

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for miljøvitenskap og teknologi
Institutt for naturforvaltning

Masteroppgave 2015
60 stp

Humler i blomsterrike veikanter i Aust-Agder

En studie av forhold som påvirker artsmangfold av
humler og antall pollinatorer

Ånund Ettestad

Forord

Denne oppgaven ble skrevet på oppdrag av statens vegvesen SVV.

Jeg vil takke Tone Birkemoe og Anne Sverdrup-Thygeson for deres veiledning og hjelp i planlegging av feltarbeid og statistiske analyser. Og ikke minst for deres tålmodighet med en tidsoptimist.

Jeg vil også takke Astrid Brekke Skrindo fra Statens vegvesen for hjelp til valg av oppgave og hennes gode veiledning og viktige synspunkt.

Jeg vil takke studentgruppen av masterstudenter som hjalp til med tilbakemeldinger på oppgaven og praktiske spørsmål.

I hjelp til klassifisering av humler vil jeg takke Markus Sydenham og Karin Westrum.

For å først ha sådd ideen til oppgaven, konstruktiv kritikk og motivasjon vil jeg takke min mor Solveig.

Ås Mai, 2015

Sammendrag

Veikanter i Norge representerer vekstområder for mange sjeldne og truede plantearter. Statens vegvesen (SVV) har derfor de siste årene kartlagt artsrike veikanter rundt om i landet.

I denne oppgaven ville jeg finne ut om de veikantene som hadde blitt definert av SVV som artsrike med hensyn til vegetasjon, er viktige habitater for pollinatorer. På grunn av humler (*bombus*) sin artsrikhet i Norge og viktighet som pollinator har humler som blitt lagt spesielt fokus på i denne studien av insektpollinatorer. Jeg valgte ut blomsterrike veikanter i 3 kommuner i Aust- Agder. Antall og arts mangfold av humler i disse veikantene ble sammenlignet med lignende veikanter i nærheten. Jeg ville også finne ut om veikantene hadde høyere antall dagsommerfugler (*Papilionoidea*) og bier (*Apiformes*). Samtidig undersøkte jeg hvilke andre påvirkningsfaktorer i veikantområder som kan påvirke pollinatorantallet og humlemangfoldet slik som blomstertetthet og temperatur. Alle humler ble samlet inn og artsbestemt ved bruk av morfologiske trekk. Biotiske og abiotiske faktorer som påvirket humlebestanden ble registrert, analysert og diskutert.

Jeg diskuterer også resultatene og kunnskap om pollinatoradferd opp mot dagens drift av veikanter og vurderte mulige praktiske forvaltningsendringer som SVV kan implementere for å forbedre veikantene som pollinatorhabitat.

Humler viste seg å være den vanligste pollinatoren i vegkantene, og blomsterrike vegkanter hadde generelt høyt antall og variasjon av blomsterpollinatorer. Blomsterrike tørrengvegkanter som lå høyest over havet av studieområdene, viste seg å ha høyest antall, og flere arter av humler. Ett høyt antall og variasjon av blomster gav ett høyt antall og variasjon av pollinatorer.

På bakgrunn av resultatene og erfaringer i dette studiet, ble det sett på mulige endringer i skjøtsel og forvaltningstiltak som kan gi veikanter større verdi for humler og andre norske pollinatorer. Først og fremst foreslår jeg ett klipperegime som klipper en side av veikanten senere i blomstringsesongen.

Innholdsliste

Forord	1
Sammendrag.....	2
1. Innledning.....	5
1.1 Status for pollinatorene	5
1.2 Tap av slåtteenger i Norge	6
1.3 Naturverdier i veikanter.....	7
1.4 Problemstilling	8
2. Metode.....	8
2.1 Studieområdene	8
2.2 Innsamling og observasjon.....	11
2.3 Statistisk analyse	14
3. Resultat.....	15
3. 1 Viktige korrelasjoner	15
3. 2 Variasjon mellom tidligere definerte artsrike vegkantsområder og kontrollområder. ...	18
3. 3 Artsdiversitet av humler	19
3.4 Humleantall	21
3.41 Antall humler og % blomsterrike områder.....	22
3.42 Antall humler og høyde over havet	23
3.43 Antall humler og % erteplanter	25
3.44 Antall humler og veikant type frisk fuktig høgstaude-utforming/tørrengveikant	25
3.5 Sommerfugler.....	26
3.6 Villbier og honningbieantall sammenheng med responsvariabler	27
4. Diskusjon.....	27
4.1 antall og artsmangfold av humler	27
4.2 Forskjell mellom artsrikt definerte veikanter og kontrollveikanter.	28
4.3 Forklaringsfaktorer	30
4.3.1 Blomstertetthet	30
4.3.2 Høyde over havet til veikanten.....	31
4.3.3 Tørrengveikant / frisk-fuktig høgstaudeutforming.....	31
4.3.4 Erteplanter	31

4.3.5 Sommerfugler og bier.....	32
4.4 pollinatoradferd opp mot dagens veiskjøtsel.....	32
4.5 Feilkilder	33
4.6 Skjøtselersforslag.....	34
Referanser.....	36
Vedlegg:	40
Stegvis regresjons analyser	40
Residualplot.....	42

1. Innledning

1.1 Status for pollinatorene

En nedgang i pollinatorer og store forsvinninger av honningbier i Nord-Amerika og Europa har ført til en økende allmenn interesse for de økologiske tjenester som pollinatorene gir (vanEngelsdorp et al. 2006). Både forsvinningene av honningbier som nå kalles for "koloni kollaps lidelse" (CCD) og de predikerte klimaendringer (Ipcc 2014), har vist viktigheten av å ha et variert utvalg av pollinatorer som kan ta i bruk de ulike blomsterplanter igjennom blomstringsesongen. Dette er både for å ha et variert biologisk mangfold som kan sikre ett robust økosystem, og for å være i stand til å oppnå ønskelig nivå av økosystemtjenester som pollinering innen landbruksproduksjon (Potts et al. 2010).

I løpet av de siste 60 årene, har det også vært en godt dokumentert tilbakegang av humler i Europa (Goulson et al. 2008; Grixti et al. 2009; Potts et al. 2010; Williams 1982). For å unngå videre tap av biologisk mangfold, og sikring av økosystemtjenester, er god dokumentering av økologi, utbredelse og hvilke faktorer som påvirker villpollinatorbestandene viktig (Goulson et al. 2005).

På oppdrag fra artsdatabanken ble det i 2013 utgitt en rapport om den daværende samlede kunnskap om insektpollinatorer i Norge. Denne omfattende rapporten konkluderte med at i det siste tiåret var det blitt gjort lite forskning på økologien til pollinatorer i Norge, sammenlignet med andre skandinaviske land (Totland et al. 2013b). Dette er uheldig, fordi Norge har en geografi og ett klima som hindrer direkte anvendelse av mye forskning som er blitt gjort på pollinatorer i andre deler av Europa.

Humler er blant de viktigste villpollinatorene i Europa og Nord Amerika. De har vist seg som både hardføre og svært effektive pollinatorer av både villblomster og avlinger (Bollingmo 2010; Mayfield et al. 2001; Zych et al. 2013). Et humleatlas som ble gitt ut i 2015 illustrerer videre at mer lokal kunnskap om humler vil være spesielt viktig, fordi Norge kan bli en av de siste skansene for de europeiske pollinatorer som er tilpasset kjøligere og alpine klima

(Rasmont et al. 2015). Det er identifisert 35 forskjellige arter av humler i Norge (Bengtson & Olsen 2013), dette er hele 14 % av verdens 250 humlearter. Til sammenligning er det til nå funnet kun 24 arter av humler på hele det sør-amerikanske kontinent (Williams & Jepsen 2014).

Bortsett fra artsmangfoldet av humler og villbier er det relativt få arter av effektive pollinatorer i Norge. Det har blitt påpekt av Ørjan Totland, en av forfatterne for pollinatorrapporten, at det forholdsvis lave antallet av arter er en fordel når en ønsker å studere og forstå samspillet mellom artene. Vi har derfor har ett godt utgangspunkt til å forstå mer om dette samspillet i Norge (Henriksen et al. 2013).

Vi har hatt en økende allmenn bevissthet om humlenes rolle i norske økosystemer i de siste årene. Dette har også skjedd fordi organisasjoner som "La humla suse", har arbeidet siden 2013 for å sikre humlers levekår i Norge, igjennom kurser og annen kunnskapsformidling (La humla suse nettside 2015). Mye av årsaken til engasjementet kan også være på grunn av humlers iboende karismatiske natur og iøynefallenhhet. De skaper positiv oppmerksomhet og kan gi folk flest viten og engasjement innen tema som omhandler; miljø, artsmangfold, matsikkerhet, bærekraftig naturforvaltning og naturlig revegeteringsarbeid (Bengtson 2013). Disse vennlige trekkene til humlene kan også bidra til flere fremtidige studier og artskartleggingen fra både det offentlige og privatpersoner.

1.2 Tap av slåtteeenger i Norge

Omleggingene i det norske landbruket i etterkrigstida og fram til vår tid, har utvilsomt virket inn på de pollinerende insekter i Norge (Bollingmo 2010). De artsrike og naturgjødslende slåtteeengene som tidligere ble brukt til gressproduksjon, har i stor grad gått tapt. I moderne jordbruk har det ikke vært økonomisk drivverdig å holde disse områdene frie for kunstgjødsling, og slåtteeengene har derfor blitt absorbert i større monokulturer. De blir også forlatt uforvaltet, slik at de sakte gror igjen til skogsområder. Resterende områder av slåtteeenger, omtales også i den norske rødlisten for økosystemer og naturtyper, som en kritisk truet naturtype (Lindgaard & Henriksen 2011; Wendy Fjellstad & Dramstad 1999). Denne typen endringer i arealbruk har vist seg å ha stor innvirkning på humlebestandene i både Nord-Amerika og Europa (Carvell 2002; Goulson et al. 2008).

For å sikre biologisk mangfold og økosystemtjenestene som pollinatorer gir, er det derfor viktig både å bevare, og gjenopprette arealer med slåtteenger i Norge. Samtidig burde man se på muligheter for bruke arealer til å skape habitater som har lignende kvaliteter som slåtteområder (Bollingmo 2010).

1.3 Naturverdier i veikanter

Staten har i mange år tatt ett ansvar for biologisk mangfold i slåtteenger igjennom statlige føringer i landbruks og miljøpolitikk (matdepartementet 2008).

Staten har i de senere årene arbeidet for å få ett et godt kunnskapsgrunnlag som skal sikre bærekraftige avgjørelser slik det framgår av ordlyden i § 8 naturmangfoldloven av 2009-06-19 nr.100 (NML 2009),som lyder: "Offentlige beslutninger som berører biologisk, geologisk og naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, utbredelse og økologiske status av naturtyper, og effekten av påvirkninger."

SVV har som ett statlig organ tatt dette samfunnsansvaret, blant annet igjennom å anskaffe seg tilstrekkelig kunnskap om de naturverdier som finnes langs fylkes og riksveier i landet og truslene mot disse. Som del av fokuset på de økologiske ressurser som vegvesenet har ett spesielt ansvar for, startet de i 2011 ett arbeid med en kartleggingsmetode for artsrike veikanter. Dette ble gjort i samarbeid med studenter og konsulentfirmaer (SVV 2012). Det var disse kartleggingene som var utgangspunktet for denne oppgaven (Heggland 2013).

Veikanter har blitt karakterisert som viktige korridorer for spredning av planter og insekter som var vanlige i det gamle kulturlandskapet (Norderhaug et al. 1999). Veikantenenes potensiale som habitat og furasjeringsområde for pollinatorer i Norge er lite undersøkt. Ved furasjeringsområder mener man de områdene pollinatorene benytter til innsamling av nektar og pollen. Studier har tidligere vist at områder med høy artsrikdom av planter, øker og stabiliserer aktiv og rik pollinatoraktivitet (Ebeling et al. 2008).

1.4 Problemstilling

Målet med denne oppgaven var å finne ut om de veikantene som hadde i løpet av kertleggingsprosjektet til SVV blitt definert som artsrike med hensyn til vegetasjon, også var viktige habitater for pollinatorer. Disse veikantenes antall og artsmangfold av humler ble sammenlignet med lignende veikanter i nærheten. Samtidig ble det registrert om veikantene hadde høyere antall dagsommerfugler (fra nå av bare kalt sommerfugler) og bier. Det var viktig å undersøke hvilke andre faktorer som best kunne forklare pollinatorantallet og humlemangfoldet i veikantene, og derfor ble flere forklaringsfaktorer slik som blomstertetthet og temperatur målt.

En del av oppgaven var å diskutere resultatene, erfaring fra feltarbeidet og kunnskap om pollinatoradferd opp mot dagens skjøtsel, artskartlegging og vurdere mulige praktiske forvaltningsendringer. Dette kan gi grunnlag til forbedringer som SVV kan bruke for å sikre veikanter som gode pollinatorhabitat.

2. Metode

2.1 Studieområdene

17 områder i Aust-Agder fylke som tidligere var definert som artsrike veikanter av SVV ble valgt ut (**Tabell 1** og **Figur 2**). Disse områdene var også kategorisert som friskfuktig/høgstaude-utforming eller tørrengveikant. Hver artsrike veikant ble koblet opp mot ett like langt kontrollområde med lignende vegetasjon, minimum 100 meter fra den tilhørende artsrike veikanten. Dette var tilsammen 34 veikantområder. Stor variasjon i landskapet og mikroklimatiske variasjoner gjorde at kontrollområdene som ble valgt ut, sjeldent var lenger unna enn 150 meter. Det ble forsøkt å velge kontrollveikanter som var generelt like blomsterrike, dvs. lik andel av synlige blomster, som den tilhørende artsrike veikanten.

