og det har vært veldig hyggelig å jobbe med dere.

Jeg vil også takke prosjektleder Marie Vestergaard Henriksen og Annette Bär som samlet inn data for stasjonene på Steinkjer og Tjøtta, og har vært raske til å svare på mine spørsmål underveis. Så vil jeg takke birøkter Claus D Kreibich, Bjørn Dahle og Norges birøkterlag som bidro med informasjon om bikubene utplassert på Ås og ugressforsker Therese W. Berge som identifiserte flere av ugressartene jeg registrerte i felt.

Til slutt ønsker jeg å takke min venn og medstudent Mats Hoem Olsen som hjalp meg med den statistiske analysedelen og dobbeltsjekkete mine utregningsmetoder, og mine venner, familie og medstudenter for deres støtte og oppmuntring.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Ås, 14 mai 2023

Emilie Risdal Danielsen

Sammendrag

Gjennom det siste århundre har det blitt observert en nedgang i verdens insektsbestander og diversitet som resultat av menneskelige påvirkningsfaktorer som habitatendringer, forurensning, biologiske faktorer og klimaendringer hvor pollinerende insekter er særlig utsatt. Heterogene jordbrukslandskap med rik kantvegetasjon og innslag av naturlige naturtyper er viktig for pollinatorer, men sårbare for menneskelig påvirkning. Nytteinsekter bistår til matproduksjonen gjennom økosystemtjenester som er essensielle for den globale matsikkerheten. Det er utviklet relativt få strategier for bevaringen av pollinatorer i jordbrukslandskapet, men strategien IPPV, en videreførelse av den allerede etablerte IPV strategien, vil bidra til et mer bærekraftig jordbruk som benytter økosystembaserte metoder for å ivareta nytte dyr.

Denne oppgaven består av en litterær analyse og beskrivende oversiktsanalyse av etableringsåret til NIBIOs femårige IPPV prosjekt med fokus på pollinerende insekter. Kantsonvegetasjon er særlig viktig for pollinerende insekter i jordbruksarealer og blomsterstriper bestående av frøblandingene STRAND 70 (ettårig), NIBIO regional Sørlandet, Midt-Norge og Nordland (flerårig) og naturlig kantvegetasjon ble etablert i forsøksfelt på Ås, Steinkjer og Tjøtta. Stripene hadde ulike blomstringstider og blomstringsmengder, men utfylte hverandre og hadde blomsterresurser av ulike slag tilgjengelig gjennom hele sesongen. Stasjonene nord for Ås opplevde mindre blomstring og lavere forekomst av bier trolig som resultat av store nedbørsmengder og/eller kjøligere nordlige temperaturer. Store forekomster humler og honningbier ble registrert i blomsterstripene på Ås med lav forekomst av andre insektsgrupper, mens Steinkjer og Tjøtta hadde høyest forekomst av blomsterfluer og andre fluegrupper. De pollinerende insektsgruppene biller, sommerfugler og solitære bier hadde relativt lav forekomst på alle forsøksfeltene og stripene med størst blomstertetthet hadde størst registrert insektdiversitet og insektbesøk. Fremtidig registrering av pollinerende insekter bør gjennomføres med en kombinasjon av «Pollard-walk» metoden og håving for et mer helhetlig bilde av pollinerende insektforekomster i og rundt blomsterstripene.

Nøkkelord: Insektpollinering, humle, biodiversitet, pollinatorvern, integrert plante- og pollinatorvern, blomsterstriper, bærekraftig jordbruk, kantsoner, økosystemtjenester.

Abstract

Throughout the past millennia, a decline in the world's insect populations and diversity has been observed as a result of human-caused factors such as habitat change, pollution, biological factors, and climate change where pollinating insects are at risk.

Heterogeneous agricultural landscapes with rich field margin vegetation and elements of different nature types are important for pollinators, but vulnerable to human influence.

Beneficial insects assist food production through ecosystem services and are essential for global food security. Few agricultural strategies have been developed for the conservation of pollinators, but the IPPM strategy, a further development to the already established IPM strategy, will contribute to more sustainable agricultural practices that uses ecosystem-based methods to protect beneficial animals.

This thesis consists of a literature review and a descriptive overview analysis of the first year of NIBIO's five-year long IPPM project with a focus on pollinating insects. Field margin vegetation is particularly important for pollinating insects in agricultural habitats and flower strips consisting of the seed mixtures STRAND 70 (annual), NIBIO regional Sørlandet, Midt-Norge and Nordland (perennial) and natural wild margin vegetation were established in research fields at Ås, Steinkjer and Tjøtta. The strips bloomed at different times with different flower densities which complimented each other and provided flowering resources throughout the season. The stations located north of Ås experienced less blooming and a lower bee occurrence, maybe as a result of large amounts of rainfall and/or cooler northern temperatures. A large presence of bumble- and honeybees were recorded in Ås' flower strips with a low occurrence of other insect groups, while Steinkjer and Tjøtta had a high presence of hoverflies and other fly groups. The occurrence of beetles, butterflies and solitary bees were low in all research fields and the strips with a greater flower density experienced a larger number of insect visits and insect diversity. Future pollinating insect registrations in flower strips should be conducted with a combination of the "Pollard-walk" method and "netting" for a more complete image of the pollinating insect presence in and around the flower strips.

Keywords: Insect pollination, bumblebee, biodiversity, pollinator management, integrated plant- and pollinator management, flower strips, sustainable agriculture, field margins, ecosystem services.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	ii
Sammendrag.....	iii
1 Introduksjon	1
2 Bakgrunn	3
2.1 Gjennomførelsen av den litterære analysen	3
2.2 Pollinerende insekter og landbruket	4
2.3 Insektsdøden og drivende faktorer	12
2.4 Forvaltning av insekter og jordbruksarealer	18
2.5 Utviklingen av bærekraftige jordbruksstrategier	19
3 Materialer og metoder	25
3.1 Forsøksfelt.....	25
3.2 Registrering av pollinerende insekter og blomsterressurser	30
3.3 Data analyse.....	33
4. Resultater	34
4.1. Klimatiske forhold.....	34
4.2. Blomstring i de tre blomsterstripene	35
4.3 Mangfold av pollinerende insekter	38
4.4 Pollinerende insektaktivitet gjennom sesongen	40
4.5 Interaksjoner mellom insekter og planter	45
4.6 Effekten av honningbier	47
5. Diskusjon.....	48
6. Konklusjon.....	57
Referanser	58
Vedlegg	63

1 Introduksjon

Dagens jordbruk er designet for å gi størst mulig avling på den mest effektive måten med minst bruk av ressurser, og matproduksjonen øker i tritt med en økende verdensbefolkning. En utvikling som har gått på bekostning av økosystemer, biodiversitet og økosystemtjenestene jordbrukspraksisen er avhengig av (Rockstrom et al., 2017). Økosystemtjenester er goder og tjenester forsørget av naturen som bidrar direkte og indirekte til befolkningens velferd som for eksempel rensing av luft, vann og jord, naturturisme, pollinering, naturlig skadedyrkontroll og biologisk mangfold (Barton et al., 2015). Bærekraftige og fleksible jordbruksstrategier er essensielt for verdens matsikkerhet, men overgangen fra heterogene landskap til mer ensformige homogene landskap bidrar til nedgangen til nyttedyrene jordbruket trenger (Landis, 2017). Nyttedyr er de organismene som forsørger økosystemtjenestene og er et fellesbegrep for dyr som bidrar positivt til blant annet jordbruket.

Pollinering regnes som en av de mest essensielle økosystemtjenestene for jordbruket, men de siste tiårene har det blitt observert en kraftig nedgang i de pollinerende insektenes bestandsstørrelser og artsrikheten som resultat av direkte og indirekte menneskelig påvirkning (Landis, 2017; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Andre nyttedyr som skadedyrbekjempende rovinsekter og parasitoider opplever også en kraftig reduksjon i bestandsstørrelser og mangfold (Landis, 2017; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Norge er et land med stor variasjon i topografi og klima og har i utgangspunktet stor biodiversitet, men negativ menneskelig påvirkning kan føre til en nedgang i de norske insektpopulasjonene og øker risikoen for introduksjonen av skadelige fremmedorganismer. Vern av insekter har lenge vært på dagsorden både i Norge og resten av verden, men det er en mangel på et kunnskapsgrunnlag og strategier utviklet spesifikt for vern av pollinatorer og andre nyttedyr jordbruket trenger. Forvaltningen av økosystemer og økosystemtjenester skal være kunnskapsbasert, med kunnskap om insekt- og plantearter og deres samspill i fokus. Mangel på kunnskap rundt pollineringsøkologien og naturlig skadedyrkontroll kan føre til uheldige forvaltningstiltak som gjør et godt kunnskapsgrunnlag enda viktigere.

Norges Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) startet i 2022 et femårig prosjekt med den midlertidige tittelen «Bærekraftige tiltak i jordbrukslandskapet for å sikre mangfold av

pollinatorer og andre nyttedyr: Integrert plante- og pollinatorvern (IPPV)», som omhandler den nyutviklede jordbruksstrategien integrert plante- og pollinatorvern (IPPV). Strategien er en videreutvikling av den allerede eksisterende strategien integrert plantevern (IPV) som benyttes konvensjonelt i Norge i dag. Prosjektet er et samarbeid mellom flere avdelinger innad i NIBIO og bidrar til nettverk- og kompetanseutvikling for framtidig kunnskapsutvikling og forskningsprosjekter om temaet. Dette prosjektet undersøker muligheten for gjennomføringen av IPPV strategien i Norge for første gang og et av formålene med prosjektet er å evaluere funksjonen utplantede blomsterstriper i umiddelbar nærhet av åkere har for pollinerende insekter og andre nyttedyr under ulike norske geografiske og klimatiske forhold på Ås, Steinkjer og Tjøtta. Blomsterstripenes mulige funksjon i IPPV testes gjennom blomster- og insektsmangfoldet, av både nytteinsekter og skadedyr, i eksisterende kantvegetasjon, utplantede flerårige og ettårige frøblandinger og åkeren tilknyttet blomsterstripene. I tillegg til feltarbeidet skal prosjektet bidra til innsamling av eksisterende kunnskap om utbredelsen av pollinerende insekter og andre nyttedyr i Norge og gjennom en litterær analyse. Prosjektet ledes av forsker Marie Vestergaard Henriksen fra NIBIOs divisjon for matproduksjon og samfunn, og forsker Gunda Thöming fra NIBIOs divisjon for bioteknologi og plantehelse er prosjektansvarlig for forsøksfeltet på Ås og faglig veileder for denne oppgaven.

Denne masteroppgaven tar del i etableringsåret (første år etter etablering av flerårige blomsterstriper) av NIBIOs IPPV prosjekt på forsøksfeltet Ås, med fokus utelukkende på mangfoldet av pollinerende insekter og blomstrende vekster i de utplantede blomsterstripene og eksisterende kantvegetasjon. Forekomsten av blomstring og aktivt pollinerende insekter på Ås i 2022 ble kartlagt gjennom feltarbeid, og illustrert med tabeller, figurer og nettverksgrafer gjennom en beskrivende analyse med data fra Ås, Steinkjer og Tjøtta. Den totale tilgangen på blomsterressurser gjennom hele vekstsesongen vil evalueres og brukes som grunnlag til å estimere tilgangen til ressurser for de neste par årene. Det vil være et gjennomgående fokus på humler i oppgaven ettersom de anses som de viktigste ville pollinerende insektene i Norge (Departementa, 2018; NOU 2013: 10; Rundlof et al., 2014; Totland et al., 2013) og se nærmere på den potensielle konkurransen mellom honningbier og humler på Ås som har en bigård 200 meter fra forsøksfeltene.

Ettersom bruk av blomsterstriper og blomstrende kantvegetasjon for IPPV er et nylig introdusert konsept i Norge er det mangel på eksisterende datasett fra tidligere år. Mangelen på et godt flerårig datagrunnlag hindrer gjennomførelsen av en grundig kvantitativ analyse, så det gjennomføres derfor beskrivende analyser fra etableringsåret og i tillegg en kvalitativ litterær analyse for kartlegging av eksisterende bakgrunnskunnskap. Den litterære analysen omfatter de pollinerende insektsgruppene som eksisterer i Norge og deres bidrag til de norske jordbruksarealene og de drivende faktorene bak den globale nedgangen i insektsbestander. Bakgrunnen vil inkludere bakgrunnen og utbredelsen av jordbruksstrategiene IPV og IPPV, hvilke behov pollinatorene har og hvilke tiltak som kan være effektive for forvaltningen og det politiske bildet rundt innføringen av et mer bærekraftig jordbruk som ledet frem til dette prosjektet. Oppgaven avsluttes med forslag til videreutviklingen av IPPV strategien i Norge og NIBIOs prosjekt basert på den litterære analysen og resultatene fra dataene innsamlet i etableringsåret 2022.

Kort oppsummert så er målene med denne oppgaven å gjennomføre en litterær analyse av eksisterende kunnskapsgrunnlag for etablering av IPPV i Norge, og gjennomføre en beskrivende analyse av blomstringsdata og pollinerende insektbesøk data fra forsøksfeltene på Ås, Steinkjer og Tjøtta. Videre vil jeg komme med forslag til videre forsøk og utviklingen av IPPV under norske forhold basert på resultatene fra analysene.

2 Bakgrunn

2.1 Gjennomførelsen av den litterære analysen

Bakgrunnsseksjonen er compilert av kilder med opphav i Norge, Europa og Nord Amerika, hvor noen også inneholder resultater fra studier gjennomført i Asia, Sør-Amerika, Afrika og Australia. Alle kildene inkludert i denne oppgaven kommer fra etablerte vitenskapelige tidsskrifter, offentlige publikasjoner og nettsider, forskningsinstitutter og internettleksikoner hvor fakta er kryssjekkert med flere kilder og dersom det var tvil på troverdigheten til en kilde, ble tidligere arbeid utført av forfatterne, deres bakgrunn og tidsskriftets impact factor (se definisjon i vedlegg 1) undersøkt. Majoriteten av kildene ble oppsøkt gjennom søkemotorene Web of science, Google scholar og google, gjennom referanselistene til litterære verk og gjennom anbefalinger fra veiledere og medstudenter.

2.2 Pollinerende insekter og landbruket

Insekter er flyvende, virvelløse og vekselvarme dyr som har utviklet et komplekst mutualistisk samspill med planter over nært 100 millioner år til felles nytte (Norges Birøktelag, 2019; Totland et al., 2013; Willmer, 2011). I jordbruket vises dette samspillet gjennom økosystemtjenester som pollinering og skadedyrkontroll (Katumo et al., 2022). Skadedyrkontroll er når predatorer, parasittoider, virus og andre biologiske aktører bekjemper planteskadedyr (NOU 2013: 10). Flere plantearter har forsvarsmekanismer som kan tiltrekke seg skadedyrbekjempere når de utsettes for stress, så tilstedeværelse av disse insektene er viktig for plantenes forsvar. Alle produksjonsplanter mennesker utnytter både i jordbruket og i privat hage er utsatt for skadedyrangrep, men metaanalyser viser at god biologisk skadedyrkontroll kan bidra til å øke både avlingsmengde og kvalitet (Albrecht et al., 2020). Pollinering er en essensiell økosystemtjeneste hvor plantene tilbyr insektene proteinrik pollen, energirik nektar og/eller ly gjennom blomsterstrukturer, og til gjengjeld bidrar insektene til plantenes seksuelle reproduksjon (Klein et al., 2007; Totland et al., 2013; Willmer, 2011). Tap av pollinerende insekter kan føre til et store avlingsgap (se vedlegg 1 for definisjon) ettersom 75% av de største produksjonsplantene er sårbare for nedgang av pollinering (Egan et al., 2020; Klein et al., 2007; NOU 2013: 10; Totland et al., 2013). Majoriteten av maten som dyrkes i Norge og 80% av norske villplanter som multer, tyttebær og orkideer er til ulik grad avhengig av pollinering (Departementa, 2018; NOU 2013: 10; Totland et al., 2013). De fleste plantene er generalister som kan bestøves av flere ulike pollinerende insekter og kan i noen tilfeller være vindpollinerende i tillegg til insektpollinerte, og er derfor ikke avhengig av tilstedeværelse av spesifikke insektsgrupper (Egan et al., 2020; Totland et al., 2013). Spesialiserte planter derimot er avhengig av et fåtall arter eller insektsgrupper for reproduksjon, som for eksempel blomsten flueblom (*Ophrys insectifera*) som etterlikner gravvepshuer i slekta *Argogorytes* og pollineres utelukkende av gravvepshanner som lures av blomstene (Totland et al., 2013). Det er indikasjoner på at insektpollinering har potensialet til å øke avlingsmengden og kvaliteten, og kvaliteten på plantenes frø (Albrecht et al., 2020; Garibaldi et al., 2013; Katumo et al., 2022). Flere frukter kan også bli større og søtere med jevnere modning som resultat av pollinering (Katumo et al., 2022; Norges Birøktelag, 2019). Insekter utgjør i tillegg en viktig matkilde for fugler og flaggermus

som kan bidra til kontroll av større skadedyr som mus og rotter (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Landbruk er et fellesbegrep for næringsgrenene jordbruk, skogbruk, hagedrift og gartneri som har jord som produksjonsgrunnlag. Landbruket forsyner den voksende verdenspopulasjonen med mat, materielle og kulturelle goder, medisinplanter og byggematerialer, og i 2013 var gjennomsnittlig 40% av verdens isfrie landarealer konvertert til jordbruksarealer (NOU 2013: 10). Store deler av de globale jordbruksarealen benyttes til dyrking av vindpollinerende gressarter som korn og ris som utgjør majoriteten av befolkningens kaloriinntak (Klein et al., 2007), mens andre produksjonsplanter er mer eller mindre avhengig av pollinering for frø- og fruktproduksjon (Tschardt et al., 2012). Disse produktene inkluderer blant annet frukt og bær, grønnsaker, frø, nøtter og oljevekster som utgjør 35% av matproduksjonen og er befolkningens hovedkilde for makro- og mikronæringsstoffer (Katumo et al., 2022; Klein et al., 2007). Pollinerende insekter bidrar i tillegg til fôrproduksjonen for melk- og kjøttproduserende husdyr (NOU 2013: 10) og produksjonsplanter med sosial-kulturelle verdier som krydder, tradisjonell medisin, fargestoffer og tekstiler (Katumo et al., 2022; Klein et al., 2007). Noen vindpollinerte planter, som for eksempel ville blåbær, bomull og chili, kan formere seg uten hjelp av pollinerende organismer, men kan fortsatt være avhengig av pollinering for å minimere risikoen for innavl (Ollerton et al., 2011; Totland et al., 2013). Pollinering er en stor industri hvor de resulterende avlingene av pollinering har en estimert årlig verdi på 235-577 milliarder amerikanske dollar globalt (Khalifa et al., 2021). Dette tallet inkluderer ikke egg, meieri- og kjøttprodukter som indirekte resultat av pollinering, ville plantevekster, tekstiler og kulturelle goder, så tallet er trolig enda høyere.

I Norge lå prosentandelen av landarealer brukt til jordbruk på 3% i 2013, og det dyrkes gjennomsnittlig mindre korn sammenliknet med resten av Europa grunnet klimatiske forhold (NOU 2013: 10). Den estimerte verdien av pollinerte norske avlinger ligger på rundt 900 millioner norske kroner årlig (Departementa, 2018) og dette tallet inkluderer heller ikke ville vekster, kulturplanter og dyreprodukter. Insekter er antatt til å være de mest effektive pollinerende organismene i Norge (Totland et al., 2013).

Insektpollinering er viktig for norsk produksjon av frukt og bær, grønnsaker, frøproduksjon og oljevekster på både stor- og småbruksskala, og den utenlandske

frøproduksjonen importert og benyttet av norske bønder. Norge importerer for eksempel rødkløverfrø fra Sverige, som har opplevd en lavere forekomst av pollinerende insekter og en reduksjon i avlingen de siste ti årene (Bommarco et al., 2012). I tillegg til landbruksarealer har Norge mange kantsoner som ikke brukes direkte til produksjon, for eksempel kantsoner mot skog og eiendomsgrenser, veikanter og areal nær vannkilder. Disse arealene er en viktig del av kulturlandskapet og er samtidig en viktig ressurs for et mangfoldig flora og fauna. Kantsonene kan gi et godt grunnlag for naturlig nytte dyrfauna for et mer bærekraftig plantevern, bedre pollinering og større robusthet i norsk matproduksjon.

Det norske jordbrukslandskapet er preget av et klima med store variasjoner mellom ulike landsdeler (Dannevig, 2022). Fra temperert kystklima langsmed norskekysten med milde vintere og regnfulle somre, til kjøligere innlandsklimaer med årlig snødekke. Havstrømmer som frakter varmt sjøvann og luft fra Afrika og Sør-Amerika gjør det mulig å drive jordbruk relativt langt nord i landet (Dannevig, 2022; NOU 2013: 10). I tillegg til klima, varierer også Norges topografi fra dype daler og fjorder til fjellkjeder, og fra tallrike øyer langs kysten til utbredt flatt lavlandslandskap (Totland et al., 2013). Variert topografi og klimaforhold resulterer i store variasjoner mellom habitater med ulike artssammensetninger og populasjoner av både plante- og dyrearter. Det østlandske landskapet har den største insektdiversiteten sammenliknet med resten av landet grunnet godt egnede klimaforhold (Åström et al., 2022).

Sammenliknet med andre land i og utenfor Europa, har Norge generelt få pollinerende insektarter, men det er noen grupper som skiller seg ut (Totland et al., 2013).

Pollinatorer i seg selv er ikke en egen taksonomisk gruppe (Åström et al., 2022), men en fellesbetegnelse for insektgruppene som bidrar til pollineringer av blomstrende planter. Insektgruppene som beskrives nedenfor regnes som de viktigste gruppene pollinerende insekter i Norge som alle bidrar til pollinering i ulik grad.

Bier

Bier anses som de viktigste pollinerende insektene og tilhører ordenen veps (*hymenoptera*) med 180 registrerte arter i Norge og omfatter blant annet gruppene honningbier, humler og solitære bier (Departementa, 2018; Katumo et al., 2022; Khalifa et al., 2021). De er dagaktive insekter som er direkte avhengig pollen og nektar fra

blomster for næring (Totland et al., 2013) og beveger seg aktivt og målrettet fra blomst til blomst mens de frakter med seg næring. De har mer eller mindre pelskledd kropp som varierer i størrelse og bruker sin lange tunge for å hente nektar fra blomstenes kronrør. Insektene lever enten sammen i store sosiale kolonier bestående av en dronning, arbeidere og droner eller for seg selv. Flesteparten av de sosiale biene er generalister som besøker en rekke ulike blomsterressurser, men kan fortsatt ha preferanser for hvilke blomstertyper de foretrekker. Andre biearter er spesialister som er tilpasset et fåtall blomstergrupper. Sammenliknet med andre pollinerende insekter bruker biene mye tid og energi på å fly fra blomst til blomst og foretrekker blomster med mye nektar eller stor blomsterstand (Hegland & Totland, 2005; Johansen et al., 2020). Biene er målrettede pollinatorer hvor den pelskledd kroppen gjør dem til gode pollenbærere (Departementa, 2018; Katumo et al., 2022; Khalifa et al., 2021; Totland et al., 2013) og utgjør en tredjedel av alle pollinerende insekter (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Villbiene benytter, blant annet, dødt eller gammelt trevirke, hull i bakken, steinrøyser og tett vegetasjon til reirplasser hvor de bygger bol, legger egg, overvintrer og søker ly (Departementa, 2018; Norges Birøktelag, 2019; Totland et al., 2013) mens tambiene bor i bikuber forsørget av mennesker.

Honningbier

Honningbier er domestiserte bier som tilhører slekta *Apis* hvor arten europeisk honningbie (*Apis mellifera*) holdes konvensjonelt som husdyr i Norge og forekommer ikke naturlig (Totland et al., 2013). Honningbiene benyttes av mennesker til produksjon av honning, bipollen, bivoks og pollineringsstjenester og kan i tillegg bidra til estetikk og trivsel i urbane landskaper. Arbeiderne måler mellom 12-13 millimeter og lever i flerårige samfunn med opptil 50-60 000 arbeidere hvor både dronning og arbeidere overvintrer (Totland et al., 2013). Om våren er honningbiene klare til pollinering så fort temperaturen når femten grader celsius på dagtid, og er blant vekstsesongens første pollinatorer (Norges Birøktelag, 2019; Totland et al., 2013). Arbeiderne kan fly opptil 3 kilometer etter mat, men pollinerer mest effektivt innenfor én kilometers radius fra kubene (Norges Birøktelag, 2019). Honningbiene er beskrevet som de mest økonomisk verdifulle insektene i jordbruket og brukes for å øke mengden og kvaliteten til avlinger. Kubene kan transporteres mellom åkrene etter behov og er effektive og billige pollinatorer som bonden å leie etter behov uten å selv drive med birøkt (Khalifa et al.,

2021; Klein et al., 2007). I tillegg til pollinering benyttes også honningbier aktivt som modellorganisme i forskning gjennomført på pollinerende insekter, deres adferd og pollineringsøkologi (se vedlegg 1 for definisjon) (Khalifa et al., 2021; Totland et al., 2013). Honningbienes adferd og pollineringssevner er derfor relativt godt forstått sammenliknet med andre pollinerende insekter (Totland et al., 2013).

Humler

Humler er ville bier som tilhører slekta *Bombus* hvor 34 humlearter forekommer naturlig i Norge hvorav 28 er sosiale mens de resterende 6 artene er sosialparasittiske gjøkhumler (Totland et al., 2013). De er hardføre insekter som er aktive i temperaturer ned til ti grader celsius, tåler lett regn og vind og kan søke etter mat uten direkte sollys tidlig om morgenen eller når det er overskyet (Norges Birøktelag, 2019). Arbeiderne varierer i kroppsstørrelse og lever i ettårige samfunn som sjeldent går over 500 arbeidere (Totland et al., 2013) og er aktive mellom seks til åtte uker under vekstsesongen (Norges Birøktelag, 2019). Humledronninger kommer ut av dvale mellom april og juni for så å etablere nye kolonier hvor hun produserer arbeiderne som dukker opp senere i sesongen, som gjør at humler ikke er egnet til pollinering tidlig om våren (Norges Birøktelag, 2019). Gjøkhumlene tilbringer deler av livssyklusen sin alene hvor de oppsøker blomster, og bidrar dermed til pollinering fram til de parasitterer på en annen humlekoloni. Disse humleartene er få i antall og tilbringer store deler av livet i bol, og pollinerer betraktelig mindre enn de sosiale artene (Totland et al., 2013), så når det i denne oppgaven snakkes om humlepollinering er først og fremst sosiale humlearter som tas i betraktning. Humlene er mer spesialiserte med en lengere tunge sammenliknet med honningbier og kan pollinere en rekke planter som honningbier ikke klarer. Mange frukter, grønnsaker og bærsorter som tomat, blåbær og nøtter kan kun pollineres av humler (Klein et al., 2007). Humler kan trekke langt etter mat avhengig av art, for eksempel jordhumlearbeidere som kan fly opp til 2,5 kilometer (Hagen et al., 2011), men de fleste humleartene foretrekker å holde seg innenfor en 300-800 meter radius fra bolet (Hagen et al., 2011; Johansen et al., 2020; Totland et al., 2013). Blant humleartene blir arten mørk jordhumle (*Bombus terrestris*) brukt som modellorganisme i forskning som honningbier og kan avles frem i fangenskap til utsetting i drivhus eller langs åkere for som et naturlig forekommende alternativ for honningbiepollinering (Bär et al., 2022; Totland et al., 2013; Wilfert et al., 2008).

Solitære bier

Solitære bier er et fellesbegrep for flere bieslekter som ikke lever i kolonier med arbeidslaster. I Norge er der påvist 172 arter er lite sammenliknet med sør i Europa (Haugan, 2019; Totland et al., 2013). Hunnene samler pollen, nektar og byggematerialer alene som de bruker til å bygge reir for eggene sine. Noen arter kan samle seg i kolonier under gode forhold så lokalt store bestander kan forekomme (Haugan, 2019; Totland et al., 2013). Solitære bier har relativt korte liv i voksenstadiet sammenliknet med andre bier som gjør dem mindre avhengig av tilgang på blomsterressurser gjennom hele vekstsesongen (Totland et al., 2013). De er relativt spesialiserte og flyr sjeldent mer enn 100 meter fra reirplassen når de søker etter næring, og bygger derfor ofte reir i nærheten av blomsterressursene de utnytter (Totland et al., 2013).

Fluer

Høyerestående fluer (*Cyclorrhapha*) tilhører ordenen tovinger (*diptera*), som også inkluderer mygg, og er dag- og nattaktive insekter (Robertson et al., 2021; Totland et al., 2013). Ordenen inkluderer også fluegruppen laverestående fluer som hovedsakelig er rovdyr. Mygg er ikke inkludert som en gruppe pollinerende insekter i denne oppgaven, grunnet lave forekomster, men kan være viktige pollinatorer for blomster humler vanligvis unngår slik som bringebær- og epleblomster (Wibe, 2022). Kroppsstørrelse, behåring og diet varierer mellom arter og det er registrert om lag 5300 fluearter i Norge hvorav 1000 kan bidra til pollinering (Totland et al., 2013). Fluer lever solitære liv og anses som mindre effektive pollinatorer sammenliknet med bier grunnet liten til ingen behåring, med noen unntak, mindre målrettet førsøkingsadferd og tilfeldig blomsterbesøk uavhengig av plantart framfor aktivt søk etter foretrekkende arter (Totland et al., 2013). De mangler også munnleder med lang tunge eller sugesnabel som gjør at de ikke kan pollinere blomster med langt kronrør. Til tross for dette anses fortsatt fluer som viktige pollinatorer i Norge som tar over nisjen okkupert av solitær bie lengere sør i Europa og bærer nest mest pollen etter bier (Orford et al., 2015). Fluer er generelt mer robuste enn bier og tåler kjølige temperaturer som gjør dem viktige pollinatorer i alpine og nordlige habitater (Totland et al., 2013). Voksne individer kan gå i dvale når temperaturene blir for lave gjennom vinteren eller korte kuldeperioder og

er en av få pollinerende insektsgrupper som har blitt observert på blomster om natten (Orford et al., 2015; Robertson et al., 2021).

Blomsterfluer

Blomsterfluer tilhører familien *Syrphidae* med 173 arter påvist i Norge som er relativt mange sammenliknet med resten av Europa (Totland et al., 2013). De er dagaktive insekter med varierende kroppsstørrelse mellom 5-22 millimeter og lever av pollen og nektar som voksne, med predatoriske larver som kan bidra til naturlig skadedyrkontroll (Katumo et al., 2022; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Blomsterfluer er overlevelsesdyktige insekter med evnen til å gjenkjenne og unngå predatorer, opplever lite aldersslitasje og tåler relativt lave temperaturer og kan aktivt pollinere gjennom hele vekstsesongen (Thyselius, 2022). Blomsterfluer regnes som de nest viktigste pollinatorene etter bier (Thyselius, 2022; Åström et al., 2020).

Andre fluer

Fluer som ikke er en del av blomsterfluefamilien som for eksempel møkkfluer, dansefluer, humlefluer og båndfluer klassifiseres i denne oppgaven som andre fluer. Noen av dem spiser nektar og pollen som blomsterfluene, mens de resterende fluene har variert kosthold som kan inkludere pollen og nektar dersom ressursene er tilgjengelige (Orford et al., 2015). Insektene kan lande på blomster som en del av matsøk eller hvile og kan bidra til pollinering når det er tilstrekkelig med blomsterressurser (Robertson et al., 2021). Fluer har store forekomster over hele landet, inkludert alpine og nordlige habitater, og flere fluearter kan være nattaktive (Orford et al., 2015). Denne gruppen insekter blir lett oversett i forskning og pollineringsøkologien, og bidrar trolig mer til pollinering enn først antatt (Orford et al., 2015).

Sommerfugler

Sommerfugler tilhører ordenen *Lepidoptera* og er dag- og nattaktive insekter med omtrent 2100 arter påvist i Norge (Totland et al., 2013; Åström et al., 2022). Larvene varierer i kroppsstørrelse, mengde behåring og farger og spiser plantedeler for protein og betraktes som skadedyr på produksjonsplanter (Totland et al., 2013), mens de voksne individene lever utelukkende av nektar. De voksne sommerfugler varierer i kroppsstørrelse, behåring og fargemønstre på kroppen og vingene og de fleste artene har lange sugesnabler, mens noen primitive arter har bitemunner og noen mangler

munndeler fullstendig. I likhet med bier er sommerfugler målrettede pollinatorer med blomsterpreferanser og er generelt spesialisert for spesifikke blomstergrupper. Den pelskledd kroppen kan bære pollen, men lang snabel og lange bein gjør at kroppen har lite kontakt med blomstens pollenbærerne (Totland et al., 2013). Noen sommerfuglarter kan overvintre som voksne eller i puppestadiet og kommer ut som voksne om våren, mens andre migrerer inn til Norge fra varmere sørlige strøk (Totland et al., 2013). Sommerfugler kan være til stede gjennom store deler av vekstsesongen avhengig av art og er viktige nattpollinatorer som kan komplimenterer humlenes pollineringsarbeid om natten når biene ikke er aktive (Alison et al., 2022). Studier viste at pollinering av nattaktive sommerfugler økte frøproduksjon hos rødkløver (Alison et al., 2022) og økte fruktsett hos epler fra 8% til 17% (Robertson et al., 2021). Sommerfugler er ømtålige insekter som er sensitive for endringer i klimatiske forhold, menneskelig aktivitet, forurensning og andre påvirkningsfaktorer som gjør dem til verdifulle indikatorer på habitatkvalitet (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Biller

Biller tilhører ordenen *Coleoptera* som er den største insektgruppen med størst diversitet i kroppsform, levesett og diett og kan forekomme i jordbruket som plantespisende skadedyr, skadedyrbekjempende rovdyr, nedbrytere og pollinatorer (Elven, 2014). Biller er dag- og skumringsaktive insekter med 3600 kjente arter i Norge hvor omlag 100 arter opptrer regelmessig i blomster og flere arter opptrer i blomster av og til (Elven, 2014; Totland et al., 2013). Noen biller med sterkt behåring besøker og pollinerer blomster regelmessig, som blomsterbukker og gullbasser, men de fleste billene har lite til ingen behåring, besøker få blomster i sitt liv og når ikke inn til blomstenes kjønnsorganer som gjør dem til lite egnede pollinatorer (Totland et al., 2013). Arter med liten kroppsstørrelse som forekommer i stort antall og forflytter seg mye i lengre tidsperioder om sommeren forekommer ofte i blomster som kan bidra til pollinering (Totland et al., 2013; Åström et al., 2022).

Andre pollinerende leddyr

Det er en del insekter som først og fremst jakter på skadedyr slik som veps (*Hymenoptera*), maur (*Formicidae*), krabbeedderkopper (*Thomisidae*) og hoppeedderkopper (*Salicidae*) som kan oppholde seg og bevege seg fra blomst til

blomst (Totland et al., 2013). Disse dyrene bidrar lite til pollinering, men deres tilstedeværelse er fremdeles merkelig siden de også bidrar til skadedyrkontroll.

2.3 Insektdøden og drivende faktorer

En dramatisk nedgang i globale insektsbestander har blitt observert det siste århundre som kan føre til utryddelsen av 40% av alle kjente insektarter i løpet av de neste tiårene dersom trenden fortsetter (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Blant terrestriske insekter anses ordenene sommerfugler og veps, som inkluderer viktige pollinerende insekter som bier, humler, dag sommerfugler og møll, som særlig sårbare (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). En studie gjennomført i Storbritannia om bestandstilstanden til sommerfugler, fugler og planter over en 40 års periode mellom 1960 og 2000, viser en betydelig reduksjon hos alle gruppene hvor insektnedgangen skjedde med dobbel hastighet sammenliknet med vertebrater og planter (Thomas et al., 2004). Dette studiet viser at nedgangen av arter over alle taksoner (se vedlegg 1 for definisjon) kan korrespondere med nedgangen hos insekter, noe som styrker hypotesen om at den biologiske verdenen er på vei inn i en sjette masseutryddelse (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Thomas et al., 2004). Av de pollinerende insektene som påvirkes opplever rundt 80% av artene en bestandsreduksjon, mens de resterende 20% er generalister som kan overta de frigjorte nisjene (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Både spesialister og generalister i alle de terrestriske insektsgruppene opplever bestandsreduksjon uavhengig av spesifikke naturtyper (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Flere naturtyper er påvirket av menneskelig aktivitet som kan ha store konsekvenser for insekter som bier og sommerfugler (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019) og i mindre grad fluer (Orford et al., 2015). I Norge står en fjerdedel av alle kjente pollinerende insekter oppført i den norske rødlisten over truede arter som inkluderer en tredjedel av alle norske biearter (Departementa, 2018; NOU 2013: 10). Insekter er relativt sårbare organismer som lett påvirkes direkte og indirekte av klimatiske faktorer, tilgangen til egnede leveområder og overvintringsplasser og tilgangen på næring, særlig om våren og forsommeren når en ny generasjon voksne insekter skal etablere seg i landskapet. Påvirkningsfaktorene som bidrar til nedgangen i de globale insektsbestandene er alle menneskeskapte hvor særlig habitatendringer, forurensning, biologiske faktorer og klimaendringer utpekes som de mest virkningsfulle (Bär et al., 2022; Departementa, 2018; Johansen et al., 2020; Klein et al., 2007; NOU

2013: 10; Rockstrom et al., 2017; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Totland et al., 2013).

Habitatendringer

30% av tap i biologisk mangfold globalt stammer fra arealendringer hvor 25% av den terrestriske plantebaserte produksjonen fremdyrkes av mennesker, og i 2020 var 75% av de naturlige terrestriske økosystemene transformert (Jakobsson & Pedersen, 2020).

Ombygging fra småskala jordbruk til ensformig, intensive jordbrukslandskap, utbygging av jordbruksarealer og infrastruktur, skogbruk og urbanisering fører til tilbakegang av naturlige og semi-naturlige naturtyper og deres artsmangfold (Bär et al., 2022; NOU 2013: 10; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Totland et al., 2013).

Fragmentering av gunstige leveområder fører også til funksjonell og romlig isolasjon av insektpopulasjoner som hindrer genetisk flyt og øker risikoen for innavl innad i populasjonene (Kapfer et al., 2022). Arealendringer til fordel for jordbruk står bak majoriteten av de globale habitatendringene og intensivt jordbruk kan virke forstyrrende på økosystemtjenester (Rundlof et al., 2014; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Tscharrntke et al., 2012). Pollinerende insekter utnytter åpne landskap til matsøk og befinner seg ofte i jordbrukslandskap, og selv om de naturlige og semi-naturlige habitatene forsvinner, befinner fortsatt insektene seg i jordbrukslandskapet som står igjen (NOU 2013: 10). Mangel på blomsterresurser og trygge hvileplasser grunnet sprøyting av insektmidler, pløying av jorda og klipping av gress bidrar til å gjøre jordbrukslandskap lite pollinatorvennlige.

Norges jordbrukslandskap drives ikke like intensivt som andre land i Europa og Amerika, men omdisponering og bearbeiding av våtmark-, åpent lavland- og skogarealer til infrastruktur, urbanisering, industri, landbruk og annen næring har størst innvirkning på landets terrestriske naturmangfold sammenliknet med andre faktorer (Meld. St. 14 (2015-2016); NOU 2013: 10). Reduksjonen av norsk villmarkspreget natur de siste 100 årene fra 50% til 11,5%, og gjengroing og tap av insekthabitater som semi-naturlig eng, slåttemark og andre trua naturtyper er også som et resultat av endret arealbruk (Jakobsson & Pedersen, 2020; Totland et al., 2013).

Forurensning

Forurensning er den nest største trusselen til insektsbestander etter habitatendringer (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019) og defineres som spredningen av stoffer som har skadelige effekter på helse og trivsel hos planter, dyr og mennesker (Thaulow, 2009). Forurensning i jordbruket forekommer som plantevernmidler, avrenning fra gjødsling og utvendige forurensninger som miljøgifter. Plantevernmidlene insekticider, stoppemidler og ugressmidler benyttes til sprøyting i jordbrukspraksiser både i Norge og utlandet (Totland et al., 2013). Insekter har små kropper som lett kan påvirkes av små mengder giftstoffer noe som gjør dem særlig sårbare mot kjemiske midler og forurensning.

Insekticider, som navnet tilsier, er designet og produsert for å drepe insekter på en rask og effektiv måte. Selv om målgruppen for insekticider er insekter som anses som skadedyr på produksjonsplantene, blir også nytteinsekter påvirket enten gjennom direkte eksponering eller akkumulasjon i plantenes nektar og pollen (neonikotinoider) (Biddinger & Rajotte, 2015; Eggen et al., 2013). Eksempelvis behandles produksjonsplantene rips, eple, jordbær og poteter ofte med pyretroider som er akutt giftig for bier (Milford et al., 2022; Totland et al., 2013). Insekticidene er som oftest ikke sprayet under blomstringen av produksjonsplantene, så direkte eksponering av pollinatorer er usannsynlig (Biddinger & Rajotte, 2015), men andre nyttedyr som predatorer og parasittoider kan bli forgiftet (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Soppmidler benyttes for å forhindre soppinfeksjoner på produksjonsplanter og kan inneholde kjemiske komponenter som kan være giftige for insekter. Soppmidlene er ikke like giftig for pollinatorer som insekticider, men direkte eksponering og store mengder middel kan være skadelig for insektene (Totland et al., 2013).

Ugressmidler er ikke direkte giftige for insekter, men bidrar til reduksjonen av blomsterressursene de lever av i og rundt åkrene (Totland et al., 2013). 90-99% av arealene brukt til korn- og grønnsaksdyrking sprøytes opptil flere ganger per vekstsesong og 94% av Norges jordbruksarealer med unntak av beite- og slåttemark var behandlet med en eller annen form for ugressmiddel 2014 (Aarstad & Bjørlo, 2016).

Norske bønder er forpliktet til å gjennomføre trening og oppnå et sertifikat for bruk av kjemiske plantevernmidler, og det er retningslinjer og reguleringer bøndene må følge for bruk av plantevernmidler om hvor mange ganger man kan sprøyte gjennom

sesongen, og unngå sprøyting under blomstringstiden og på visse tider av døgnet når pollinatorene er mest aktive (Milford et al., 2022).

Gjødsling av nitrogenfattige naturtyper som naturlig og semi-naturlig eng øker forekomsten av blant annet konkurransesterke gressarter, som kan utkonkurrere blomstrende urter og redusere blomsterdiversiteten i habitatene (Marshall & Moonen, 2002; Öckinger et al., 2006). Dette kan redusere tilgangen på blomsterressurser gjennom vekstsesongen og øke dominansen av planter med lite nektar og kort blomstringstid med liten til ingen nytteverdi som matkilde for nytteinsekter (Kapfer et al., 2022). Plantevernmidler og gjødsel påført åkere kan i tillegg forurense omkringliggende kantsoner og bekker gjennom avrenning fra åkrene rundt.

Andre kilder til forurensning kan forekomme som surt nedbør og utslipp av miljøgifter (Jakobsson & Pedersen, 2020). Mengden sur nedbør har gått ned det siste tiåret, men mengden miljøgifter i naturer øker. Miljøgifter som perfluorerte forbindelser og PAH forbindelser har blitt påvist i bivoks i Spania (Gómez-Ramos et al., 2016) og tungmetallene bly, krom og kadmium ble funnet akkumulert i honningbienes pels i en studie gjennomført i Italia (Perugini et al., 2011). Bier, og andre insekter, er renslige dyr som bruker mye tid på å vaske seg og andre medlemmer av kolonien og kan dermed svelge miljøgiftene som akkumulerer i pelsen deres, som videre kan overføres til larver, honning og bivoks. Det er uvisst hvilken effekt slike miljøgifter har på insekter, men de har påviste skadelige effekter på blant annet indre organer hos mennesker og dyr som konsumerer insektene og insektproduktene. Miljøgiftene har utspring fra flere kilder som fabrikker, byggeanlegg, flyplasser, veibaner og tungtrafikk.

Biologiske faktorer

Innføring av fremmedarter, fremmedsykdommer og infeksjoner er de biologiske faktorene som hovedsakelig påvirker pollinerende insekter. Fremmede blomsterarter som Kanadagullris (*Solidago canadensis*) og hagelupin (*Lupinus polyphyllus*) tar over kantsoner og semi-naturlige naturtyper og gjør dem ensformige med begrenset blomstringstid som kan føre pollinatorene vekk fra naturlige- og produksjonsplanter (Totland et al., 2013). Fremmede dyrearter kan jakte ned naturlige pollinerende insekter eller konkurrere direkte med dem om blomsterressurser. Hjemmehørende arter mangler ofte de forsvarsmekanismene som er nødvendig for å være konkurransesterke mot

fremmedartene, som ofte resulterer i nedgang av hjemmehørende populasjoner. Konkurransepresset kan føre til mangel på næring, økt stress og lavere immunforsvar og fremmedartene kan bringe med seg virus-, bakterie- og soppsykdommer og parasitter som kan smitte over til de norske artene (Jakobsson & Pedersen, 2020; Wojcik et al., 2018).

Fremmede organismer kommer til Norge enten gjennom bevisst eller ubevisst import av mennesker eller migrasjon. Høyere temperaturer som resultat av klimaendringer kan øke forekomsten av lokalt fremmede arter ved at norske arter forflytter seg fra et område til et annet hvor de ikke klarte å overleve tidligere, eller inn fra utlandet ved at Norge blir varmt nok til at migrerende flyvende insekter, som for eksempel sommerfugler, kan overleve lenge nok til å formere seg. International handel og transport kan bringe med seg uønskede blindpassasjerer og syke honningbier som resultat av dårlig kontroll.

Honningbier betraktes som en fremmedart i Norge, men begrenset forskning er gjennomført på den potensielle effekten honningbieforekomsten kan ha på villbier sin fitness (Wojcik et al., 2018). Store forekomster av honningbier kan ha negativt innflytelse på humles bestander, kolonietablering, dronning utvikling og flyvning (Wojcik et al., 2018). Mørk jordhumle er robuste og konkurransesterke humler som kan forekomme som en regionalt fremmedart i deler av landet hvor den konkurrerer med de hjemmehørende humleartene og innføring av jordhumler til pollinering i drivhus kan være årsaken til artens forekomst i lengere nord i Norge (Totland et al., 2013).

Det har blitt dokumentert at parasitter og sykdommer kan smitte fra villbier til honningbier, men det mangler forskning på om smitten kan gå fra honningbier til villbier (Jakobsson & Pedersen, 2020). Honningbiekolonier er utsatt for fenomenet kolonikollaps (CCD, Colony Collapse Disorder) hvor honningbiearbeiderne og dronningen ikke returnerer til kubene uten en klar forklaring på hvorfor, noe som resulterer i at resten av kolonien dør ut grunnet næringsmangel. Fenomenet og årsakene bak er lite forstått blant både birøktere og forskere, men det antas at en kombinasjon av flere faktorer som parasitter som varroamid, bakterie- og virus infeksjoner, eksponering for sprøytemidler og forurensning av tungmetaller bidrar til fenomenet (Dainat et al., 2012; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Kolonikollaps startet først i

USA og forekommer nå også i Europa (Dainat et al., 2012), men har ikke blitt registrert i Norge (Totland et al., 2013). Faktorene kan forårsake kolonikollaps hos honningbiene påvirker også villbiene, og viruset som er antatt at har bidratt til kolonikollaps utvikler seg raskt og kan i framtiden utvikle seg til å ikke være artsspesifikk for honningbier og smitte hjemmehørende humle- og biearter (Manley et al., 2015).

Klimaendringer

Klimaendringer forårsaker endringer i temperatur og værforhold verden over inkludert i Norge. Insekter er sårbare for endringer i blant annet temperaturforholdene om våren og forsommeren når de kommer ut av dvale, gode værforhold for matsøk og formering og blomstringsperioden til blomstene de lever av.

Høyere temperaturer bidrar til økt spredning av fremmedarter og sykdommer når lokalt fremmede varmekjære insekter fra varme habitater kan flytte seg nordover og opp i høyden, som til gjengjeld reduserer habitatene og isolerer populasjoner av kuldekjære arter som kan resultere i innavl og lokal utryddelse (NOU 2013: 10; Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Insektenes flyve aktivitet og blomstringstid er kontrollert av klimatiske forhold og blomstrende plantearter kan komme i utakt med tiden pollinatorene er aktive. Pollinatorene får da ikke mat og blomsten blir ikke pollinert (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Totland et al., 2013). En mulig konsekvens av temperaturendringene er endringer i jordtemperaturen som kan påvirke når insekter kommer ut etter overvintring, som potensielt utsetter dem for kuldebølger og mangel på blomster som kan reduserer insektenes overlevelsesrate om våren (Kapfer et al., 2022).

Økende nedbørsmengder kan ha skadelige virker på flere naturtyper og naturmangfoldet (Jakobsson & Pedersen, 2020). Norges årlige nedbørsmengde har ligget over normalen de siste 20 årene, men har hatt få synlige påvirkninger på jordbruklandskapet (Jakobsson & Pedersen, 2020). Økt nedbørsmengde kan føre til fremtidige problemer med overmetning av jord og oversvømmelse av åkre (NOU 2013: 10). De fleste pollinatorene har problemer med å fly i regnvær, så mye regn i lengere perioder kan forhindre pollinering og næringsopptak hos insektene (Fry, 1998; Norges Birøktelag, 2019; Totland et al., 2013).

2.4 Forvaltning av insekter og jordbruksarealer

Velfungerende økosystemer gir gode tjenester, men noen økosystemer er så belastet at de ikke klarer å levere de naturgodene de pleide, og for å forebygge denne trenden bør dagens jordbruksarealer re-designes til fordel for økosystemtjenestene. Slike endringer er ønsket, men grunnet politiske og økonomiske interesser og kunnskapsmangel blir de ofte nedprioritert (Kremen, 2020; Landis, 2017). Lite forskning er gjennomført på norsk pollineringsøkologi og manglende kunnskapsgrunnlag gjør utviklingen av nye bærekraftige jordbruksstrategier utfordrende (Departementa, 2018; Jakobsson & Pedersen, 2020; NOU 2013: 10; Totland et al., 2013).

For å sikre fremtidig matsikkerhet og redusere nedgangen av nytteinsektene, er matproduksjonen avhengig av at det utvikles og innføres nye pollinatorvennlige og bærekraftige jordbruksstrategier utvikles. Det er ønskelig med tiltak som er lønnsomme både for nytte dyr og bøndene, for eksempel «companion cropping» (se vedlegg 1 for definisjon) som utplanting av blomsterstriper, «cover cropping» (se vedlegg 1 for definisjon), såtidspunkt og vanningsmønstre (Egan et al., 2020). Naturlig skadedyrkontroll og pollinator forvaltningen er ukoordinert og mange tiltak for bekjempelse av skadedyr kan ha positive, nøytrale og negative virkninger på pollinerende insekter (Egan et al., 2020). Studier gjennomført i Nord- og Sør-Amerika viser at omlegging til pollinatorvennlige heterogene landskapsstrukturer vil over tid gi en økonomisk profitt, men omleggingen involverer en økonomisk kostnad (Kremen, 2020).

Heterogene landskap, eller mosaikklandskap som de også kalles, er et lappeteppelandskap sammensatt av ulike naturtyper som jordbruksarealer, semi-naturlige habitater, menneskeskapt infrastruktur og innskudd av naturlige naturtyper som skog, enger og vassdrag (Kapfer et al., 2022; Marshall & Moonen, 2002). Denne typen landskap bidrar til å opprettholde et mangfoldig pollinatorsamfunn og økosystemer, og kombinert med jordbruksarealer av høy kvalitet stabiliseres tilbudet av pollinerings tjenester til produksjons- og villplanter på landskapsbasis (Senapathi et al., 2017). Mosaikklandskap kombinert med integrering av mer pollinatorvennlige jordbruksstrategier framstilles som et viktig tiltak for reduksjonen av tap av insektsbestander og biologisk mangfold i jordbruksarealene (Tscharrntke et al., 2012). De norske jordbruksarealene er mer eller mindre heterogene med innslag av semi-

naturlig mark og ofte omringet av utmark som i utgangspunktet er veldig bra for et biodiverst pollinatorsamfunn (Jakobsson & Pedersen, 2020).