Tabell 1: Innsamlingsområder som var definert artsrike i 2013.

Referansenavn	Lokalitetsnavn	Kommune	Veinummer	Veikant type	Lengde (m.)
A1	Øvre Bjørkos	Grimstad	Fv 251	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	34
A11	Froland verk V	Froland	Fv 42	Tørrengveikant	866
A15	Båtreis	Grimstad	Fv 36	Tørrengveikant	202
A16	Hørte	Grimstad	Fv 36	Tørrengveikant	96
A17	Granåsen S	Froland	Fv 36	Tørrengveikant	82
A2	Grøslemyra	Grimstad	Fv 251	Tørrengveikant	65
A4	Nedre Grøse	Grimstad	Fv 404	Tørrengveikant	55
H1	Dolholt SØ 1	Grimstad	Fv 31	Tørrengveikant	178
H15	Søre Herefoss	Birkenes	Rv 41	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	49
H16	Vinterstøa	Birkenes	Rv 41	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	104
H17	Dalane S	Birkenes	Fv 406	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	96
H18	Dalane	Birkenes	Fv 406	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	118
H19	Dalane N	Birkenes	Fv 406	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	40
H3	Dolholt SV 2	Grimstad	Fv 31	Tørrengveikant	39
H5	Lauvnes	Grimstad	Fv 31	Tørrengveikant	67
H7	Øvland	Birkenes	Fv 251	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	62
H8	Stølen	Birkenes	Fv 253	Frisk-fuktig/høgstaude-utforming	63

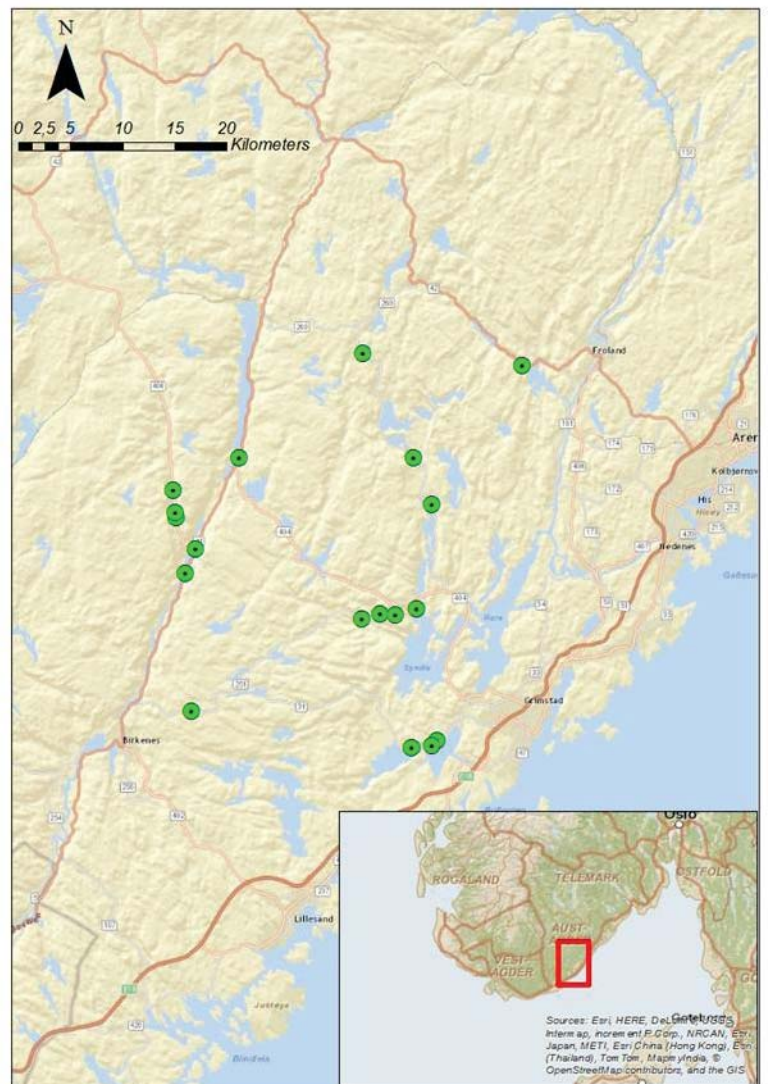
Områdene ble valgt ut ifra informasjon fra SVV region sør. Dette var områder som konsulenter og biologistudenter tidligere hadde kartlagt som artsrike veikanter (Heggland 2013). Alle veikantområdene lå innenfor kommunene Birkenes, Grimstad og Froland. De fleste områdene er korte strekninger i underkant av 100 meter, bredden til veikantområdet ble i kartleggingsprosjektet til SVV regnet som grøft, skjæring/fylling og sonen utenfor som slås eller ryddes for skog/kratt (Larsen & Gaarder 2012). Enkelte av disse veikantene skal ha klipperegimer som tar hensyn til blomstringsperiodene. Ansvar for driften av veikantene blir satt til private entreprenører. I driftskontraktene er det også beskrevet at de utpregede blomsterrike områdene ikke skal bli sprøytet. Jeg sammenlignet de definerte blomsterrike veikantene med tilsvarende veikanter i nærheten som ikke var under spesielle forvaltningsregimer.

Alle områdene ble markert med veimarkeringsprayslik som i **Figur 1** og koordinatfestet med en håndholdt GPS(type: Garmin nuvi). Området det ble innsamlet fra var maksimalt 2 meter fra overgangen mellom vegetasjon mot asfalt/gruskant (**Figur 4**), dette ble målt opp før hver samling fant sted.

I vegvesenets krav til kartlegging var det botanisk kunnskap som ble prioritert (SVV 2012). I denne masteroppgaven blir de samme områdene som ble markert opp i disse vegetasjonskartleggingene, undersøkt i forhold til noen av insektspollinatorene som oppholder seg i disse plantesamfunnene.



Figur 1: oppmarkert veistrekning H7 kontroll i Birkenes kommune



Figur 2: Samlingsområdene i Aust-Agder som ble valgt ut, for hvert punkt følger også ett kontrollområde minimum 100 meter fra hvert utvalgte område.

Veikantene som ble kartlagt består i hovedsak av områder med lavtvoksende urter og gress som inneholder et høyt botanisk mangfold. Målet med disse kartleggingene er å kunne sikre at fremtidig skjøtsel av vegkantene kommer i minimal konflikt med biomangfold og miljø. (dir. komm. Skrindo A. B) (SVV 2012) Viktige kriterier for hva som ble regnet som artsrik veikant var først og fremst begrunnet i diversiteten av plantearter i området, om rødlistearter befant seg i området, men også om veikanten grenset til andre planteartsrike områder (Larsen & Gaarder 2012). De fleste områdene er korte strekninger i underkant av 100 meter, bredden til veikantområdet ble i kartleggingsprosjektet til SVV regnet som grøft, skjæring/fylling og sonen utenfor som slås eller ryddes for skog/kratt (Larsen & Gaarder 2012).

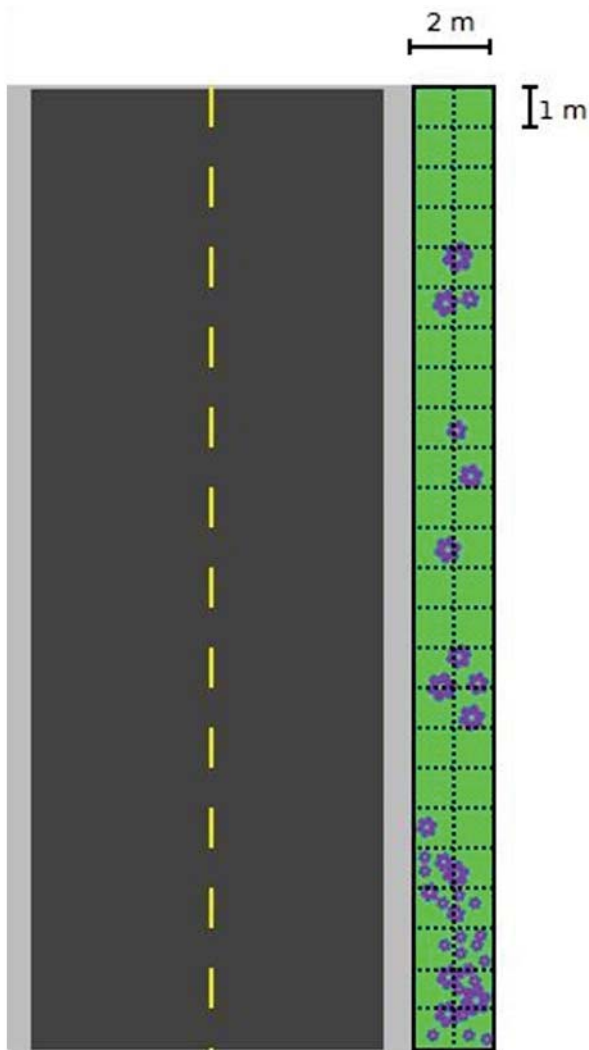
2.2 Innsamling og observasjon

Det ble valgt 3 grupper av pollinatorer som studieobjekt; humler, sommerfugler og bier. Dette ble kriterievariablene. Alle humler ble samlet inn, sommerfugler og bier som landet i veikantområdet ble kun observert og notert.

Ett utvalg av faktorer som kan påvirke pollinatorene, ble målt og definert som forklaringsvariablene for senere statistisk analyse. (**Tabell 2**).

Innsamling ble gjort i året 2014 i tilfeldig rekkefølge med en innsamling på hvert område i to perioder. Første innsamling var fra 27. juni til 14. juli og andre innsamling på de samme områdene fra 16. juli til 2. august. Første innsamlingsperiode var satt da de fleste humleartene i SørNorge har høyest aktivitet (Dramstad & Fry 1995). For å samle inn ett godt antall humler og for at innsamlingene skulle være sammenlignbare ble hver innsamling gjort i solfylt vær, svak vind, i temperaturer over 12 ° C. og mellom klokken 11.00 og 18.00 (Heintz 2013). En samlingsperiode besto i en times rolig gange ved veikanten, mens alle furasjerende humler innenfor det avmerkede området, dvs. humler som landet på blomster for å samle pollen/nektar, ble samlet inn med håv (**Figur 3**). Denne metoden kalles "one man- hour"-metoden (Goulson et al. 2008). Tiden ble tatt med en stoppeklokke som ble stanset når jeg ikke aktivt lette etter humler. (Dette var når humler skulle settes på glass eller annet stoppet

innsamlingen.) Alle humlene ble avlivet med ethylacetat for etterprøvnbarhet og for å kunne artsidentifiseres i laboratoriumsforhold. Ved identifikasjon benyttet jeg meg av humlenøkkelen til (Løken 1985) og (Bollingmo 2012). Videre har jeg også tatt hensyn til kritikken av humlenøkkelen til Bollingmo (Gjershaug et al. 2012). På grunn av svært høy usikkerhet rundt morfologisk gjenkjenning av humler som ligner jordhumler, ble de 4 artene lys jordhumle (*Bombus lucorum*) og mørk jordhumle, kilejordhumle (*B. cryptarum*), kragejordhumle (*B. magnus*) satt sammen i en gruppe kalt *lucorum* komplekset.



Figur 4: Eks. på ett samlingsområde. Hver boks representerer en kvadratmeter. Måling av blomstertetthet ble gjort ved å anslå antall bokser med blomsterdekning.



Figur 3: Innsamling med i veikant, verneklær og håv ble brukt ved hver innsamling.

Som en del av innsamlingen noterte jeg også ned antall observerte sommerfugler og antall bier, både villbier og honningbier.

Etter innsamling ble påvirkningsfaktorer for humler og andre pollinerende insekter notert (**Tabell 2**),

Det ble også tatt bilde av start og slutt på hvert området sett innover samlingsområdet slik som ved **Figur 1**. Hver innsamling ble gjort ved de artsrike områdene og tilhørende kontrollområde samme dag.

Tabell 2 Målemetoden for forklaringsvariablene som ble gjort ved hver samling.

Forklaringsvariabler	Målemetode
Veikantens utstrekning	GPS koordinater
Lengde på området	I meter
Himmelretning	1. NV, N, NØ, Ø, 2. SV, S, SØ, V
Omkringliggende landskap	Blomsterrik Prosentandel, jordbruksområde og skog
I hvilken grad veikanten var slått	1. Ja, nylig klipt 2. Delvis 3. Nei
Temperatur	I °C målt med digitalt termometer. Måling i skygge i bakkehøyde som vist i foto,(Figur 1).
Høyde	Meter over havet
Skytetthet	1. Klart 2. Delvis overskyet 3. Overskyet
Andel av blomsterdekning	Skjønnsmessig vurdering av antall kvadratmeter med høy grad av blomsterdekke. (Figur 4) Antall blomsterrike meter ble så delt på hele lengden til området. Dette ble så oppgitt som en prosentandel av blomsterdekke for hvert veikantområde.
Andel blomsterrikhet i skjermblomstfamilien <i>Apiaceae</i>	
Andel blomsterrikhet i erteblomstfamilien <i>Fabaceae</i>	
Veikant naturtype	.Frisk/fuktig høstaudeutforming .Tørrengveikant

2.3 Statistisk analyse

Alle modellene som ble brukt var parametriske og normaliteten til respons-variablene (y-variablene): antall humler, sommerfugler og bier ble testet ved å kjøre Shapiro- Wilk W tester i programmet JMP(SAS Institute Inc. 1989-2007.) samt Q-Q plots. Fordelingen av antall humler ved hver samling var sterkt venstrevektet, og ble log-transformert til en bedre normalfordelt variabel. Logaritmisk transformering er vanlig i økologiske samlinger der observert samling på ett område ofte kan være 0 (McDonald 2014). På grunn av det relativt lave antall sommerfugler og bier som ble observert ved innsamling ble disse variablene ikke normalfordelt ved noen transformering, sommerfugler og bier ble derfor gjort om til binomiske verdier, det vil si at de blir presentert som tilstede/ikke tilstede.