De siste par tiårene har det vært en gradvis utvikling mot et mer ensformig homogent landskap. Norske bønder kjøper opp omkringliggende åkere, fører dem sammen og utvider åkrene som minker forekomsten av ville vekster som hekker, trær, gress og blomstervekster og strukturer som steingjærer i kantsonene mellom og rundt åkene (Stokstad et al., 2020). Mellom 1945 og 1995 ble 40% av åkerkantene i Norge nedbygget (Fry, 1998) og blomstertilgangen består i stor grad av blomster som blomstrer tidlig i sesongen (Rundlof et al., 2014). Simplifisering av landskapet ved fjerning av landskapselementer kan være profitabelt for landeierne (Stokstad et al., 2020), men norske bønder viser interesse og ønske om å drive bærekraftig landbruk til fordel for biodiversiteten og økosystemtjenester (Johansen et al., 2020; Milford et al., 2022; Skog & Bjorkhaug, 2020; Stokstad et al., 2020).

2.5 Utviklingen av bærekraftige jordbruksstrategier

I nyere tid har strategien integrert plantevern (IPV) blitt implementert i store deler av den vestlige verden, og tilbyr en rekke verktøy som bidrar til et mer økosystembasert og bærekraftig jordbruk. IPV promoterer et samarbeid mellom politiske og vitenskapelige parter og primærnæringen hvor forskning og formidling står sentralt. (se vedlegg 2 for IPVs 8 prinsipper)

Formålet med IPV er å redusere økonomisk og fysisk skade på avlinger samtidig som risikoen for økologiske og helsemessige skader minimaliseres (Biddinger & Rajotte, 2015). Et av IPVs målsetninger er å minimere bruken av sprøytemidler og kunstgjødsel på produksjonsplanter gjennom forebyggende strategier som gjør landbruket mindre avhengig av kjemiske plantevernmidler, og reduser eksponeringen av insekter og ville plantevekster (Egan et al., 2020; Trandem, 2017). IPV er en forskningsbasert avgjørelsestagende prosess hvor økologiske prinsipper rundt biologiske, kulturelle, fysiske og kjemiske strategier for økt produksjonsplantehelse ligger til grunn (Barzman et al., 2015; Biddinger & Rajotte, 2015). Bruk og støtte av skadedyrbekjempere og andre biologiske plantevern aktører mot bekjempelse av skadedyr er en del av IPVs biologiske strategier for å minimere bruk av plantevernmidler gjennom bruk av økosystemtjenester (Biddinger & Rajotte, 2015). Dersom bruk av plantevernmidler er

uunnåelig, skal informert bruk av sprøytemidler gjennomføres hvor feromonfeller (se vedlegg 1 for definisjon) brukes til overvåkning før helst artsspesifikke og bie vennlige sprøytemidler benyttes utenfor blomstringstiden (Biddinger & Rajotte, 2015; Egan et al., 2020; Klein et al., 2007).

Våren 2015 implementerte Norge EUs direktiv for bærekraftig bruk av kjemiske plantevernmidler (Trandem, 2017). Direktivet fremmer IPV som et grep mot redusert behov for bruk av sprøytemidler og legger vekt på at hvert land skal utvikle en handlingsplan for å oppnå disse målsetningene. Den norske handlingsplanen for bærekraftig bruk av plantevernmidler kom først i 2016 og sier nå at alle yrkesbrukere skal ha kunnskapsbasert bruk av plantevernmidler og skal benytte integrert plantevern i sin virksomhet (Departementa, 2021a; Trandem, 2017).

Det er vanskelig å definere hvilke verktøy og tiltak som går under IPV ettersom strategien i praksis fungerer som et rammeverk for oppnåelsen av et bærekraftig jordbruk gjennom naturbaserte driftsformer, framfor en liste over spesifikke tiltak som hver enkelt yrkestaker skal implementere. Dette gjør IPV fleksibelt og allsidig og kan tilpasses jordbruksarealene etter eieren og arealenes behov (Biddinger & Rajotte, 2015). Tiltakene med insektvern i fokus er hovedsakelig rettet mot bekjempelse av skadedyr og tilretteleggelse for forekomsten av skadedyrbekjempere i og rundt jordbruksarealene (Barzman et al., 2015; Biddinger & Rajotte, 2015; Egan et al., 2020). Slike tiltak kan ha positiv innvirkning på pollinerende insekter, men ettersom tiltakene ikke er forbeholdt pollinatorenes behov varierer effektiviteten. IPV sin fleksibilitet gjør det mulig å implementere tiltak for bevaringen av pollinerende insekter uten at det går på bekostning av strategiens målsetninger, og vil kunne bidra positivt til jordbruket gjennom pollinerings tjenester, skadedyrkontroll og økt avlingskvalitet.

I 2015 fremmet de amerikanske entomologene David J. Biddinger og Edwin G. Rajotte den nye strategien integrert plante- og pollinatorvern (IPPV) som bygger videre på IPV, men erstatter den ikke (Biddinger & Rajotte, 2015). Biddinger og Rajotte mente at helsen til pollinerende insekter bør være sentralt i videreutvikling av IPV konseptet, som er grunnlaget bak utviklingen av IPPV (Biddinger & Rajotte, 2015).

Et av IPPVs målsetninger er å øke benyttelsen av økosystemtjenester samtidig som avhengigheten av honningbier til pollinering reduseres ved å kombinere strategier for

reduksjon av skadedyr og økt insektpollinering (Egan et al., 2020). IPPV promoterer blomster- og habitatdiversitet på lokal og landskapsskala for tiltrekning og vedlikehold av tjenestegivende insekter. Høy diversitet av pollinatorer, både ville og utplasserte, gir mer bærekraftige pollineringstjenester (Biddinger & Rajotte, 2015; Katumo et al., 2022). Avhengighet av honningbier til pollinering av produksjonsplanter kan være risikabelt. Honningbiepollinering er ikke bærekraftig i lengden og dyrere honning, spredning av sykdommer og parasitter, bruk av plantevernmidler og økende gjennomsnittsalder blant birøktere bidrar til nedgang i honningbiebestander og øker prisen for leie av honningbier til pollinering (Biddinger & Rajotte, 2015; Klein et al., 2007). I tillegg virker trusselen av kolonikollaps avskrekkende for eksisterende birøktere og hemmer rekrutteringen av nye. Honningbier kan ikke maksimere pollinering eller erstatte bidraget til ville pollinatorene på et mangfold av produksjonsplanter verden over, som viser hvor viktig bidraget fra hjemmehørende pollinatorer er for fremtidig matsikkerhet. (Garibaldi et al., 2013).

IPPV strategien utvikles med fokus på forebyggende tiltak mot skadedyrangrep, og samtidig øker nyttedyrføremstene og diversiteten, øker avlingskvaliteten og tilrettelegger for evnen til å begrense behovet for fremtidige inngripende korrigerende tiltak, samtidig som at bonden opplever økonomisk og økologisk balanse (Egan et al., 2020). Strategien jobber også med å utnytte samspillet mellom nyttedyrene. En studie gjennomført på jordbærblomster viser at blomsterfluer ofte foretrekker blomster som ikke er skadet av skadedyr, hvor sårede blomster fikk færre besøk gjennom sesongen som resulterte i redusert bærstørrelse (Muola et al., 2017). Blomstenes utseende er viktig for pollinerende fluer (Hegland & Totland, 2005) så for eksempel avl av mer resistente blomster og tilstedeværelse av skadedyrbekjempere kan være fordelaktig for både plantevern og pollinering (Egan et al., 2020; Muola et al., 2017).

De ville pollinerende insektenes ytelsesgrad er avhengig av hvor bærekraftig habitatet og det omkringliggende jordbrukslandskapet er (Biddinger & Rajotte, 2015) hvor habitatkvaliteten bedømmes av arealstørrelse og artsrikdom gjennom sesongen (Totland et al., 2013). Gode leveområder for pollinerende insekter tilbyr et mangfold av blomsterarter som blomster til ulike tidspunkter gjennom hele vekstsesongen og egnede bolplasser og ly (Bär et al., 2022). Pollentilgang, blomsterutforming, sukkerinnholdet i nektar og blomstertettheten er alle viktige faktorer som avgjør hvor egnet et leveområde

er for pollinerende insekter (Potts et al., 2004). Blomstenes morfologi viser seg å være mer signifikant for pollinatordiversiteten enn først antatt, særlig for forekomsten av biearter (Hegland & Totland, 2005; Potts et al., 2004). Noen pollinerende insekter foretrekker blomster med store blomsterstander som for eksempel honningbier og fluer, mens solitære bier har en preferanse for blomster med mer sukkerholdig og næringsrik nektar og pollenrike blomster (Ahrenfeldt et al., 2019). En studie gjennomført i sør Sverige viser at rødkløvertilgangen mot slutten av vekstsesongen bidro til en 71% økning i forekomsten av humlejomfrudronninger etter utplantingen av kløverstriper, og påpeker at blomsterressurser ofte mangler under deler av humlenes livssyklus (Rundlof et al., 2014). Utplantede blomsterstriper kan øke forekomsten av både pollinatorer og skadedyrbekjempere (Marshall & Moonen, 2002), men skjøtselen av habitatene er også viktig for opprettholdelse av blomsterressursene (Johansen et al., 2020).

Naturtypene semi-naturlig eng, som omfatter slåttemark og naturbeitemark, oppdyrket eng, produksjonsarealer med frukt- og grønnsaksproduksjon, hogsfelt, veikanter, restbiotoper, skrotemark, løypetraser, hager, parker, grønnstruktur, skogbryn, kystlynghei og kraftgater, er arealer som regjeringens nasjonale pollinatorstrategi utpeker som viktige habitater for pollinerende insekter (Departementa, 2018; Kapfer et al., 2022). Disse naturtypene inneholder viktige ressurser som insektene utnytter, og kan sikre tilgang på tilstrekkelig med blomsterressurser gjennom en hel vekstsesong (Bär et al., 2022; Johansen et al., 2020). Hogsfelt og kraftlinjegater er habitater dominert av skogplanter mens oppdyrket eng er gjødslede gressdominerte habitater og har derfor lavere forekomst av pollinerende insekter grunnet få blomstrende plantearter, men habitatene kan fungere som korridorer mellom mer ressursrike naturtyper (Johansen et al., 2020). Kulturlandskaper som slåtte- og beitemark er spesielt godt egnet til pollinerende insekter, men grunnet endret skjøtsel av jordbruksarealene står disse arealene i fare gjengroing og omdisponering til mindre produktive gressdominerte habitater eller matdyrking. Det er viktig å ta vare på mosaikkstrukturen i jordbruklandskapene og de grønne korridorene som knytter habitatene sammen for å forsikre tilstrekkelig med blomsterressurser gjennom året (Johansen et al., 2020).

I tillegg til blomsterressurser trenger de pollinerende insektene egnede reir/bolplasser, overnattingsplasser og hvilesteder hvor de kan søke ly fra elementene og predatorer. Pollinerende insekter kan oppholde seg i blant annet dødt trevirke, steinrøyser, høy

gressvegetasjon, skog og åpen jord som ikke blir forstyrret av pløying, gjødsling og sprøytemidler (Albrecht et al., 2020; Bär et al., 2022; Klein et al., 2007). Kantsoner rundt bekker, langs veier, skogkanter, hogsfelt og åkerkanter inneholder ofte elementer som kan gi ly for insekter, små pattedyr og fugler (Marshall & Moonen, 2002) hvor reirplassene ikke er langt unna blomsterressursene (Hagen et al., 2011; Marshall & Moonen, 2002).

Kantsoner defineres som veikanter, åkerkater, vannkanter og grensesoner mellom beiter, eiendommer og skog og betraktes som godt egnede insekthabitater i jordbrukslandskapene (Kapfer et al., 2022). Kantsoner har flere likhetstrekk med semi-naturlig eng både på skjøtsel og artssammensetning og har høy forekomst av blomster som særlig humler foretrekker (Bär et al., 2022; Johansen et al., 2020). Veikanter, åkerkanter og kantene langsmed togsinker klippes opp til to ganger i året som minner om hvordan slåtteenger ble slått for dyrefôr før i tiden, som var opprinnelsen til de artsrike kulturlandskapene. Et studie gjennomført av NIBIO i Trøndelag viste at norske humlearter besøkte flest blomsterarter i semi-naturlig eng, eng uten beite og veikanter (Johansen et al., 2020), og der er enighet blant forskere, sivile og bedrifter om betydningen kantsoner og semi-naturlige habitater har for nytteinsektene (Johansen et al., 2020). Kantsoner og kraftlinjekorridorer utgjør et generelt lite areal, men har en form og struktur som kan fungere som grønne korridorer mellom matkilder i landskapet (Bär et al., 2022; Johansen et al., 2020; Klein et al., 2007), og insektene som lever i disse habitatene har en stor innvirkning på skadedyrkontrollen og pollineringsstjenestene i åkrene rundt (Klein et al., 2007). For å opprettholde artsmangfoldet i disse kantsonene må de kontinuerlig skjøtles og verken gjødsles eller sprøytes med plantevernmidler (Kapfer et al., 2022). Bevaring av kantsonene og de gjenværende gode leveområdene sammen med etablering av nye slike habitater anses om særlig viktige tiltak for bevaringen av pollinerende insekter gjennom vedlikehold av semi-naturlige landskaper og utplanting av blomsterressurser (Bär et al., 2022; Egan et al., 2020).

Introduksjon av mer variert vegetasjon i jordbrukslandskap bidrar til økt biodiversitet og forekomst av fordelaktige arter (Kremen, 2020), og utplanting av blomsterstriper langs åkre er et tiltak for etableringen av egnede leveområder for pollinerende insekter (Bär et al., 2022). Bruk av stedegne plantearter øker stripens overlevelsessevne og mangfoldet av både planter og insekter i habitatene og minimerer risikoen for spredningen av

skadelige fremmedarter (Bär et al., 2022). Det er tre faktorer som avgjør effektiviteten til den utplantede blomsterstripen: plantediversitet, tid siden etablering og landskap kontekst (Albrecht et al., 2020).

Reduksjonen i de globale insektbestandene er satt på internasjonal dagsorden og flere land har begynt utviklingen av nye insektbevarende strategier som for eksempel IPPV. Konvensjonen for biologisk mangfolds «International pollinator initiative» i 2000 (Totland et al., 2013), FNs bærekraftsmål nummer 15 og til dels 2 og 11 (FN-sambandet, 2020) og EUs direktiv for bærekraftig bruk av kjemiske plantevernmidler er et par eksempler på flere internasjonale initiativ som Norge også tar del i for vern av blant annet pollinerende insekter. Stortingsmeldingen Natur for livet understreker at norske arter og naturtyper ikke skal utryddes som resultat av menneskelig påvirkning, og for å lykkes i det grønne skiftet må det nåværende naturmangfoldet tas vare på for dagens og fremtidige generasjoner (Meld. St. 14 (2015-2016)). Regjeringen fører derfor en offensiv politikk for en grønn omstilling i økonomi, produksjon og forbruk og fremmer vern om og bærekraftig bruk av naturgoder som blant annet økosystemtjenester.

Regjeringen utarbeidet i 2018 en nasjonal pollinatorstrategi som har som mål å øke kunnskapsgrunnlaget om praktiske løsninger, stimulering av driftsformer og tiltak i jordbruket som sikrer gode leveområder for pollinerende insekter, samt sikker formidling av denne kunnskapen (Departementa, 2018). Et bredere kunnskapsgrunnlag og bedre forståelse bidrar til å øke bøndenes vilje til å legge om til, og bruke, nye strategier (Albrecht et al., 2020) slik som IPV og IPPV. IPV blir nevnt som et tiltak for et mer bærekraftig landbruk i tiltaksplan for ville pollinerende insekter (Departementa, 2021b), og et bærekraftig landbruk er et av hovedmålene til landbrukspolitikken. IPV bidrar ikke direkte til vern av pollinatorer (Egan et al., 2020), som startet utviklingen og utprøvingen av alternativer slik som IPPV.

Norge har forsket langt mindre på pollineringsøkologi enn resten av Europa til tross for særegne og unike klimatiske forhold (Totland et al., 2013). Norges geografi og klimatiske forhold gjør det vanskelig å implementere strategier og forvaltningsaktiviteter utviklet i Europa og Amerika, og videreutvikling av slike strategier er ofte nødvendig for at de skal være effektive under norske forhold. NIBIO

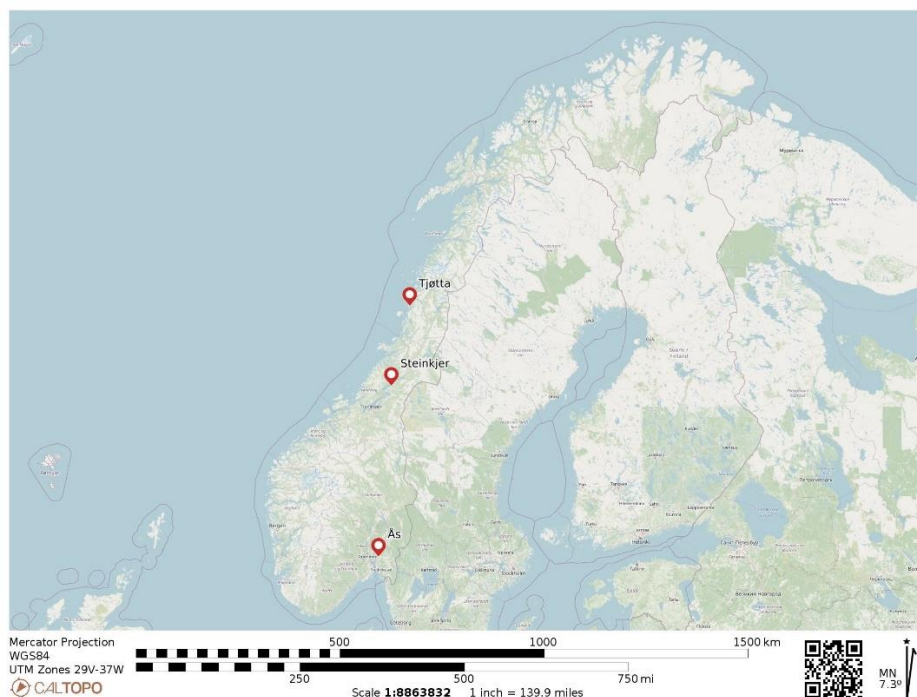
har jobbet med implementeringen og videreutviklingen av IPV i Norge over flere år, og skal gjennomføre et fem år langt prosjekt om IPPV som har som mål å øke kunnskapen om hvordan denne strategien kan gjennomføres i Norge.

3 Materialer og metoder

3.1 Forsøksfelt

NIBIO stasjonene

Forsøksfeltene ble etablert i jordbrukslandskaper på tre utvalgte stasjoner i Norge: Ås på Østlandet, Steinkjer i Trøndelag og Tjøtta i Nordland (Figur 1). Ås ligger sør for Oslo og terrenget er flatt hvor nærmeste kyst er den ytre Oslofjorden som ligger 9 kilometer vest for stasjonen. Steinkjer ligger nord for Trondheim langsmed Beitstadfjorden og terrenget rundt stasjonen består av fjell og kupert landskap. Tjøtta er plassert nord for Trøndelag på en øy med flatt terreng langsmed norskekysten omringet av sjø. Stasjonene tilbyr et representativt utvalg av ulik topografi og klimatiske forhold som norske jordbruksarealer kan utsettes for.



Figur 1: Norgeskart som viser plasseringen til NIBIO stasjonene Ås, Steinkjer og Tjøtta. Kart: caltopo.com (Caltopo, 2011)

Oppbygning

Alle stasjonene skal følge NIBIOs IPPV prosjekts feltprotokoll om etablering av forsøksfelt og registrering av blomstingsressurser og insektinteraksjoner til beste evne for å gi liknende resultatgrunnlag. For hver stasjon etableres forsøksfelt med tre forskningslokaliteter med minst 400 meter avstand fra hverandre (figur 2A). Hver lokalitet består av tre 3x30m blomsterstriper (figur 2A og 2B). To av stripene er utplantede blomsterstriper bestående av de utvalgte frøblandingene STRAND 70 og NIBIO regional som skal helst sås etter hverandre (3x60m), men kan sås adskilt og så nært hverandre som mulig dersom dette ikke er mulig. Den tredje stripen består av et markert område eksisterende kantvegetasjon (3x30m) minst 100 meter unna de etablerte blomsterstipene (figur 2A).

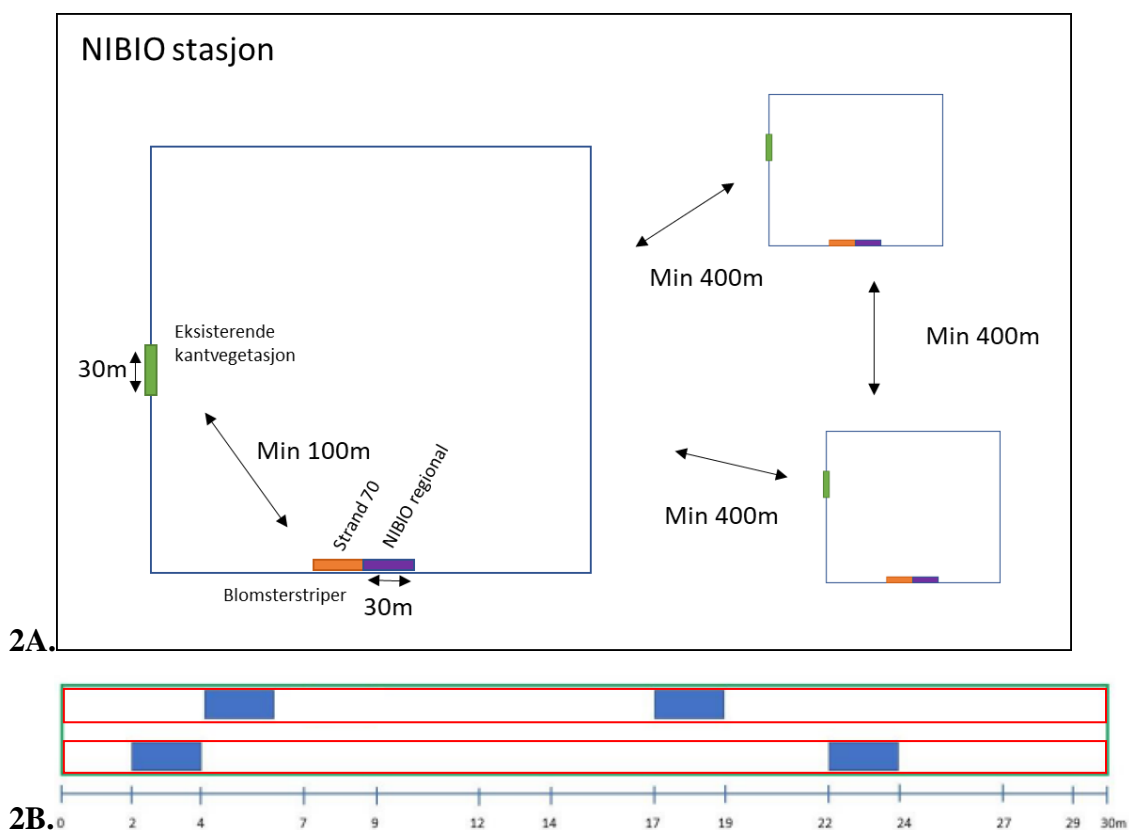
Kantsonenefeltene kan være veikanter, åkerkanter eller andre kantsoner (se avsnitt om kantsoner side 23) som slås 1-2 ganger i løpet av året (se vedlegg 7 for når og om hver kantsoner ble slått i løpet av registreringstiden). Kantsonene skjøtles ikke av NIBIO, men av Statens Veivesen, Bane NOR, grunneier eller kommunen avhengig av kantsonens plassering. Vegetasjonen i kantsonestripen er gressdominerte med innslag av blomstrende ettårige og flerårige planter og skal være representativ for kantsonelvegetasjonen i området. Stripene bør også helst ha trær, hekker og/eller steiner innenfor en 20 meter radius fra stripen uten å stå i skygge. Se vedlegg 7 for beskrivelse av de utvalgte kantsonene og vedlegg 8 for komplett artsliste over blomstrende plantevekster i kantsonestripen på Ås, Steinkjer og Tjøtta.

NIBIO regionalt blomsterengfrø er gruppe frøblandinger bestående av norske viltvoksende flerårige blomsterarter tilpasset 9 ulike regionale soner utviklet av NIBIO. Blandingen er satt sammen av engblomster tilpasset ulike lokale klimaforhold og tilbyr blomsterressurser til lokale pollinerende insekter og opprettholder det viltvoksende blomstrende mangfoldet i regionen. Regionalblandingene som benyttes er Sørlandet for Ås, Midt-Norge for Steinkjer og Nordland for Tjøtta. Se vedlegg 6 for komplett artsliste for alle frøblandingene, prosentandelen for hver art i blandingen og om arten blomstret i vekstsesongene 2021 og 2022.

STRAND 70 som er en konfesjonell kløverdominert frøblanding utviklet av norgesfôr som produserer blant annet kraftfôr, plantevernprodukter, såkorn og gjødsel.

Frøblandingens består av pollinatorvennlige blomstrende ettårige norske

generalistplanter og fremmedarter som blomstrer gjennom hele sesongen (Repstad, 2020). STRAND 70 har ingen regionale variasjoner og er utplantet ved alle stasjonene. Se vedlegg 4 komplet artsliste for STRAND 70, prosentandelen av hver art i blandingen og om artene blomstret i vekstsesongen 2022. Fremmedartene i STRAND 70 er lovlig å importere til og plante ut i Norge etter paragraf 5 og 9 i forskrift om fremmede organismer (vedlegg 9) (Forskrift om fremmede organismer, 2015) og utgjør ikke en trussel for naturlig forekommende norske plantearter.



Figur 2A (Øverst): Diagram over NIBIO forsøksfeltoppsett. Kvadratene representerer åkere. Figur: Marie Vestergaard Henriksen.

Figur 2B (Nederst): Diagram over blomsterstripeoppsett som repeteres tre ganger for blomstermiksene STRAND70 og NIBIO Regional og for eksisterende kantvegetasjon per åker. Blå ruter representerer plasseringen av 4 transekter til registrering av blomsterressurser og røde rammer representerer plasseringen av 2 transekter til registrering av insekt-plante interaksjoner. Figur: Marie Vestergaard Henriksen.

Stripene etableres helst langsmed åkerkanter med langsiden vendt mot sør på solrike steder med minst mulig skygge, hvor den ikke er i veien for pløying og drift av åkeren. Tre STRAND 70 blomsterstriper ble etablert på Steinkjer og Tjøtta i for første gang 20. mai 2021 og reetablert 31. mai 2022 og på Ås ble stripen etablert for første gang 29. april 2022, mens tre NIBIO regional ble etablert på Steinkjer 20. mai 2021, Tjøtta 31.

mai 2022 og på Ås 29. april 2022. Stripene og arealene rundt skal ikke sprøytes med plantevernmidler eller gjødsles under prosjektet. Den ettårige STRAND 70 blomsterstripene etableres på nytt hver vår og avsluttes og pløyes om høsten hvert år, mens NIBIO regional sås om våren året forsøksfeltet etableres og vil ikke pløyes, klippes eller bli behandlet gjennom prosjektløpet. Stripene etablert i 2021 var i forbindelse med et annet NIBIO prosjekt som brukte samme feltprotokoll for etablering.

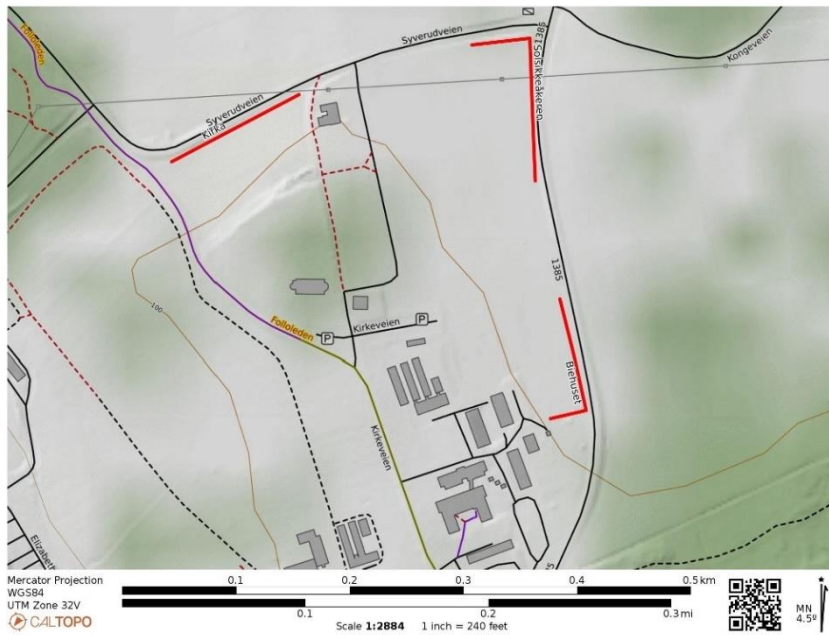
Forsøksfelt Ås

Forsøksfeltet på Ås ble etablert i april 2022 av NIBIO og det er her feltarbeidet for masteroppgaven gjennomføres. Lokalitetene ble kalt kirka, solsikkeåkeren og biehuset oppkalt etter omkringliggende landemerker (Figur 3A). Feltlokaliteten kirka ligger mellom en kornåker og en gressdominert veikant nord for Ås kirke, solsikkeåkeren ligger mellom en kornåker og en gressdominert veikant ved siden av en solsikkeåker og biehuset ligger mellom en rapsåker som er avblomstret idet registreringsperioden startet og en gressdominert veikant nord for utplasserte bikuber. Ingen av åkrene knyttet til lokalitetene var sprøytet med plantevernmidler eller gjødslet i 2022. Grunnet krisesituasjonen i Ukraina ble noen av lokalitetene som var planlagt til bruk under prosjektet omdisponert til korndyrking. Dette resulterte med at forskningslokalitetene som nå er etablert i Ås ikke hadde muligheten til, men prøvde til beste evne, å følge alle retningslinjene beskrevet i protokollen. Alle tre kantsonestripene og STRAND 70 stripene ved lokaliteten kirka følger målene vist i figur 2B, mens STRAND 70 stripene ved lokaliteten biehuset og solsikkeåkeren fulgte andre mål (se vedlegg 3). Alle NIBIO regional stripene fulgte heller ikke målene gitt i figur 2B, men grunnet mangel på blomstring og høy forekomst av ugress har disse stripene mindre betydning for datainnsamling i denne oppgaven.

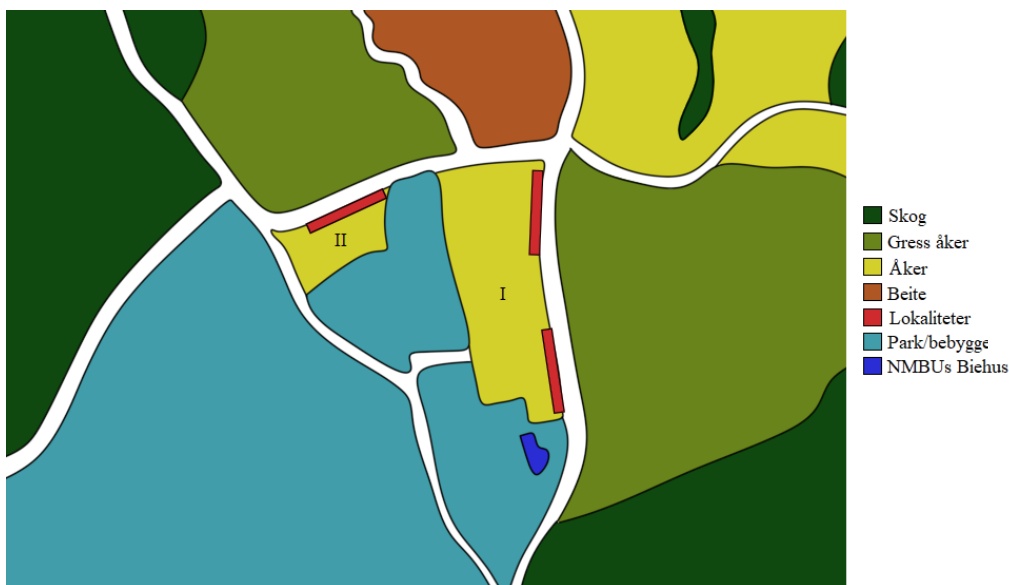
Figur 3B viser sammensetningen av landskapet rundt forsøksfeltet på Ås, og plasseringen til Norges Miljø- og Biovitenskaplige Universitets (NMBU) biehus. Klassifiseringen av habitattyper følger ikke et eksisterende system, men er basert på observasjoner gjort i felt og gjennom satellittbilder fra Google maps (Google, 2005). Skogarealene består av åpen grandominert produksjonsskog som har vært flatehugget i nyere tid, beitearealet er gressdominert med innslag av busker og trær med beitende kyr gjennom tilstede gjennom hele vekstsesongen og gressåkrene var store gressdominerte

arealer bestående av lavtvoksende gress- og kløverarter som blomstret gjennom juli og august. Gressåkrene har likhetstrekk med eng, men grunnet ukjent skjøtsel av arealene blir de ikke definert som eng. De resterende åkerarealene benyttes til dyrking av korn og raps som er avblomstret før starten på registreringsperioden startet i begynnelsen av juni. Park og bebyggelsesarealene tilhører NIBIO, NMBU campus og Ås kirke og består av parkeringsplasser, bygninger og brakker av stein og tre og gressplener, asfalterte veier, gruslagte veier, kantsoner, utplantede trær, hekker og utplantede og ville blomster med blomstrerressurser tilgjengelig gjennom hele vekstsesongen. NMBU sitt biehuis blir brukt til blant annet demonstrasjon av birøkt for studenter og har normalt 9 utplasserte bikuber gjennom hele sesongen. Bikuber har vært utplassert på bigårdsplassen siden 2015 og startet først med 5 kuber som har blitt utvidet over årene.

Feltlokaliteten solsikkeåkeren og biehuset ligger inntil åker I som er et sammensatt areal bestående av jordlapper med raps, korn, solsikker, løk, potet og utplantede blomsterstriper med ulike blomsterarter mellom åkerlappene som ikke er etablert som en del av denne oppgaven. Rapsplantene var avblomstret før registreringsperioden begynte, solsikkene startet sin blomstring i midten av juli og blomsterstripene blomstret gjennom hele vekstsesongen. Feltlokaliteten kirka ligger inntil åker II som er en økologisk kornåker som aldri har blitt sprøytet med plantevernmidler eller gjødslet med kunstgjødsel.



3A.



3B.

Figur 3A (Øverst): Kart over plassering av feltlokalitetene som utgjør forsøksfeltet på Ås. Kart: caltopo.com (Caltopo, 2011).

Figur 3B (Nederst): Kart over de ulike habitatene omkring forsøksfelt og plasseringen til NMBUs biehus på Ås. Illustrasjon: Emilie Risdal Danielsen.

3.2 Registrering av pollinerende insekter og blomsterressurser

Gjennom vekstsesongen vil tilgjengelige blomsterressurser og forekomsten av aktivt insekt-plante interaksjon registreres gjennom feltarbeid. Observasjonene ble notert for hånd i ulike skjemaer på papir. Blomstringen kan registreres uavhengig av temperatur og værforhold på dagtid, mens insekter registreres helst på dager med sol og minst mulig vind når insektene driver mest aktiv matsøk, og helst til ulik tid på dagen for hver

registrering. Dato, tid, temperatur i celsius, skydekke i prosent og vind gjennom Beaufort skala noteres for hvert transekt. Vær og temperaturdata ble hentet gjennom værstasjonene til Yr (NRK, 2007). Blomsterressurser og insekt-plante interaksjoner ble registrert annen hver uke og det ble gjennomført fem registreringer på Ås i tidsperioden juni-august og seks registreringer ble gjennomført av NIBIO ansatte på Steinkjer og Tjøtta i tidsperioden juni-september.

Registrering av blomsterressurser

Forsøksfeltet på Ås har etablert totalt ni blomsterstriper (tre STRAND 70, tre NIBIO regional Sørlandet og tre kantsoner) og blomsterressurser ble registrert for de seks STRAND 70- og kantsonestripene. Hver stripe hadde 2-4 faste 1x2 meter transekter (figur 2B, vedlegg 3) som ble lokalisert ved hjelp av målebånd for hver registrering. Blomsterressursene ble registrert ved å telle antall blomster av hver art innenfor hvert transekt. Dersom forekomsten av blomster var veldig høy, ble blomster innenfor en fjerdedel av transektet telt og ganget med fire for et estimert antall. Dersom avstanden mellom flere blomster av samme art er så liten at insekter kan forflytte seg mellom blomstene uten å fly, for eksempel kløverhoder, skjermplanter og tett blomsterdekke, registreres blomstene som en. Ikke blomstrende og vindpollinerte arter ble også registrert og artsbestemt underveis for å danne en komplett artsliste for transektet.

Registrering av insekt-plante interaksjoner

Insektene som ble registrert i denne oppgaven er alle ville pollinerende insekter som lever i og rundt studieområdet. Insektsgruppene som registreres i felt er humler, honningbier, solitære bier, blomsterfluer, andre fluer (som i resultater blir referert til som «fluer»), sommerfugler og biller som anses som de viktigste pollinerende insektsgruppene i det norske jordbrukslandskapet hvor studiet gjennomføres (se side 6 til 12 for mer informasjon om insektsgruppene og insektenes pollineringssegenskaper). Andre ikke-pollinerende insekter kan også bli registrert dersom de blir observert.

Masse innsamling og avliving av insekter er ikke vurdert som en nødvendig del av oppgaven og gjenkjenning i felt samt fangst og eller avlivning av enkeltindivider for bestemmelse om nødvendig var tilstrekkelig for metodene benyttet. Insekter og andre virvelløse dyr har ingen egne forskrifter om bruk til forskning. Forskningen på dyr gjennomført i denne oppgaven er etisk forsvarlig og lovlig etter paragraf 10 a, d og e i

forskriften om bruk av dyr i forsøk, og paragraf 19 dersom truede arter forekommer (vedlegg 10) (Forskrift om bruk av dyr i forsøk, 2015).

Insekt-plante interaksjoner ble registrert med «Pollard walk»-metoden (Pollard, 1977) som er en transektbasert tellemetode designet for overvåkning av endringer i forekomsten av sommerfugler fra år til år og egner seg til registrering av pollinerende insekter over tid. Registrering av blomsterressurser og insekt-plante interaksjoner ble gjennomført på samme dato. Registreringen ble gjennomført ved å gå i rolig tempo langsmed transektet (figur 2B, vedlegg 3) i ti minutter og noterte aktivt pollinerende insekter (insekter som sitter og hviler i blomsten regnes de ikke som aktive) etter art/morfologisk gruppe og blomsterarten insektet besøkte opptil en meter inn i stripen. Dersom enden på transektet ble nådd innen ti minutter måtte man gå tilbake langsmed samme transekt. For å unngå at samme individ blir registrert mer enn en gang bør tempoet tilpasses slik at man ikke behøver å gå tilbake igjen. Dette ble repetert langs hver side av stripene (10 minutter per transekt, 20 minutter per stripe).

Humler ble registrert etter art eller morfologisk gruppe (se vedlegg 1 for definisjon) etter observasjoner i gjort i felt mens andre insekter ble registrert etter grupper. Dersom umiddelbar bestemmelse av art eller gruppe ikke var mulig, skulle individet fanges direkte i en nummerert beholder eller ved hjelp av et nett og blomsterarten insektet ble observert på notert. Tiden kan stoppes under fangingen dersom det tar lang tid. Insektet skulle så bestemmes ved hjelp av nøkler på laboratorium før den slippes fri igjen. Dersom nødvendig kan insektet avlives humant ved bruk av karbondioksid gass. Verken fanging eller avliving var nødvendig som del av masteroppgaven.

Ettersom denne oppgaven er en del av et større prosjekt som også inkluderer registrering av skadedyr og skadedyrbekjempende predatorer og parasittoider ble observasjoner av disse insektene også notert.

Grunnet mangel på forekomsten av aktivt pollinerende insekter i blomster på Steinkjer og Tjøtta ble i tillegg insekter observert flygende i og rundt stripene registrert for å skape et helhetlig bilde av hvilke pollinerende insekter som befant seg i området.

3.3 Data analyse

Analysen har som mål å gi et overblikk over tilgangen på blomsterressurser, forekomsten av pollinerende insekter i de utplantede stripene og en oversikt over insekt-plante interaksjonene gjennom vekstsesongen 2022. Ettersom denne oppgaven tar del i etableringsåret for et fem år langt prosjekt som ikke har blitt gjennomført i Norge tidligere er det manglende data fra tidligere år. Dette gir lite datagrunnlag for statistiske analyser. Det ble bestemt i planleggingsfasen av prosjektet, inkludert denne oppgaven, at omfattende statistiske analyser ikke er mulig i etableringsåret og skal gjennomføres etter flere år med datainnsamling.

Innsamlet rådata ble manuelt ført inn i Office 365 Excel regneark fra papirskjemaene brukt under feltarbeid. Dataen for blomsterressurser og insekt-plante interaksjoner ble oppført i egne filer klassifisert etter registreringsdato, lokalitet og stripetype.

Tilleggsinformasjon om temperatur, værforhold og kommentarer til registreringen ble også innført. Når resultatene fra alle stasjonene sammenliknes med hverandre blir kun resultater fra STRAND 70 og kantsoner inkludert siden regionalblandingene er i ulike stadier av etablering som gir dem ulike resultater.

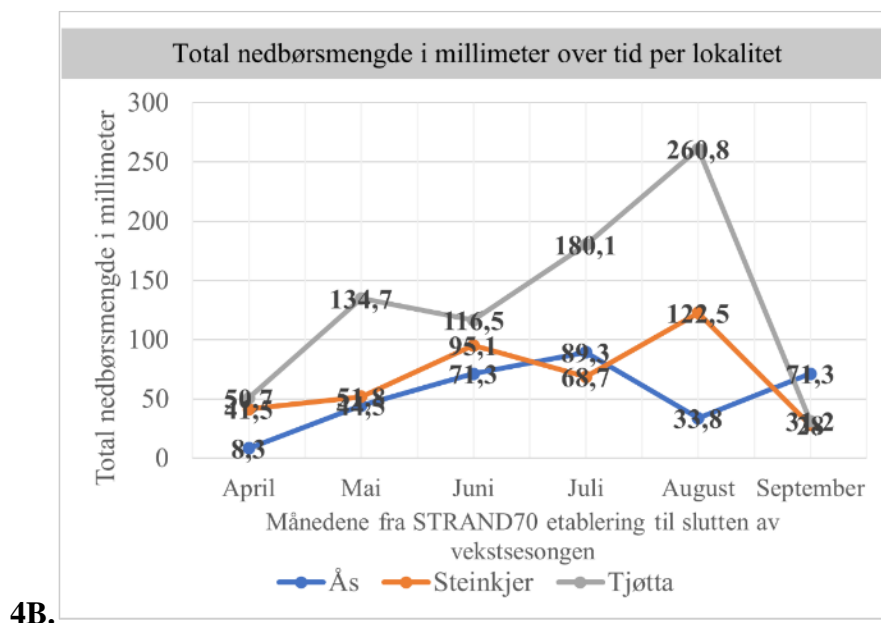
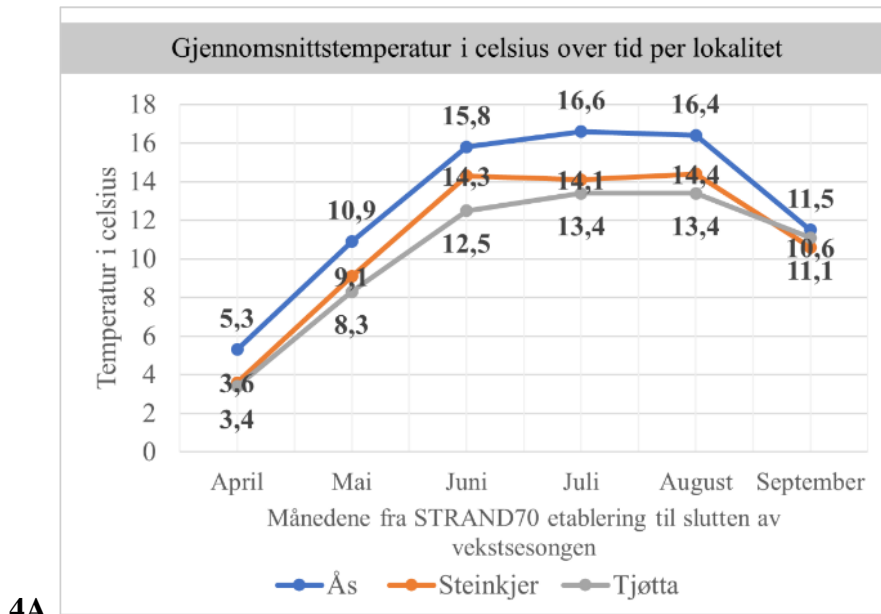
Det blir gjennomført diverse deskriptive statistiske analyser ved hjelp av Excel og R studio versjon 2022.02.2+485 og R pakken bipartite ble brukt for å lage linje- og stolpediagrammer og nettverksgrafer (bipartite grafer). Nettverksgrafer utnyttes ofte innenfor økologi for å illustrere interaksjoner mellom to usammenhengende og uavhengige grupper organismer, som for eksempel i denne oppgaven interaksjonene mellom pollinerende insekter og blomstrende planter (Dormann, 2020).

Av insekt-plante interaksjonsdataen for NIBIO regional Midt-Norge og kantsonestripene på Steinkjer og Tjøtta ble de seks blomsterartene med størst og mest mangfoldig insektforekomster og insekter observert i luften inkludert i analysen. Dette ble gjort fordi de resterende blomsterartene ble kun besøkt av et fåtall individer, og bidro derfor ikke til mangfoldet og forekomsten av pollinerende insekter rundt stripene i særlig grad gjennom sesongen 2022. Ved å redusere antall blomsterarter inkludert i figurene blir resultatene mer oversiktlig. Grafene for de resterende stripene inkluderer alle blomsterartene som ble besøkt av pollinerende insekter gjennom sesongen.

4. Resultater

4.1. Klimatiske forhold

Data om temperatur og nedbørsmengden for de tre forsøksfeltene (figur 1) viser at de tre NIBIO stasjonene tilbyr ulike klimatiske forhold gjennom 2022 som kan ha ulik effekt på registrert blomstring, insektsbesøk og interaksjoner.



Figur 4A (Øverst): Månedlig gjennomsnittstemperatur i Celsius for Ås, Steinkjer og Tjøtta gjennom vekstsesongen 2022. Værdata er hentet fra yr.no (NRK, 2007).

Figur 4B (Nederst): Total nedbørsmengde i millimeter per måned for Ås, Steinkjer og Tjøtta gjennom vekstsesongen 2022. Værdata er hentet fra yr.no (NRK, 2007)

Figur 4A viser høyere gjennomsnittstemperatur på det sørliggende forsøksfeltet med høyest gjennomsnittstemperaturer gjennom året registrert på Ås.

Gjennomsnittstemperaturene ligger rundt forventet normaltemperatur $\pm 1-2$ grader for hver måned basert på temperaturdata fra tidligere år.

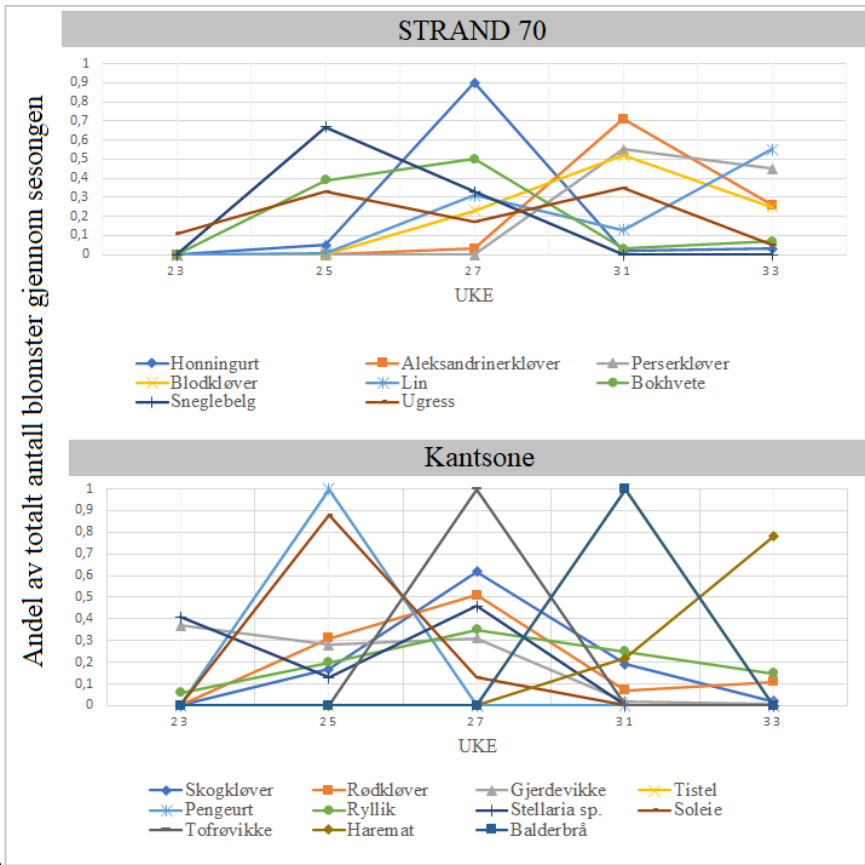
Figur 4B viser en nedbørsmengde over normalverdien i juni og august i Steinkjer og mellom mai og august på Tjøtta som opplevde uvanlig store nedbørsmengder i 2022. Nedbørsmengden ligger tilnærmet forventet normalmengde basert på nedbørsdata fra tidligere år på Ås med unntak av lite nedbør i april og august.

4.2. Blomstring i de tre blomsterstripene

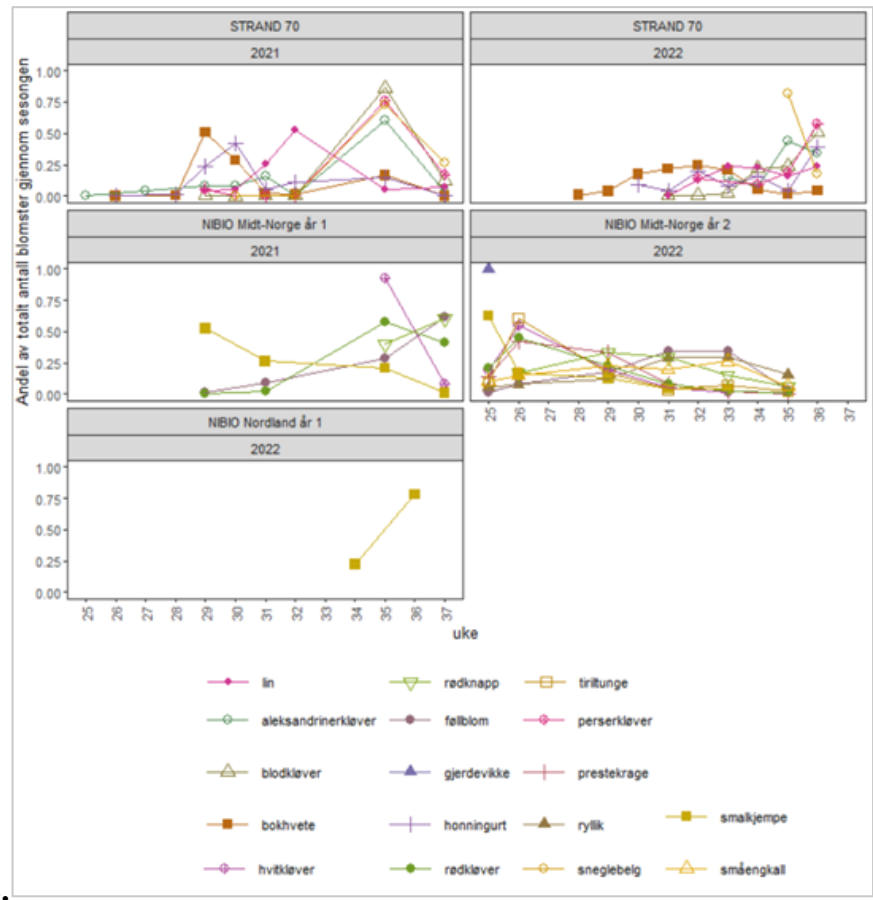
Alle artene inkludert i den ettårige frøblandingens STRAND 70 spiret på alle tre stasjonene gjennom sesongen 2022 (vedlegg 4). Blomstringen for STRAND 70 startet i uke 23 på Ås og blomstret jevnt gjennom sesongen hvor ulike arter nådde blomstringstoppen til ulike tider fram til avblomstringen etter uke 33 (figur 5A). På Steinkjer og Tjøtta startet blomstringen i uke 28 som er fire uker senere enn året før (figur 5B). Blomstringsandelen for Steinkjer og Tjøtta holdt seg relativt lavt fram til uke 34 hvor blomstringen tok seg opp de siste ukene før avblomstring startet etter uke 36 som er senere enn året før hvor avblomstringen startet i uke 35 (figur 5B).