For å unngå å kjøre analyser med veldig korrelerte forklaringsvariabler, analyserte jeg først sammenhengen mellom alle variabler ved hjelp av korrelasjoner (**Tabell 3**). Ut ifra denne tabellen, så jeg at forklaringsvariablene skytetthet og temperatur var korrelert. Det var derfor ikke nødvendig å ta med begge disse i modellen, og da temperatur var en mindre subjektiv og kontinuerlig variabel ble bare denne tatt med i videre modeller.

Periode som samlingen ble gjort i, det vil si første og annen samling på samme område, var ikke uavhengige og perioden samlingen ble gjort ble korrelert for i videre analyser.

Lineære sammenhenger ble undersøkt for responsfaktorene ved bruk av baklengs stegvis regresjon igjennom statistikkprogrammet JMP (**Tabell 7, Tabell 8, Tabell 9**). Stegvis regresjon var en passende analyse når det er mange forklaringsvariabler, og jeg var interessert i å identifisere en nyttig undergruppe av disse. I baklengs stegvise regresjonanalyser starter ett program med alle forklaringsvariablene og fjerner den minst signifikante variabelen stegvis helt til den kun sitter igjen med signifikante variabler. I dette tilfellet ble laveste Akaike information criterion (AIC) brukt som kriterie for den mest optimale modellen. AIC er det relative estimatet av informasjonen i modellen som blir tapt når en variabel fjernes. Effekten til undergruppen av de signifikante forklaringsvariablene ble så funnet ved minste kvadraters metode (MKM). Residualene av disse modellene ble undersøkt i ett residualplot.

3. Resultat

3. 1 Viktige korrelasjoner

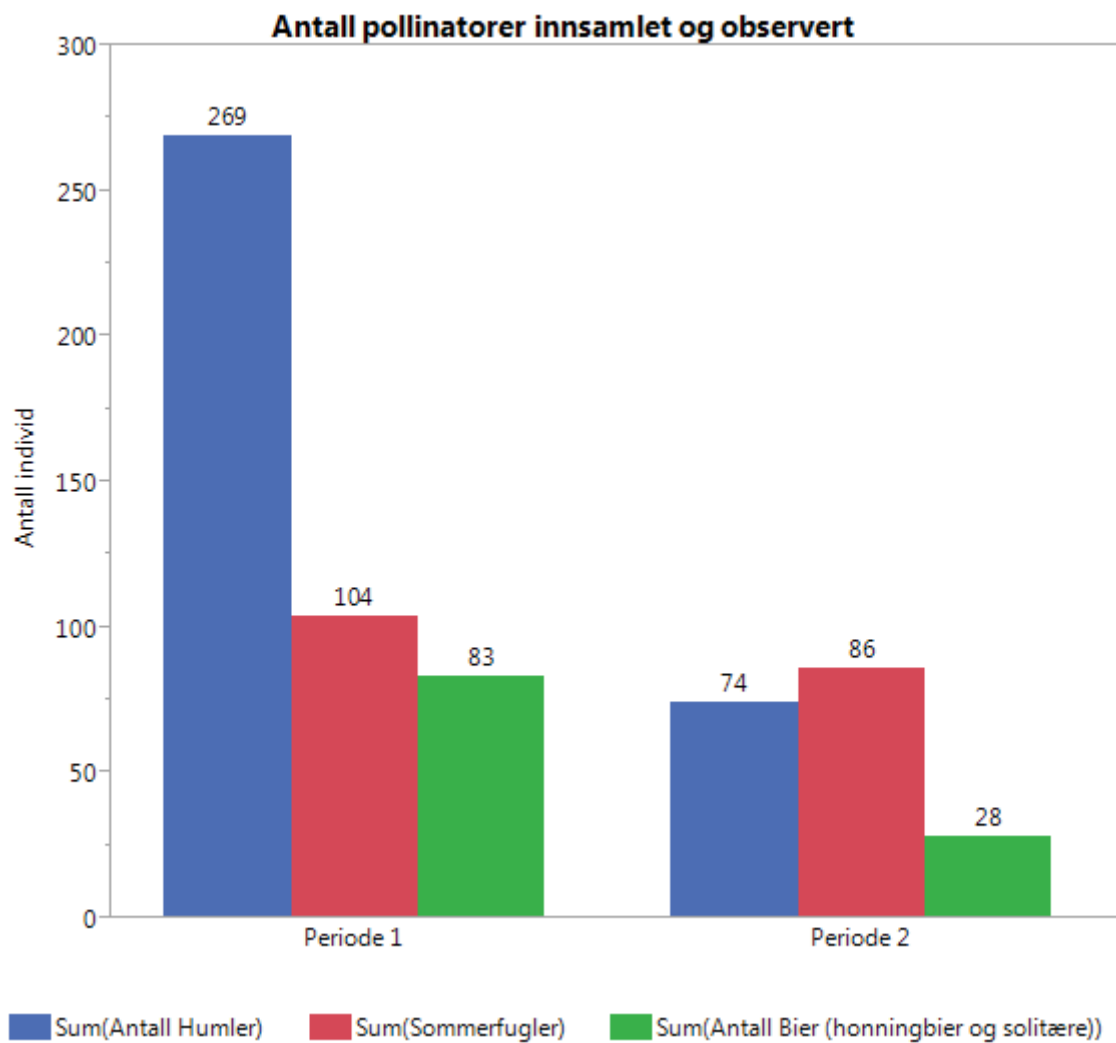
Før statistiske modeller ble laget var det nødvendig å finne mulige sammenhenger mellom forklaringsvariablene og kriterievariablene, dette ble sammennfattet i en korrelasjonstabell (**Tabell 3**) for å få en oversik over forholdene mellom de forskjellige forklaringsvariablene.

De viktigste korrelasjonene som ble funnet ved denne analysen var sammenheng mellom innsamlingsperioden og antall humler (-0,488) og dette kan vi også se i (**Figur 5**) ved at antall humler var klart høyere ved første innsamlingsperiode enn i andre innsamlingsperiode.

Innsamlingsperioden og temperatur (0,546) var også korrelert. Siden forskjellig aktivitet utover sesongen ikke skulle bli undersøkt i denne oppgaven, måtte derfor periode bli kalibrert for i alle modeller.

Skytetthet og temperatur korrelerte i stor grad (-0,4861). Disse forklarte sansynligvis mye av det samme, og siden temperatur var en mindre subjektiv forklaringsvariabel ble bare denne tatt med i videre modeller.

Jorbruksområde og høyde over havet var korrelert (-0,476), Begge disse to variablene forklarer sannsynligvis forskjellige effekter ved landskapet som samlet gir ett bedre bilde av påvirkninger på pollinatorene og jeg valgte derfor å ha med begge faktorene i fremtidige analyser.



Figur 5: Totalt Antall pollinatorer observert i veikanter i Aust agder, i kommunene Birkenes, Froland og Grimstad. Periode 1 (27. juni til 14. juli 2014) og periode 2 (16. juli til 2. august 2014).

Tabell 3: Korrelasjonstabell. der grønt viser positiv variasjon og rødt viser negativ korrelasjon. Områder med høyere korrelasjon er sterkere farget.

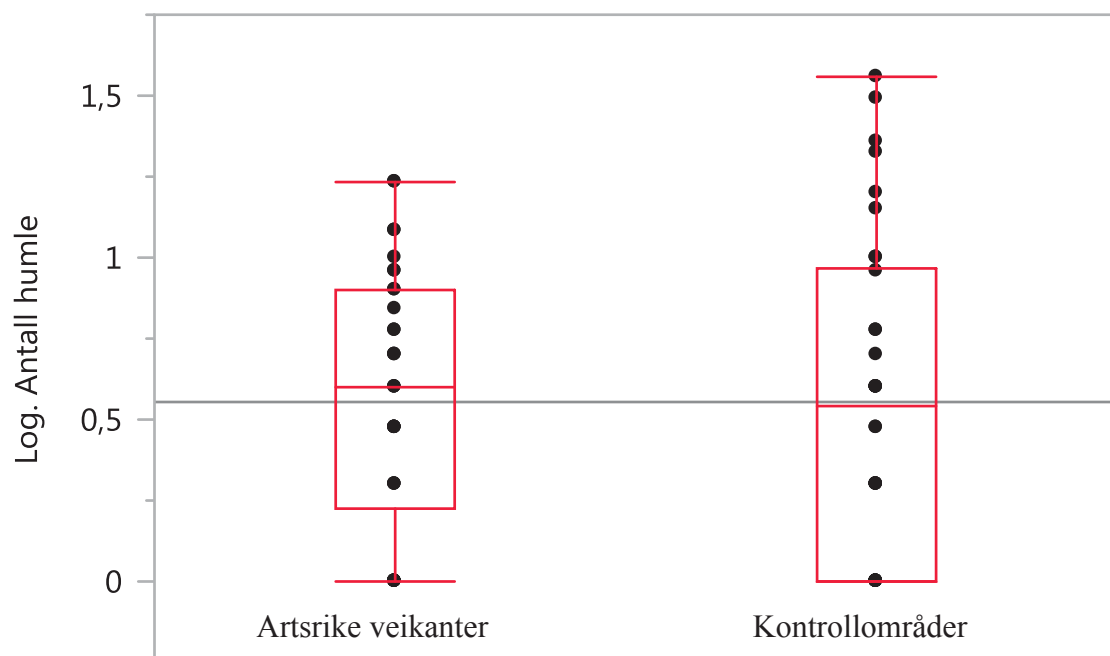
	Bier Binomisk	Sommerfugler (Binomisk)	Humlearter	Log. Antall humler	Innsamlingsperiode	Artsrikt/kontroll	Himmelretning
Bier (Binomisk)	1,000	0,329	0,073	0,122	-0,061	-0,061	-0,075
Sommerfugler (Binomisk)	0,329	1,000	0,301	0,328	0,030	-0,090	-0,078
Humlearter	0,073	0,301	1,000	0,817	-0,449	-0,117	0,028
Log. Antall humler	0,122	0,328	0,817	1,000	-0,488	-0,002	-0,063
Innsamlingsperiode	-0,061	0,030	-0,449	-0,488	1,000	0,000	0,000
Artsrikt/kontroll	-0,061	-0,090	-0,117	-0,002	0,000	1,000	-0,118
Himmelretning	-0,075	-0,078	0,028	-0,063	0,000	-0,118	1,000
Temperatur i °C	0,013	0,150	-0,284	-0,380	0,546	-0,010	0,228
Jordbruksområder	0,158	-0,210	-0,163	-0,060	-0,067	0,067	0,243
Veikant slått	-0,108	0,050	-0,030	0,023	0,114	-0,114	0,040
Skytetthet	-0,098	-0,330	-0,089	-0,075	-0,180	0,060	-0,219
% Blomsterik	0,057	0,209	0,464	0,557	-0,310	0,003	0,135
% Erteplanter	0,108	0,164	0,350	0,381	-0,220	0,151	0,091
% Skjermplanter	-0,077	-0,013	0,110	0,424	-0,127	0,127	-0,144
Meter over havet	-0,071	0,315	0,378	0,369	0,000	0,016	-0,302

	temperatur i °C	Jordbruksområde	Veikant slått	Skytetthet	% Blomsterik	% Erteplanter	% Skjermplanter	Meter over havet
Bier (Binomisk)	0,013	0,158	-0,108	-0,098	0,057	0,108	-0,077	-0,071
Sommerfugler (Binomisk)	0,150	-0,210	0,050	-0,330	0,209	0,164	-0,013	0,315
Humlearter	-0,284	-0,163	-0,030	-0,089	0,464	0,350	0,110	0,378
Log. Antall humler	-0,380	-0,060	0,023	-0,075	0,557	0,381	0,424	0,369
Innsamlingsperiode	0,546	-0,067	0,114	-0,180	-0,310	-0,220	-0,127	0,000
Artsrikt/kontroll	-0,010	0,067	-0,114	0,060	0,003	0,151	0,127	0,016
Himmelretning	0,228	0,243	0,040	-0,219	0,135	0,091	-0,144	-0,302
Temperatur i °C	1,000	0,058	-0,051	-0,486	-0,070	-0,199	-0,217	-0,268
Jordbruksområder	0,058	1,000	-0,028	-0,001	0,105	-0,125	0,110	-0,476
Veikant slått	-0,051	-0,028	1,000	0,166	0,110	-0,019	-0,061	0,278
Skytetthet	-0,486	-0,001	0,166	1,000	0,042	-0,138	0,099	0,115
% Blomsterik	-0,070	0,105	0,110	0,042	1,000	0,186	0,485	0,257
% Erteplanter	-0,199	-0,125	-0,019	-0,138	0,186	1,000	0,084	0,266
% Skjermplanter	-0,217	0,110	-0,061	0,099	0,485	0,084	1,000	0,197
Meter over havet	-0,268	-0,476	0,278	0,115	0,257	0,266	0,197	1,000

3. 2 Variasjon mellom tidligere definerte artsrike vegkantsområder og kontrollområder.

Veldig lite skilte kontrollveikantene fra tidligere kartlagte artsrike veikanter. I de stegvise regresjonsanalysene slo ikke variasjon mellom tidligere definerte artsrike vegkantsområder og kontrollområder ut for noen pollinatorgruppe. Variasjonen i antall innsamlede humler mellom disse veikantgruppene er illustrert i **Figur 6**.