Den naturlige kantsonestripen på Ås startet blomstringen før uke 23 og avblomstret etter uke 33 (figur 5A). Kantsonen hadde jevn blomstring gjennom sesongen på lik linje med STRAND 70 på samme forsøksfelt med blomsterressurser tilgjengelig gjennom hele sesongen. Kantsonestripen på Steinkjer og Tjøtta startet også blomstring tidlig i juni med tilgang på blomsterressurser gjennom hele sesongen.

NIBIO regional Sørlandet som ble etablert på Ås i 2022 hadde ingen registrert blomstring gjennom vekstsesongen 2022 (vedlegg 6). NIBIO regional Midt-Norge på Steinkjer startet blomstringen før uke 25, fem uker tidligere enn året tidligere og fire uker tidligere enn STRAND 70 på samme forsøksfelt samme året med jevn blomstring gjennom sesongen fram til avblomstring etter uke 35 (figur 5B). Det ble nevnt i feltnotatene fra Steinkjer at ugressforekomsten i den regionale blandingen er lavere i 2022 sammenliknet med etableringsåret 2021. NIBIO regional Nordland hadde en art som blomstret i uke 34 hvor blomstringen økte mot slutten av august (figur 5B).



5A.



5B.

Figur 5A (Øverst): Blomsterressurser gjennom vekstsesongen 2022 for STRAND70 og kantsonen på Ås. Andel av totalt antall blomster per art er utregnet for å vise hver arts blomstring gjennom sesongen.

Figur 5B (Nederst): Samla blomsterressurser for Steinkjer og Tjøtta gjennom vekstsesongen 2021 og 2022 for STRAND 70 og blomsterressurser gjennom vekstsesongen 2021 og 2022 for NIBIO regional Midt-Norge på Steinkjer og NIBIO regional Nordland gjennom vekstsesongen 2022 på Tjøtta.. Andel av totalt antall blomster per art er utregnet for å vise hver arts blomstring gjennom sesongen. Figuren er laget av Marie Vestergaard Henriksen og redigert av Emilie Risdal Danielsen.

Blomstertettheten i STRAND 70 var høyest på Ås med gjennomsnittlig 900,9 ($\pm 395,2$) blomstrer per kvadratmeter gjennom sesongen. Blant syv utplantede arter var honningurt og aleksandrinekløver dominerende og utgjorde 91% av blomstringen med innskudd av perserkløver, blodkløver og blomstrende ugress med mindre forekomster av bokhvete og lin. Sneglebelg ble observert, men var for det meste fraværende (tabell 1).

Blomstringstettheten gjennom sesongen i Steinkjer var 304,7 ($\pm 222,2$) blomster per kvadratmeter som var nesten 1/3 av blomstringstettheten registrert på Ås. Dominerende utplantede blomster var blodkløver og perserkløver, men halvparten av blomstringen bestod av ugress med liten forekomst av honningurt og aleksandrinekløver som var dominant på Ås (tabell 1). Det ble registrert minst blomstring på Tjøtta med 184,3 ($\pm 191,8$) blomster per kvadratmeter, nesten 1/5 av blomstringen registrert på Ås, og blodkløver var dominerende med mye ugress (tabell 1). Tjøtta hadde større forekomst av sneglebelg, lin og blodkløver enn på de andre stasjonene lengere sør og hadde generelt jevnere fordeling i blomstring blant de utplantede blomsterartene (tabell 1).

Tabell 1: Gjennomsnitt og standardavvik for blomstrende STRAND70 arter per kvadratmeter totalt for hele vekstsesongen 2022 for Ås, Steinkjer og Tjøtta.

Frøblanding	Art	Gjennomsnitt blomster pr m ² (\pm SE)		
		Ås	Steinkjer	Tjøtta
STRAND 70	Honningurt	93,9 ($\pm 22,5$)	11,7 ($\pm 13,4$)	28,1 ($\pm 26,4$)
STRAND 70	Aleksandrinekløver	721,8 ($\pm 334,3$)	2,7 ($\pm 3,2$)	1,2 ($\pm 1,7$)
STRAND 70	Perserkløver	22,2 ($\pm 11,9$)	43,3 ($\pm 72,9$)	3,7 ($\pm 4,8$)
STRAND 70	Blodkløver	30,7 (± 13)	38,3 ($\pm 47,8$)	55,1 ($\pm 82,6$)
STRAND 70	Lin	6 ($\pm 2,2$)	7 ($\pm 8,3$)	18 ($\pm 21,6$)
STRAND 70	Bokhvete	9,5 ($\pm 3,1$)	37,6 ($\pm 31,7$)	21,3 ($\pm 21,1$)
STRAND 70	Sneglebelg	0,2 ($\pm 0,3$)	3 ($\pm 4,9$)	14,5 ($\pm 18,7$)
STRAND 70	Ugress	16,6 ($\pm 7,9$)	161,1 (± 40)	42,4 ($\pm 14,9$)
Totalt		900,9 ($\pm 395,2$)	304,7 ($\pm 222,2$)	184,3 ($\pm 191,8$)

Se vedlegg 5 for komplett artsliste over blomstrende ugressarter registrert i STAND 70 for Ås, Steinkjer og Tjøtta.

Den eksisterende kantvegetasjonen for hver lokalitet var hovedsakelig gressdominert med lavere blomstringstetthet sammenliknet med innsådde blomsterstripene som bestod utelukkende av blomstrendeplantearter arter. Blomsterdiversiteten varierte veldig fra stasjon til stasjon hvor Ås hadde færrest blomstrende plantearter i kantvegetasjonen (se vedlegg 8 for komplett artsliste over blomstrende arter i kantsonestripene for Ås, Steinkjer og Tjøtta).

4.3 Mangfold av pollinerende insekter

Av syv grupper pollinerende insekter inkludert i oppgaven var alle representert i utplantede og eksisterende kantvegetasjon på Ås og Steinkjer og fem på Tjøtta (tabell 2A). Ås hadde høyest mangfold av humlearter med syv registrerte arter og morfologiske grupper, mens Steinkjer og Tjøtta hadde seks hver, hvor artssammensetningen varierte mellom stasjonene (tabell 2A og 2B). Mangfoldet var større i utplantede striper sammenliknet med eksisterende kantvegetasjon (tabell 2A og 2B).

Tabell 2A (Øverst): Pollinerende insektsgrupper registrert i utplantede blomsterstriper og eksisterende kantvegetasjon på Ås, Steinkjer og Tjøtta gjennom vekstsesongen 2022.
Tabell 2B (Nederst): Humlearter og morfologiske grupper registrert og forekomsten i utplantede blomsterstriper og eksisterende kantvegetasjon på Ås, Steinkjer og Tjøtta gjennom vekstsesongen 2022 og deres tungelengde.

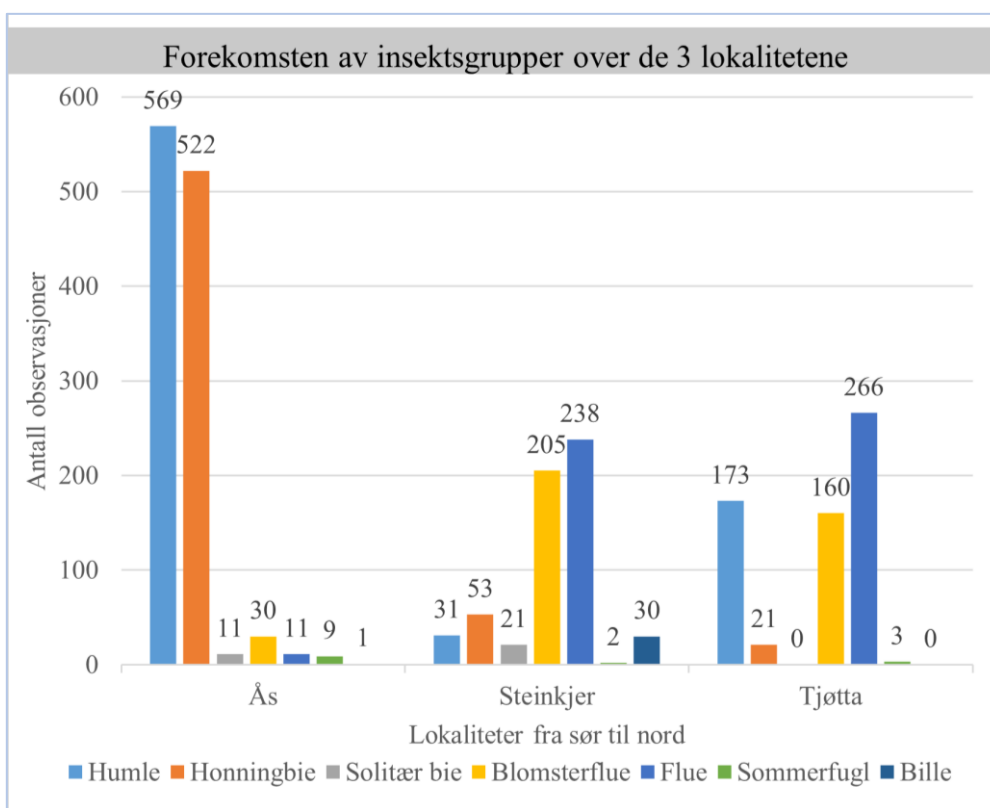
2A.

Insektgrupper	Ås		Steinkjer			Tjøtta		
	STRAND 70	Kantsone	STRAND 70	NIBIO reg.	Kantsone	STRAND 70	NIBIO reg.	Kantsone
Humle	X	X	X	X	X	X	X	X
Honningbie	X	X	X	X	X	X	X	X
Solitär bie	X	X	X	X	X			
Blomsterflue	X	X	X	X	X	X	X	X
Flue	X	X	X	X	X	X	X	X
Sommerfugl	X	X	X	X		X		
Bille		X	X	X				

2B.

Humleart	Tungelengde	Ås		Steinkjer			Tjøtta		
		STRAND 70	Kantsone	STRAND 70	NIBIO reg.	Kantsone	STRAND 70	NIBIO reg.	Kantsone
Jordhumle	Kort	X	X	X	X	X	X	X	X
Steinhumle	Kort	X	X					X	
Trehumle	Kort	X	X		X		X	X	X
Markhumle	Kort	X			X		X	X	
Åkerhumle	Lang	X	X	X	X	X	X	X	X
Hagehumle	Lang	X		X	X	X	X		X
Enghumle	Lang	X							
Lynghumle	Kort						X		
Gjøkhumle	Kort				X				

Det ble registrert få solitære bier, biller og sommerfugler på alle stasjonene mens forekomsten av humler, honningbier, blomsterfluer og fluer varierte kraftig (figur 6). På Ås ble det registrert totalt 569 humlebesøk på utsådde og hjemhørende blomsterarter på Ås som utgjør 49% av registrerte insektsbesøk i forsøksfeltet. Honningbier utgjorde 45% fluer og blomsterfluer utgjorde 4% og solitære bier, sommerfugler, og biller utgjorde de resterende 2%. På Steinkjer utgjorde fluer og blomsterfluer 76% av insekt interaksjonene, mens humler utgjorde 5%, honningbier utgjorde 9% og solitære bier, sommerfugler og biller de resterende 10%. For Tjøtta utgjorde fluer og blomsterfluer 68%, humler 28%, honningbier 3% og sommerfugler 1%.



Figur 6: Totalt antall insekter innenfor hver gruppe registrert på blomster i STRAND70 striper og kantsoner på Ås, Steinkjer og Tjøtta.

Billene registrert på Steinkjer var alle mariehøner som benytter blomster til hvile, og er ikke inkludert i resultatene for Steinkjer i kapittel «4.4 Pollinerende insektaktivitet gjennom sesongen» og «4.5 Interaksjoner mellom insekter og planter».

4.4 Pollinerende insektaktivitet gjennom sesongen

Ås

Forekomsten av de ulike gruppene pollinerende insekter følger utviklingen til blomsterressursene. Humlearbeidere ble observert i Ås i juni når blomstringen startet i de naturlige kantsonene og de resterende insektsgruppene ble registrert fra juli og ut sesongen (figur 7Aa og 7Ab). Majoriteten av insektene registrert i kantsonestripene var humler, og honningbier ble ikke registrert i kantsonene før slutten av sesongen. Til tross for stor forekomst og artsvariasjon blant blomsterressurser i STRAND 70 og kantvegetasjonen (vedlegg 4 vedlegg 8) tiltrakk nektarrike blomsterarter og blomster i ertefamilien flest pollinerende insekter (figur 7Aa og 7Ab). Flere blomsterarter fikk besøk av pollinatorer i kantsonestripene sammenliknet med STRAND 70 hvor hovedsakelig honningurt og aleksandrinekløver tiltrakk seg pollinerende insekter.

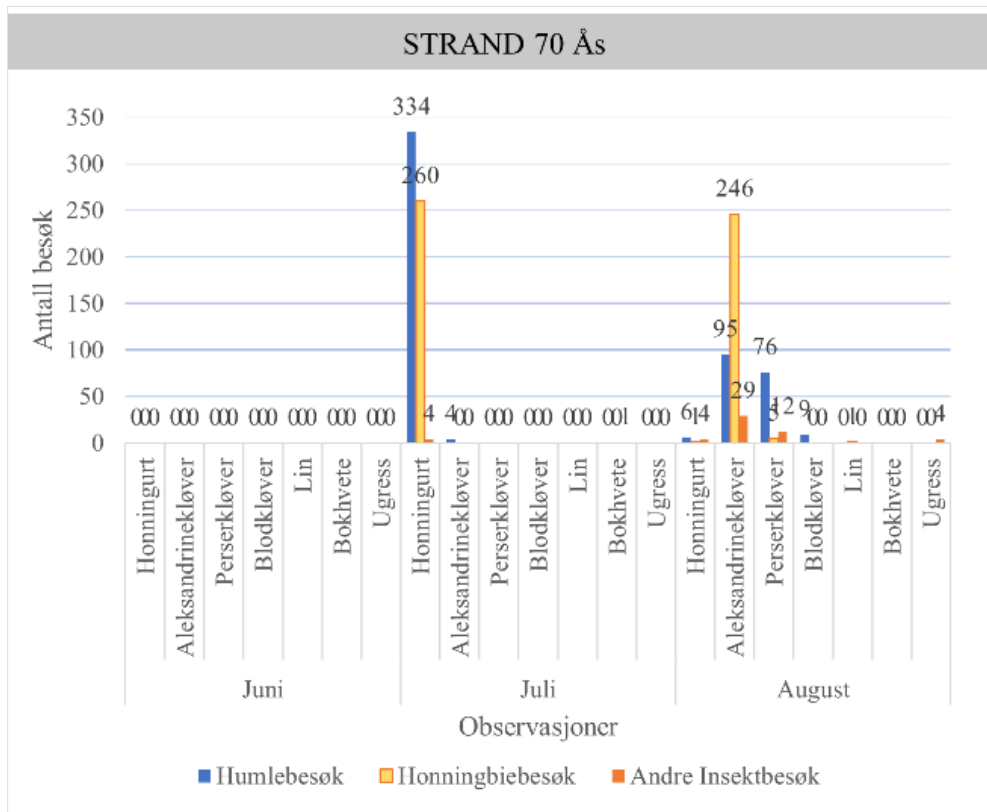
Steinkjer

Steinkjer var forsøksfeltet med lavest forekomst av humler og honningbier og insektsgruppene fluer og blomsterfluer utgjorde majoriteten av blomsterbesøkene registrert (figur 6). Den regionale frøblandingen Midt-Norge startet blomstringen tidlig og tiltrakk seg insekter gjennom juni hvor 53% av registrerte humlebesøk i begynnelsen av sesongen var humledronninger. Forekomsten av insekter økte i takt med blomstringen i alle blomsterstripene med flest besøk i august. I STRAND 70 tiltrakk blomstrende ugress over halvparten av insektsbesøkene (se vedlegg 5 for full artsliste) og perserkløver som var den innsådde arten med størst andel blomster per kvadratmeter hadde ingen registrerte insektsbesøk (figur 7Ba). Det var relativt få besøk på både innsådde og naturlig forekommende kløverartene i alle stripene, mens åpne flate blomster som skogstorkenebb og fjøllblom fikk flest besøk gjennom sesongen (figur 7Ba, 7Bb og 7Bc).

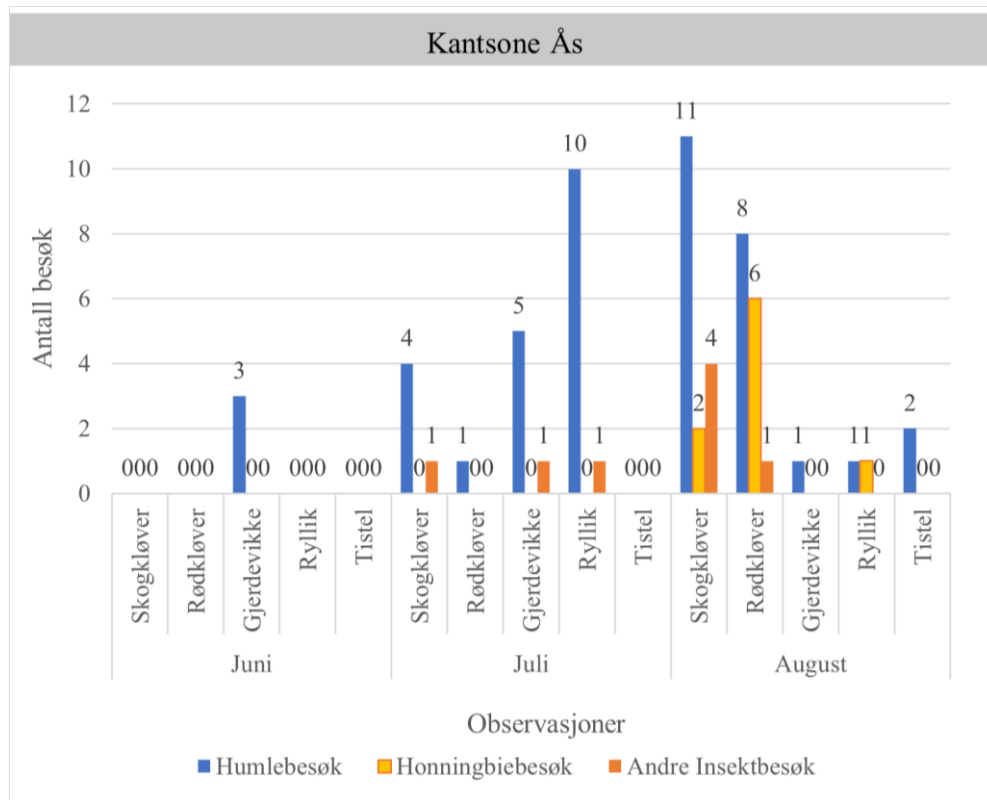
Tjøtta

Blomstringen på Tjøtta startet sent som resultat av en våt sommer som reflekteres i antall insektsbesøk med flest registreringer mot slutten av sesongen (figur 7Ca, 7Cb og 7Cc). Ugressarter i innsådde striper virket mest tiltrekkende på insekter fram til blomsterressursene i STRAND 70 ble tilgjengelig i august hvor insektene fordelte seg over flere blomsterarter (se vedlegg 5 for full artsliste). Planter med åpen og flat blomst-

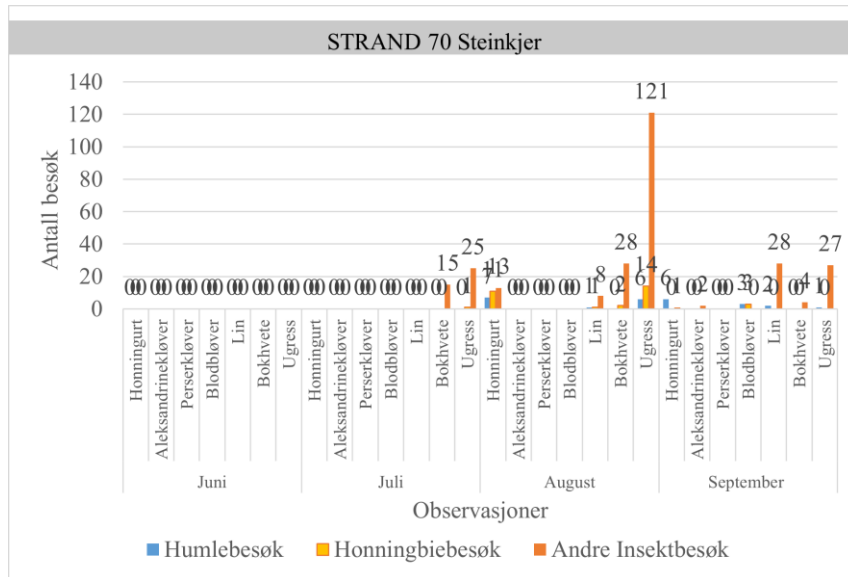
utforming fikk flest besøk av blomsterfluer og fluer mens humlene besøkte hovedsakelig honningurt og blodkløver gjennom sesongen.



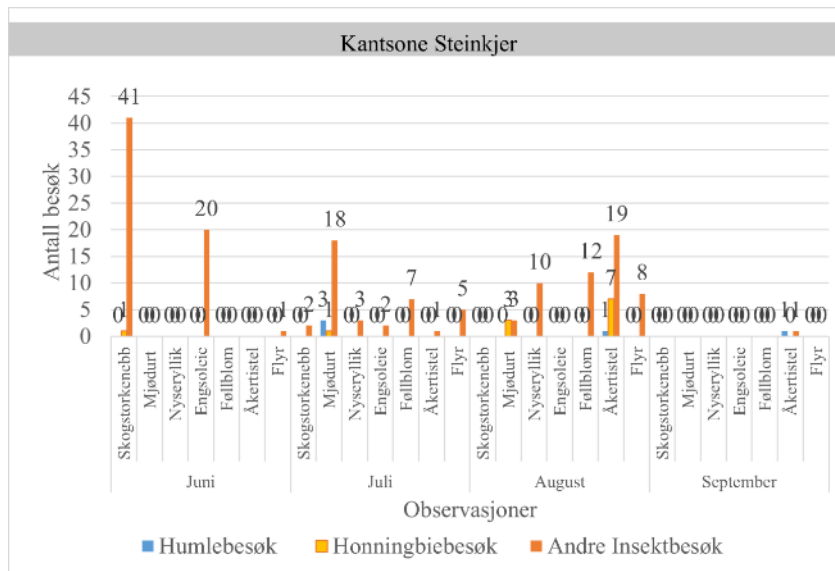
7Aa



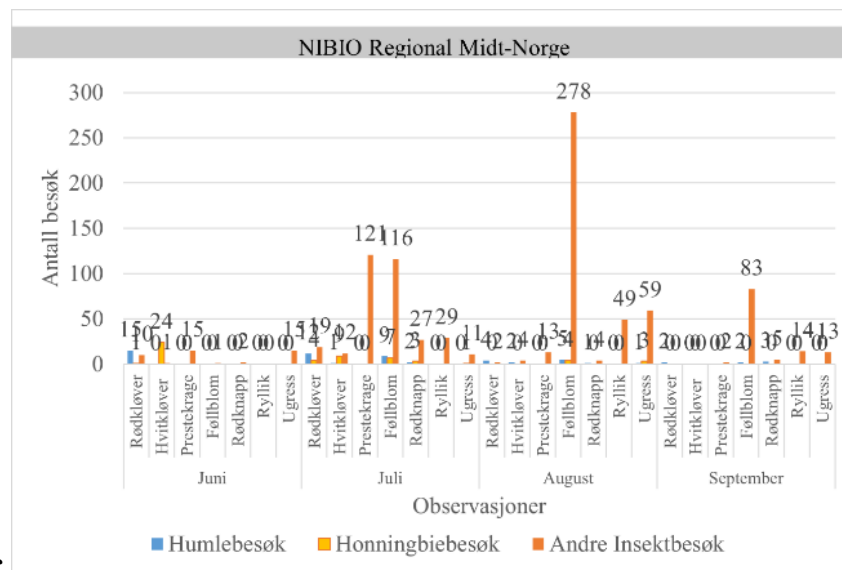
7Ab



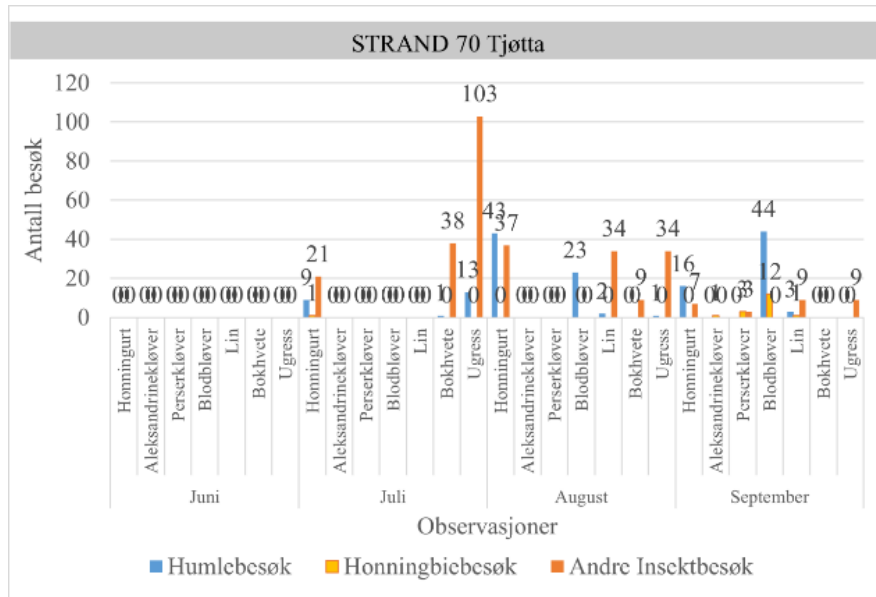
7Ba



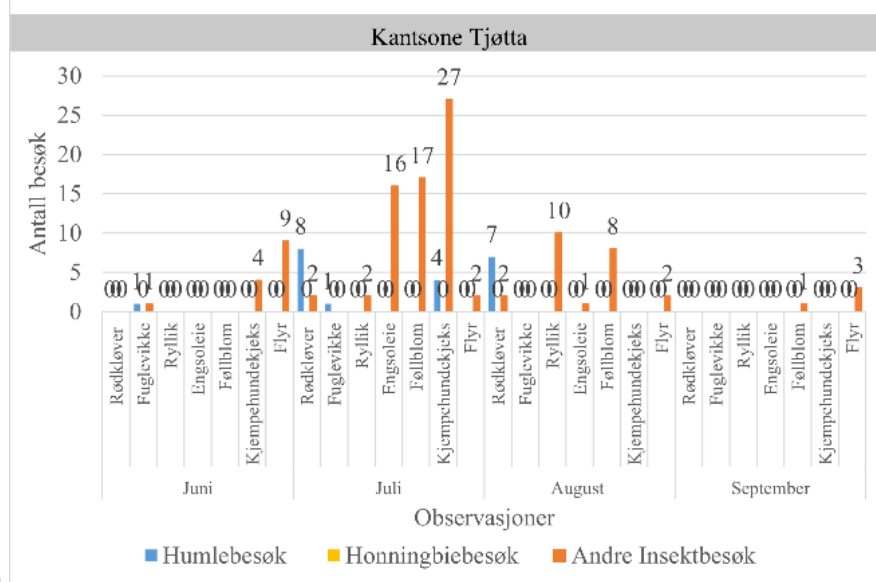
7Bb



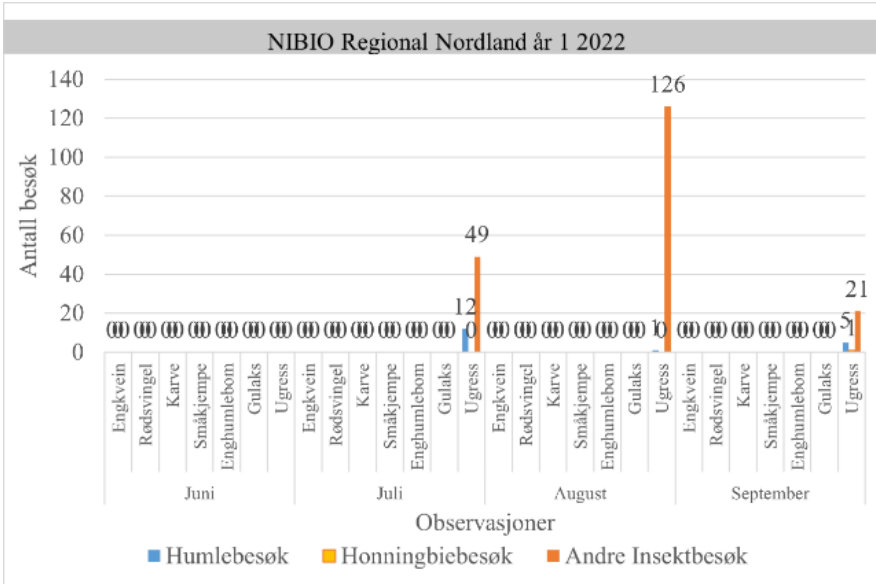
7Bc



7Ca



7Cb



7Cc

Figur 7: Pollinator-interaksjoner per art i de ulike blomsterstripene på Ås, Steinkjer og Tjøtta