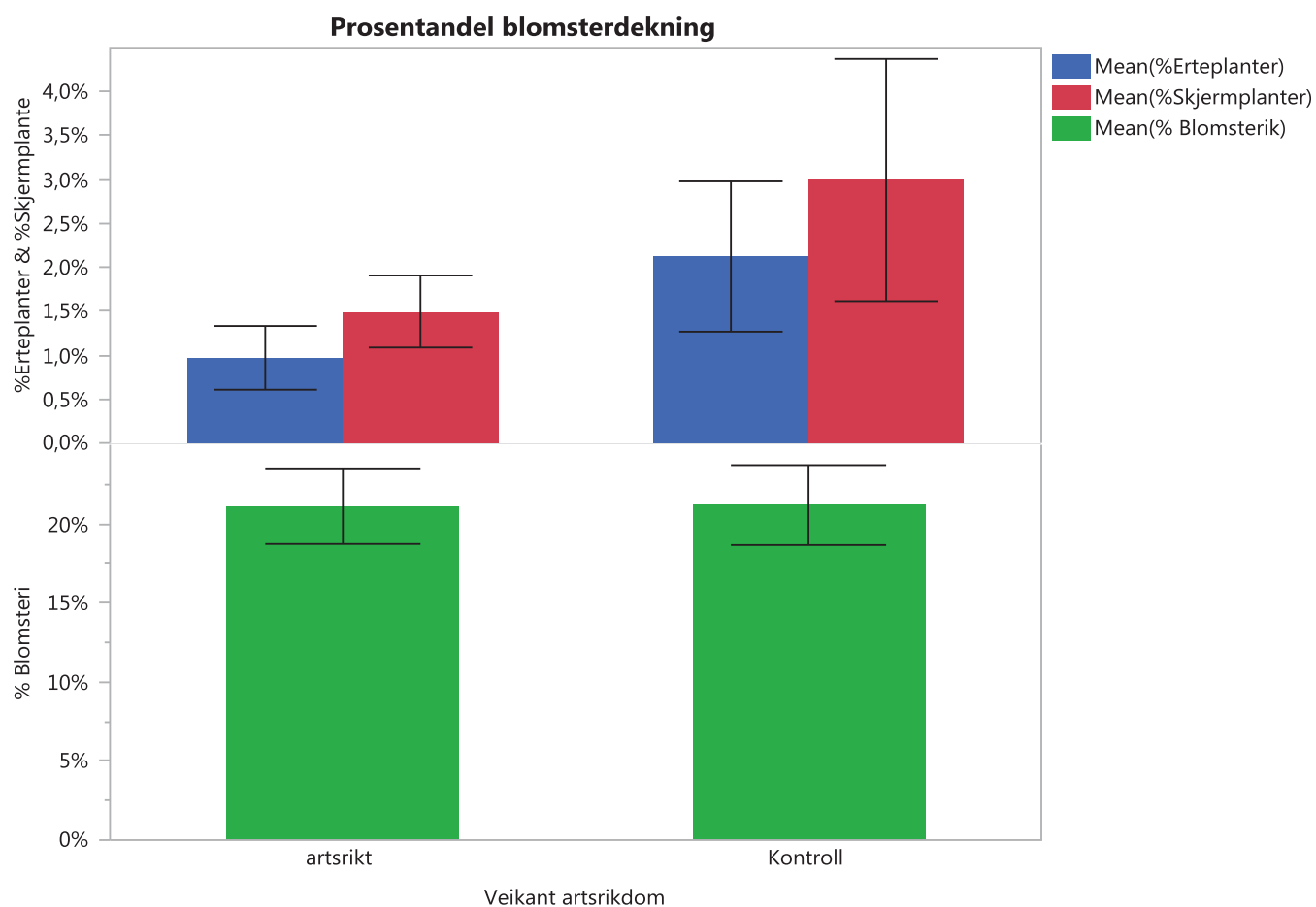
Generell blomstertetthet var i gjennomsnitt 21% ved både artsrike veikanter og kontrollveikanter. De forskjellene som var interessante fantes i tettheten av blomster i



Figur 6: Boxplot som viser forskjellen mellom antall humler innsamlet i de definert artsrike områdene og i kontrollområdene.

Erteblomstfamilien *Fabaceae* og skjermplantefamilien *Apiaceae*. Dekninger av blomster i erteblomstfamilien lå på 1 % i de artsrike områdene og rundt 2% i kontrollområder.

Skjermblomstfamilien hadde gjennomsnittlig blomsterdekning på 1,5 % i de artsrike områdene og 3% i kontrollområder, illustrert i **Figur 7**

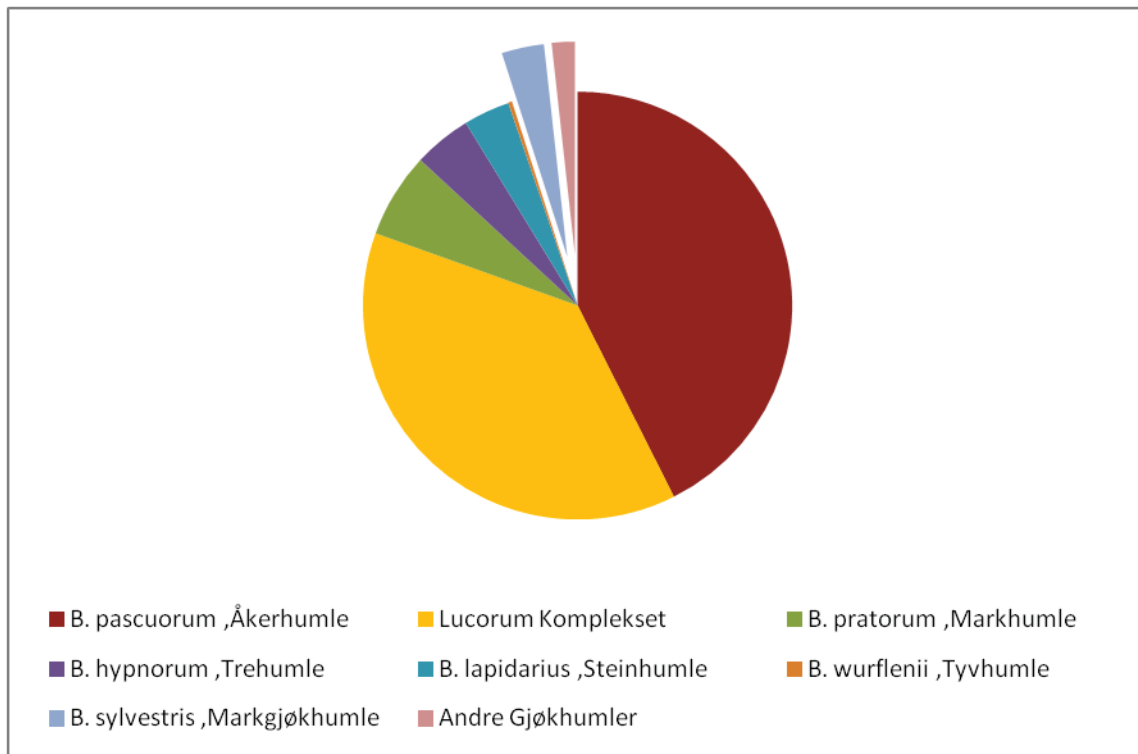


Figur 7: Prosentandel gjennomsnittlig blomsterdekning med standarfeil i de definerte artsrike veikanter og kontrollveikanter.

3. 3 Artsdiversitet av humler

Til grunn for de statistiske utregningene var 343 humler fanget ved 68 insamlinger. 144 humler ble samlet inn i de artsrike områdene og 199 humler i kontrollområdene. 10 forskjellige humlearter ble identifisert. 6 av artene var sosiale humlearter og 4 var sosialt parasitterende gjøkhumler. Av alle humlene var 80,46% tilhørende de artene, åkerhumle (*B.pascorum*), 42,5% og gruppen av humler i *lucorum* komplekset som var 37,9%. Etter dette fulgte markhumle (*B. pratorum*) med 6,4%, trehumle (*B. hypnorum*) med 4,4% og steinhumle (*B. lapidarius*) med 3,5%. Kun 1 individ (0,3% av innsamlede) tyvhumle (*B.wurflenii*) ble funnet.

I alt ble 16 individer klassifisert som gjøkhumler. Av disse var 11 markgjøkhumler (*B. sylvestris*) som utgjorde 3,2% av alle innsamlede humler. Videre var 3 individer, lynggjøkhumle (*B. flavidus*) (0,9%) , 2 individer tregjøkhumler (*B. norvegicus*) (0,6%) og 1 individ åkergjøkhumle (*B. campestris*) (0,3)



Figur 8: Kakediagram som viser fordelingen av humlearter funnet i veikantene. Kakestykkene som har blitt tatt ut er sosialt parasitterende gjøkhumler.

Det ble undersøkt hvilke faktorer som hadde påvirkning på totalt antall arter ved hver samling.

Ved analysen Stegvis regresjon kom jeg frem til 3 signifikante forklaringsvariabler i tillegg til innsamlingsperioden ($p = 0,0042$) som var negativt korrelert med antall arter, positive forklaringsvariabler for antall arter i ett område var høyde over havet ($p = 0,0168$), prosentandel blomsterrikhet ($p = 0,0236$), og prosentandel erteblomster ($p = 0,0227$). Denne modellen kunne forklare 43% av variasjonen.

Tabell 4: Signifikant korrelert modell for artsmangfold funnet ved hjelp av baklengs stegvis regresjon

Sammenheng:	Estimat	Std. feil	t Ratio	Prob> t
Intercept (Alle utvalgte variabler)	0,400329	0,334435	1,2	0,2358
Periode[1]*	0,487994	0,164163	2,97	0,0042
% Blomsterik	2,737235	1,179767	2,32	0,0236
% Erteplanter	9,946955	4,259061	2,34	0,0227
Høyde (meter over havet)	0,004999	0,002035	2,46	0,0168

*Analysen velger periode 1, dvs prediksjonen går fra periode 1 mot periode 2

3.4 Humleantall

I gjennomsnitt ble det samlet 10 humler ved hvert område. Det var stor variasjon mellom områdene. De fleste områder hadde ikke mer enn 10 humler, og 3 områder hadde ingen innsamlede humler; H5, H3 og H15Kontroll. På et område, A16Kontroll, ble det med 2 innsamlinger tilsammen fanget inn over 50 humler.

Gjennom stegvis regresjon kom jeg frem til at modellen som best forklarte antall humler, inneholdt i tillegg til perioden ($p = 0,0004$), effekten fra veikant type ($p = 0,0008$), blomsterrikhet ($p = 0,0002$), erteplanter ($p = 0,0091$) og høyde over havet ($p = 0,00054$). (**Tabell 5**). Modellen som inneholdt disse variablene kunne forklare 60% av variasjonen.

Tabell 5: Signifikant korrelert modell for antall humler funnet ved hjelp av baklengs stegvis regresjon, Veikant type

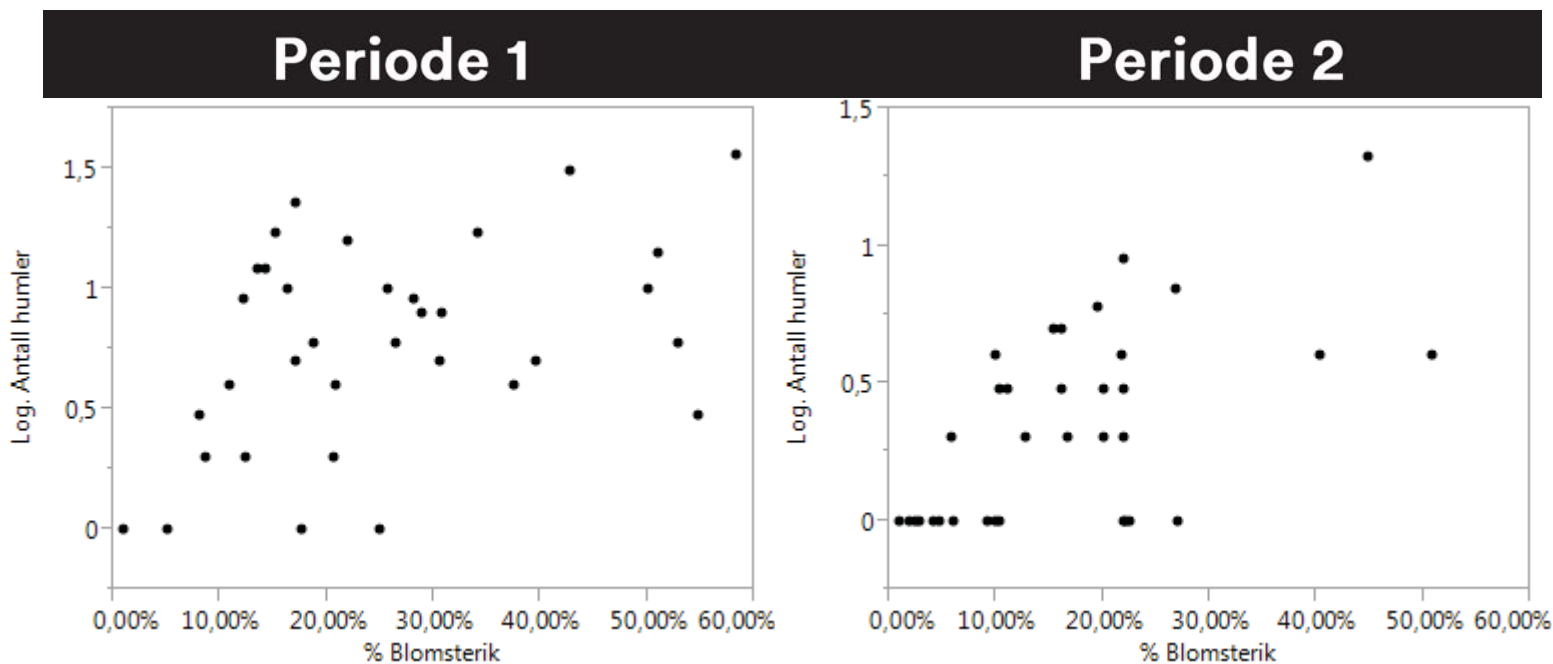
Sammenheng:	Estimat	Std. feil	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,051472	0,081141	0,63	0,5282
Periode[1]*	0,144528	0,038233	3,78	0,0004
Veikant type[Frisk-fuktig/høgstaude-utforming]*	-0,13692	0,039041	-3,51	0,0008
% Blomsterik	1,079973	0,274929	3,93	0,0002
%Erteplanter	2,719106	1,009244	2,69	0,0091
Høyde (meter over havet)	0,001829	0,000501	3,65	0,0005

*Analysen velger periode 1, dvs prediksjonen går fra periode 1 mot periode 2 og fra frisk-fuktig høgstaudeutforming mot tørrengveikant.

Alle sammenhenger med enkle forklaringsvariabler som ble funnet ved hjelp av Stegvis regresjonsanalyse på antall humler. (Tabell 5), ble videre sett på i ett scatterplot. For hver forklaringsvariabel, ble det satt opp et scatterplot for hver enkel innsamlingsperiode.

3.41 Antall humler og % blomsterrike områder

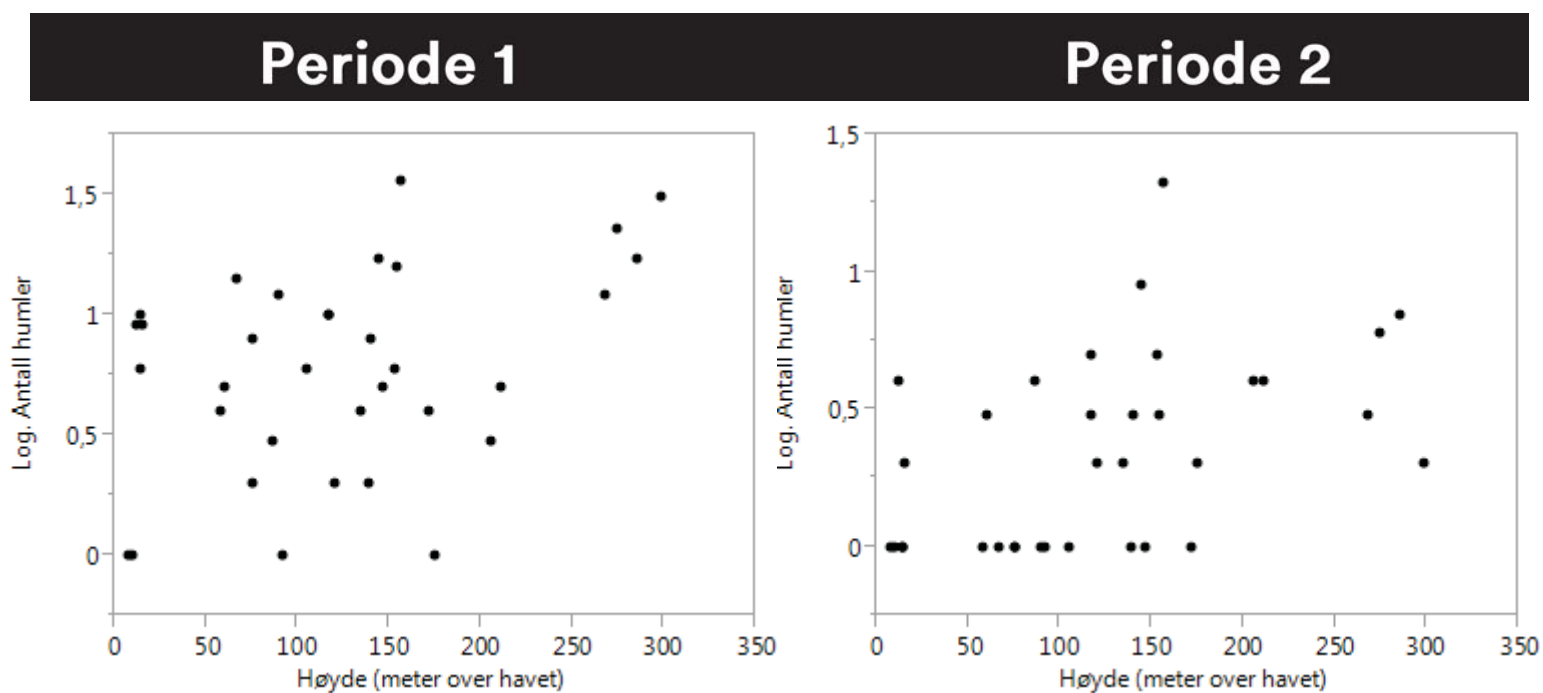
% Blomsterrikhet viser andel av det oppmarkerte veikantområdet som hadde tydelig blomstertetthet. Gjennomsnittlig blomsterrikhet var 25% i første periode og 16% i andre periode. Ut ifra **Figur 9** kan man se at antall humler viste seg å være positivt korrelert med blomsterrikheten i veikanten i begge innsamlingsperiodene.



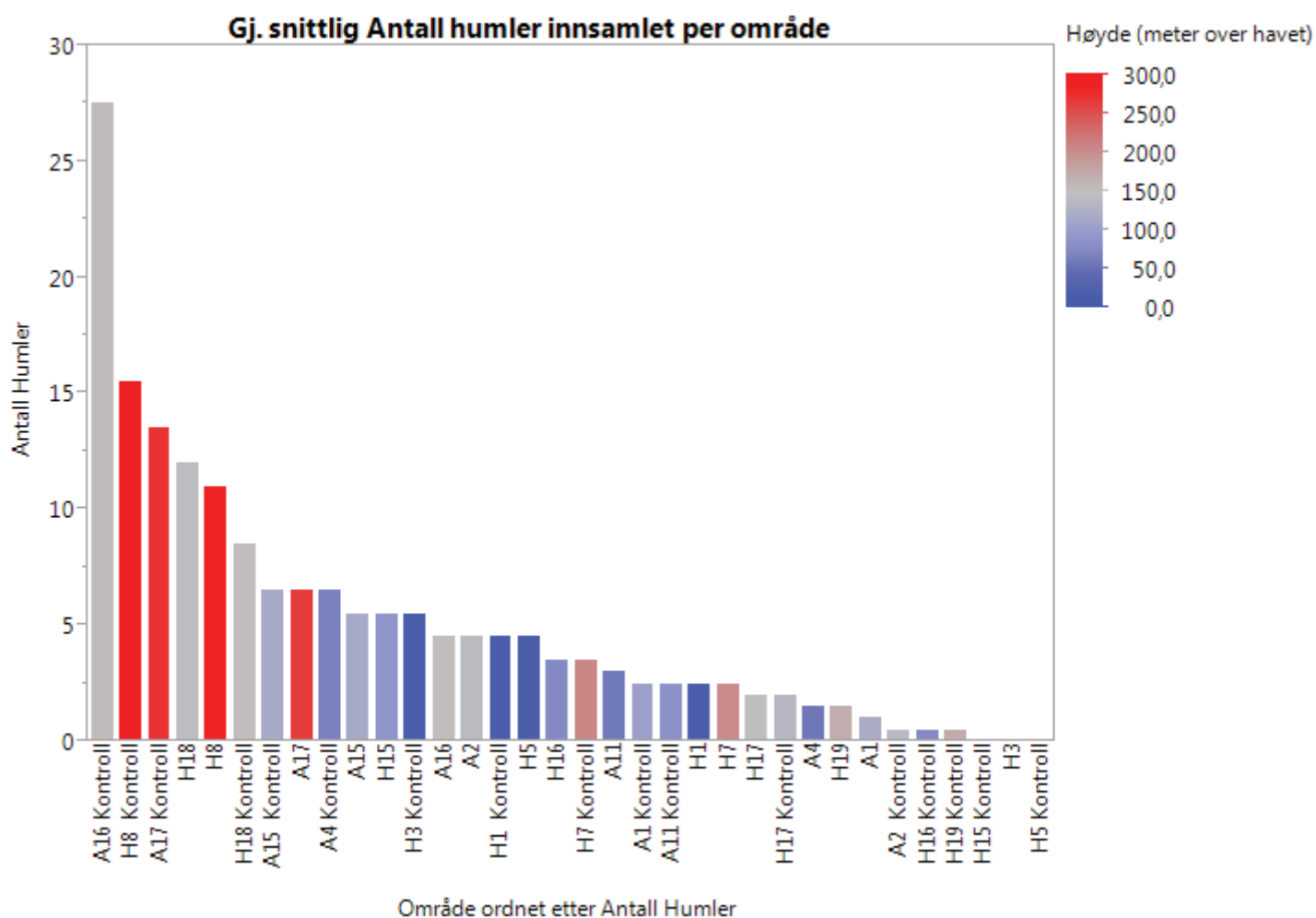
Figur 9: Sammenheng mellom Antall innsamlede humler og %blomsterrikt i veikantsområdet. for første og andre innsamlingsperiode.

3.42 Antall humler og høyde over havet

Høyde over havet var positivt korrelert med antall humler. I alle veikantområder som lå over 200 moh. var humler tilstede ved begge innsamlingsperiodene. (**Figur 10**) Veikantområdene som hadde flest humler var også de som lå høyest av samlingsområdene (**Figur 11**).



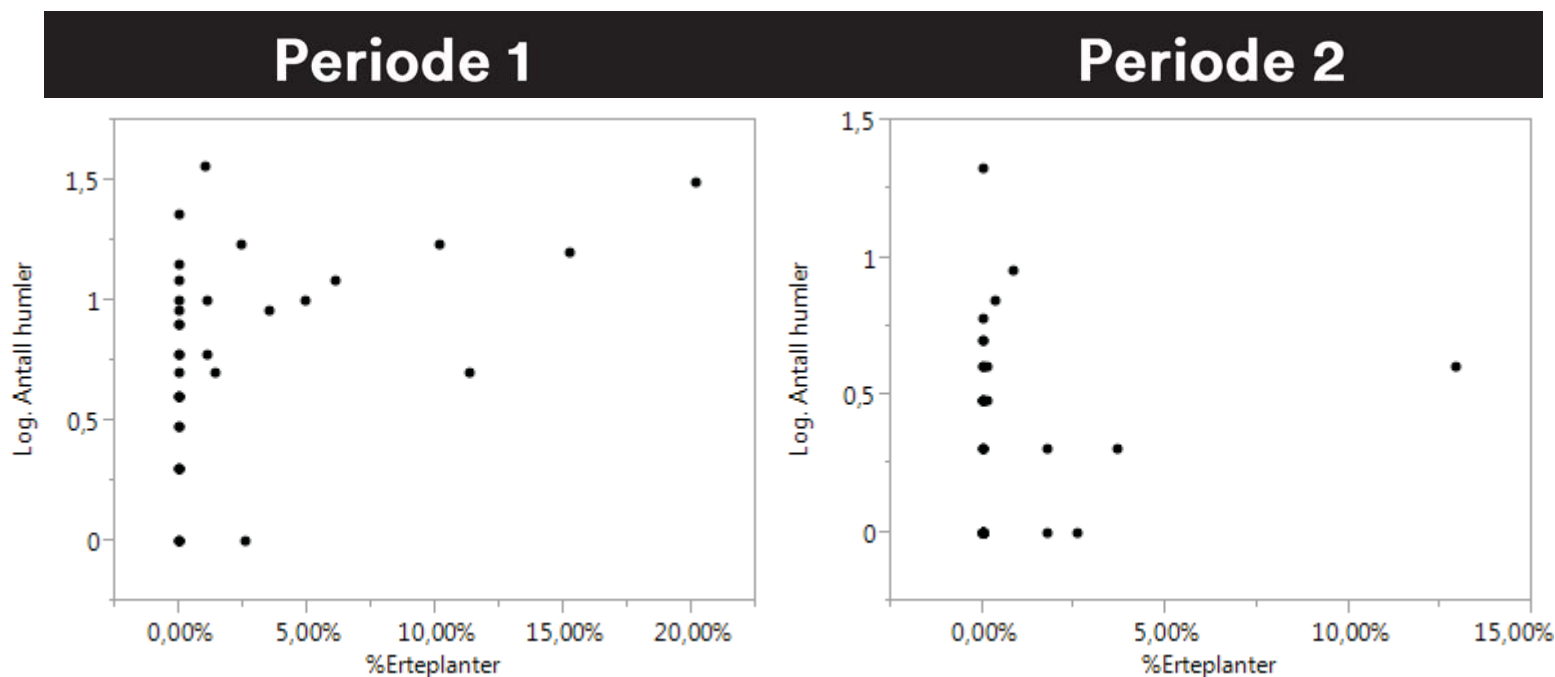
Figur 10: Sammenheng mellom antall innsamlede humler og meter over havnivå til veikantsområder for første og andre innsamlingsperiode.



Figur 11. Gjennomsnittlig antall humler funnet ved hvert område, høyden over havet for hvert område er indikert ut ifra fargen på stolpene.