7Aa (Øverst side 41): Totalt antall pollinator-interaksjoner på STRAND 70 arter og ugress over tid på Ås 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

7Ab (Nederst side 41): Totalt antall pollinator-interaksjoner på arter i kantsonestripen over tid på Ås 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

7Ba (Øverst side 42): Totalt antall pollinator-interaksjoner på innsådde STRAND 70 arter og ugress over tid på Steinkjer 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

7Bb (Midterst side 42): Totalt antall pollinator-interaksjoner på de seks mest besøkte artene og insekter observert flygende i kantsonestripen over tid på Steinkjer 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer og sommerfugler (figur 6).

7Bc (Nederst side 42): Totalt antall pollinator-interaksjoner på de seks mest besøkte artene i NIBIO regional Midt-Norge blandingen og ugress over tid på Steinkjer 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer og sommerfugler (figur 6).

7Ca (Øverst side 43): Totalt antall pollinator-interaksjoner på STRAND 70 arter og ugress over tid på Tjøtta 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

7Cb (Midterst side 43): Totalt antall pollinator-interaksjoner på de seks mest besøkte artene og insekter observert flygende i kantsonestripen over tid på Tjøtta 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

7Cc (Nederst side 43): Totalt antall pollinator-interaksjoner på de seks artene med størst andel frø i den innsådde blandingen NIBIO regional Nordland og ugress over tid på Tjøtta 2022. Andre insektbesøk utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

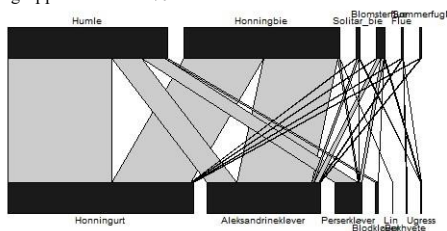
4.5 Interaksjoner mellom insekter og planter

I denne seksjonen blir interaksjonene mellom insekter og plantearter registrert i blomsterstripene STRAND70 og kantsone illustrert gjennom nettverksgrafer. NIBIO regional blandingene er i ulike etableringsstadier som gir lite sammenliknbar data med forsøksfeltene på Ås som oppgaven tar utgangspunkt i. Insekter med ulike munnleder og spisestrategier ble tiltrukket av ulike blomster. Humler og bier med lengere tunger hadde preferanser for innsådde og ville kløverarter som aleksandriner-, blod-, hvit- og rødkløver og andre blomstrende arter i erteblomstfamilien (figur 8A, 8B og 8C). Arten honningurt virket spesielt tiltrekkende for humler og honningbier (figur 8A, 8B og 8C). De kløverdeminerte STRAND 70 stripene hadde derfor stor forekomst av bier, spesielt honningbier som hadde en preferanse for innsådde blomsterarter. De korttungete humleartene (tabell 2B), de solitære biene, honningbiene og sommerfuglene besøkte blomster med flere utforminger, både åpne og flate blomster som lin, ryllik, tistel og mjøddurt og blomster med lange kronrør som erteblomster. De korttungete jordhumleartene hadde størst forekomst på Ås og var representert i alle frøblandingene og naturlig kantvegetasjon. Jordhumlene utgjorde 63% av registrerte humleinteraksjoner på Ås, 73% på Steinkjer og 26% på Tjøtta. Ås hadde i tillegg store forekomster av steinhumler og artene trehumle, åkerhumle og markhumle ble representert av flere individer i forsøksstasjonene. De resterende humleartene (tabell 2B) var representert av enkeltindivider. De langtungete humleartene hagehumle og åkerhumle favoriserte blomster med lange kronrør som kløverarter i frøblandingene og kantvegetasjonen og andelen langtungete humler på Ås var relativt lav på under 1%, men økte på de mer nordlige stasjonene med 27% på Steinkjer og Tjøtta med størst forekomst på 68% (figur 8A, 8B og 8C).

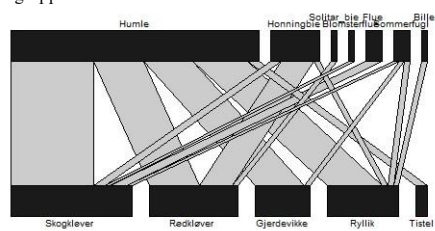
Fluer, både blomsterfluer og andre fluer, som ikke har sugesnabel eller tunge til næringsopptak foretrakk flate og åpne blomster med kurv-, hode- og skjerm blomsterstand (figur 8A, 8B og 8C).. Fluene besøkte flere arter i både kantvegetasjon og innsådde arter, og arten føyblom, representert i den regionale frøblandingen Midt-Norge, vilt på Steinkjer og Tjøtta og om ugress i STRAND 70 Steinkjer, var en favorisert matkilde for fluer (figur 8A, 8B og 8C).

Insektbesøk Ås 2022

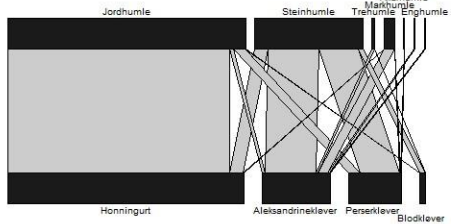
Insektgrupper i STRAND70



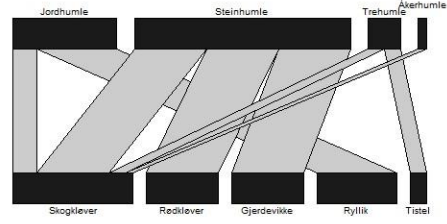
Insektgrupper i kantsone



Humlearter i STRAND70



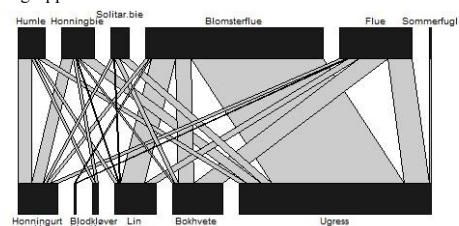
Humlearter i kantsone



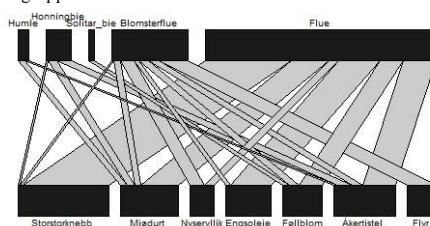
8A.

Insektbesøk Steinkje r 2022

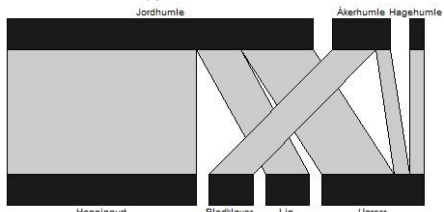
Insektgrupper i STRAND70



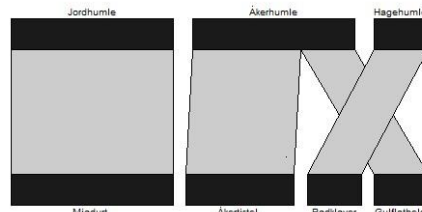
Insektgrupper i kantsone



Humlearter i STRAND70



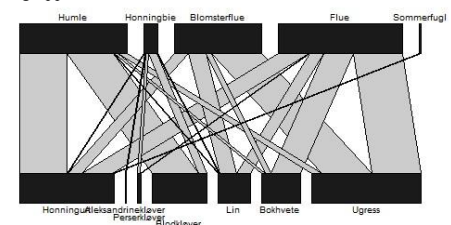
Humlearter i kantsone



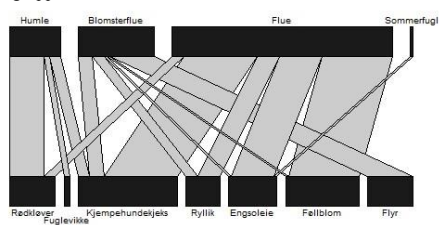
8B.

Insektbesøk Tjøtta 2022

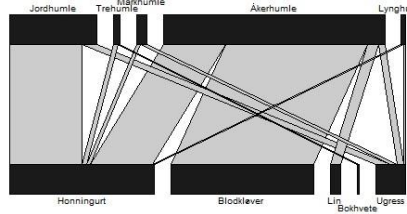
Insektgrupper i STRAND70



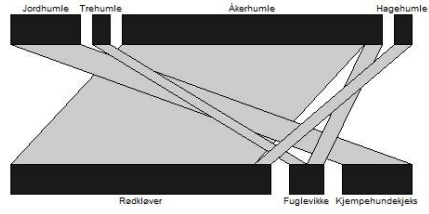
Insektgrupper i kantsone



Humlearter i STRAND70



Humlearter i kantsone



8C.

Figur 8A (øverst): Insekt- og humlebesøk på arter i frøblandingen STRAND 70 og kantsone på Ås 2022. Bredden på de grå rektanglene som forbinder planter og insektsgrupper viser andelen av insektsindivider som besøkte hver planteart.

Figur 8B (Midterst): Insekt- og humlebesøk på arter i frøblandingens STRAND 70 og de seks mest besøkte ville artene og observert flygende i kantsone på Steinkjer 2022.

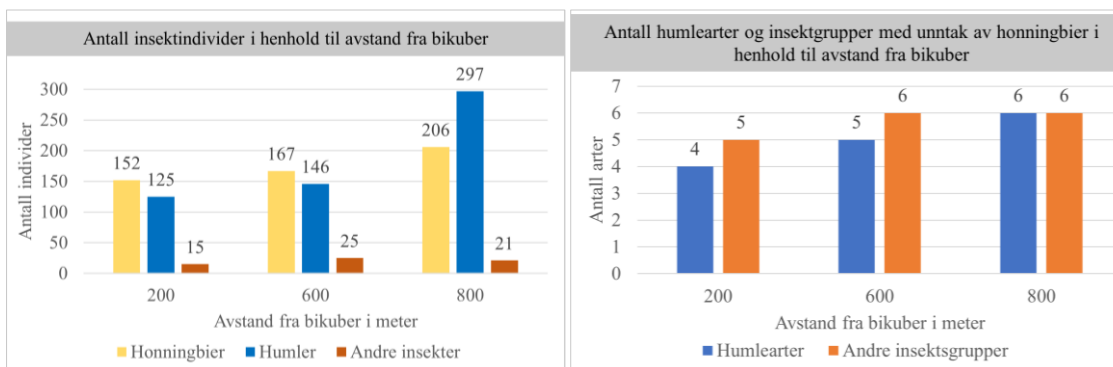
Bredden på de grå rektanglene som forbinder planter og insektsgrupper viser andelen av insektsindivider som besøkte hver planteart.

Figur 8C (Nederst): Insekt- og humlebesøk på arter i frøblandingens STRAND 70 og de seks mest besøkte ville artene og observert flygende i kantsone på Tjøtta 2022. Bredden på de grå rektanglene som forbinder planter og insektsgrupper viser andelen av insektsindivider som besøkte hver planteart.

4.6 Effekten av honningbier

Denne seksjonen er i utgangspunktet ikke en stor del av oppgaven. Forsøksfeltet på Ås står rett ved siden av utplasserte bikuber som gir muligheten til å studere innvirkningen honningbier har på ville pollinerende insekter.

Flere insektsindivider har blitt registrert i stripene lengere unna bikubene (figur 9) og jo større avstanden er mellom bikubene og stripene er jo større antall humlearter og insektsgrupper har blitt registrert (figur 10). Humleartene med minst kroppsstørrelse hadde høyest forekomst i feltlokaliteten solsikkeåkeren som lå lengst unna biehuset (figur 3).



Figur 91 (til venstre): Totalt antall insektsindivider registrert i henhold til avstand fra bikubene på NMBUs biehus. Andre insekter utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

Figur 10 (til høyre): Totalt antall humlearter og insektsgrupper med unntak av honningbier registrert i henhold til avstand fra bikubene på NMBUs biehus. Andre insekter utgjør gruppene solitære bier, blomsterfluer, fluer, sommerfugler og biller (figur 6).

5. Diskusjon

Resultatene indikerer en tydelig forskjell i blomstringsmønstrene hos frøblandingene og den naturlige kantvegetasjonen og sammensetningen av pollinerende insekter ved de ulike stasjonene i 2022. Dataen viste at variasjon i blomstenes utforming, blomstringstetthet og blomstringstid var faktorer som har potensialet til å påvirke tiltrekningen av de ulike insektsgruppene. Frekvensen av insektbesøk var høyest når planten var på toppen av blomstringen (Hegland & Totland, 2005), så det er viktig med frøblandinger med blomsterarter som når blomstringstoppen ved ulike tidspunkter og ikke bare dekker blomstringsperioden. Ås var humledominert mens Steinkjer og Tjøtta hadde høy forekomst av både blomsterfluer og andre fluegrupper. Forekomsten av sommerfugler, solitære bier og biller var lav for alle stasjonene, særlig på Ås, som gjør humlene og fluene, og til dels også honningbier på Ås, men ikke de andre stasjonene, til de mest essensielle pollinatorgruppene i blomsterstripene for sesongen 2022. Humlene foretrakk blomster med lengere kronrør og høyt nektarinnhold mens fluene var tiltrukket av åpne blomster med lett tilgjengelig pollen og nektar. Til tross for lavere forekomst av honningurt på Steinkjer og Tjøtta var den fortsatt en foretrukket matkilde for humler og honningbier på alle stasjonene, mens fluegruppene ikke hadde tydelige artspreferanser.

Blomstring i ulike vegetasjonstyper i ulike regioner

Den ettårige frøblanding STRAND 70 blomstret senere i nord sammenliknet med sør, hvor den sørlige lokaliteten Ås startet blomstringen for fult i uke 27 og hadde tilgjengelige blomsterressurser i perioden juli til august og trolig ut september etter fullført registrering, mens Steinkjer og Tjøtta startet tre uker senere i uke 30 og hadde tilgjengelige blomsterressurser i august og september. Disse resultatene kan indikere endringer i blomstringsmønster som resultat av et nordligere klima, men kan også være et resultat av store mengder nedbør gjennom vekstsesongen ettersom blandingen blomstret fire uker tidligere året før. I tillegg til ulik start på blomstring viser resultatene ulik blomstringsgrad blant artene i blandingen. På Ås var det store forekomster av artene honningurt og aleksandrinekløver som var nesten fraværende på Steinkjer og Tjøtta. Arten sneglebelg var nesten fraværende på Ås og Steinkjer, men hadde en større forekomst på den nordligste stasjonen Tjøtta. Mens kløverarten blodkløver hadde

relativt høy forekomst på alle tre stasjonene. Dette antyder at artene i STRAND 70 trives under ulike klimatiske forhold som gjør frøblanding egnet til dyrking i flere norske jordbrukslandskap.

Det kan forventes at de flerårige regionale blandinger vil starte blomstringen tidligere i sesongen enn STRAND 70 når plantene har etablert seg. NIBIO regional Midt-Norge startet blomstringen nesten fem uker før den ettårige frøblanding i det samme forsøksfeltet som antyder at NIBIO regional Sørlandet kan starte blomstringen så tidlig som slutten av april på Ås i fremtidige vekstsesonger når stripen har etablert seg. NIBIO regional blandingen kan ha blomsterressurser tilgjengelig for de første pollinatorene som kommer fram om våren som er spesielt viktig for humledronninger som søker næring til å bygge bol og produsere arbeidere tidlig om våren. Den naturlige kantvegetasjonen inneholder flere allerede etablerte flerårige blomsterarter som startet blomstringen lenge før registreringsperioden startet på Ås, men nitrogen- og fosforrik avrenning fra åkrene har vært et problem på Ås over lengere perioder som har blant annet blitt registrert i den lokale innsjøen Årungen (Vannområde Follo/Oslo, 2013). Avrenning av kunstgjødsel og plantevernmidler fra åkere ut i kantsonene og vannløp har vært et kjent problem i jordbruksarealer de siste tiårene og fører til gressdominert kantvegetasjon som utkonkurrerer blomstrende urtevekster som trives i skrin jord.

Forsøksfeltet på Steinkjer var den eneste stasjonen som hadde blomstring i alle de utplantede og naturlige stripene. Den sene og lave blomstringen av STRAND 70 kan være et resultat av sommertemperaturer som ble oppfattet som kjølig, og en stor nedbørmengde med over gjennomsnittet mye overskyet vær. Den flerårige regionale blandingen Midt-Norge, som allerede har hatt tid til å etablere seg, og den eksisterende kantvegetasjonen var ikke like påvirket av værforholdene som STRAND 70 og blomstret tidligere med flere blomsterressurser tilgjengelig enn den ettårige blandingen. Flerårige planter har et dyptgående rotsystem som gjør dem mer robuste enn ettårige urter. Det gir dem evnen til å lagre næringsstoffer i røttene som de kan benytte gjennom dårlige forhold og om våren uten behov for å etablere seg på nytt for hver sesong. Eldre, etablerte blomsterstriper med høy blomsterdiversitet kan bidra til økt pollinering av jordbruksplanter (Albrecht et al., 2020). Ulempen med flerårige planter er at rotsystemet bruker lang tid på å etableres, og det kan ta opptil flere år før plantens blomstring starter. Dette gjør det vanskelig å omlokalisere allerede etablerte striper, og klipping er

ugunstig for blomstringen, noe som gjør dem uegnede for kantsoner langsmed veier, bekker, kraftlinjer og andre menneskeskaptede strukturer som skjøtles aktivt flere ganger gjennom året og områder hvor de kan komme i veien for traktorer, maskineri og utbyggelse av åkere og infrastruktur. Ettårige blomster bruker starten av sesongen til etablering og kommer i blomst senere i sesongen sammenliknet med de flerårige blomsterstripene og eksisterende kantvegetasjon, og er sårbare for vær og temperaturendringer gjennom vekstsesongen. De har ikke et sterkt rotsystem til lagring av næringsstoffer som gjør dem avhengig av tilstrekkelig sollys og regnvann til produksjon av næring. Men siden de fullfører livssyklusen i løpet av en sesong er de ikke like stedavhengige som de flerårige plantene er. Stripper bestående av ettårige vekster kan plantes og kan relokteres mellom sesongene etter behov. De må klippes ned mot slutten av sesongen og er egnet for arealer med aktiv skjøtsel og menneskelig aktivitet hvor flerårige planter ikke ville trives eller hadde stått i veien (Bär et al., 2022).

Videre viser studier gjennomført i Storbritannia at utplantede blomsterstriper kan fungere som en barriere som forhindrer spredningen av uønskede ugressplanter, som nesle og åkertiste, ut i åkeren (Marshall & Moonen, 2002) og kan føre til en reduksjon i antall bladlus angrep på produksjonsplanter (Balzan & Moonen, 2014). Røttene til flerårige blomsterstriper kan redusere mengden nitrogen og fosfor i jorda gjennom rotsystemet (Marshall & Moonen, 2002) som kan bidra til å rense opp forurensninger og redusere avrenning fra åkeren. Ugressproblemet i NIBIO regional Sørlandet og Nordland på Ås og Tjøtta er trolig grunnet nitrogen og fosfor forurensning forårsaket av gjødsling, men mengden ugress i den flerårige NIBIO regional Midt-Norge på Steinkjer var redusert det andre år etter etablering, som kan indikere reduksjon i forurensning eller utdriving av ugressarter av den flerårige frøblandingen.

Blomsterbesøk gjennomført av pollinerende insekter

Resultatene for blomsterbesøk gjennomført av pollinerende insekter viser store humlepopulasjoner på forsøksfeltet Ås. Humler er varmekjære insekter og er særlig utbredt på Øst- og Sørlandet. Blant de syv humlegruppene observert på Ås var forekomsten av jord- og steinhumler størst og det er uvisst hva som forårsaket de store bestandene. Mulige årsaker kan være blant annet at jordhumler og steinhumler er konkurransesterke generalister som tåler godt konkurransepresset fra honningbiene, de

kan være et resultat av kunstig utsetting av jordhumlebol for pollinerings-tjenester eller det kan være en ren tilfeldighet. Humlene og honningbiene benyttet i stor grad de samme blomsterressursene i både innsådde og ville blomsterstander (figur 8A, 8B og 8C) som kan føre til konkurranse mellom tam- og villbiene. Honningbiene benyttet arter med åpne, flate blomster med stor blomsterstand som også ble besøkt hyppig av fluer. Høy intensitets birøkt kan føre til konkurranse (Egan et al., 2020) og en høy tetthet av honningbier kan påføre ville pollinatorer stress (Departementa, 2021b; Totland et al., 2013). Humleartene med mindre kroppsstørrelse hadde størst forekomst i forsøksfeltet som var plassert lengst unna bikubene og besøkte ikke de samme blomsterressursene som de store humleartene og honningbiene i like stor grad, som kan være et resultat av utkonkurrering av honningbiene og andre større humlearter. Bol-plassering og omkringliggende vill vegetasjon er andre potensielle faktorer som kan ha påvirket utbredelsen til de ulike humleartene.

Flere insektsgrupper og enkeltindivider, inkludert honningbier og humler, søkte etter næring i lokalitetene 600-800 meter unna bikubene (figur 9 og 10) framfor stripene plassert nærmest biehuset. Dette er trolig grunnet mangel på nektar og pollen i blomstene nærmere bikubene som resultat av høy pollineringsintensitet tidligere i sesongen. Honningbier kan ha et høyt antall individer i et habitat enn de andre ville insektene kombinert som resultat av størrelsen på koloniene (Katumo et al., 2022), og kan bruke opp tilgjengelige blomsterressurser før avblomstringen starter. Det store konkurransepresset fra honningbier og humler kan ha en negativ effekt på de andre gruppene pollinerende insekter. Ås hadde størst tetthet av blomster per kvadratmeter stripe i STRAND 70, og dersom den trenden fortsetter med stor blomstring i STRAND 70 og den regionale blandingen for Sørlandet i fremtidige sesonger kan det være tilstrekkelig med blomsterressurser for både ville og domestiserte insekter. Villbier kan ha en preferanse for villplanter over produksjonsplanter (Gilpin et al., 2022), så tilførselen av flere hjemmehørende blomster kan bidra til å øke forekomsten av humler og solitære bier i de jordbruksarealene hvor honningbier er introdusert.

Birøkter Claus D. Kreibich som eier bikubene utplassert ved biehuset påpekte en omprioritering av jordbruksarealene rundt NMBU campus og at dette sammen med økt andel honningbier holdt ved biehuset, trolig har ført til større konkurranse om trekkgrunnlaget, særlig om våren og forsommeren. Han har også observert en oppgang i

forekomsten av varroamidd i bikubene som kan være et resultat av høyere bikubetetthet i området, han har sett en økning i andre bigårder også de siste par årene. Økt varroatrykk blant honningbiene kan føre til økt stress blant insektene, og selv om det ikke er observert varroamidd angrep på ville bier kan svekkede honningbier øke risikoen for spredning av sykdommer, eller risikere å bli smittet selv (Norges Birlkterlag).