3.43 Antall humler og % erteplanter

Mange områder hadde ingen blomstrende planter i erteblomstfamilien når samling ble gjort, men andelen av blomstrende erteplanter viste seg likevel å påvirke antall humler i innsamlingsområdet. Denne trenden var kom tydeligst i første innsamlingsperiode. (**Figur 12**)



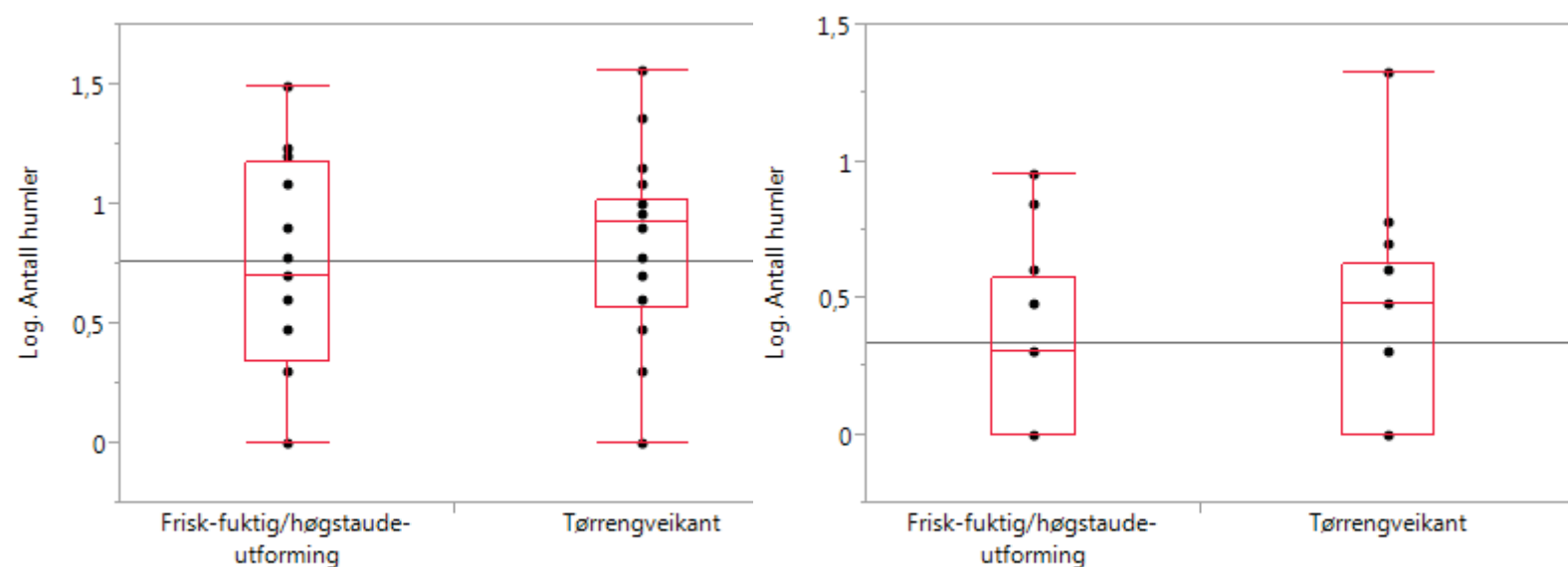
Figur 12: sammenheng mellom Antall innsamlede humler og erteplanter i veikantsområdet.

3.44 Antall humler og veikant type frisk fuktig høgstaude-utforming/tørrengveikant

Tørrengveikant viste seg som positiv forklaringsvariabel for antall humler i veikantene. **Figur 13** viser at tørrengveikant hadde gjennomsnittlig høyere antall humler i begge innsamlingsperiodene.

Periode 1

Periode 2



Figur 13: sammenheng mellom Antall innsamlede humler og veikantstype.

3.5 Sommerfugler

190 Sommerfugler ble til sammen observert i veikantene, sommerfugler ble observert i 41 av 68 samlinger. Ved 6 områder, ble ingen sommerfugler observert. Sommerfugler var den andre pollinatorgruppen som viste signifikante korrelasjoner med faktorer langs veikantene.

Sannsynligheten for at sommerfugler var tilstede ved ett område kunne best predikeres ut ifra temperatur i °C ($p = 0,0188$) og antall meter over havet ($p = 0,0033$) (**Tabell 6**). Både temperatur og høyde over havet viste seg å være negativt korrelert med sommerfugler. Denne modellen kunne forklarte 17% av variasjonen.

Tabell 6: Effekt test ved bruk av MKM på Signifikant korrelert modell for antall sommerfugler funnet ved hjelp av baklengs stegvis regresjon

Parameter estimat	Estimat	Std feil	ChiSquare	Prob>ChiSq
Intercept	6,302074	2,494019	6,39	0,0115
Periode[1]	-0,37789	0,328296	1,32	0,2497
temperatur i °C	-0,2047	0,087102	5,52	0,0188
Høyde (meter over havet)	-0,0136	0,004636	8,61	0,0033

*Analysen velger periode 1, dvs prediksjonen går fra periode 1 mot periode 2

3.6 Villbier og honningbieantall sammenheng med responsvariabler

111 bier ble til sammen observert ved 26 av 68 innsamlinger i veikantene, ved 15 områder ble ingen humler observert i noen av periodene. Det ble ikke funnet noen signifikante effekter ved bruk av forklaringvariablene på antall bier i områdene.

4. Diskusjon

4.1 antall og artsmangfold av humler

Humler viste seg å være den vanligste pollinatoren i vegkantene. Og brukes her som hovedrepresentant for pollinatorer i veikanter.

Både de artsrikt definerte områdene og de nærliggende kontrollvegkanter hadde generelt høyt antall og variasjon av blomsterpollinatorer.

10 forskjellige humlearter ble funnet i og nær de artsrike veikantene i Aust-Agder. Dette er en god andel av de 16 humleartene som har blitt observert i disse kommunene de siste 20 årene (Artskart 08.05.2015; (Bengtson & Olsen 2013). 3 av artene som tidligere var funnet i områdene; mørk/ lys jordhumle og kragejordhumle er også innen *Lucorum* komplekset og ville blitt talt som en art i denne oppgaven. 2 av disse artene; lynggjøkhumble og tregjøkhumble,

var ikke tidligere registrert i disse kommunene i observasjoner som fantes i artskart. **Dette rike artsmangfoldet viser at disse veikantene representerer en viktig habitattype for en rekke humlearter.**

Arts sammensetningen av humler ble dominert av enkeltarten trehumle og humler i *Lucorum* artskomplekset (**Figur 8**). Artene som dominerte har også vist seg dominerende i andre studier fra sør-Norge (Dramstad & Fry 1995; Heintz 2013). Den skjeve artsfordelingen kan representere en tendens hvor relativ artsrikhet i humlepopulasjoner trekkes ned mot noen få arter, slik som det har vist seg at trenden har vært i USA (Grixti et al. 2009) og i svenske rødkløverenger (Bommarco et al. 2011). I Bommarcos datasammenligningen ble det påpekt en nedgang av artsrikhet fra populasjoner av arter som var jevnere fordelt, til noen få humlearter som dominerte. Det er liten grunn til å tro at dette ikke også er tilfellet i Norge. **Denne skjeve artsfordelingen kan representere en trussel for mangfoldet av humler og framtidig pollineringskapasitet.**

4.2 Forskjell mellom artsrikt definerte veikanter og kontrollveikanter.

I dette studiet viste **områdene som var definert av vegvesenet som artsrike ved bruk av botanisk kunnskap, seg ikke som bedre habitater for humler eller andre pollinatorer, sammenlignet med kontrollområdene som lå i nærheten.** Målingene viste også at faktorer slik som blomstertettheten i områdene som var definert som artsrike ikke var høyere enn i kontrollområdene.

Det er sannsynligvis fordi humler som furasjerer i de artsrike områdene også benytter seg av kontrollområdene, som var 100-150 meter bortover en definert artsrik veistrekning.

Humlearter har vist seg å kunne reise langt for å finne de beste furasjeringsområder.

Avstanden humler reiser for å furasjere, varierer mye mellom individuelle humler, men også mellom arter. Arter som kysthumle (*B. muscorum*) furasjerer oftest 100 meter fra bolplasseringen og sjeldent lenger enn 500m. Humlearten steinhumle (*B. lapidarius*) har vist seg å furasjere for det meste innenfor en 500 meters radius av bolplasseringen (Walther-Hellwig & Frankl 2000).

En viktig grunn for dette kan være at humlenes furasjeringsmønstre er spesielt sterkt påvirket av hvordan blomsterressurser er distribuert (Schmitt 1980). Det har vist seg at humler følger veikanter hvis blomstertettheten er stor (Hopwood et al. 2010) (Bhattacharya et al. 2003). Veikanter fungerer også som furasjering og spredningskorridorer mellom blomsterrike områder adskilt av skog (Kreyer et al. 2004).

Veikantene er ofte lange smale furasjeringsområder som kan være bedre tilpasset humlearter som reiser langt for furasjere slik som mørk jordhumle som har blitt observert i å reise over 2 km fra bolet for å furasjere. Og lys jordhumle kan krysse opptil 600m med skog for å komme til ett blomsterområde. (Kreyer et al. 2004; Osborne et al. 1999) , begge disse humlene er innenfor *lucorum* komplekset, som var en stor andel av antall humler funnet i dette forsøket. Den lille forskjellen i pollinatorantall mellom de veikantområdene som var definert artsrike og kontrollveikantene kan komme av at kontrollområdene ble valgt ut ifra hvor mye de lignet på de artsrike områdene og at de ofte ikke var mer enn 100 meter fra området som de ble sammenlignet med. Kartleggingsmetodikken som ble lagt til grunn for å definere de artsrike vegkantområder, viste seg å ikke være dekkende for pollinatorenes habitat. Humler foretrekker større sammenhengende furasjeringsområder, derfor kan de artsrike områdene som ikke er koblet til andre blomsterrike områder sannsynligvis få færre besøk av humler og andre pollinatorer. **Hvis målet er å kartlegge vegkanters naturverdier, inkludert pollinatorhabitater, bør vegkantområdene over hundre meter rundt de definerte artsrike veikantene bli tatt hensyn til**, dette vil også være med på å sikre pollinering av rødlistede plantearter som kan befinne seg i de botanisk artsrike områdene.

Fordi rik veikant/kontroll ikke viste forskjell i forhold til forekomst av humler, sommerfugler eller bier. skiller vi ikke mellom pollinatorene som ble samlet/observert i de definert artsrike områdene og kontrollområdene videre i diskusjonen.

Jeg har igjennom denne oppgaven fått et innblikk i problemet med artsidentifisering av humlearter innenfor *Lucorum* komplekset, som går ut på å skille mellom artene lys jordhumle, mørk jordhumle, kilejordhumle og kragejordhumle. Tilfredsstillende morfologisk gjenkjenning av denne taksonomiske gruppen, er notorisk vanskelig (Wolf, Stephan et al. 2010). Den krever som regel ett dronningindivid og taksonomer med god erfaring. Denne usikkerhet i forhold til morfologisk identifisering av humlearter innen *Lucorum* komplekset

har blitt vektlagt i for liten grad (Bossert 2014; Wolf, Stephan et al. 2010). Morfologisk artsgjenkjenning alene er derfor ofte ikke nok i studier, der det vil være viktig å vite andelen av arter (Wolf, S. et al. 2010). Studier der andelen er viktig er ofte de som er rettet mot konservering og forvaltning. Dette er et slikt studie, og denne begrensning i registreringene på artsmangfold er viktig å ha med i vurderingene.

Utbredelsen av mørk jordhumle er spesielt viktig å kunne artsidentifisere sikkert. Mørk jordhumle blir benyttet i kommersiell pollinering i Norske drivhus, og har vist seg som en art med stort spredningspotensiale og mulighet til å fortrenge stedegne pollinatorarter (Dafni & Shmida 1996; Gjershaug & Ødegaard 2012). **Skal vi i Norge, få en oversikt over spredning av mørk jordhumle er det derfor behov for at molekylær identifisering av humlearter blir gjort lett tilgjengelig.** Dersom sikker identifisering av denne arten ikke blir gjort og vi ikke kan skille den fra lys jordhumle, kan det føre til at vi får et udokumentert tap av biologisk mangfold (Bossert 2014).

4.3 Forklaringsfaktorer

Ut fra t- verdiene tolket jeg at prosentandelen av veikanten som var dekket av blomster hadde størst påvirkning på antall humler. Deretter kom perioden samlingen ble gjort, høyde over havet og hvorvidt veikanten var av typen frisk-fuktig/høgstaudeutforming eller tørrengveikant. Prosentandelen av veikanten som var dekket av blomstrende erteplanter, hadde minst påvirkning av de signifikante variablene,

4.3.1 Blomstertetthet

Påvirkningsfaktoren som var av størst betydning for antall humler, og sommerfugler var blomstertetthet, dvs, andelen av veikantområdet som hadde en god tetthet av blomster som vist i **Figur 4**. At økt blomstertetthet gir økt antall humler kan tolkes som ett uttrykk for at næringstilgangen blir bedre ved høy blomstertetthet. En slik kobling mellom antall pollinatorer og blomstertetthet er forventet ut ifra lignende funn (Carvell 2002; Ebeling et al. 2008; Heintz 2013; Sydenham 2012). Men en annen norsk studie gjort i sør Norge i 1995, fant ikke denne positive koblingen mellom antall humler og antall blomster (Dramstad & Fry

1995). Andelen av blomster som er synlige i veikantene varierer mye igjennom sesongen, og områder som har få arter som blomstrer i en kort periode vil være vanskelige å benytte seg av for pollinatorarter som har små forsyneringsområder. Områder med høy variasjon av blomstrende plantearter, gir derfor tidskontinuitet på næringstilgang og dermed gode vilkår for mange pollinerende arter.

At antall humler økte med blomstertettheten, understreker viktigheten av å kartlegge og å ta vare på områder med høy artsrikdom av blomstrende planter. Dette er ikke bare for plantenes del, men også til fordel for pollinatoren.

4.3.2 Høyde over havet til veikanten

Høyde over havet var positivt korrelert med antall humler. Dette kan være på grunn av mindre intensivt arealbruk i områdene høyere i landet og ett klima som passer bedre for humler. Generelt i Europa trekker mange humlearter opp i høyden og nordover (Rasmont et al. 2015). Det er grunn til å tro at dette også er tilfellet i Norge. Veikanter kan i dette henseende fungere som spredningskorridorer for å gjøre migrering mulig.

4.3.3 Tørrengveikant / frisk-fuktig høgstaudeutforming

Denne studien viser at de veikanter som ble definert som tørrengveikanter, var bedre som forsyneringsområde for humler enn frisk-fuktig høgstaudeutforming. Tørrengveikanter hadde også gjennomsnittlig flere humler, enn de veikanter som var definert som frisk-fuktig høgstaudeutforming .

Det er vanskelig å si noe konkret om hvorfor dette er tilfellet. Det er kjent at stauder, det vil si flerårige planter, som vokser opp fra røttene sine hvert år, har vist seg å være spesielt attraktive for humler i Norge og internasjonalt. (Dramstad & Fry 1995; Fussell & Corbet 1992). Hvorvidt flere humlevennlige stauder vokser i tørrengveikant eller andre faktorer som ikke ble tatt med i denne oppgaven. Dette vil være verdt å undersøke i fremtidige studier.

4.3.4 Erteplanter

Erteplanter var signifikant positivt korrelert med både antall humler og antall humlearter. Dette kunne vi også anta ut ifra andre studier som har vist at erteblomstfamilien er en viktig kilde til pollen for de fleste humler (Goulson et al. 2005). Kontrollveikantene hadde i gjennomsnitt noe høyere andel av erteblomster. Det er verdt å ta hensyn til andel av erteblomster hvis man ønsker ett humlevennlig habitat i veikantene,

4.3.5 Sommerfugler og bier

Generelt ble færre sommerfugler og bier observert i veikantområdene enn antall humler som ble samlet inn. Når man regner med at både bier og sommerfugler kan ha blitt talt flere ganger ved feil i løpet av en one-man hour er det tydelig at humler var den mest aktive og produktive pollinatoren i disse veikantområdene.

Høyde over havet slo ut negativt for sommerfugler. Høyere temperatur ved samling viste seg også å slå ut negativt for denne pollinatorgruppen. Det kan være en negativ kobling mellom antall humler og sommerfugler som ikke ville kommet frem i dette studiet. Spesielt generaliserende humlearter som mørk jordhumle er svært effektive pollinatorer og kan utkonkurrere andre pollinatorer. Dette kan ha store negative konsekvenser for rødlistede sommerfugler og bier.

Ingen av forklaringsfaktorene som ble registrert hadde signifikant effekt på antall bier i området. Ett lavt antall honningbier i området kan ha vært på grunn av sanering som ble satt i gang i 2012, for å hindre spredning av Åpen yngelrøtte *Melissococcus plutonius* blant honningbier (Dahle et al. 2010).

4.4 pollinatoradferd opp mot dagens veiskjøtsel

Pollinering fra ville insektpollinatorer har vist seg å være nødvendig for stabil og god pollinering av nyttevekster (Lucas A. Garibaldi et al. 2013) & (Sydenham 2012) og tilrettelegging for de norske villpollinatorer burde være en prioritet i fremtidige spørsmål om arealbruk. Flere undersøkelser slik som denne kan bli viktige i arbeidet med å få ett bedre bilde av statusen til de pollinerende insektene i Norge, (Totland et al. 2013a) I tillegg til at veikanter ofte har økt blomstertilgjengelighet i forhold til omkringliggende områder, kan de

også gi gode muligheter for bolbygging for flere typer bier. (Hopwood 2008) Veikanter som ligger i et landbrukslandskap i Sverige har vist seg å ha middels kvaliteter som hekkeområde for humler (Svensson et al. 2000)

I dette forsøket ble ikke antall humlebol registrert. Men en stor andel av de innsamlede humlene var Åkerhumler som er en kjent som "dørstegs furasjerer" som sjeldent beveger seg lengre enn 100 fra bolet. (Knight et al. 2005), og disse hadde sannsynligvis bolene sine nær eller innenfor veikanten.

Hva som gjør områder til gode furasjering og bolplasser for humler i det norske landskapet er også viktig med tanke på at Norge og skandinavia kan bli ett refugie for europeiske klimaflyktende humler. (Rasmont et al. 2015).

4.5 Feilkilder

Siden innsamlingsmetode innebar at humlene som ble samlet i området ble avlivet, kan dette ha påvirket antall humler som ble samlet inn på samme område senere. Det ble også fanget mye mindre humler i samlingsperiode 2, men et sterkt fall av antall humler mellom disse to samlingsperiodene ville også vært forventet ut ifra sesongvariasjonen. (Dramstad & Fry 1995)

Det er mulig fangstredskap og også påkrevd verneklær for å gå langs veikanter, kan ha påvirket relativ abundans av arter og gitt feil inntrykk av det samlede mangfoldet i veikantene. Humler har godt fargesyn, enkelte arter, kan ha blitt påvirket negativt eller positivt av den sterkt oransjefargede vernedressen og hvite insektshåven som ble brukt i forsøket (Bengtson & Olsen 2013) (**Figur 1**). En styrke i dette forsøket var at den sterkt fargede vernedressen ble brukt ved alle innsamlinger og klesvalg påvirket sannsynligvis ikke resultatet mellom innsamlinger.

Trafikktettheten ble ikke tatt med som faktor i oppgaven. Dødeligheten forårsaket av trafikk på humler som oppholder seg i veikantene, kan ha effekt på antallet som kan bli samlet inn. For få kunnskap om i hvor stor grad dette påvirket bestanden av humler måtte det ha blitt gjort studier som så nettopp dette. Det har blitt gjort studier som har påvist at humler indirekte unngår å krysse veier fordi de holder seg i områdene der blomstertettheten/innsamlingsmulighetene er størst (Jennifer Hopwood 2014) (Bhattacharya et

al. 2003). Av samme grunn kan veikanter fungere som furasjerings -og spredningskorridorer mellom blomsterrike områder adskilt av skog (Kreyer et al. 2004).

4.6 Skjøtsel Forslag

Det er kan være vanskelig for statlige organisasjoner å motivere private grunneiere av eksisterende artsrik slåtteområde til å holde disse uendret. Både på grunn av arbeidet som kreves for å holde slike områder åpne med liten økonomisk gevinst, og delvis på grunn av en generell skepsis til kommunalt og statlig beskyttelse av privateide områder i Norge. (Fjellstad et al. 2009) Når det kreves interesserte og velinformerte grunneiere for at viktige områder blir forvaltet på en god måte, blir tidskontinuiteten til områder også usikker etter generasjonsskifter. Dette er noen av grunnene til at det kan lønne seg i å fokusere vernetiltak på statlig eiendom, og spesielt veikanter. Mange av egenskapene til økosystemer i den semi-naturlige slåtteengen deles med moderne veikanter. Det spesielle med veikanter til forskjell fra de fleste resterende humle habitater er at de allerede blir administrert av SVV av sikkerhetsmessige og estetiske grunner. Veikanter i Norge er derfor store arealer som allerede er noe beskyttet fra videre utvikling i lang fremtid. Påvirkning av den måten veikanter forvaltes på er derfor etter min mening ett viktig verktøy i å holde sunne bestander av pollinatorer, samt en ellers rik og bærekraftig fauna og flora. I sin tur kan dette være en viktig måte for veivesenet i å fortsette ett arbeid som viser en ansvarlighet overfor miljø og de konsekvenser som veiutbygging har på naturmiljøet.

Det kan være aktuelt ved naturlig revegetering i nye veianlegg å skape veiskråninger som har slåtteengenes kvaliteter. I dette studiet viste områder som var definert som tørrengveikant å være bedre habitat for humlehabitat enn områder som var av typen frisk/fuktig høgstaudeutforming.

Det er ønskelig med en generell veikantskjøtsel som fokuserer på biomangfold, både med hensyn til klipping og sprøyting. Det er mitt inntrykk at spesifikke instruksjoner som omhandler en rekke små områder på lange strekninger, kan være vanskelig å gjennomføre i praksis på en god måte. I forhold til humler er det også ønskelig at større sammenhengene områder blir tatt hensyn til.

I løpet av samlingsperioden kom jeg også i kontakt med de som klippet veikantene, dvs. maskinførere. Her mener jeg det er ett potensiale for forbedringer dersom vegvesenet sine ønsker og planer om skjøtsel kom i bedre frem og ble diskutert med de som direkte utfører skjøtselstiltakene av veikanter for entrepenørselskapet. Senere kartlegginger burde også ta med de naturverdiene som pollinatorene står for, noe som kan innebære at områder som har kjente pollinatorvennlige blomster, for eksempel veikanter med en stor andel av erteblomster.

Ett konkret forslag til endret skjøtsel, som kan hjelpe pollinatorer i blomsterrike veikanter, er å klippe en side av veien senere i sesongen. Ved en slik endring i klipperegime vil vi oppnå å beholde tidskontinuerlig blomstertilgang for pollinatorene. Vi kan ved dette fjerne risikoen for manglende furasjeringsmuligheter, i perioder der hele veistrekningslinjer er blottet for blomster på begge sider.

Ved en slik skjøtsel reduseres sannsynligvis også påkjørsel av pollinatorer. Humlenes furasjeringsmønstre er spesielt sterkt påvirket av hvordan blomsterressurser er distribuert og det har vist seg at humler unngår å krysse veier hvis det er tilstrekkelig med furasjeringsmuligheter på en side av veien (Hopwood et al. 2010; Schmitt 1980). Jeg mener dette ville være ett tiltak som er verdt å prøve ut i blomsterrike veikanter. Dersom dette viser seg å være ett enkelt tiltak som har ønsket effekt, vil det bidra til både å sikre og forbedre veikanter som habitat for humler og andre pollinatorer.

Referanser

- Bengtson, R. (2013). Humler – trivelige og nyttige bier. *Kunnskapsblad fra FAGUS Rådgivning* (2): 9.
- Bengtson, R. & Olsen, K. M. (2013). Kartlegging av rødlistede humler i Sør-Norge i 2011 og 2012. . *BioFokus-rapport 2013-2*: BioFokus.
- Bhattacharya, M., Primack, R. B. & Gerwein, J. (2003). Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? *Biological Conservation*, 109 (1): 37-45.
- Bollingmo, T. (2010). Blomster og bier = sant - om økosystemtjenesten pollinering. *Direktoratet for naturforvaltning. Notat 3-2010*.
- Bollingmo, T. (2012). Norges humler med Humleskolen: bilder og beskrivelser av alle norske humlearter : oppgaver for skoleelever og studenter. 295 s. : ill.
- Bommarco, R., Lundin, O., Smith, H. G. & Rundlöf, M. (2011). Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.
- Bossert, S. (2014). Recognition and identification of species in the *Bombus lucorum*-complex - A review and outlook.
- Carvell, C. (2002). Habitat use and conservation of bumblebees (*Bombus* spp.) under different grassland management regimes. *Biological Conservation*, 103 (1): 33-49.
- Dafni, A. & Shmida, A. (1996). The possible ecological implications of the invasion of. *Bombus terrestris*: 183-200.
- Dramstad, W. & Fry, G. (1995). Foraging activity of bumblebees (*Bombus*) in relation to flower resources on arable land. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 53 (2): 123-135.
- Ebeling, A., Klein, A.-M., Schumacher, J., Weisser, W. W. & Tschardt, T. (2008). How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? *Oikos*, 117 (12): 1808-1815.
- Fjellstad, W., Mittenzwei, K., Dramstad, W. & Øvren, E. (2009). Landscape protection as a tool for managing agricultural landscapes in Norway. *Environmental Science & Policy*, 12 (8): 1144-1152.
- Fussell, M. & Corbet, S. A. (1992). Flower Usage by Bumble-Bees: A Basis for Forage Plant Management. *Journal of Applied Ecology*, 29 (2): 451-465.

- Gjershaug, J. O. & Ødegaard, F. (2012). *Vurdering av risiko for biologisk mangfold ved innførsel av mørk jordhumle Bombus terrestris til Norge- NINA Rapport 895*: Norsk institutt for naturforskning
- Gjershaug, J. O., Ødegaard, F. & Staverløkk, A. (2012). Kontroversiell ny bok om humler i Norge. *Fauna*.
- Goulson, D., Hanley, M. E., Darvill, B., Ellis, J. S. & Knight, M. E. (2005). Causes of rarity in bumblebees. *Biological Conservation*, 122 (1): 1-8.
- Goulson, D., Lye, G. C. & Darvill, B. (2008). *Decline and conservation of bumble bees*, b. 53. 191-208 s.
- Grixti, J. C., Wong, L. T., Cameron, S. A. & Favret, C. (2009). Decline of bumble bees (Bombus) in the North American Midwest. *Biological Conservation*, 142 (1): 75-84.
- Heggland, A. (2013). *Registreringsskjema Artsrike veikanter sør*, S. v. r.
- Heintz, R. E. (2013). The importance of flower resources and habitat configuration for bumblebees (Bombus) in a fragmented agricultural landscape. 48.
- Henriksen, S., Totland, Ø. & Ødegaard, F. (2013). *Hva vet vi egentlig om blomsten og bia?* Artsdatabanken. Tilgjengelig fra: <http://www.artsdatabanken.no/Article/Article/133485>.
- Hopwood, J., Winkler, L., Deal, B. & Chivvis, M. (2010). Use of roadside prairie plantings by native bees. *Living Roadway Trust Fund [online]* URL: <http://www.iowalivingroadway.com/ResearchProjects/90-00-LRTF-011.pdf>
- Hopwood, J. L. (2008). The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. *Biological Conservation*, 141 (10): 2632-2640.
- Ippc. (2014). Summary for Policymakers. I: Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., et al. (red.) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, s. 1-32. Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Knight, M. E., Martin, A. P., Bishop, S., Osborne, J. L., Hale, R. J., Sanderson, R. A. & Goulson, D. (2005). An interspecific comparison of foraging range and nest density of four bumblebee (Bombus) species. *Molecular Ecology*, 14 (6): 1811-1820.
- Kreyer, D., Oed, A., Walther-Hellwig, K. & Frankl, R. (2004). Are forests potential landscape barriers for foraging bumblebees? Landscape scale experiments with Bombus terrestris agg. and Bombus pascuorum (Hymenoptera, Apidae). *Biological Conservation*, 116 (1): 111-118.