Sammenliknet med Steinkjer og Tjøtta var forekomsten av solitære bier, blomsterfluer, fluer og sommerfugler på Ås svært lav. Det er uvisst om dette er et resultat av høyt konkurransepress fra humler og honningbier eller om det er andre lokale faktorer som bidrar til fraværet av andre insektsgrupper. Utplantede arter som lin og bokhvete tiltrakk seg både blomsterfluer og andre fluegrupper både på Steinkjer og Tjøtta (figur 8B og 8C), men de blomstret dårlig på Ås (tabell 1). I tillegg var blomsten fyllblom, som forekom i naturlig kantvegetasjon, som ugress og i den flerårige frøblandingen for Midt-Norge, svært attraktiv for flere insektsgrupper, men ikke for humler. Fyllblom er en av flere arter inkludert i den regionale frøblandingen for Sørlandet som vil forhåpentligvis blomstre, og sammen med andre flerårige arter, tiltrekke seg flere fluearter i sesongene framover. Året 2022 kan ha vært et dårlig år for pollinerende fluearter på Ås, som resulterte i at humler tok over nisjen som fluene vanligvis ville ha fylt, eller det kan ha vært et særlig bra år for humlene som utkonkurrerte fluene. Det er nødvendig å undersøke hvordan insektforekomstene og dynamikken mellom gruppene utvikler seg over tid.

Steinkjer hadde den laveste forekomsten av humler, men forsøksfeltet hadde en større forekomst av blomsterfluer og andre fluegrupper, noe som kan skyldes direkte gjennom lavere temperaturer grunnet et kjøligere Midt- og Nordnorsk klima. Eller indirekte gjennom klimatiske påvirkninger på blomstringen til blomsterstripene. Både Steinkjer og Tjøtta hadde færre blomster per kvadratmeter i STRAND 70 stripene sammenliknet med Ås og mangelen på tilstrekkelige blomsterressurser er en ulempe for biene som bygger bol i nærheten av trekkarealene og risikerer derfor å bruke mye tid og energi på matsøk, mens omstreifende insekter som fluer ikke er like stedsavhengig og kan forflytte seg mellom blomsterressursene.

Solitære bier var helt fraværende fra forsøksfeltet på Tjøtta, og den høye forekomsten av fluer bidrar til å bekrefte påstanden til Totland i «Kunnskapsstatus for insektpollinering i Norge - betydningen av det komplekse samspillet mellom planter og insekter» om at forekomsten til solitære bier er lav i Norge, særlig lengere nord i landet, sammenliknet med resten av Europa, og at flere fluegrupper tar over nisjen solitære bier fyller lengere sør i Europa (Totland et al., 2013). Til tross for at humler er hardføre bier og har enkeltarter som er tilpasset nordlig og alpint klima, takler de kjøligere forhold relativt dårlig. Forholdene på Tjøtta var forholdsvis egnet til å ha en forekomst av flere humlearter, men de mer hardføre og fleksible fluegruppene sto for majoriteten av pollineringen i de nordlige og midt-norske blomsterstripene når forholdene ikke var egnet for humler.

År med mindre gunstige forhold kan redusere insektforekomsten uavhengig av bestandsstørrelsen til plantene de lever av (Totland et al., 2013). Det er ikke uvanlig med variasjon i pollinatorenens artssammensetning og bestandsstørrelse mellom år og generalister kan midlertidig ta over nisjen til en mer spesialisert art fram til bestanden tar seg opp igjen, men mange dårlige år etter hverandre kan ha store konsekvenser for artssammensetningen i habitatet (NOU 2013: 10; Totland et al., 2013). Et stort funksjonsmangfold (se vedlegg 1 for definisjon) er like viktig som biomangfold i et velfungerende økosystem, så en variasjon av pollinerende insekter har derfor en viktig funksjon som en buffer for økosystemet (NOU 2013: 10). Generalister, både planter og dyr, klarer seg bra i situasjoner med mangel på enkelte ressurser. For eksempel jordhumler og fluer som ble registrert ved alle stasjonene og kan overleve under ganske tøffe forhold, kan benytte seg av flere ulike blomsterressurser med ulik utforming og næringsinnhold. Planter som er spesialisert mot en spesifikk gruppe insekter er mer sårbare for endringer i forekomsten av insektene som pollinerer dem. Spesialiserte planter kan overleve dårlige sesonger uten reproduksjon, men det kan ha store konsekvenser for arten i lengden siden generalistiske insekter ikke har muligheten til å pollinere dem (Totland et al., 2013).

Resultatene fra 2022 sesongen er ikke tilstrekkelig nok til å dra konklusjoner om blomsterbesøktrendene fra de ulike pollinerende insektsgruppene. Selv med dataen til 2021 sesongen for Steinkjer og Tjøtta er det ikke mulig å danne et bilde av hva som er normalen for både insektsbesøk og blomstring. Ett sett med blomstrings, og insektbesøk

data over en minst fem års periode vil være nødvendig for å se endringer over tid og identifisere år som ligger utenfor normalen. Datainnsamlingen for de ulike forsøksfeltene på Ås, Steinkjer og Tjøtta var ikke synkronisert. Registreringene ble gjennomført til forskjellige tider og færre registreringer ble gjennomført på Ås sammenliknet med de andre lokalitetene. Arealene rundt forsøksfeltet på Ås hadde store forekomster av blomsterressurser som kan tatt oppmerksomheten til pollinerende insekter i området. Det kan ikke utelukkes at solitære bier, blomsterfluer og fluer var tilstede på Ås, men besøkte ikke blomsterstripene i forsøksfeltet.

Utenom pollinerende insekter ble det observert få til ingen skadedyr, predatoriske insekter eller parasitoider i innsådde striper og naturlig kantvegetasjon. STRAND 70 stripene yret av pollinerende insekter, særlig på Ås, som kan gjøre dem til utrivelige hvilesteder for andre organismer. Predatorene og parasitoidene som ble observert oppholdt seg i de gressdominerte kantsonene hvor de kunne søke ly fra elementene uforstyrret.

«Pollard-walk» metoden brukt for registrering av blomsterbesøk er lite invasiv og effektiv for registreringen store pollinerende insekter i blomsterstriper. En av ulempene med denne metoden er at det er vanskelig å artsbestemme insekter og er avhengig av feltarbeidernes artskunnskap, så den egner seg derfor best for identifisering av insektsgrupper framfor arter. Målet for denne oppgaven var å skape et overblikk over tilstedeværelsen og pollineringsaktiviteten til forskjellige insektsgrupper i blomsterstriper så det var ikke nødvendig å artsbestemme insektindividene ettersom klassifisering etter morfologiske grupper var tilstrekkelig for å oppnå de ønskede resultatene. NIBIOs IPPV prosjektet skal i tillegg til registrering av pollinerende insektsgrupper registrere andre nyttedyr og skadedyr i blomsterstriper og åkere. Disse insektene forekomme på andre plantedeler enn blomsten og «Pollard-walk» metoden som fokuserer utelukkende på plantens blomsterdeler er dårlig egnet for registreringen av andre nytteinsekter og skadedyr.

Et alternativ på observasjonsbaserte registreringsmetoder er innsamling av insekter gjennom håving og feller. Det finnes flere typer insektfeller som er tilpasset innsamling av spesifikke insektsgrupper, og kan fange insekter døgnet rundt over lengere tidsperioder. Insektfeller er ofte tilpasset fangst av spesifikke insektsgrupper og

ettersom det er stor variasjon i kroppsform, pollineringsadferd og aktivitetsmengde hos de pollinerende insektene er det vanskelig å designe en innfangningsmetode som fanger et representativt utvalg av alle pollinatorene i et område. Håving er aktiv fangst av flygende insekter med håv og egner seg til registrering av mindre aktivt flygende insekter som mygg, blomsterfluer og fluer som kan være utfordrende å registrere på blomster gjennom observasjonsbaserte registreringsmetoder. Et prosjekt gjennomført i Møre og Romsdal som omhandlet insektpollinering av bringebærblomster kombinerte håving og «Pollark-walk» metoden for registrering av pollinerende insekter i og rundt blomsterstripene, og konkluderte med at resultatene fra disse to registreringsmetodene utfylte hverandre (Wibe, 2022).

Videreutvikling av IPPV i Norge

For fremtidig registrering av pollinerende insekter rundt blomsterstriper i jordbruket anbefaler jeg en kombinasjon av håving og «Pollard-walk» metoden for å danne et mer helhetlig bilde av insektforekomsten i og rundt blomsterstripene. Disse metodene egner seg bra for registrering av pollinerende insekter, men er lite egnet for registrering andre nyttedyr og skadedyr som kan forekomme i kantvegetasjonen. For en bedre overvåking av nyttedyr- og skadedyrforekomstene i en IPPV sammenheng bør det utvikles en metode for registrering av både nytteinsekter og skadedyr i forsøksfeltene. For eksempel gjennom transektbasert telling/innsamling av insekter i mindre transekter på 1x1 meter hvor insekter på hele planten registreres. Slagnett kan også samle inn både nyttedyr og skadedyr, men kan skade blomster og planter og er derfor bedre egnet for innsamling av insekter i gressdominerte habitater.

Blomsterstripene benyttet i forsøket er relativt korte, særlig for eksisterende kantvegetasjon hvor gressarter utgjør den største andelen planter i stripene og blomstringstettheten er lav sammenliknet med de utplantede blomsterstripene. En lengere blomsterstripe bestående av eksisterende kantvegetasjon opp mot 100 meter vil gi et mer representativt utvalg av de hjemmehørende blomsterartene i området og kan gi et bedre sammenlikningsgrunnlag mot de korte 30 meter lange utplantede blomsterstripene med høyere blomstertetthet.

Pollinatorvennligheten til et landskap bedømmes av flere lokale faktorer som bør tas i betraktning når området skal forvaltes. Det kan oppstå en mulig konflikt mellom ønsket

om økt matproduksjon og tiltak for bevaring av økosystemtjenester, men det er generelt sett et ønske om et mer bærekraftig jordbruk blant forbrukere, bedrifter og bønder. Det er uenighet og usikkerhet rundt hvordan dette kan oppnås for det finnes ingen enkle løsninger på komplekse problemstillinger. Et økt samarbeid mellom forskningsmiljø, næringsliv og forvaltningsorganene og lokale landeiere, kommunen og lokalmiljøene vil være nødvendig for utviklingen av kunnskap og forvaltningsstrategier tilpasset regionale behov. Utviklingen av skreddersydde metoder er mulig gjennom IPV sine fleksible strategier, og kan bli oppnådd i de videreførte IPPV strategiene.

Det er uvisst om og hvordan utplantede blomsterstriper kan bidra til økt produksjonsplantepollinering og om det øker tilstedeværelsen av ville pollinatorer (Albrecht et al., 2020; Marshall & Moonen, 2002). Tilgangen på hjemmehørende norske frø og frøblandinger kan være begrenset grunnet mangel på produksjon og nedgang blant insektene som pollinerer frøplantene (Bommarco et al., 2012; Totland et al., 2013), så frøproduksjonen bør utvides for å følge med den økende etterspørselen. Norge mottar for eksempel rødkløverfrø fra Sverige som har registrert en nedgang i frøproduksjonen de siste tiårene, trolig som resultat av fraværende humlepollinering (Bommarco et al., 2012). NIBIO, Felleskjøpet, Norgeskôr, Plantasjen og andre aktører har de siste årene jobbet med utviklingen av pollinatorvennlige forblandinger som STRAND 70, NIBIO blomsterengfrø og SPIRE insektvenn til konvensjonelt bruk i landbruk, urbane strøk og parkanlegg og privat i hager og borettslag, men frøblandingene er kostbare å produsere, særlig hvis blandingene kun inneholder norske arter. I tillegg til blomsterresurser trenger nytteedyrene egnede leveområder som for eksempel gressvegetasjon, dødt trevirke, hekker, trær, steinrøyser og uforstyrret jord som tilbyr bol/reir-, hvile- og overvintringsplasser, jaktområder og ly. Egnede leveområder kan oppnås gjennom vern eller utplassering av dødt trevirke, busker, trær, steinrøyser og steingjærer (Balzan & Moonen, 2014; Marshall & Moonen, 2002) og mindre klipping av vei- og åkerkanter. Utplasseringer av insekthoteller og «dead-hedges» (se vedlegg 1 for definisjon) (Haugan, 2019) kan også bidra til høyere insektdiversitet i jordbruksarealer, og i urbane strøk og parkanlegg.

Forskning på nytteinsekter har fram til nyere tid fokusert på skadegjørende insekter og naturlig skadedyrkontroll, så mye av kunnskapen om pollinatorene og effekten pollinering har på avlinger er relativt ny og med store kunnskapsgap. Norge har

gjennomført få studier på pollinerende insekter sammenliknet med resten av Skandinavia, Europa og Nord Amerika og mye av forskningen er gjennomført på modellorganismene honningbier og jordhumler som kan enkelt holdes og avles frem i fangenskap. Mye av vår forståelse av insektpollinering er basert på bienes pollineringsøkologi, som fører til store forskningsgap rundt blant annet fluepollinering, billepollinering og nattpollinering. Det er et behov for mer målrettet forskning på spesifikke pollinerende insektsgrupper og en mer koordinert forskning på skadedyrkontroll, pollinatorvern og effekten utplantede og naturlig kantvegetasjon har for forekomsten av nytteinsekter, avlingsmengde og kvalitet over tid.

6. Konklusjon

Bærekraftige heterogene jordbrukslandskap med et mangfold av naturtyper bidrar til å forsyne jordbruket med essensielle økosystemtjenester. Kantsoner har potensialet til å skape gunstige habitater og grønne korridorer for pollinerende insekter og kan med riktig skjøtsel tilby blomsterressurser med ulik morfologi og blomstringsperioder gjennom hele vekstsesongen, som kan tiltrekke seg ulike grupper pollinerende insekter. Ved å verne kantsonene mot utbygging og minimere eksponeringen for gjødsel, åkeravrenning og forurensning og etablere blomsterstriper bestående av ettårige og flerårige blomsterarter i kantsonene rundt åkere og veikanter skapes det en buffer som beskytter insektsbestander mot effektene fra klimaendringer og andre menneskeskapte påvirkningsfaktorer, samtidig som de tilbyr pollineringstjenester til produksjonsplantene.

Yrkesbrukere, forskere, kommunale- og nasjonale aktører bør samarbeide om et fremtidig bærekraftig landbruk som sikrer matforsyning og beskytter mot videre tap av biodiversitet. Beskrivende forskning bidrar til å skape et grunnlag for kunnskapsbasert forvaltning av biologisk mangfold i jordbrukslandskapet, og som fordypende forskning kan bygge videre på. IPPV kan bidra til utviklingen, videreføringen og distribusjonen av bærekraftige strategier og verktøy både for vern av nyttedyr, bekjempelse av skadedyr, redusere behovet for kjemiske plantevernmidler, utvikle balanserte jordbrukspraksiser og fremme vern av jordbruksarealene og naturen rundt oss.

Til tross for dystre nyheter i media om den drastiske nedgangen i de globale insektbestandene er det fortsatt håp for insektene. Problemstillingene rundt tap av

biodiversitet og ønsket om et mer bærekraft samfunn står sterkt, og befolkningen er mer bevisst over de skadelige effektene menneskelig aktivitet kan ha på økosystemene rundt oss. Pollinerende insekter har en avgjørende rolle for å opprettholde og ta vare på vår globale matproduksjon, kulturarv og natur for fremtidige generasjoner, og humler og bier har blitt et symbol på det grønne skiftet hvor de små, pelskleddede insektene resonerer med folk i alle aldre.

Referanser

- Aarstad, P. A. & Bjørlo, B. (2016). Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2014.
- Ahrenfeldt, E., Sigsgaard, L., Hansted, L., Jensen, A. & Toldam-Andersen, T. (2019). Forage quality and quantity affect red mason bees and honeybees differently in flowers of strawberry varieties. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 167. doi: 10.1111/eea.12820.
- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N. M., Tschumi, M., Blaauw, B. R., Bommarco, R., Campbell, A. J., Dainese, M., Drummond, F. A., Entling, M. H., et al. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters*, 23 (10): 1488-1498. doi: 10.1111/ele.13576.
- Alison, J., Alexander, J. M. M., Zeuglin, N. D., Dupont, Y. L. L., Iseli, E., Mann, H. M. R. & Hoyer, T. T. T. (2022). Moths complement bumblebee pollination of red clover: a case for day-and-night insect surveillance. *Biology Letters*, 18 (7). doi: 10.1098/rsbl.2022.0187.
- Balzan, M. & Moonen, A. C. (2014). Field margin vegetation enhances biological control and crop damage suppression from multiple pests in organic tomato fields. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 150: 45-65. doi: 10.1111/eea.12142.
- Barton, D. N., Traaholt, N. V., Blumentrath, S. & Reinvang, R. (2015). *Naturen i Oslo er verdt milliarder. Verdsetting av urbane økosystemtjenester fra grønnsstruktur.*
- Barzman, M., Barberi, P., Birch, A. N. E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J. E., Kiss, J., Kudsk, P., et al. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (4): 1199-1215. doi: 10.1007/s13593-015-0327-9.
- Biddinger, D. J. & Rajotte, E. G. (2015). Integrated pest and pollinator management - adding a new dimension to an accepted paradigm. *Current Opinion in Insect Science*, 10: 204-209. doi: 10.1016/j.cois.2015.05.012.
- Bommarco, R., Lundin, O., Smith, H. G. & Rundlöf, M. (2012). Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279 (1727): 309-315.
- Bär, A., Henriksen, M. V., Albertsen, E. & Johansen, L. (2022). Gode leveområder for pollinatorer i kulturlandskapet.
- Caltopo. (2011). *Caltopo*. Tilgjengelig fra: <https://caltopo.com/map.html#l=59.67095,10.77003&z=12&b=mbt>.

- Dainat, B., vanEngelsdorp, D. & Neumann, P. (2012). Colony collapse disorder in Europe. *Environmental Microbiology Reports*, 4 (1): 123-125. doi: 10.1111/j.1758-2229.2011.00312.x.
- Dannevig, H. (2022). *Klima i Norge*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/klima_i_Norge (lest 18.04.2023).
- Departementa. (2018). *Nasjonal pollinatorstrategi, Ein strategi for levedyktige bestandar av villbier og andre pollinerande insekt*.
- Departementa. (2021a). *Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2021-2025)*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/acfba3c3a1c348869b766842ed06c801/m-0761-b_pdf-ts.pdf (lest 14.04.2023).
- Departementa. (2021b). *Tiltaksplan for ville pollinerende insekter*.
- Dormann, C. F. (2020). Using bipartite to describe and plot two-mode networks in R. *R package version*, 4: 1-28.
- Egan, P. A., Dicks, L. V., Hokkanen, H. M. T. & Stenberg, J. A. (2020). Delivering Integrated Pest and Pollinator Management (IPPM). *Trends in Plant Science*, 25 (6): 577-589. doi: 10.1016/j.tplants.2020.01.006.
- Eggen, T., Odenmarck, S. R. & Torp, T. (2013). Opptak og translokering av insektmidlet imidakloprid i planteavfall til nektar og pollen i trekkplantene bringebær og solsikker—en mulig eksponeringsvei for pollinerende insekter. *Bioforsk Rapport*.
- Elven, H. (2014). Biller Coleoptera. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/Pages/135137#135147> (lest 13.04.2023).
- FN-sambandet. (2020). *FNs Bærekraftsmål* (lest 01.02.2023).
- Forskrift om bruk av dyr i forsøk. (2015). *Forskrift om bruk av dyr i forsøk av 05. april 2017*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-18-761#KAPITTEL_4.
- Forskrift om fremmede organismer. (2015). *Forskrift om fremmede organismer av 14. desember nr. 3367*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-19-716#KAPITTEL_3 (lest 21.04.2023).
- Fry, G., Ims, R. A., Lid, I. B. (1998). *Jordbrukets kulturlandskap. Forvaltning av miljøverdier*. I. Oslo: Universitetsforlaget
- 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+. doi: 10.1126/science.1230200.
- Gilpin, A.-M., Kobel, C., Brettell, L. E., O'Brien, C., Cook, J. M. & Power, S. A. (2022). Co-Flowering Species Richness Increases Pollinator Visitation to Apple Flowers. *Agriculture*, 12 (8): 1246.
- Google. (2005). *Google maps*. Tilgjengelig fra: <https://www.google.com/maps/> (lest 07.02.2023).
- Gómez-Ramos, M., García-Valcárcel, A., Tadeo, J., Fernández-Alba, A. & Hernando, M. (2016). Screening of environmental contaminants in honey bee wax comb using gas chromatography–high-resolution time-of-flight mass spectrometry. *Environmental Science and Pollution Research*, 23: 4609-4620.

- Hagen, M., Wikelski, M. & Kissling, W. D. (2011). Space Use of Bumblebees (*Bombus* spp.) Revealed by Radio-Tracking. *Plos One*, 6 (5). doi: 10.1371/journal.pone.0019997.
- Haugan, H. M. (2019). *Våre solitære bier - Mangfoldige og fascinerende*. Tilgjengelig fra: <https://bybi.no/wp-content/uploads/2019/07/Solit%C3%A6rbie-brosjyre.pdf> (lest 03.05.2023).
- Hegland, S. J. & Totland, O. (2005). Relationships between species' floral traits and pollinator visitation in a temperate grassland. *Oecologia*, 145 (4): 586-594. doi: 10.1007/s00442-005-0165-6.
- Jakobsson, S. & Pedersen, B. (2020). Naturindeks for Norge 2020. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold.
- Johansen, L., Albertsen, E., Daugstad, K., Henriksen, M. V., Grenne, S. & Vesterbukt, P. (2020). Gode leveområder for pollinatorer i kulturlandskapet. *NIBIO Rapport*.
- Kapfer, J., Pedersen, C., Sickel, H., Stokstad, G. & Dramstad, W. (2022). Hva er gode landskap for pollinerende insekter? *NIBIO rapport*.
- Katumo, D. M., Liang, H., Ochola, A. C., Lv, M., Wang, Q. F. & Yang, C. F. (2022). Pollinator diversity benefits natural and agricultural ecosystems, environmental health, and human welfare. *Plant Diversity*, 44 (5): 429-435. doi: 10.1016/j.pld.2022.01.005.
- Khalifa, S. A. M., Elshafiey, E. H., Shetaia, A. A., Abd El-Wahed, A. A., Algethami, A. F., Musharraf, S. G., AlAjmi, M. F., Zhao, C., Masry, S. H. D., Abdel-Daim, M. M., et al. (2021). Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. *Insects*, 12 (8). doi: 10.3390/insects12080688.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 274 (1608): 303-313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721.
- Kremen, C. (2020). Ecological intensification and diversification approaches to maintain biodiversity, ecosystem services and food production in a changing world. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4 (2): 229-240. doi: 10.1042/etls20190205.
- Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18: 1-12. doi: 10.1016/j.baae.2016.07.005.
- Manley, R., Boots, M. & Wilfert, L. (2015). Emerging viral disease risk to pollinating insects: ecological, evolutionary and anthropogenic factors. *Journal of Applied Ecology*, 52 (2): 331-340.
- Marshall, E. J. R. & Moonen, A. C. (2002). Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 89 (1-2): 5-21. doi: 10.1016/s0167-8809(01)00315-2.
- Meld. St. 14 (2015-2016). *Natur for livet - Norsk handlingsplan for naturmangfold*. Oslo: Klima- og miljødepartement. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20152016/id2468099/> (lest 01.02.2023).
- Milford, A. B., Hatteland, B. A. & Ursin, L. Ø. (2022). The Responsibility of Farmers, Public Authorities and Consumers for Safeguarding Bees Against Harmful Pesticides. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 35 (3): 13. doi: 10.1007/s10806-022-09889-0.

- Muola, A., Weber, D., Malm, L. E., Egan, P. A., Glinwood, R., Parachnowitsch, A. L. & Stenberg, J. A. (2017). Direct and Pollinator-Mediated Effects of Herbivory on Strawberry and the Potential for Improved Resistance. *Frontiers in Plant Science*, 8. doi: 10.3389/fpls.2017.00823.
- Norges Birlkterlag. *Varroamid*. Tilgjengelig fra: <https://norbi.no/sykdom-hos-bier/varroamid/> (lest 10.05.2023).
- Norges Birøktelag. (2019). Bier og blomster - Et samspill med økonomisk og kulturell betydning. 16.
- NOU 2013: 10. *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester* Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/no/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf> (lest 28.03.2023).
- NRK, M. i. (2007). *Yr*. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/nb> (lest 30.03.2023).
- Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120 (3): 321-326.
- Orford, K. A., Vaughan, I. P. & Memmott, J. (2015). The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282 (1805): 20142934. doi: doi:10.1098/rspb.2014.2934.
- Perugini, M., Manera, M., Grotta, L., Abete, M. C., Tarasco, R. & Amorena, M. (2011). Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honeybees as bioindicators. *Biological trace element research*, 140: 170-176.
- Pollard, E. (1977). A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation*, 12 (2): 115-134. doi: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(77\)90065-9](https://doi.org/10.1016/0006-3207(77)90065-9).
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G. & Willmer, P. G. (2004). Nectar resource diversity organises flower-visitor community structure. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 113 (2): 103-107. doi: 10.1111/j.0013-8703.2004.00212.x.
- Repstad. (2020). Blomsterstriper for pollinerende insekter - aktuelle frøblandinger 2020.
- Robertson, S. M., Dowling, A. P. G., Wiedenmann, R. N., Joshi, N. K. & Westerman, E. L. (2021). Nocturnal Pollinators Significantly Contribute to Apple Production. *J Econ Entomol*, 114 (5): 2155-2161. doi: 10.1093/jee/toab145.
- Rockstrom, J., Williams, J., Daily, G., Noble, A., Matthews, N., Gordon, L., Wetterstrand, H., DeClerck, F., Shah, M., Steduto, P., et al. (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*, 46 (1): 4-17. doi: 10.1007/s13280-016-0793-6.
- Rundlof, M., Persson, A. S., Smith, H. G. & Bommarco, R. (2014). Late-season mass-flowering red clover increases bumble bee queen and male densities. *Biological Conservation*, 172: 138-145. doi: 10.1016/j.biocon.2014.02.027.
- Sanchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27. doi: 10.1016/j.biocon.2019.01.020.
- Senapathi, D., Goddard, M. A., Kunin, W. E. & Baldock, K. C. R. (2017). Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. *Functional Ecology*, 31 (1): 26-37. doi: 10.1111/1365-2435.12809.