- La humla suse nettside*. (2015). Tilgjengelig fra: http://www.lahumlasuse.no/?page_id=51.
- Larsen, B. H. & Gaarder, G. (2012). Artsrike vegkanter – metodeutvikling og evaluering av kartlegging i 2012: Miljøfaglig Utredning.
- Lindgaard, A. & Henriksen, S. r. (2011). *Norsk rødliste for naturtyper 2011*. Trondheim: Artsdatabanken.
- Lucas A. Garibaldi, Ingolf Steffan-Dewenter, Rachael Winfree, Marcelo A. Aizen, Riccardo Bommarco, Saul A. Cunningham, Claire Kremen, Luísa G. Carvalheiro, Lawrence D. Harder, Ohad Afik, et al. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science*, 339.
- Løken, A. (1985). *Norske insekttabeller 9. Humler.*: Norsk Entomologisk Forening.
- matdepartementet, L.-o. (2008). Landbruks- og matdepartementets miljøstrategi 2008 – 2015.
- Mayfield, M. M., Waser, N. M. & Price, M. V. (2001). Exploring the ‘Most Effective Pollinator Principle’ with Complex Flowers: Bumblebees and *Ipomopsis aggregata*. *Annals of Botany*, 88 (4): 591-596.
- McDonald, J. H. (2014). *Handbook of Biological Statistics*. Tilgjengelig fra: <http://www.biostathandbook.com/transformation.html>.
- NML. (2009). Regjeringen.no.
- Norderhaug, A., Austad, I., Hauge, L. & Kvamme, M. (1999). Skjøtselshåndboka. I, s. 172-182. Miljødirektoratet: Landbruksforlaget.
- Osborne, J. L., Clark, S. J., Morris, R. J., Williams, I. H., Riley, J. R., Smith, A. D., Reynolds, D. R. & Edwards, A. S. (1999). A landscape-scale study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar. *Journal of Applied Ecology*, 36 (4): 519-533.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (6): 345-353.
- Rasmont, P., Franzén, M., Lecocq, T., Harpke, A., Roberts, S. P. M., Biesmeijer, J. C., Castro, L., Cederberg, B., Dvořák, L., Fitzpatrick, Ú., et al. (2015). Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees. *BioRisk*, 10.
- SAS Institute Inc., C., NC, . (1989-2007.). *JMP 11.0.0*
- Schmitt, J. (1980). Pollinator Foraging Behavior and Gene Dispersal in *Senecio* (Compositae). *Evolution*, 34 (5): 934-943.

- Svensson, B., Lagerlöf, J. & G. Svensson, B. (2000). Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77 (3): 247-255.
- SVV. (2012). *Konkurransegrunnlag, Del B – kravspesifikasjon, Artsrike vegkanter*. Statens vegvesen.
- Sydenham, M. A. K. (2012). *Living on the Edge the value of field edges as resource patches for solitary bees (Hymenoptera: Apiformes)*. Masters: Norwegian university of life sciences, Department of Ecology and Natural Resource Management (INA).
- Totland, Ø., Hovstad, K. A., Ødegaard, F. & Åström, J. (2013a). Kunnskapsstatus for insektpollinering i Norge - betydningen av det komplekse samspillet mellom planter og insekter.: Artsdatabanken.
- Totland, Ø., Hovstad, K. A., Ødegaard, F. & Åström, J. (2013b). State of knowledge regarding insect pollination in Norway – the importance of the complex interaction between plants and insects.
- vanEngelsdorp, D., Cox, F. D., Frazier, M., Ostiguy, N. & Hayes, J. (2006). “Fall-Dwindle Disease”: Investigations into the causes of sudden and alarming colony losses experienced by beekeepers in the fall of 2006.
- Walther-Hellwig, K. & Frankl, R. (2000). Foraging Distances of *Bombus muscorum*, *Bombus lapidarius*, and *Bombus terrestris* (Hymenoptera, Apidae). *Journal of Insect Behavior*, 13 (2): 239-246.
- Wendy Fjellstad & Dramstad, W. E. (1999). Patterns of change in two contrasting Norwegian agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 45: 177-191.
- Williams, P. & Jepsen, S. (2014). Bumblebee Specialist Group Report 2014.
- Williams, P. H. (1982). The distribution and decline of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *journal of Apicultural Research*, 23: 236–245.
- Wolf, S., Rohde, M. & Moritz, R. A. (2010). The reliability of morphological traits in the differentiation of *Bombus terrestris* and *B. lucorum* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 41 (1): 45-53.
- Wolf, S., Rohde, M. & Moritz, R. F. A. (2010). The reliability of morphological traits in the differentiation of *Bombus terrestris* and *B. lucorum* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 41 (1): 45-53.
- Zych, M., Goldstein, J., Roguz, K. & Stpicyńska, M. (2013). The most effective pollinator revisited: pollen dynamics in a spring-flowering herb. *Arthropod-Plant Interactions*, 7 (3): 315-322.

Vedlegg:

Stegvis regresjons analyser

Tabell 7: Utregning av signifikante effekter på antall humler ved bruk av baklengs stegvis regresjonsanalyse. Tabellen viser forkastede forklaringsvariabler. Slått og skjermplanter ble avvist på grunn av høy p-verdi

Steg	Parameter	Handling	Sig Prob	Seq SS	RSquare	Cp	p	AICc	BIC
1	All	Entered	.	.	0,5149	12	12	240,713	262,826
2	temperatur i °C	Removed	0,602	0,416464	0,5125	10,275	11	237,978	258,94
3	Himmelretning (NV,N,NØ,Ø=1 SV,S,SV,V=2)	Removed	0,6376	0,335292	0,5106	8,4966	10	235,287	254,987
4	Jordbruksområde	Removed	0,3938	1,088483	0,5043	7,2156	9	233,292	251,628
5	Veikant type{Tørrengveikant-Frisk- fuktig/høgstaude- utforming}	Removed	0,1936	2,538507	0,4898	6,8923	8	232,5	249,372
6	Veikant artsrikdom{Kontroll- artsrikt}	Removed	0,1974	2,524269	0,4754	6,5597	7	231,736	247,051
7	slått (ja= 1 delvis=2 Nei=3)	Removed	0,0888	4,496394	0,4496	7,5298	6	232,418	246,088
8	Best	Specific	.	.	0,4754	6,5597	7	231,736	247,051
9	slått (ja= 1 delvis=2 Nei=3)	Removed	0,0888	4,496394	0,4496	7,5298	6	232,418	246,088
10	%Skjermplanter	Removed	0,1496	3,302192	0,4307	7,711	5	232,224	244,164
11	% Blomsterik	Removed	0,0236	8,500196	0,3821	11,326	4	235,39	245,519
12	Best	Specific	.	.	0,4307	7,711	5	232,224	244,164

Tabell 8: Utregning av signifikante effekter på antall humler ved bruk av baklengs stegvis regresjonsanalyse. Tabellen viser forkastede forklaringsvariabler.

Steg	Parameter	Handling	Sig Prob	Seq SS	RSquare	Cp	p	AICc	BIC
1	All	Innskrevet	.	.	0,6252	12	12	47,3637	69,4766
2	Himmelretning (NV,N,NØ,Ø=1 SV,S,SV,V=2)	Fjernet	0,8138	0,004937	0,6248	10,056	11	44,3637	65,3251
3	Veikant artsrikdom(Fussell & Corbet)	Fjernet	0,48	0,043831	0,6215	8,5532	10	42,0058	61,7061
4	slått (ja= 1 delvis=2 Nei=3)	Fjernet	0,4248	0,055531	0,6173	7,1832	9	39,9044	58,2398
5	temperatur i °C	Fjernet	0,3887	0,064424	0,6124	5,914	8	38,0117	54,8839
6	Jordbruksområde	Fjernet	0,3761	0,067653	0,6073	4,6814	7	36,2441	51,5595
7	%Skjermplanter	Fjernet	0,2146	0,133372	0,5971	4,1944	6	35,4011	49,071
8	%Erteplanter	Fjernet	0,0091	0,621245	0,55	9,2417	5	40,4401	52,3801
9	Best	Spesifik	.	.	0,5971	4,1944	6	35,4011	49,071

Tabell 9: Utrekning av signifikante effekter på antall sommerfugler ved bruk av baklengs stegvis regresjonsanalyse. Tabellen viser forkastede forklaringsvariabler.

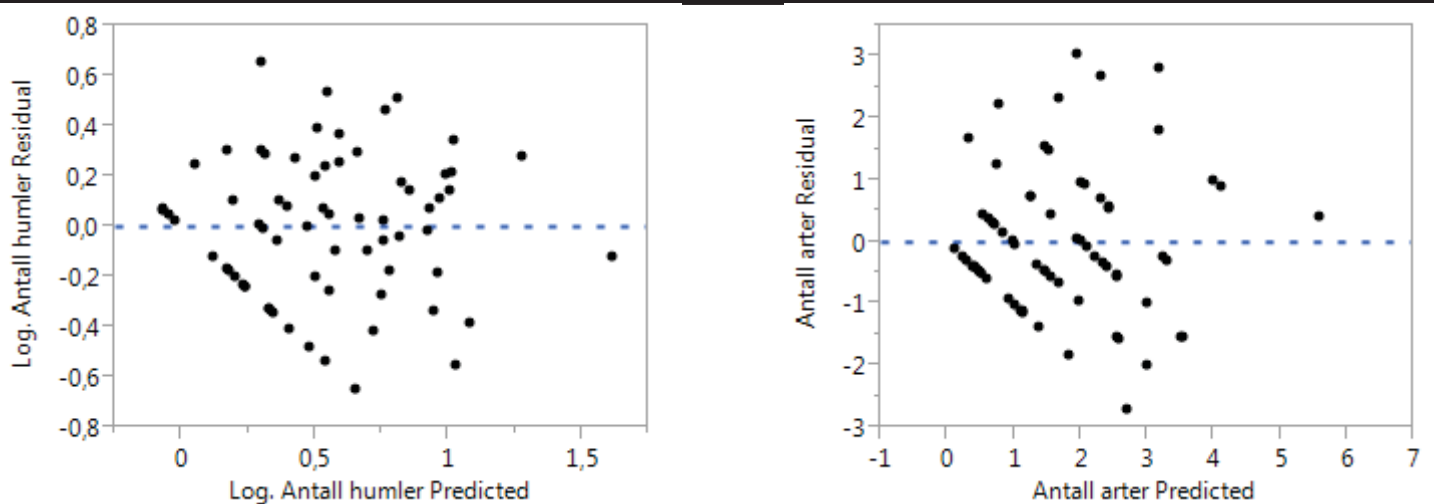
Steg	Parameter	handling	L-R ChiSquare	Sig Prob	RSquare	p	AICc	BIC
1	Alle	Innskrevet	.	.	0,2394	12	99,1609	120,122
2	Jordbruksområde	Fjernet	0,059104	0,8079	0,2388	11	96,2616	115,962
3	Veikant artsrikdom(Kontroll- artsrikt)	Fjernet	1,37367	0,2412	0,2238	10	94,7806	113,116
4	Himmelretning (NV,N,NØ,Ø=1 SV,S,SV,V=2)	Fjernet	1,099983	0,2943	0,2117	9	93,1244	109,997
5	%Erteplanter	Fjernet	1,555208	0,2124	0,1947	8	92,0168	107,332
6	slått (ja= 1 delvis=2 Nei=3)	Fjernet	1,525379	0,2168	0,178	7	90,9682	104,638
7	Veikant type(Tørrengveikant-Frisk-	Fjernet	1,0961	0,2951	0,166	6	89,5747	101,515

	fuktig/høgstaude- utforming)							
8	%Skjermplanter	Fjernet	0,809559	0,3683	0,1571	5	87,9749	98,1047
9	% Blomsterik	Fjernet	0,778854	0,3775	0,1486	4	86,421	94,6641
10	temperatur i °C	Fjernet	6,250985	0,0124	0,0802	3	90,412	96,6955
11	Best	Spesifik	.	.	0,1486	4	86,421	94,6641

Residualplot

For å undersøke om regresjonsmodellene stemmer godt overens med dataene og for å sjekke forutsetningene for modellene er brutt ble det laget residualplot.

Residualplot for modeller.



Figur 14: Residual av Log. Antall humler t.v. og Antall humlearter t.h. mot predikert. Punktene er tilfeldig spredt og bjelleformet, dette indikerer at residualene er uavhengig normalfordelte og har konstant varians.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no