- Skog, K. L. & Bjorkhaug, H. (2020). Farmland under urbanization pressure: conversion motivation among Norwegian landowners. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 18 (2): 113-130. doi: 10.1080/14735903.2020.1719774.
- Stokstad, G., Krogli, S. O. & Dramstad, W. E. (2020). The look of agricultural landscapes - How do non-crop landscape elements contribute to visual preferences in a large-scale agricultural landscape? *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 74 (2): 111-122. doi: 10.1080/00291951.2020.1754284.
- Thaulow. (2009). *Forurensning*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/forurensning> (lest 04.05.2023).
- Thomas, J. A., Telfer, M. G., Roy, D. B., Preston, C. D., Greenwood, J. J. D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R. T. & Lawton, J. H. (2004). Comparative Losses of British Butterflies, Birds, and Plants and the Global Extinction Crisis. *Science*, 303 (5665): 1879-1881. doi: 10.1126/science.1095046.
- Thyselius, M. (2022). *A behavioural investigation into *Eristalis tenax*: Pursuit, approach estimation, locomotor activity and rearing*: Acta Universitatis Upsaliensis.
- Totland, Ø., Hovstad, K., Ødegaard, F. & Åström, J. (2013). Kunnskapsstatus for insektpollinering i Norge-betydningen av det komplekse samspillet mellom planter og insekter. *Artsdatabanken, Norge*.
- Trandem, N. (2017). *Integrert plantevern i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/plantehelse/integrert-plantevern/integrert-plantevern-i-norge> (lest 14.04.2023).
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, J. & Whitbread, A. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151 (1): 53-59. doi: 10.1016/j.biocon.2012.01.068.
- Vannområde Follo/Oslo. (2013). Faktaark Årungen Tilgjengelig fra: <https://pura.no/wp-content/uploads/2014/10/Faktaark-14-%C3%85rungen-2013-V05.pdf>.
- Wibe, D., Rusch. (2022). Pollinatorer i bringebær - Effekt av ulike driftsformer.
- Wilfert, L., Schmid-Hempel, P. & Gadau, J. (2008). Bumblebee. I: Hunter, W. & Kole, C. (red.) *Genome Mapping and Genomics in Arthropods*, s. 17-25. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Willmer, P. (2011). Pollination and floral ecology. I: *Pollination and floral ecology*: Princeton University Press.
- Wojcik, V. A., Morandin, L. A., Davies Adams, L. & Rourke, K. E. (2018). Floral Resource Competition Between Honey Bees and Wild Bees: Is There Clear Evidence and Can We Guide Management and Conservation? *Environmental Entomology*, 47 (4): 822-833. doi: 10.1093/ee/nvy077.
- Åström, J., Birkemoe, T., Davey, M., Ekrem, T., Fossøy, F., Hanssen, O., Laugsand, A., Staverløkk, A., Sverdrup-Thygeson, A. & Ødegaard, F. (2020). Insektovervåking på Østlandet 2020—Rapport fra første feltsesong.
- Åström, J., Birkemoe, T., Dahle, S., Davey, M., Ekrem, T., Endrestøl, A., Fossøy, F., Hanssen, O., Laugsand, A. & Staverløkk, A. (2022). Insektovervåking på Østlandet og i Trøndelag. Rapport fra feltsesong 2021.
- Öckinger, E., Hammarstedt, O., Nilsson, S. G. & Smith, H. G. (2006). The relationship between local extinctions of grassland butterflies and increased soil nitrogen

levels. *Biological Conservation*, 128 (4): 564-573. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.024>.

Vedlegg

Vedlegg 1: definisjoner

Avlingsgap: eller «crop yield gap» på engelsk er differansen mellom potensiell maksimal avling og den faktiske avlingen. Avlingsgap kan skyldes skader på produksjonsplanter, sykdommer, mangel på vann og næring eller andre faktorer som bidrar til en reduksjon i avling.

Companion crop: eller samvekst på norsk er et fellesbegrep for sekundære vekster sådd ut med primær vekstene for å oppnå ulike fordeler. For eksempel blomsterstriper som kan forvirre skadedyr, skaper leveområder til pollinatorer eller bekjemper ugressvekster.

Cover crop: eller dekkvekster på norsk er gresskulturer med innblandede ettårige korn-, eller blomstersorter som reduserer mulig oppblomstring av ugress og beskytter jordarealer mot erosjon og utvasking.

Dead hedge: er en gjerdelignende struktur bygd opp av dødt trevirke samlet inn fra omkringliggende områder og tilbyr gode leveområder for insekter som lever i og spiser dødt tremateriale.

Feromoner og feromonfeller: Feromoner er kjemiske signalstoffer produsert av organismer brukt til å kommunisere med artsfrender og omverdenen. Feromonfeller er ofte artsspesifikke feller som tiltrekker seg insekter gjennom bruk av signalstoffer målorganismen responderer til. Feromonfeller benyttes i jordbruket hovedsakelig til overvåkning av skadedyrforekomster for målrettet sprøyting av plantevernmidler dersom forekomsten når et skadelig nivå.

Funksjonsmangfold: er mangfold i organismegruppenes egenskaper, kroppsstørrelse, matsøk strategier og preferanser. Funksjonsmangfold er like viktig som artsmangfold i et velfungerende økosystem.

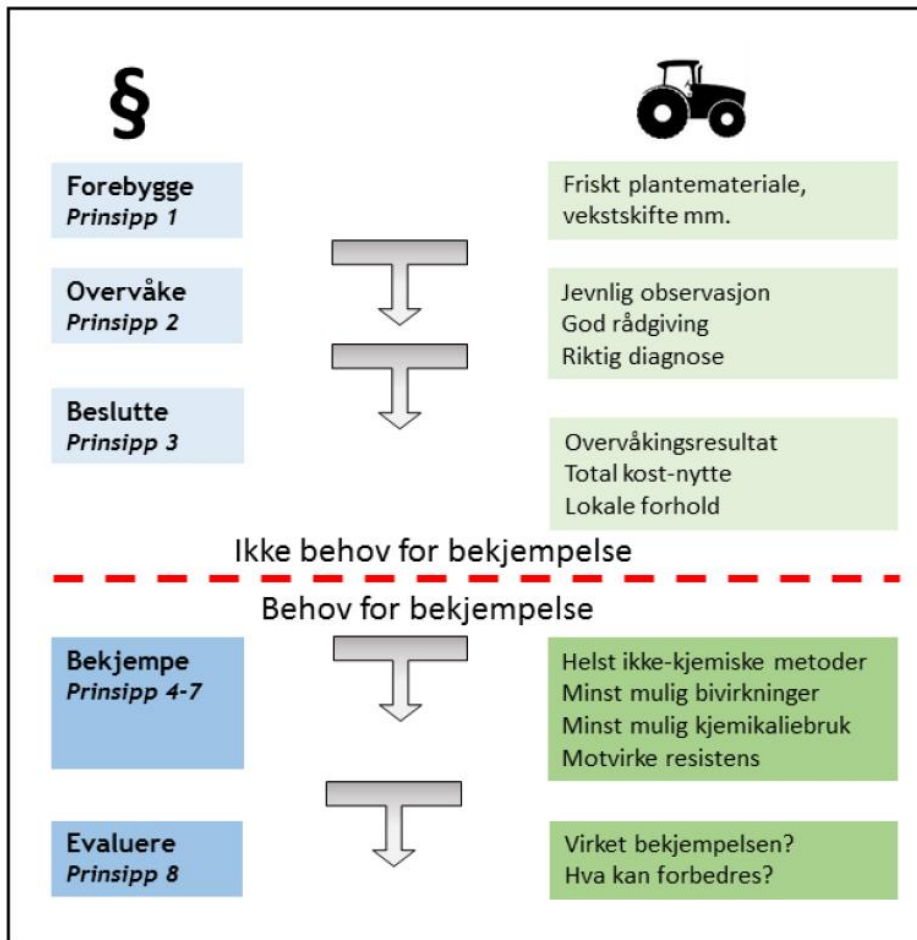
Impact factor: eller innflytelsesfaktor, er et mål på antall siteringer artiklene til et tidsskrift får hvert år basert på tall fra tidligere år. Impact factor er et verktøy som kan

brukes til kvalitetssjekking av artikler publisert i tidsskriftet. Lav impact factor betyr ikke at tidsskriftet er av lav kvalitet, men kan antyde at videre kvalitetssikring av artikkelen er nødvendig.

Morfologisk gruppe: er en gruppering av flere arter med lik eller liknende kroppsbygning og funksjon i økosystemet. I denne oppgaven klassifiseres artene lys og mørk jordhumle i den morfologiske gruppen jordhumle og de 6 norske gjøkhumleartene går under gruppen gjøkhumle

Pollineringsøkologi: er vitenskapen rundt alt som relaterer til pollinering, som for eksempel pollinerende organismer, deres diversitet, adferd, kroppsbygning, matsøk strategier, blomstenes morfologi, nektarinnhold, blomstringsperiode og tiltrekningsstrategier og selve samspillet og interaksjonene mellom blomstene og pollinatorene.

Takson: er i biologien en betegnelse for en systematisk gruppe organismer adskilt fra andre organismegrupper.



Vedlegg 2: De 8 grunnprinsippene til IPV i logisk rekkefølge. De 8 prinsippene vil også være del av det videreførte IPPV konseptet. Hentet fra:

<https://www.nibio.no/tema/plantehelse/integrert-plantevern/8-prinsipper-for-ipv-1>



Vedlegg 3: Blå ruter representerer plasseringen av transekter til registrering av blomsterressurser og røde rammer representerer plasseringen av transekter til registrering av insekt-plante interaksjoner. Figurene er laget av Marie Vestergaard Henriksen og redigert av Emilie Risdal Danielsen.

Vedlegg 3A (Øverst): diagram over STRAND70 blomsterstripen ved biehuset på Ås.

Vedlegg 3B (Nederst): diagram over STRAND70 blomsterstripen ved solsikkeåkeren på Ås.

Vedlegg 4: Arter i den ettårige frøblandingen STRAND70 utplantet på Ås, Steinkjer og Tjøtta, andelen i prosent hver art utgjør i frøblandingen og registrert blomstring gjennom vekstsesongen 2022 hvor X=registrert blomstring.

STRAND70			
Arter i frøblanding	Blomstring 2022 Ås	Blomstring 2022 Steinkjer	Blomstring 2022 Tjøtta
Honningurt (10%) (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	X	X	X
Aleksandrinekløver (15%) (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	X	X	X
Perserkløver (14%) (<i>Trifolium resupinatum</i>)	X	X	X
Blodkløver (15%) (<i>Trifolium incarnatum</i>)	X	X	X
Lin (15%) (<i>Linum usitatissimum</i>)	X	X	X
Bokhvete (17%) (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	X	X	X
Sneglebelg (14%) (<i>Medicago lupulina</i>)	X	X	X

Vedlegg 5: Komplet artliste over blomstrende ugressarter registrert i STRAND 70 stripene på Ås, Steinkjer og Tjøtta gjennom vekstsesongen 2022.

Ås	Steinkjer	Tjøtta
Balderbrå (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)	Då sp. (<i>Galeopsis</i>)	Balderbrå (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)
<i>Galeopsis sp.</i>	Føllblom (<i>Scorzoneroides autumnalis</i>)	Då. Sp. (<i>Galeopsis</i>)
Gjerdevikke (<i>Vicia sepium</i>)	Haremat (<i>Lapsana communis</i>)	Fuglevikke (<i>Vicia cracca</i>)
Hønsegras (<i>Persicaria maculosa</i>)	Hønsegras (<i>Persicaria maculosa</i>)	Gjetertaske (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)
Jordrøyk (<i>Fumaria officinalis</i>)	Jordrøyk (<i>Fumaria officinalis</i>)	Hvitkløver (<i>Trifolium repens</i>)

Meldestokk (<i>Chenopodium album</i>)	Klengemaure (<i>Galium aparine</i>)	Hønsegras (<i>Persicaria maculosa</i>)
Pengeurt (<i>Thlaspi arvense</i>)	Linbendel (<i>Spergula arvensis</i>)	Jordrøyk (<i>Fumaria officinalis</i>)
Raps (<i>Brassica napus</i> ssp. <i>oleifera</i>)	Meldestokk (<i>Chenopodium album</i>)	Linbendel (<i>Spergula arvensis</i>)
Rødtvetann (<i>Lamium purpureum</i>)	Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i>)	Meldestokk (<i>Chenopodium album</i>)
Solsikke (<i>Helianthus annuus</i>)	Stemorsblom (<i>Viola tricolor</i>)	Tiriltunge (<i>Lotus corniculatus</i>)
Tistel (<i>Ranunculus acris</i>)	Tiriltunge (<i>Lotus corniculatus</i>)	Tunbalderbrå (<i>Lepidothea suaveolens</i>)
	Tunbalderbrå (<i>Lepidothea suaveolens</i>)	Tungras (<i>Polygonum aviculare</i>)
	Tungras (<i>Polygonum aviculare</i>)	Tvetann (<i>Lamium</i>)
	Tveskjeggveronika (<i>Veronica chamaedrys</i>)	Vanlig arve (<i>Cerastium fontanum</i>)
	Vassarve (<i>Stellaria media</i>)	Vassarve (<i>Stellaria media</i>)
	Vortemelk (<i>Euphorbia</i>)	Åkersennep (<i>Sinapis arvensis</i>)
	Åkerdylle (<i>Sonchus arvensis</i>)	Åkerstemorblomst (<i>Viola arvensis</i>)
	Åkerminneblom (<i>Myosotis arvensis</i>)	Åkersvineblom (<i>Senecio vulgaris</i>)
	Åkersennep (<i>Sinapis arvensis</i>)	
	Åkerstemorblom (<i>Viola arvensis</i>)	
	Åkertistel (<i>Ranunculus acris</i>)	

Vedlegg 6: Arter i de ettårige frøblandingene NIBIO regional Sørlandet etablert på Ås, Midt-Norge etablert på Steinkjer og Norland etablert på Tjøtta, andelen i prosent hver art utgjør i frøblandingene, og registrert blomstring gjennom vekstsesongen 2021 og 2022 hvor X= registrert blomstring.

NIBIO regional Sørlandet		NIBIO regional Midt-Norge			NIBIO regional Nordland	
Arter i frøblanding	Blomstring 2022	Arter i frøblanding	Blomstring 2021	Blomstring 2022	Arter i frøblanding	Blomstring 2022
Bergmynte (1%) (<i>Origanum vulgare</i>)		Engkvein (25%) (<i>Agrostis capillaris</i>)			Blåklukke (0,5%) (<i>Campanula rotundifolia</i>)	
Blåklukke (1%) (<i>Campanula rotundifolia</i>)		Firkantperikum (1%) (<i>Hypericum maculatum</i>)			Blåkoll (11,9%) (<i>Prunella vulgaris</i>)	
Blåknapp (10%) (<i>Succisa pratensis</i>)		Føllblom (5%) (<i>Scorzoneroideides autumnalis</i>)	X	X	Enghumleblom (15%) (<i>Geum rivale</i>)	
Enghumleblom (5%) (<i>Geum rivale</i>)		Gjerdevikke (4%) (<i>Vicia sepium</i>)		X	Engkvein (25%) (<i>Agrostis capillaris</i>)	
Engnellik (3%) (<i>Dianthus deltooides</i>)		Hvitklover (2%) (<i>Trifolium repens</i>)	X	X	Fuglevikke (2,5%) (<i>Vicia cracca</i>)	
Engsmelle (5%) (<i>Silene vulgaris</i>)		Prestekrage (5%) (<i>Leucanthemum vulgare</i>)		X	Gulaks (12%) (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)	
Engtjæreblom (1%) (<i>Viscaria vulgaris</i>)		Ryllik (1%) (<i>Achillea millefolium</i>)		X	Hanekam (2,5%) (<i>Lychmis flos-cuculi</i>)	
Fagerklokke (1%) (<i>Campanula persicifolia</i>)		Rødknapp (9%) (<i>Knautia arvensis</i>)	X	X	Karve (17,7%) (<i>Carum carvi</i>)	
Fagerknoppurt (10%) (<i>Centaurea scabiosa</i>)		Rødklover (2%) (<i>Trifolium pratense</i>)	X	X	Markjordbær (3%) (<i>Fragaria vesca</i>)	
Firkantperikum (1%) (<i>Hypericum maculatum</i>)		Rødsvingel (25%) (<i>Festuca rubra</i>)		X	Prestekrage (5%) (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	
Føllblom (3%) (<i>Scorzoneroideides autumnalis</i>)		Småengkall (10%) (<i>Rhinanthus minor</i>)		X	Rød jonsokblom (5,5%) (<i>Silene dioica</i>)	
Gjeldkarve (5%) (<i>Pimpinella saxifraga</i>)		Smalkjempe (6%) (<i>Plantago lanceolata</i>)	X	X	Rødknapp (7%) (<i>Knautia arvensis</i>)	
Gullris (4%) (<i>Solidago</i>)		Tiriltunge (5%) (<i>Lotus corniculatus</i>)		X	Rødsvingel (25%) (<i>Festuca rubra</i>)	
Hanekam (3%) (<i>Lychmis flos-cuculi</i>)					Smalkjempe (16%) (<i>Plantago lanceolata</i>)	X
Karve (5%) (<i>Carum carvi</i>)					Tiriltunge (1,45%) (<i>Lotus corniculatus</i>)	
Nyseryllik (3%) (<i>Achillea ptarmica</i>)						
Ormehode (10%) (<i>Echium vulgare</i>)						
Prestekrage Oslo (5%) (<i>Leucanthemum vulgare</i>)						
Prikkperikum (2%) (<i>Hypericum perforatum</i>)						
Ryllik (2%) (<i>Achillea millefolium</i>)						
Rød jonsokblom (6%) (<i>Silene dioica</i>)						
Rødknapp (5%) (<i>Knautia arvensis</i>)						
Smalkjempe (5%) (<i>Plantago lanceolata</i>)						
Smørbukk (1%) (<i>Hylotelephium maximum</i>)						
Tiriltunge (3%) (<i>Lotus corniculatus</i>)						

Vedlegg 7: Kort beskrivelse av plassering, sammensetning og skjøtsel av de naturlige kantsonestripen på Ås, Steinkjer og Tjøtta.

Lokalitet	Beskrivelse av kantsonestripen
Ås	Alle tre kantsonestripen var plassert mellom kornåkere og asfalterte veier. På stripen ved feltstasjonen «kirka» ble halvdelen av stripen langs veien klippet ned før registreringen

	startet i begynnelsen av juni. For stripene ved feltstasjonen «Biehuset» og «Solsikkeåkeren» ble halve stripen langs veien klippet ned før siste registrering i slutten av august. Veikantene var dominert av høytvoksende gressarter med liten forekomst av blomstrende arter.
Steinkjer	De tre kantsonestripen var plassert mellom kornåker og lysløype, kornåker og hogsfelt og kornåker og asfaltert vei. Ingen av stripene ble klippet ned under registreringsperioden. Kantvegetasjonen bestod av flere blomstrende plantearter og gressarter.
Tjøtta	Alle tre kantsonestripen var plassert mellom kornåker og asfalterte veier og ingen klipping ble notert i løpet av registreringsperioden. Kantvegetasjonen bestod av flere blomstrende plantearter og gressarter.

Vedlegg 8: Komplette liste over blomstrende plantearter som forekom i de naturlige kantsonestripen på Ås, Steinkjer og Tjøtta gjennom veksts sesongen 2022.

Ås	Steinkjer	Tjøtta
Balderbrå (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)	Alsikekløver (<i>Trifolium hybridum</i>)	Bjørnekjeks (<i>Heracleum</i>)
Engsoleie (<i>Ranunculus acris</i>)	Beitesveve (<i>Hieracium vulgatum</i>)	Blåklokke (<i>Campanula rotundifolia</i>)
Gjerdevikke (<i>Vicia sepium</i>)	Bringebær (<i>Rubus idaeus</i>)	Blååkoll (<i>Prunella vulgaris</i>)
Haremat (<i>Lapsana communis</i>)	Burot (<i>Artemisia vulgaris</i>)	Då. Sp (<i>Galeopsis</i>)
Pengeurt (<i>Thlaspi arvense</i>)	Då sp. (<i>Galeopsis</i>)	Engfrylte (<i>Luzula multiflora</i>)
Ryllik (<i>Achillea millefolium</i>)	Enghumleblom (<i>Geum rivale</i>)	Enghumleblom (<i>Geum rivale</i>)
Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i>)	Engsoleie (<i>Ranunculus acris</i>)	Engsoleie (<i>Ranunculus acris</i>)
Skogkløver (<i>Trifolium medium</i>)	Engsyre (<i>Rumex acetosa</i>)	Engsyre (<i>Rumex acetosa</i>)
<i>Stellaria sp.</i>	Fuglevikke (<i>Vicia cracca</i>)	Fuglevikke (<i>Vicia cracca</i>)
Tistel (<i>Ranunculus acris</i>)	Føllblom (<i>Scorzoneroideides autumnalis</i>)	Føllblom (<i>Scorzoneroideides autumnalis</i>)
Tofrøvikke (<i>Vicia hirsuta</i>)	Geitrams (<i>Chamaenerion angustifolium</i>)	Gjerdevikke (<i>Vicia sepium</i>)
	Grasstjerneblom (<i>Stellaria graminea</i>)	Gulflatbelg (<i>Lathyrus pratensis</i>)
	Gulflatbelg (<i>Lathyrus pratensis</i>)	Harerug (<i>Bistorta vivipara</i>)

	Harerug (<i>Bistorta vivipara</i>)	Hundekjeks (<i>Anthriscus sylvestris</i>)
	Hundekjeks (<i>Anthriscus sylvestris</i>)	Hvitkløver (<i>Trifolium repens</i>)
	Hvitkløver (<i>Trifolium repens</i>)	Karve (<i>Carum carvi</i>)
	Hvitmaure (<i>Galium boreale</i>)	Kjempebjørnekjeks (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)
	Krypsoleie (<i>Ranunculus repens</i>)	Krypsoleie (<i>Ranunculus repens</i>)
	Legeveronika (<i>Veronica officinalis</i>)	Løvetann sp. (<i>Veronica officinalis</i>)
	Løvetann sp. (<i>Veronica officinalis</i>)	Marikåpe sp. (<i>Alchemilla</i>)
	Marikåpe sp. (<i>Alchemilla</i>)	Nyseryllik (<i>Achillea ptarmica</i>)
	Mjødurt (<i>Filipendula ulmaria</i>)	Ryllik (<i>Achillea millefolium</i>)
	Mjølke sp. (<i>Epilobium</i>)	Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i>)
	Nyseryllik (<i>Achillea ptarmica</i>)	Skogstorknebb (<i>Geranium sylvaticum</i>)
	Perserkløver (<i>Trifolium resupinatum</i>)	Småengkall (<i>Rhinanthus minor</i>)
	Prestekrage (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	Småsyre (<i>Rumex acetosella</i>)
	Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i>)	Snauveronika (<i>Veronica serpyllifolia</i>)
	Skogsalat (<i>Mycelis muralis</i>)	Stornesle (<i>Urtica dioica</i>)
	Skogstorkenebb (<i>Geranium sylvaticum</i>)	Tiriltunge (<i>Lotus corniculatus</i>)
	Småengkall (<i>Rhinanthus minor</i>)	Vanlig Arve (<i>Cerastium fontanum</i>)
	Stornesle (<i>Urtica dioica</i>)	Vandelrot (<i>Valeriana sambucifolia</i>)
	Tepperot (<i>Potentilla erecta</i>)	Veronika (<i>Veronica</i>)
	Tiriltunge (<i>Lotus corniculatus</i>)	Øyentrøst (<i>Euphrasia officinalis</i>)
	Tveskjeggveronika (<i>Veronica chamaedrys</i>)	Åkerminneblom (<i>Myosotis arvensis</i>)
	Vanlig arve (<i>Cerastium fontanum</i>)	
	Vandelrot (<i>Valeriana sambucifolia</i>)	
	Vier sp. (<i>Salix</i>)	

	Øyentrøst (<i>Euphrasia officinalis</i>)	
	Åkerdylle (<i>Sonchus arvensis</i>)	
	Åkertistel (<i>Ranunculus acris</i>)	

Vedlegg 9: Direkte sitat av relevante paragrafer fra Forskrift om fremmede organismer (Forskrift om fremmede organismer, 2015).

§5 Forbud mot innførsel

Det er forbudt å innføre organismer som er oppført i vedlegg I

§9 Forbud mot utsetting og omsetning

Det er forbudt å sette ut og omsette organismer som er oppført i vedlegg I

Vedlegg 10: Direkte sitat av relevante paragrafer fra Forskrift om bruk av dyr i forsøk (Forskrift om bruk av dyr i forsøk, 2015).

§10 Formål med forsøket

Dyr kan brukes i forsøk til følgende formål:

- a) Grunnforskning
- b) Anvendt forskning for å
 - 1) Unngå, forebygge, diagnostisere eller behandle sykdom, dårlig helse eller andre unormale tilstander, eller deres virkninger, hos mennesker, dyr eller planter
 - 2) vurdere, påvise, justere eller endre fysiologiske tilstander hos mennesker, dyr eller planter eller
 - 3) bedre velferden for dyr, herunder produksjonsforholdene for produksjonsdyr
- c) utvikling, tilvirkning eller kvalitets-, effekt- og sikkerhetstesting av legemidler, næringsmidler, fôr eller andre stoffer eller produkter, hvis formålet er omfattet av bokstav b
- d) forskning for vern av miljøet av hensyn til helse eller velferd for mennesker eller dyr
- e) forskning for å bevare dyrearten
- f) yrkesutdanning eller høyere utdanning med sikte på tilegnelse, vedlikehold eller forbedring av faglige kvalifikasjoner eller

g) rettsmedisinske undersøkelser.

§19 Truede dyrearter

Individer av truede dyrearter som ikke er født i fangenskap, skal ikke brukes i forsøk. Dette gjelder ikke hvis forsøket har formål som beskrevet i § 10 bokstav b nummer 1, bokstav c eller bokstav e, og det er vitenskapelig begrunnet at formålet med forsøket ikke vil bli oppnådd ved bruk av andre enn truede dyrearter.

Denne paragrafen gjelder ikke primater.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway