



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Plantevernmidler i etanol fra insektfeller (Malaisefeller) i semi-naturlig mark

Relevans for å vurdere påvirkning av miljøgifter på insektfunn

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 4 | 2023



Marianne Stenrød¹, Ingeborg Klingen¹, Bjørn Arild Hatteland¹, Ulrike Bayr², Wenche Dramstad² og Sven Roar Odenmarck¹; ¹Divisjon Bioteknologi og Plantehelse og ²Divisjon Kart og statistikk

TITTEL/TITLE

Plantevernmidler i etanol fra insektfeller (Malaisefeller) i semi-naturlig mark; Relevans for å vurdere påvirkning av miljøgifter på insektnett

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marianne Stenrød, Ingeborg Klingen, Bjørn Arild Hatteland, Ulrike Bayr, Wenche Dramstad og Sven Roar Odenmarck

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.01.2023	9/4/2023	Åpen	53009	20/00716-5
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03213-7	2464-1162	56	2	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Miljødirektoratet (rapport nr. M-2423 | 2023)
NINA

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Tomas Holmern
Marie Davey

STIKKORD/KEYWORDS:

Plantevernmidler, Soppmidler, Malaisefelle, Væske, Insekter, Pesticidanalyse, Metode, korn, olje- og proteinvekster, semi-naturlig mark

Pesticides, Fungicides, Malaise traps, Liquid, Insects, Pesticide analysis, Methodology, Cereal-, oil- and protein crops, semi-natural meadow

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantevern, plantevernmidler, kjemiske analyser, landbruksentomologi, ikke målorganismer, terrestrisk økotoksikologi, biodiversitet, dyrkningssystem

Plant protection, pesticides, chemical analysis, agricultural entomology, non-target organisms, terrestrial ecotoxicology, biodiversity, cropping systems

SAMMENDRAG/SUMMARY:

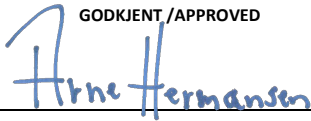
Her presenteres resultater fra en undersøkelse av forekomst av miljøgifter/ plantevernmidler ekstrahert fra insekter samlet i Malaisefeller i den løpende nasjonale insektovervåkingen. Undersøkelsen er gjennomført av NIBIO på oppdrag fra Miljødirektoratet via det NINA-koordinerte prosjektet Hotspots for trua arter på land: kartlegging med digitale verktøy. Vi har fokusert på kjemiske syntetiske plantevernmidler som brukes i jord- og hagebruk for å belyse problematikk knyttet til funn av miljøgifter i oppsamlingsvæsken i et utvalg av insektfellene. Det er videre gjort en vurdering av hvordan en overvåking som skal si noe om plantevernmidlers påvirkning på insektforekomst (og diversitet) bør utformes. For fullt sammendrag se side 4.

This report presents results from a study of the occurrence of environmental pollutants / pesticides extracted from insects collected in Malaise traps in the ongoing national insect monitoring. The study was carried out by the Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO) on behalf of the Norwegian Environment Agency as part of the project Hotspots for threatened species on land:

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

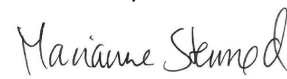
mapping with digital tools coordinated by Norwegian Institute of Nature Research (NINA). We chose chemical synthetic pesticides used in agriculture and horticulture as a case study to explore problems related to the occurrence of environmental pollutants in the ethanol in these insect traps. Further, the report presents a discussion on the design of a monitoring that include how pesticides affect insect abundance (and diversity). See page 5 for a full summary.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Ås
STED: Ås

GODKJENT / APPROVED


ARNE HERMANSEN

PROSJEKTLEDER / PROJECT LEADER



MARIANNE STENRØD



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Sammendrag

I denne rapporten presenteres resultater fra en innledende undersøkelse av forekomst av miljøgifter / plantevernmidler ekstrahert fra insekter samlet i Malaisefeller i den løpende nasjonale insektovervåkingen som gjennomføres av Norsk institutt for naturforskning (NINA) på oppdrag av Miljødirektoratet. Vi har fokusert på kjemiske syntetiske plantevernmidler som brukes i jord- og hagebruk for å belyse problematikk knyttet til funn av miljøgifter i oppsamlingsvæsken i et utvalg av disse insektfellene. De plantevernmidlene vi analyserte for inkluderte både godkjente plantevernmidler og et utvalg tidligere godkjente plantevernmidler som i dag er kategorisert som miljøgifter eller som kun er godkjent som biocider. Disse er gitt samlebetegnelsen “plantevernmidler” i rapporten.

Undersøkelsen ble gjennomført av NIBIO på oppdrag fra Miljødirektoratet via det NINA-koordinerte prosjektet Hotspots for trua arter på land: kartlegging med digitale verktøy, og er en undersøkelse med fokus på Sentrale påvirkningsfaktorer. Vår analyse av plantevernmidler er begrenset til et utvalg (6) av flatene i semi-naturlig mark som var inkludert i den nasjonale insektovervåkingen i 2022. Disse flatene var primært omgitt av kornproduksjon med innslag av olje og proteinvekster (bønner og erter). Utvalget var gjort for å sikre en mulighet for å påvise rester av plantevernmidler som en påvirkningsfaktor og var hovedsakelig basert på informasjon om arealbruk. Det ble gjort kjemisk analyse med multimetoder som omfattet totalt 375 ulike plantevernmidler og metabolitter, for å påvise eventuelle rester av plantevernmidler i væsken (96% etanol) i insektfeller (Malaisefeller) som var utplassert på disse flatene. Resultatene fra disse analysene er vurdert mot tilgjengelige data om giftighet ovenfor et utvalg insektarter.

De relativt lave påvisningene av plantevernmidler og de mange usikkerhetsfaktorene som er involvert gjør det vanskelig å konkludere ut fra disse dataene. Det vi imidlertid kan si er at vi kun fant soppmidler i væsken fra Malaisefellene, men det ble gjort funn ved alle fellelokalitetene. Dette antyder at det, i alle fall for soppmidler er mulig å bruke denne metodikken. For ugrasmidler og insektmidler er det imidlertid mer usikkert om analyse av væsken fra Malaisefeller er en egnet metode for å finne disse og dermed kunne vurdere eksponeringen av insekter for disse gruppene av plantevernmidler.

Videre er det gjort en vurdering av hvordan en overvåking som skal si noe om plantevernmidlers påvirkning på insektforekomst (og diversitet) bør utformes. Den internasjonale forskningslitteraturen peker spesielt på habitatfragmentering (nedbygging) og plantevernmidler brukt i jordbruket som viktige drivere for den globale insektnedgangen. En plassering av feller kun i skog og semi-naturlig mark, som det er lagt opp til i den nasjonale insektovervåkingen i dag, anser vi derfor ikke som optimalt for å kunne fange opp påvirkningsfaktorer knyttet til dette. Vi anbefaler derfor å plassere flere overvåkingsflater også på eller i nærheten av intensivt drevne jordbruksarealer dersom en ønsker å se på effekten av plantevernmiddelbruk. For å kunne vurdere effekten av plantevernmidler spesielt, vil det i tillegg være nødvendig at overvåkingsflatene inkluderer et representativt utvalg av feller i nærheten av produksjonsformer der vi forventer relativt høyere innsats av plantevernmidler. Disse vil da kunne sammenlignes med kontrolldata fra mindre berørte arealer hvor det er mindre bruk av plantevernmidler.

Summary

This report presents results from a study of the occurrence of environmental pollutants / pesticides extracted from insects collected in Malaise traps in the ongoing national insect monitoring carried out by the Norwegian Institute for Natural Research (NINA) on behalf of the Norwegian Environment Agency. We chose chemical synthetic pesticides used in agriculture and horticulture as a case study to explore problems related to the occurrence of environmental pollutants in the ethanol in these insect traps. The pesticides analysed for included both approved pesticides and a selection of previously approved pesticides that are currently classified as environmental pollutants or are only approved for use as biocides.

The study was carried out by the Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO) on behalf of the Norwegian Environment Agency as part of the NINA-coordinated project Hotspots for threatened species on land: mapping with digital tools. Our analysis of pesticides is limited to a selection (6) of the insect plots in semi-natural land included in the monitoring program in 2022. These plots were primarily surrounded by areas with cereal production interspersed with plots with oil and protein crops. The plots were selected to maximize the probability to detect pesticide residues as an influencing factor, considering the limitations in the available plots, and was mainly based on information on land use.

Chemical analysis with multi-methods including a total of 375 different pesticides and metabolites, was carried out to detect any residues of pesticides in the liquid (96% ethanol) in insect traps (Malaise traps) which were deployed in these plots. The results of these analyzes have been assessed against available data on toxicity to a selection of insect species. Relatively few and low detections of pesticides were made in the ethanol from the Malaise traps. These detections only included pesticides of the group fungicides, but results were obtained from all trap locations. This suggests that, at least for fungicides, it is possible to use this methodology. For herbicides and insecticides, however, it is more uncertain whether analysis of the liquid from Malaise traps is a suitable method for assessing the exposure of insects to these groups of pesticides.

Further, the report presents a discussion on the design of a monitoring that include how pesticides affect insect abundance (and diversity). Peer-review literature points to habitat fragmentation (degradation) and pesticides used in agriculture as some of the most important drivers of the global insect decline. A placement of monitoring plots and traps only in forest and semi-natural land, as in the national insect monitoring today, would not be considered as optimal to capture such influencing factors. We recommend placing several monitoring plots on, or near, intensively farmed agricultural areas to include/enable capturing the effect of pesticide use.

Innhold

1	Innledning og bakgrunn.....	7
1.1	Om den nasjonale insektovervåkingen i semi-naturlig mark	7
1.2	Sentrale påvirkningsfaktorer på forekomst og diversitet av insekter	8
1.3	Bruk av plantevernmidler i Norge	10
1.4	Oppdraget.....	12
2	Materiale og metoder	14
2.1	Metode for valg av flater / feller for kjemisk analyse.....	14
2.2	Utvalg av flater	17
2.3	Søkespekter for analyse av plantevernmidler	19
2.4	Innsamling av prøvemateriale for analyse	19
2.5	Analyse av plantevernmidler	20
2.6	Vurdering av plantevernmidlenes påvirkning på relevante artsgrupper	20
2.7	Mulige feilkilder	21
2.8	Anbefaling om kartlegging/overvåking av påvirkning fra miljøgifter på insekter	21
3	Resultater	22
3.1	Plantevernmidler i væske fra insektfellene	22
3.2	Påviste plantevernmidlers egenskaper.....	24
4	Diskusjon.....	29
5	Anbefaling om kartlegging/overvåking av påvirkning fra miljøgifter på insekter.....	31
5.1	Anbefaling om utvalg av flater og felleplassering for å kunne si noe om effekt av plantevernmidler.....	32
5.2	Innsamlingsmetodikk for insekter	33
5.3	Prøvetakings-/analysemetodikk for plantevernmidler/miljøgifter	34
6	Oppsummering og konklusjon.....	36
	Litteraturreferanser.....	38
	Vedlegg 1	42
	Vedlegg 2	38

1 Innledning og bakgrunn

1.1 Om den nasjonale insektovervåkingen i semi-naturlig mark

Den løpende nasjonale insektovervåkingen gjennomføres av Norsk institutt for naturforskning (NINA) på oppdrag av Miljødirektoratet. Insektovervåkingen ble satt i gang i 2020, etter at NINA hadde gjennomført noen forutgående studier og en pilotundersøkelse (Åström mfl. 2020a). Overvåkingen er per nå fokusert på økosystemene semi-naturlig mark (som definert i Åström mfl. 2020b:

«Økosystemet semi-naturlig mark betyr i denne rapporten i praksis flere typer av gressmark som holdes åpent gjennom kontinuerlig hevd») og skog, men er tenkt å kunne utvides til andre økosystemer. De første permanente lokalitetene ble etablert i 2020; 10 i skog og 10 i semi-naturlig mark på Østlandet. Målet er å utvide med 10 nye lokaliteter i hvert økosystem per år, fordelt på fem regioner, slik at man får 50 lokaliteter per økosystem og region. Disse skal så gjenbesøkes ca hvert femte år for å kunne registrere endringer.

På hver lokalitet i semi-naturlig mark plasseres det Malaisefeller (Figur 1), i skog settes det også ut vindusfeller (Figur 2). Mandatet for behovsanalysen for insektovervåkingen var å beskrive hvordan man kunne ha «...arealrepresentativt nettverk av overvåkingsstasjoner, slik at man kostnadseffektivt og med god statistisk utsagnskraft kan følge status, trender og forklare årsakssammenhenger for observerte endringer for artsgruppen insekter og deres betydning for vurdering av tilstanden i terrestriske økosystem» (Åström mfl. 2019, side 7). I rapporten fra feltsesongen 2021 (Åström mfl. 2022, side 10) beskrives målet for overvåkingen slik: «Hovedformålet med overvåkingen er å skaffe kunnskap om regional status og endringer i insektmangfoldet i de terrestriske økosystemene skog og semi-naturlig mark». Det heter videre at «I tillegg bidrar prosjektet til en økt kunnskap om forekomsten av enkelte insektarter og påvirkningen av noen grunnleggende påvirkningsfaktorer for deres utbredelse». Det sies ikke noe om hvilke hypoteser en har for hvilke årsakssammenhenger en leter etter i insektovervåkingen.



Figur 1: Malaisefelle i semi-naturlig mark (Foto: Oddvar Hanssen, NINA).



Figur 2: Malaisefelle og vindusfelle på en skogskolokalitet (Foto: Oddvar Hanssen, NINA).

Analysene av data man har samlet hittil viser bl.a. at sammensetning av landskap, temperatur og lys er viktige forklaringsvariabler. I tillegg påpekes bruk av plantevernmidler som en mulig forklaringsvariabel som foreløpig ikke er analysert (Åström mfl. 2020b). Det understrekes også at det sannsynligvis er verdifullt å få tak i flere forklaringsvariabler for lokalitetene i semi-naturlig mark, slik som data på dyrehold og øvrig skjøtsel av jordbrukslandskapet rundt fellene (Åström mfl. 2022).

1.2 Sentrale påvirkningsfaktorer på forekomst og diversitet av insekter

I det internasjonale fagmiljøet er det stor enighet om at de globale insektbestandene står under et sterkt press. Tilbakegang i både insektbiomasse og diversitet er dokumentert i en rekke studier fra ulike land (Hallmann mfl. 2017, Ewald mfl. 2015, Dirzo mfl. 2014, Owens mfl. 2020, Outhwaite mfl. 2022). I Norge har en lang tidsserie med fangst av nattaktive sommerfugler vist en viss nedgang for en del arter (Burner mfl. 2021), men utfordringen i Norge og for de fleste andre land er mangelen på lange tidsserier for insekter. Forskningen viser videre at det er ikke en enkeltfaktor som driver denne trenden, men heller et komplekst samspill av mange ulike faktorer. Blant faktorene som nevnes er tap av leveområder gjennom urbanisering og intensivering i jordbruket, forurensing gjennom kjemiske plantevernmidler, gjødsel, lys og utslipp fra industri og urbane områder, spredning av fremmede arter som konkurrerer med stedegne, insektsykdommer og klimaendringer (Wagner 2021, Sánchez-Bayo og Wyckhuys 2019, Forister mfl. 2019, Schirmel mfl. 2016).

I forhold til plantevernmidler som en drivende faktor så har det de siste 10 årene blitt utført mange studier, særlig på insektmidler (insekticider) i gruppen neonikotinoider (Henry mfl. 2012, Stanley mfl. 2015, Shi mfl. 2020). Det har vært fokus på ulike effekter på honningbier. Selv om humlesamfunn har blitt studert, så finnes det betraktelig færre studier som ser på effekter på ville pollinerende insekter som solitære bier. Hos honningbier og humler har man avdekket en rekke sub-letale effekter. Eksempler er blant annet dårligere immunforsvar (Brandt mfl. 2016), nedsatt orienteringsevne, nedsatt metabolisme (Cook 2019) samt generelle negative effekter på utviklingen av honningbie- og humlesamfunn over tid (Ellis mfl. 2017). En kombinasjon av utfordringer med sykdommer og parasitter kan sammen med plantevernmidler ha negative synergistiske effekter på insekter som bier (Sánchez-Bayo mfl. 2016). Soppmidler (fungicider) og ugrasmidler (herbicider) har i mindre grad blitt undersøkt for deres effekt på insekter, selv om det har blitt utført studier også på disse plantevernmidlene de siste årene (Simon-Delso mfl. 2014). Videre kan den såkalte cocktail-effekten som sier noe om effekten av flere ulike pesticider brukt samtidig, også være relevant å undersøke fordi en plantevernmiddel-cocktail kan ha større effekter enn ett middel alene (Raimets mfl. 2018). Raimets

mfl. (2018) viste for eksempel økt dødelighet av humler som følge av eksponering for insektmidlene fipronil, tiametoxam og cypemetrin, ved samtidig eksponering for soppmidlet imazalil.

I økotoksikologisk dokumentasjon som kreves ved søknader om godkjenning av kjemiske plantevernmidler (både insekticider, fungicider og herbicider) legges det ved dokumentasjon av “non-target effect” på leddyr. Det finnes retningslinjer og synspunkt på hvordan forsøkene som skal dokumentere dette skal gjøres (For eksempel: Sverdrup mfl. 2012, de Jong mfl. 2010, EFSA-PPR-Panel 2015). I forsøkene brukes gjerne modellorganismer i laboratorieforsøk og dersom en ser effekter over gitte grenseverdier kreves det feltforsøk. Det kan likevel være utfordringer med at langtidseffektene ikke så lett fanges opp i slike forsøk. De fleste studiene som har sett på effekter av plantevernmidler har blitt utført under kontrollerte eller semi-kontrollerte forhold der insektene har blitt utsatt for ulike doser av et bestemt plantevernmiddel. I hvilken grad ulike insekter og andre virvelløse dyr tar opp ulike plantevernmidler i terrestriske økosystem er mindre kjent, og flere review-artikler tar opp behovet for å undersøke opptak og effekter i felt (Pisa mfl. 2015, Cullen mfl. 2019). Det er riktignok flere studier fra akvatiske miljø som indikerer at forurensning av ferskvann, inkludert forekomst av plantevernmidler, har negative effekter på både insekter og krepsdyr over tid (Van Dijk mfl. 2013, Nakanishi mfl. 2018). I Norge har det blitt utført flere prosjekter (“NEOPOLL”, “Pollinering i fruktdyrking”, “PlantValue” (Milford mfl. 2021)) med fokus på bier og neonikotinoider. Det er også gjort studier av opptak og translokering av neonikotinoidet imidakloprid i planter og hvordan dette påvirker bier (Eggen mfl. 2012), effekt av temperatur på virkning av neonikotinoider på insekter (Kolano mfl. 2021) og hvordan neonikotinoidene tas opp i kroppen av humler (Arønes mfl. 2021).

Kort oppsummert har vi altså en del kunnskap om hvilke negative effekter plantevernmidler har på insekter, men en mer begrenset kunnskap i forhold til hvor store disse effektene er over tid og i hvilken grad disse er drivere for insektnedgang sammenlignet med andre drivere som for eksempel arealendringer med påfølgende tap av leveområder og ressurser for insektene. Dette er også et kunnskapsbehov som løftes frem i Regjeringens tiltaksplan for ville pollinerende insekter (Departmentene, 2021) bl.a. i Tiltak 1.3 «Øke kunnskapen om påvirkningsfaktorer og tiltak som er viktig for å ta vare på pollinerende insekter». Ambisjonen bak dette tiltaket er å «Få kunnskap om identifiserte påvirkningsfaktorer og aktuelle tiltak som effektiviserer og forbedrer innsatsen for å ta vare på ville pollinerende insekter» og plantevernmidler er ett av temaene som løftes frem. Denne rapporten vil slik bidra inn mot Nasjonal Pollinatorstrategi (Departementa 2018) ved å belyse hvorvidt Nasjonale mål for landbruket oppfylles ved å ikke bidra med forurensning, relevant for pollinerende insekter, i kulturlandskapet.

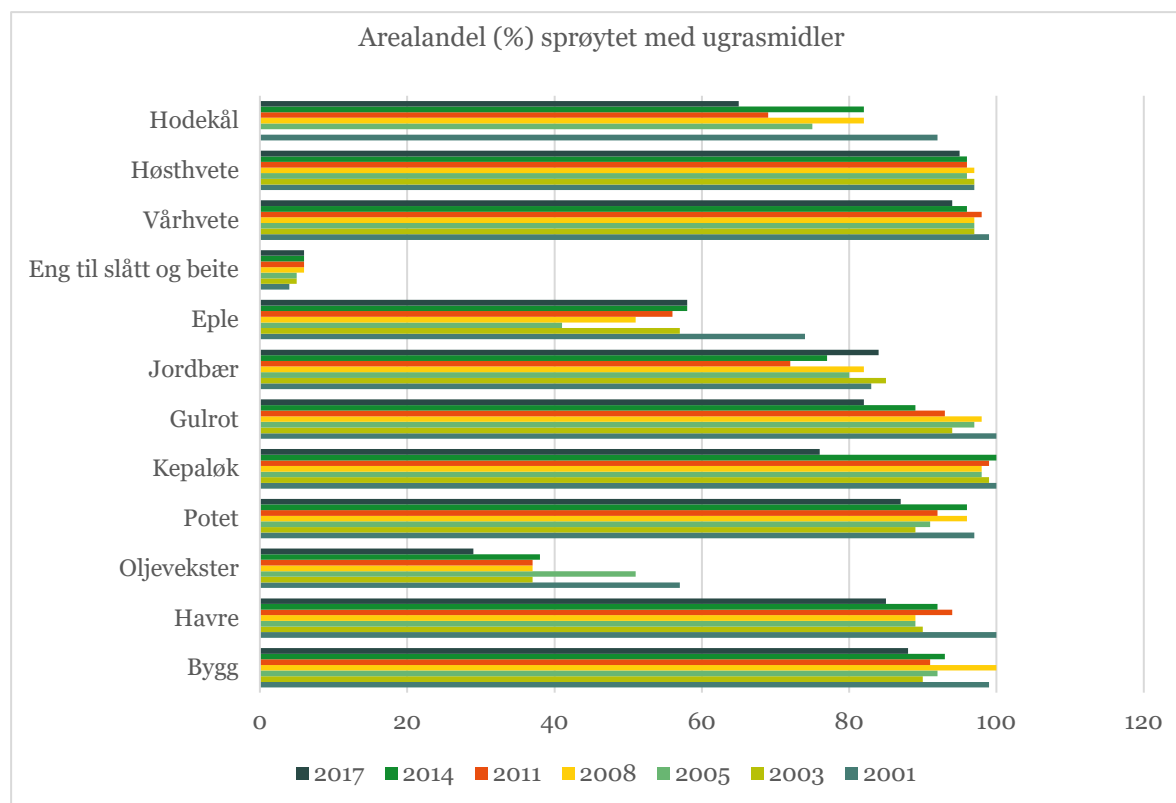
Flere av de norske studiene referert i kap. 1.2 har vært knyttet til og finansiert gjennom Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler. I gjeldende Handlingsplan (Landbruks- og matdepartementet 2021) omfatter tiltaksområdene følgende punkter av relevans her: (i) Øke kunnskapen om effekten av plantevernmidler på leveområder for pollinatorer og på pollinatoraktivitet, (ii) Øke kunnskapen om potensielle risikoreduserende tiltak for å beskytte pollinatorer og effekten av disse tiltakene, (iii) Øke kunnskapen om hvordan bruk av plantevernmidler påvirker kantvegetasjonen, andre nærliggende habitater og biomangfoldet av norske arter, (iv) Øke bevissthet rundt biologisk mangfold, og spesielt pollinerende insekter hos brukere av plantevernmidler.

Handlingsplanen har også et sterkt fokus på integrert plantevern og nytte dyr generelt: “Beskyttelse av viktige nytteorganismer er også et prinsipp i integrert plantevern. I henhold til direktivet om bærekraftig bruk av plantevernmidler kan dette for eksempel omfatte tilrettelegging av leveområder for økt biodiversitet og tilrettelegging for at nytte dyr skal kunne bevege seg mellom ulike leveområder.” EUs direktiv for bærekraftig bruk av plantevernmidler (Directive 2009/128/EC on the sustainable use of pesticides) forventes å bli erstattet av en forordning (Regulation 2022/0196 (COD); *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2021/2115*) i løpet av 2023. Integrert plantevern (IPV) er en vesentlig del av denne forordningen og dersom den implementeres av Norge vil det kreves at vi utarbeider mer konkrete nasjonale Handlingsplaner og IPV-veiledere og at disse blir

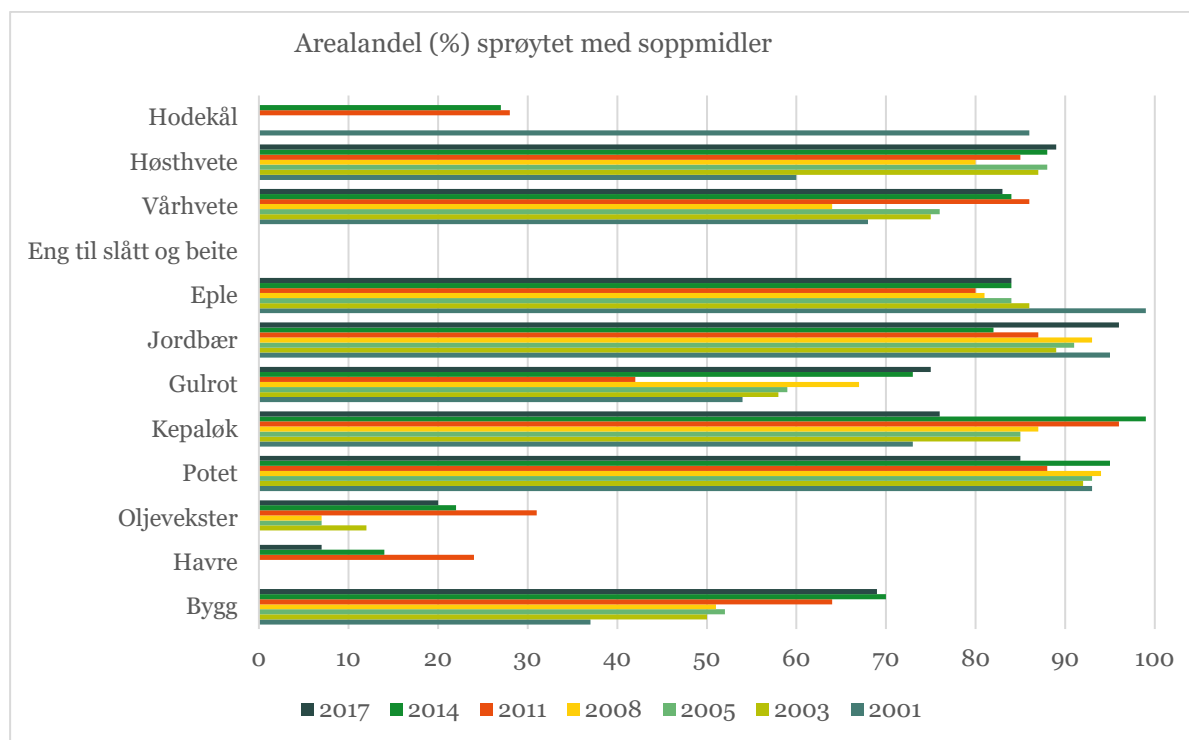
obligatorisk å følge. IPV følger 8 prinsipper: 1) Bruk av preventive tiltak som blant annet inkluderer beskytte og fremme nytteorganismer, 2) Overvåke skadeorganismene, 3) Beslutte om det må gjøres tiltak, 4) Ikke-kjemiske metoder skal alltid foretrekkes, 5) Hvis en likevel bruker kjemisk metode skal sprøytemiddelet ha lavest mulige bivirkninger på menneskelig helse og miljø, 6) Dosene og antall behandlinger skal være små, få og presise (for eksempel presisjonssprøyting), 7) Anti-resistens strategier brukes, 8) Bonden skal evaluere om tiltaket har virket. Pollinatorvern er en viktig del av dette og integrert plante- og pollinatorvern (IPPV) er et relativt nytt konsept som bygger på IPV, men som også inkluderer å ta hensyn til pollinerende insekter (Lundin mfl. 2021). Målet med IPPV inkluderer blant annet å tilrettelegge for pollinatorer (blomstrende kantvegetasjon mv.) samt å redusere effekter av kjemiske plantevernmidler på disse.

1.3 Bruk av plantevernmidler i Norge

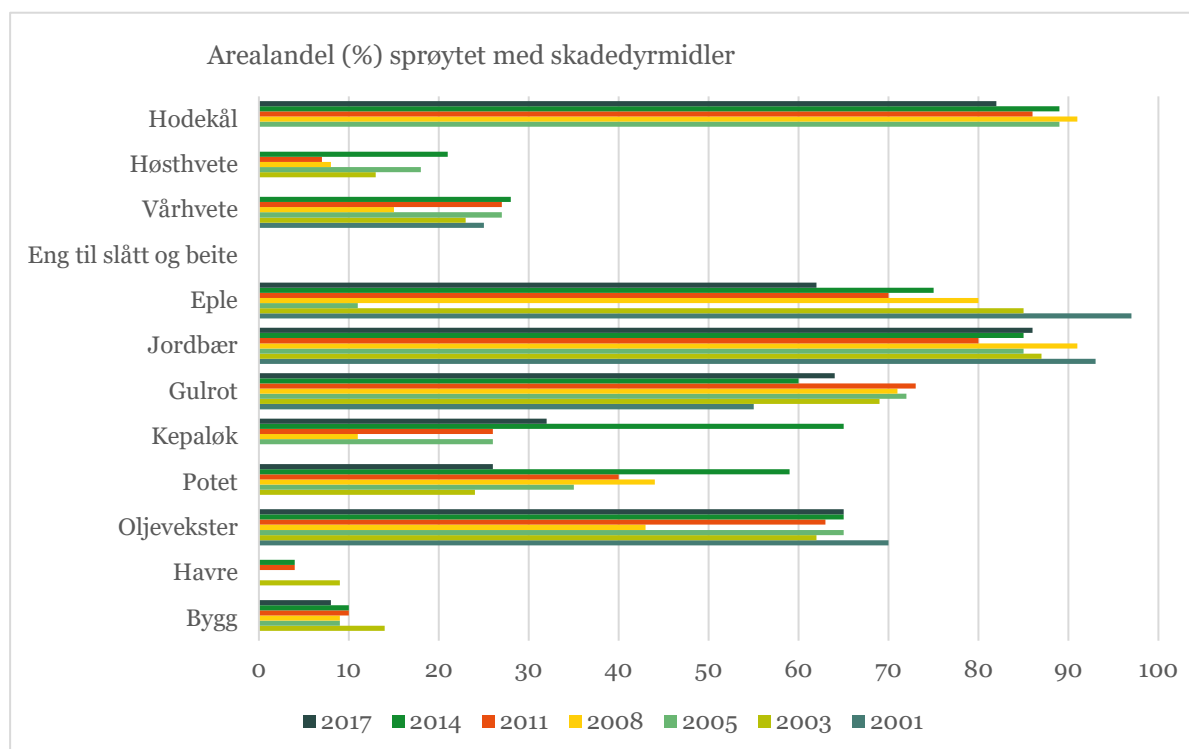
Rapport for bruk av plantevernmidler i Norge i 2017 (Aarstad og Bjørlo 2019) viste at 32 prosent av arealene som var med i undersøkelsen ble behandlet med plantevernmidler. Statistikken for plantekulturer som er behandlet minst én gang med plantevernmidler viser følgende arealandel sprøytet: kepaløk (76 %), oljevekster (81%), gulrot (82%), hodekål-, eple- og havreareal (85-86%), bygg (89%), de resterende vekstene (95-97%). For areal med eng og beite er det bare en mindre andel som sprøytes det enkelte år. Ugrasmiddel ble brukt i de aller fleste plantekulturer og det var rapportert følgende arealandel sprøytet i noen viktige kulturer: høstehvete (94%), oljevekster (30%), eng- og beite (6%). Soppmiddel ble mest brukt i jordbær, høstehvete og potet, mens skadedyrmiddel ble mest brukt i jordbær, hodekål og oljevekster. Disse forskjellene i bruksmønster for ulike grupper av plantevernmidler er videre illustrert i de følgende figurene (Figur 3-5) hvor vi også ser forskjeller mellom år i bruk av ulike grupper av plantevernmidler i perioden 2001-2017.



Figur 3: Arealandel (%) av ulike jordbrukskulturer sprøytet med ugrasmidler. Utvikling i perioden 2001-2017. (Kilde: Statistisk sentralbyrå, statistikkbanktabell 05144 datert 06.05.2021).

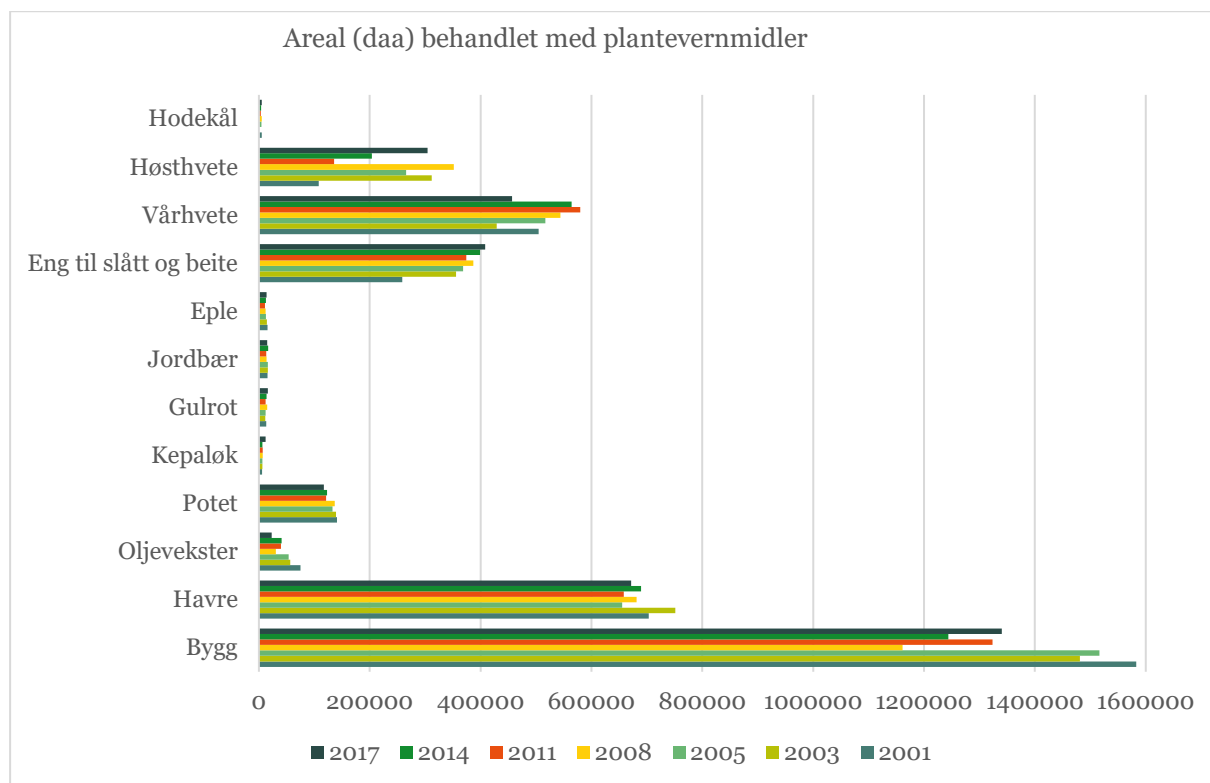


Figur 4: Arealandel (%) av ulike jordbrukskulturer sprøytet med soppmidler. Utvikling i perioden 2001-2017 (Kilde: Statistisk sentralbyrå, statistikkbanktabell 05144 datert 06.05.2021).



Figur 5: Arealandel (%) av ulike jordbrukskulturer sprøytet med skadedyrmidler (insektmidler). Utvikling i perioden 2001-2017 (Kilde: Statistisk sentralbyrå, statistikkbanktabell 05144 datert 06.05.2021).

Det må videre tas hensyn til at totalt dyrket areal og dermed også totalt areal behandlet med plantevernmidler for ulike jordbrukskulturer varierer mye (Figur 6). Plantevernmiddelbruken i de arealkrevende kulturrene vil kunne ha en totalt sett mye større effekt enn for kulturer som dyrkes kun på mindre arealer.



Figur 6: Areal av ulike jordbrukskulturer sprøytet med plantevernmidler. Utvikling i perioden 2001-2017 (Kilde: Statistisk sentralbyrå, statistikkbanktabell 05144 datert 06.05.2021).

Ugrasmidler er den gruppen av plantevernmidler som benyttes i størst mengder (Tabell 1), etterfulgt av soppmidler. Skadedyrmidler brukes til sammenlikning i mye mindre mengder. Dette har både sammenheng med areal som sprøytes med de ulike grupper av midler og at det kan være store forskjeller i hvilken dose (mengde) plantevernmiddel som er nødvendig for å oppnå ønsket effekt.

Tabell 1: Plantevernmidler brukt på friland (tonn) etter type plantevernmiddel og år (Kilde: Statistisk sentralbyrå, statistikkbanktabell 11002 datert 05.05.2021).

År	2001	2003	2005	2008	2011	2014	2017
Type middel							
Soppmiddel	100	125	95	75	81	73	72
Skadedyrmiddel	3	4	3	3	1	1	1
Ugrasmiddel	195	191	223	185	214	228	144

1.4 Oppdraget

I denne rapporten presenteres resultater fra en innledende undersøkelse av forekomst av miljøgifter / plantevernmidler ekstrahert fra insekter samlet fra Malaisefeller i den løpende nasjonale insektovervåkingen som gjennomføres av Norsk institutt for naturforskning (NINA) på oppdrag av Miljødirektoratet. For å belyse problematikken rundt hvordan miljøgifter påvirker funn av insekter har vi fokusert på analyser av kjemiske syntetiske plantevernmidler som brukes i jord- og hagebruk. Analysene av plantevernmidler er gjort fra oppsamlingsvæsken fra insektfellene (kun Malaisefellene) som brukes i insektovervåkingen. Det er analysert for 375 ulike plantevernmidler og metabolitter og inkluderer virksomme stoffer både av:

- godkjente plantevernmidler (både ugrasmidler, soppmidler og insektmidler)

- et utvalg stoffer som pr i dag kun er godkjent som biocider, men som tidligere har hatt godkjenning også som plantevernmiddel
- et utvalg tidligere godkjente plantevernmidler som i dag er kategorisert som miljøgifter (dvs. stoffer som utgjøre en stor fare for helse og miljø pga deres bestandighet i miljøet (persistens), risiko for bioakkumulering og/eller toksisitet)

Med utgangspunkt i denne undersøkelsen er det også gjort en vurdering og gitt en anbefaling av hvordan en kartlegging/overvåking burde vært lagt opp for å si noe om i hvor stor grad insekter samlet fra «semi-naturlig mark» (slik dette er definert gjennom utvalget av flater i insektovervåkingen) eksponeres for miljøgifter.

2 Materiale og metoder

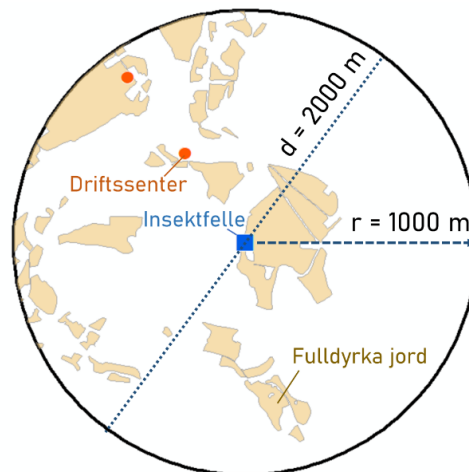
2.1 Metode for valg av flater / feller for kjemisk analyse

NINA har valgt lokalitet for plassering av feller i den nasjonale insektovervåkingen basert på tilgjengelig informasjon om arealdekke, nærmere bestemt andel areal rundt mulige felleplasseringer der det er henholdsvis skog, jordbruk, bebygd areal osv. Denne informasjonen har de hentet bl.a. fra arealressurskart AR5 med støtte av flyfoto. For økosystem skog har de dessuten brukt ANO-kartleggingen (Arealrepresentativ naturovervåking). NINA påpeker at det er vanskelig å identifisere semi-naturlig mark utfra tilgjengelig informasjon (Åström mfl. 2020b), og anbefalte etter første feltsesong en bredere overvåking av jordbrukslandskapet. Det viser seg da også at flere av de fellelokalitetene som er kategorisert som semi-naturlig mark er på eller svært nær fulldyrka mark. I to tilfeller i pilotforsøket for insektovervåkingen ble feller ødelagt av beitedyr, noe som indikerer at de har vært plassert på beitemark. I rapporteringen fra overvåkingssesongen 2021 trekkes dette igjen frem: «For de semi-naturlige lokalitetene er utvalget mer utfordrende. Som tidligere bruker vi en bredere definisjon av semi-naturlig mark enn hva som brukes for semi-naturlige naturtyper i for eksempel NiN. Dette blir gjort for å ikke snevre inn overvåkingen til naturtyper som nå har blitt svært sjeldne og er lite representative for de generelle insektforekomstene i Norge. Alle de 5 semi-naturlige naturtypene i NiN er også rødlistet. Vi prøver istedenfor å velge ut områder i jordbrukslandskapet som ikke preges for mye av intensiv produksjon.» (Åström mfl. 2022, side 13).

Utvalget av flater for våre analyser er gjort basert på informasjon fra NINA om plassering av insektfeller i semi-naturlig mark i 2022 i Trøndelag, på Sørlandet og Østlandet. Av de 60 fellene i semi-naturlig mark er det per 2022 plassert 30 feller på Østlandet, 20 i Trøndelag og 10 på Sørlandet. De seks flatene som ble brukt i denne analysen er valgt ut blant disse 30 fellene som ble analysert i 2022 (Østlandet 10, Trøndelag 10, Sørlandet 10). Det var nødvendig å gjøre et slikt utvalg av flater på grunn av de tilgjengelige økonomiske rammene for oppdraget. Grunnlaget for valg av lokaliteter har vært arealdekke og arealbruk, og flatene er forsøkt plassert innenfor det utvalget som tilhører det utvidete ANO-utvalget på 10 000 ruter.

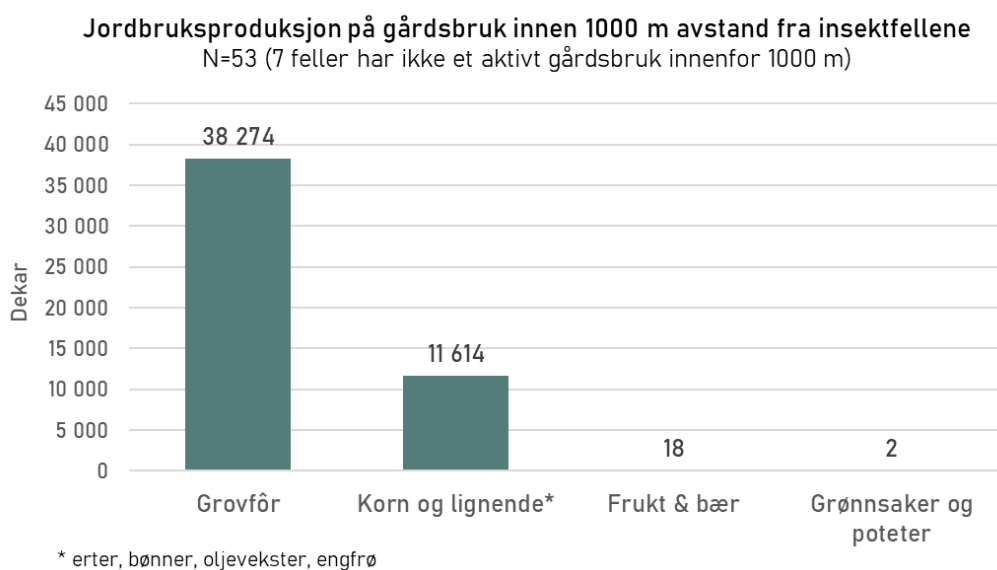
For å kunne treffe et best mulig egnet utvalg av flater til analyse av plantevernmidler i fellene har vi gjort en geografisk analyse av tilgjengelige datakilder. Vi har kun vurdert flater der det ble gjennomført en insektinnsamling i 2022. Både arealdata og data om jordbruksproduksjon ble registrert innenfor en sirkel med en radius på 1000 meter (dvs. en diameter på 2000 meter) der hver felleplassering er satt som senterpunkt (Figur 7). For dette prosjektets formål har en sirkel i denne størrelsen vist seg til å gi et tilstrekkelig grunnlag til å kunne velge ut flater som sannsynligvis har blitt utsatt for plantevernmidler. For andre formål, som f.eks. en analyse av hvilke effekter ulike påvirkningsfaktorer kan ha på overvåkingsresultatene, kan det være hensiktsmessig å velge en annen størrelse på sirkelen. Kriteriene vi har vurdert for utvalget av flater er:

- areal fulldyrka mark, høyt sumareal er rangert som positivt på grunn av antatt høyere sannsynlighet for å finne plantevernmidler
- data fra søknad om produksjonstilskudd, produksjoner med forventet (høy) bruk av plantevernmidler er rangert som positivt for antatt høyere sannsynlighet for å finne plantevernmidler
- terrengform rundt fellene for å vurdere muligheten for tilsig
- geografisk variasjon for å få flater fra alle tre områder (Trøndelag, Sørlandet, Østlandet)



Figur 7: Sirkelen som brukes for å vurdere arealdekke, terreng og jordbruksproduksjon rundt fellene.

Antall dekar med fulldyrka jord (areal dyrka til vanlig pløydyp, fra Arealressurskart AR5) innenfor sirkelen ble beregnet for å få en indikasjon på hvor mye jordbruk som foregår i nærheten av insektfellene. Overflatedyrka jord (areal som er rydda i overflaten og som tillater maskinell høsting) og innmarksbeite har vi ikke tatt med i beregningen da vi forventer lite eller ingen bruk av plantevernmidler på disse arealtypene. Informasjon fra søknaden om produksjonstilskudd (PT 2020) ble deretter brukt for å vurdere hvilken type produksjon som foregår på jord- og hagebruksarealene i landskapet rundt insektfellene (Figur 8). Tall fra alle driftssentrene som faller innenfor sirkelen ble oppsummert. PT-data gjorde det også mulig å utelukke enkelte flater med høy andel økologisk produksjon i området. Det bør understrekes at PT-data kun er koblet til driftssenteret, slik at dataene ikke gir nøyaktig stedfestet informasjon om hva som produseres på hvert enkelt jordstykke. PT-data gir likevel et grovt anslag over hvilke produksjonsformer som finnes i nærheten av insektfellene. Enkelte produksjonsformer, som for eksempel frukthager, kan enkelt identifiseres gjennom flyfototolkning. Innenfor budsjetttrammen til dette arbeidet har vi imidlertid ikke kunnet foreta en detaljert tolkning av flybilder for hvert område.

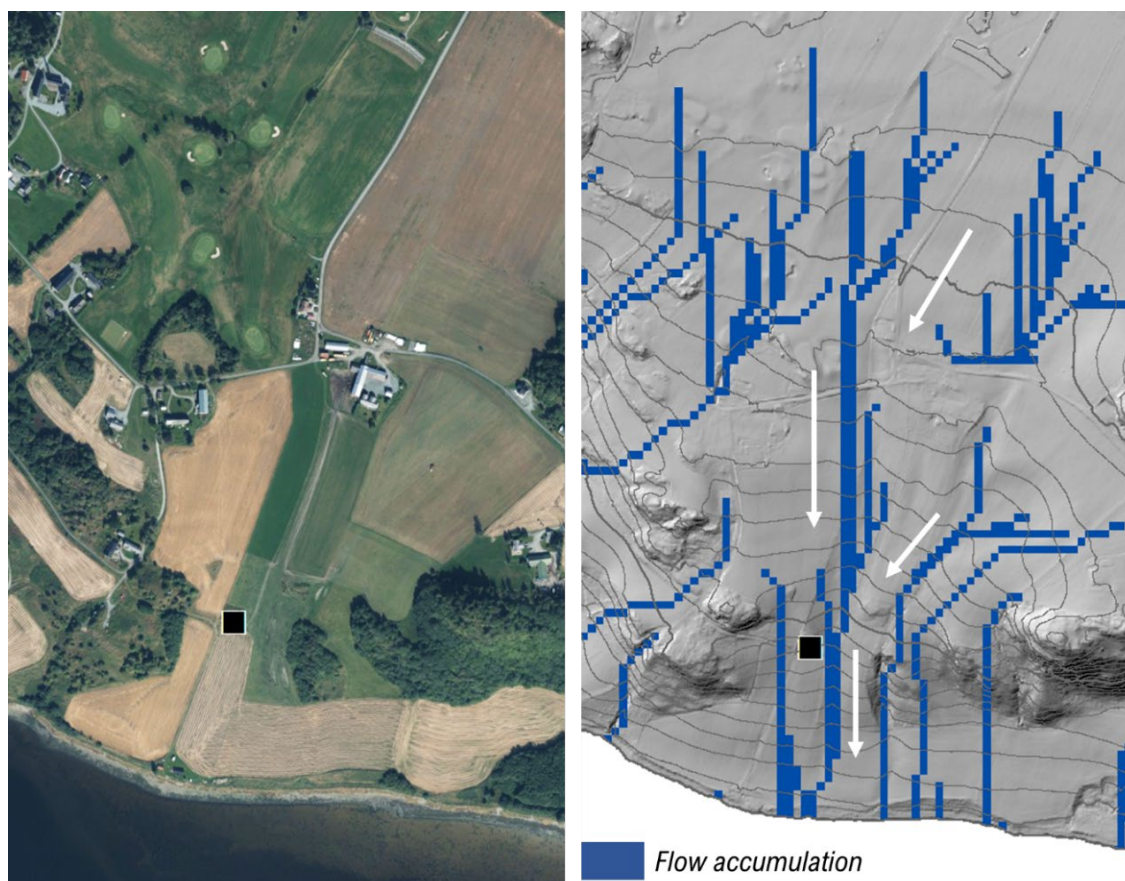


Figur 8: Oversikt over hvilken jordbruksproduksjon som foregår i nærheten av insektfellene. Tallene er hentet fra søknad om produksjonstilskudd i 2020 og er en oppsummering av alle aktive gårdsbruk innen 1000 m avstand fra insektfellene.

Det viste seg at grovfôrproduksjon er mest vanlig innenfor utvalget av de 60 flatene. Sju av flatene hadde imidlertid ingen tall for jordbruksproduksjon fordi ingen driftssenter lå innenfor 1000 m avstand fra insektfellene. Korn og lignende vekster var den nest hyppigste produksjonsformen. Begrepet 'likende vekster' inkluderer her sannsynligvis olje- (ryps og raps) og protein- (diverse belgveskter som erter og åkerbønner) vekster. Andre produksjoner som grønnsaker, poteter, frukt og bær var nesten helt fraværende i områdene rundt insektfellene.

I tillegg til arealbruk, har vi vurdert sannsynligheten for tilsig fra omkringliggende arealer basert på terrengeanalyser i ArcGIS. Tilsig fra høyereliggende arealer over lengre tid kan føre til en gradvis akkumulering av plantevernmidler i forsenkninger og grøfter (Figur 9) hvor det kan være vertsplanter eller leveområder for noen av insektene som samles i fellene. Siden fangstbeholdere er plassert over bakkenivå vil avrenning av plantevernmidler ikke komme i direkte kontakt med fellen, men en akkumulering av plantevernmidler i arealene rundt fellene vil kunne øke sannsynligheten for at flere insekter som blir eksponert for plantevernmidler havner i fellen. Analysen tar utgangspunkt i en digital terrengmodell med 10 m oppløsning. Ved hjelp av hydrologisk modellering ble det beregnet avrenningsretning ('flow direction') og oppsamlingsområder ('flow accumulation').

Ovennevnte faktorer har dannet grunnlaget for det endelige utvalget av flater. I tillegg ble også en geografisk variasjon vektlagt for å få felleplasseringer med litt ulik landskapsstruktur og sammensetning fra både Østlandet, Trøndelag og Sørlandet.



Figur 9: Plassering av insektfelle (Seminat_54) i en terrengposisjon der tilsig fra omkringliggende arealer er mulig. Bildet til høyre viser resultatet av den hydrologiske modelleringen av oppsamlingsområder for vann, mens pilene viser avrenningsretningen. Beregningene ble gjort basert på en digital terrengmodell med 10 meter oppløsning (illustrasjonen viser en DTM med 1 m oppløsning).

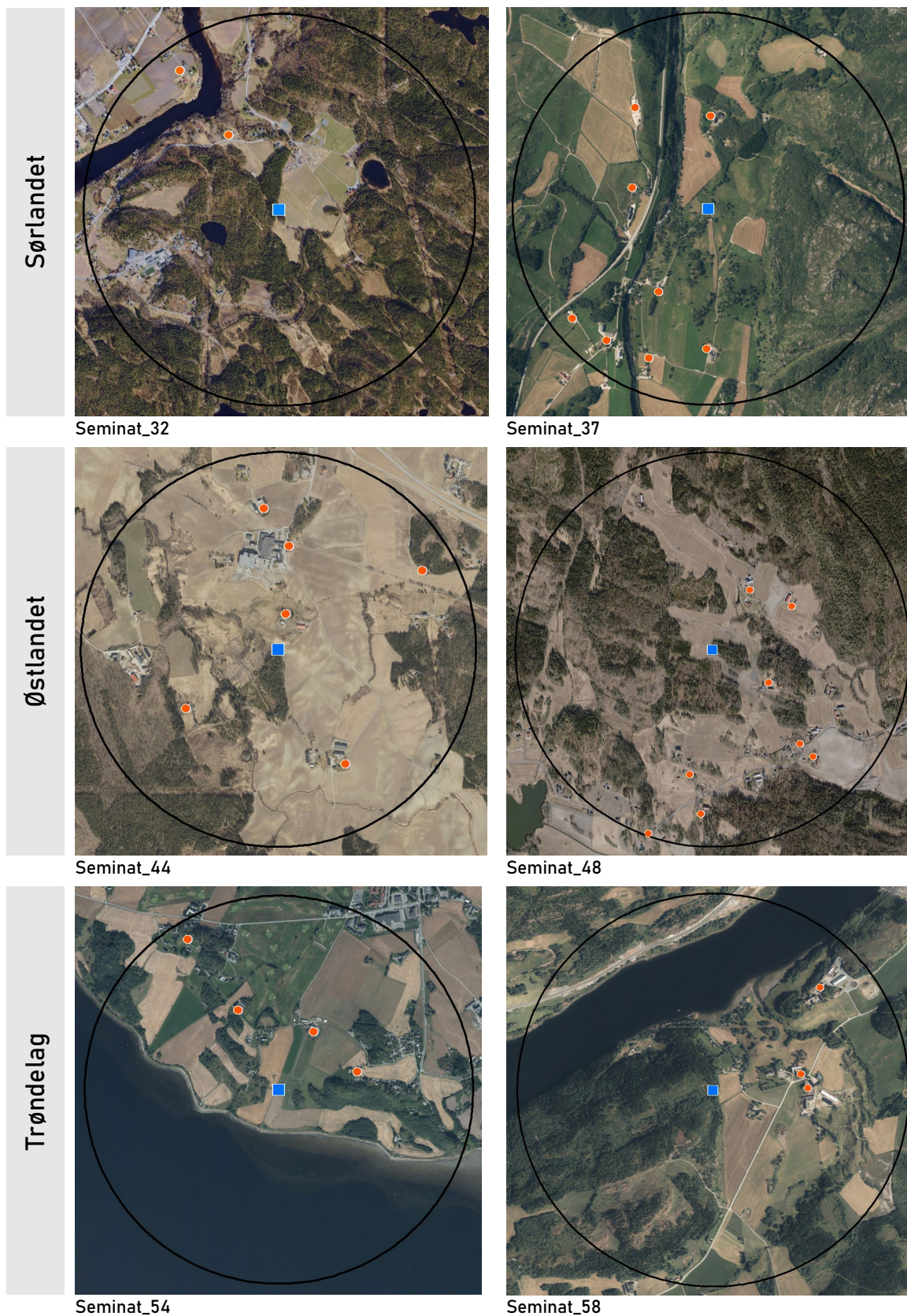
2.2 Utvalg av flater

Basert på utvalgskriteriene beskrevet i kap. 2.1 ble det valgt ut totalt 6 prøveflater for våre analyser av plantevernmidler, to i hver region. Vi har plukket ut de lokalitetene fra NINAs utvalg for 2022 der vi mente det var størst sannsynlighet for å finne forekomst av plantevernmidler (Tabell 2). De seks valgte fellenes plassering i landskapet er vist i figur 10.

Tabell 2: Endelig utvalg av seks fellelokaliteter med antall dekar av ulik jordbruksproduksjon på gårdsbruk innenfor 1000 m avstand fra fellene. Data er hentet fra søknad om produksjonstilskudd 2020. Det er ikke registrert produksjon av grønnsaker eller poteter rundt de seks fellene.

Region	Lokalitet	Jordbruks-areal totalt	Fulldyrka jord	Innmarks-beite	Grovfôr	Korn og lignende*	Frukt og bær
Sørlandet	Semi-nat_32	240	240	0	156	84	0
Sørlandet	Semi-nat_37	3304	1181	2119	3296	0	8
Østlandet	Semi-nat_44	2495	2414	81	476	1996	0
Østlandet	Semi-nat_48	882	859	9	368	508	0
Trøndelag	Semi-nat_54	852	848	4	100	752	0
Trøndelag	Semi-nat_58	2198	1951	247	2167	0	0

* erter, bønner, oljevekster og engfrø



Figur 10: Flybilder som viser plassering av de seks valgte fellelokalitetene og landskapet rundt, samt driftssenter til gårdsbruk som søker om produksjonstilskudd innenfor en sirkel med 2000 m i diameter.

2.3 Søkespekter for analyse av plantevernmidler

Valg av (søkespekter for) analysemetoder og valgt fokus på plantevernmidler er basert på en antakelse om at problematikk knyttet til miljøgifter i denne undersøkelsen, i hovedsak er knyttet til plantevernmidler. Dette har vi antatt utfra at overvåkingsflatene i semi-naturlig mark i den nasjonale insektovervåkingen i noen grad er plassert på/nær fulldyrka mark hvor plantevernmidler kan være i bruk. Plasseringen i seminaturlig mark indikerer videre at andre påvirkningsfaktorer av miljøgifter/organiske kjemikalier på grunn av bruk utenfor landbruket vil være av mindre betydning. Bruk av biocider kan være en relevant påvirkningsfaktor i semi-naturlig mark, og dette er i noe grad tatt høyde for da en rekke virkestoff godkjent for bruk som biocider er sammenfallende med virkestoff som er godkjent/har vært godkjent som plantevernmidler.

Vi har gjennomført de kjemiske analysene med multimetoder som gir et bredt søkespekter for undersøkelsen. Dette er valgt da vi anser at det er en rekke midler som er interessante og som kan gi samvirkeeffekter i de ulike miljøene som inngår i undersøkelsen.

Analysene er gjennomført med allerede etablerte kvantitative analysemetoder for plantevernmidler ved NIBIO (interne metodebetegnelser M86 (LC-MS/MS) og M93 (GC-MS/MS)). Søkespekterne for disse to analysemetodene inkluderer både godkjente plantevernmidler pr i dag og et utvalg tidligere godkjente plantevernmidler som i dag er kategorisert som miljøgifter eller som kun er godkjent som biocider. Undersøkelsen vil dermed kunne favne påvirkning både fra dagens jordbruksdrift og fra andre påvirkningskilder (se gjeldende søkespekter sist i dokumentet).

Insektmidler i gruppen neonicotinoider er inkludert i dette søkespekteret. Denne gruppen kjemikalier har fått spesielt fokus på grunn av effekter på pollinerende insekter, men har et relativt snevert bruksområde og det er pr i dag få godkjente handelspreparater med aktive stoff tilhørende neonicotinoidene for bruk i landbruket. Det vil dermed gi stor andel negative funn dersom dette er eneste gruppe plantevernmiddel som kartlegges. Vi har derfor valgt multimetode-tilnærmingen nevnt over. Ugrasmidlet glyfosat er imidlertid ikke inkludert. Dette skyldes at selv om enkelte undersøkelser viser uheldige effekter på grupper av pollinerende insekter, tilsier risikovurderinger for dette midlet lav risiko for uønskede effekter i miljøet. Glyfosat er dessuten et stoff som er utfordrende og kostnadskrevende å analysere. Glyfosat vurderes å forbys i EU og en beslutning om videre godkjenningssstatus for glyfosat forventes å foreligge i 2023. Vi har derfor vurdert det som lite kostnadseffektivt å inkludere glyfosat i denne studien.

2.4 Innsamling av prøvemateriale for analyse

Våre analyser av syntetiske plantevernmidler er gjennomført for felleprøver fra et utvalg av flatene som kategoriseres som semi-naturlig mark i den nasjonale insektovervåkingen slik det er beskrevet i kap. 2.1 og 2.2 (6 flater av de 30 flatene analysert i 2022). Disse prøvene tas fra væsken (etanol) som benyttes i insektfellene (Malaisefeller) og som tømmes rutinemessig i perioden juni-september. Det har her ikke vært aktuelt å analysere for rester av plantevernmidler i selve insektene som samles inn i insektovervåkingen da disse benyttes til eDNA analyse. Etanolen vil trekke en andel av plantevernmidlene på/i insektene ut i væskefase og det er denne fraksjonen som er undersøkt her. Etanolen fra Malaisefellene (ca. 700 mL 96% etanol) fjernes før NINA gjør analyse av insektarter/ insektgrupper ved hjelp av miljø-DNA, og kan dermed brukes til analyse av plantevernmidler uten å komme i konflikt med de øvrige undersøkelsene i insektovervåkingen.

Alle analyser av plantevernmidler er gjennomført av NIBIO Pesticider og naturstoffkjemi på NIBIO Ås. Laboratoriet ved NIBIO Pesticider og naturstoffkjemi er nasjonalt referanselaboratorium for rester av plantevernmidler og plantetoksiner i næringsmidler. Laboratoriet er akkreditert iht. ISO 17025:2017 og har flere akkrediterte store multimetoder for analyse av plantevernmidler i næringsmidler og vann. Øvrige analyser ved laboratoriet gjennomføres iht. samme kvalitetsstandarder som de akkrediterte analysene.

Alt prøvemateriale (oppsamlingsvæske (etanol) fra Malaisefellene) ble lagret ved -20°C i påvente av transport til NIBIO Ås og analyse ved laboratoriet ved NIBIO Pesticider og naturstoffkjemi. Prøvematerialet har imidlertid vært utsatt for lufttemperatur gjennom perioden som fellene har vært plassert ut, under transport til NINA i Trondheim og under forberedende prøvebehandling for eDNA-analyse ved NINA i Trondheim.

2.5 Analyse av plantevernmidler

I oppsamlingsvæsken som består av 96% etanol, antar vi at det skjer en passiv ekstraksjon av eventuelle plantevernmidler fra insektene gjennom prøvetakingsperioden. Prøvene ble ved mottak lagret på fryselager (-20°C). En delprøve av hver prøve ble overført til 60 mL brun glassflaske for raskere temperering før uttak til prøveopparbeidelse. Prøvene ble analysert på LC-MS/MS og GC-MS/MS, med to separate prøveopparbeidelser. Prøveopparbeiding og analyse er kort oppsummert gjennomført som følger:

- LC-MS/MS-analyse:
En delprøve på 1,00 mL fra den enkelte felleprøve dampes inn og løses deretter i 200 µL metanol + 800 µL Milli-Q vann. Prøven filtreres og overføres til prøveglass for instrumentanalyse med på Agilent LC-MS/MS (1260II PRIME Bio-LC, 6495C-TQD).
- GC-MS/MS-analyse:
En delprøve på 1,00 mL fra den enkelte felleprøve dampes inn og løses deretter i 200 µL acetonitril. Prøven overføres til prøveglass for instrumentanalyse med på Agilent GC-MS/MS (7890A-GC, 7000C-TQD).

Prøvene ble analysert sammen med kontrollprøver (KP/QC) tilsatt alle stoffer det er søkt etter. Kontrollprøver for LC-MS/MS var på nivåene 0,05, 0,5 og 5,0 ng/mL, mens kontrollprøvene for GC-MS/MS var på nivå 2,0 ng/mL.

Det er analysert blankprøver (uten tilsetning) og systemblank/reagensblank. Prøver, kontrollprøver, blankprøver og reagensblank er kvantifisert mot standarder (kalibreringsløsninger) som benyttes i akkrediterte analyser. Det er også analysert standarder løst i prøveekstrakt for å vurdere mulige matrikseffekter (dvs. om stoffer i prøveekstraktene påvirker kvantifisering av analyttene).

Alle stoffene i søkespekteret er vurdert ut fra resultatene for kontrollprøver, blankprøver og reagensblank for vurdering av kvantifiseringsgrense (LOQ = Limit of Quantification) og deteksjonsgrense (LOD = Limit of detection).

Kvantifiseringen rapporteres her som konsentrasjon i oppsamlingsvæsken (ng/mL eller µg/L).

Detaljert metodebeskrivelse er vist i Vedlegg 1 til denne rapporten. Søkespekter for analysemetodene med bestemmelsesgrenser (LOQ) er vist i Vedlegg 2.

2.6 Vurdering av plantevernmidlenes påvirkning på relevante artsgrupper

Det er gjennomført en enkel vurdering av i hvor stor grad insekter samlet fra semi-naturlig mark tilsynelatende har vært eksponert for plantevernmidler fra landbruket eller annen virksomhet basert på påviste konsentrasjoner av plantevernmidler i innsamlet prøvemateriale fra insektfeller. Målte konsentrasjoner i væsken fra insektfellene er vurdert i forhold til ingen-effekt konsentrasjoner for relevante insektgrupper, som er etablert gjennom godkjenningsprosessen for de aktuelle plantevernmidlene og er tilgjengelige gjennom offentlige databaser (EU pesticides database; Lewis et al. 2016). En sammenlikning av funn av plantevernmidler opp mot funn av insektarter/ insektgrupper

i fellene har ikke vært mulig fordi resultatene fra NINAs miljø-DNA analyser ikke foreligger når denne rapporten ferdigstilles.

Data om insektbiomasse i insektfellene ved hver prøvetaking er innhentet fra NINA og inkludert i enkelte av resultatfigurene.

2.7 Mulige feilkilder

Grunnet usikkerhet ved ekstraksjonseffektiviteten fra oppsamlingsvæsken i Malaisefellene er resultatene av undersøkelsene semi-kvantitative og ved påvisning av plantevernmidler er det gjort en vurdering av risiko for underestimering av faktisk nivå. Videre vil de ulike stoffenes nedbrytningshastighet i miljøet, da spesielt fotolyse og hydrolyse, påvirke muligheten for å påvise de i insektfellene. Dette er kommentert i rapporten, men det er ikke gjort noen kvantitativ vurdering av denne effekten.

Feller som fanger levende insekter gir et noe skjevt bilde i og med at akutt påvirkning ikke fanges opp fordi insektene da ikke vil kunne fly til en felle. I tillegg er det begrensninger i forhold til hvilke insektgrupper og stadier (kun imago) som fanges i Malaisefellene (Montgomery mfl. 2021). Dette er kommentert i rapporten, men det er ikke gjort noen kvantitativ vurdering av denne effekten.

2.8 Anbefaling om kartlegging/overvåking av påvirkning fra miljøgifter på insekter

Det er gjort en vurdering av relevans av denne undersøkelsen for nasjonal insektovervåking med fokus på om:

- analyser av plantevernmidler i væsken fra Malaisefellene gir godt nok grunnlag for å vurdere risiko for plantevernmidlers påvirkning av insekter fanget i fellene
- plasseringen av fellene og utvalget av prøveflater gir svar på de spørsmål som er i fokus i denne undersøkelsen.

Vurderingen har inkludert en gjennomgang av relevant litteratur, etablert kompetanse og supplerende metodikk for innsamling av insekter for å gi et bedre innsyn i forekomst og mengde av plantevernmidler i insektpopulasjoner.

3 Resultater

3.1 Plantevernmidler i væske fra insektfellene

Analysene av plantevernmidler i etanol fra de utvalgte insektfellene viste påvisbare rester eller spor av plantevernmidler ved alle fellelokaliteter (dvs. to lokaliteter i hver av de tre regionene) en eller flere ganger gjennom sesongen (Tabell 3). Det var avtagende funnkonsentrasjoner utover i sesongen og det var kun funn av plantevernmidler som benyttes for å bekjempe sopp/soppsjukdommer.

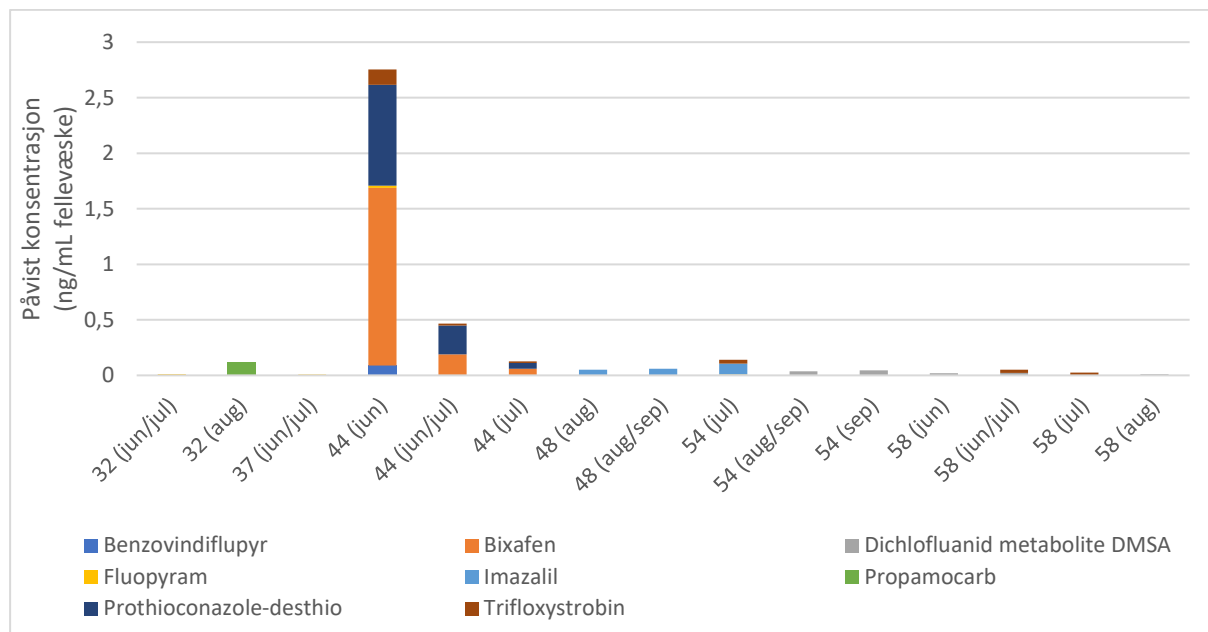
Tabell 3: Påviste virkestoffer i væsken fra de undersøkte Malaisefellene.

Påvist stoff	Type middel	Påvist konsentrasjon [µg/L]*	LOQ [µg/L]	Flatenr/Region	Uttaksnr/Periode**
Benzovindiflupyr	Soppmiddel	0,088		44/Østlandet	1/09-29.06.22
Bixafen	Soppmiddel	1,6		44/Østlandet	1/09-29.06.22
		0,19		44/Østlandet	2/29.06-12.07.22
		0,061		44/Østlandet	3/12-28.07.22
Fluopyram	Soppmiddel	0,011		32/Sørlandet	4/21.06-05.07.22
		Spor		37/Sørlandet	4/22.06-06.07.22
		0,19		44/Østlandet	1/09-29.06.22
		Spor		54/Trøndelag	4/11-28.07.22
Imazalil	Soppmiddel	Spor		48/Østlandet	5/10-23.08.22
		Spor		48/Østlandet	6/23.08-06.09.22
		Spor		54/Trøndelag	4/11-28.07.22
Propamokarb	Soppmiddel	0,12		32/Sørlandet	8/14-30.08.22
Protiokonazol-destio	Soppmiddel metabolitt	0,91		44/Østlandet	1/09-29.06.22
		0,25		44/Østlandet	2/29.06-12.07.22
		0,051		44/Østlandet	3/12-28.07.22
Trifloksystrobin	Soppmiddel	0,14		44/Østlandet	1/09-29.06.22
		0,016		44/Østlandet	2/29.06-12.07.22
		0,014		44/Østlandet	3/12-28.07.22
		0,032		54/Trøndelag	4/11-28.07.22
		0,027		58/Trøndelag	2/20.06-06.07.22
		0,024		58/Trøndelag	4/17-31.07.22
Diklofluamid-metabolitt	Biocid (soppmiddel) metabolitt	0,038		54/ Trøndelag	7/22.08-05.09.22
		0,046		54/ Trøndelag	8/05-21.09.22
		Spor	0,02	58/ Trøndelag	1/06-20.06.22
		0,023		58/ Trøndelag	2/20.06-06.07.22
		Spor		58/ Trøndelag	6/14-28.08.22

Spor: $LOD < x < LOQ$. *Det er grunnet økonomiske og tidsmessige rammer for prosjektet ikke utført replikate analyser. Det kan derfor ikke oppgis noe standardavvik for analyseresultatene. Da det er benyttet en spesialtilpasset analyse med lavere LOQ enn standard analysemetode (NIBIO metode M86 og M93) kan det heller ikke oppgis noen måleusikkerhet (dvs. reproduserbarhet), da dette krever analyseresultater for metoden over en lengre tidsperiode. Måleusikkerheten vil være lavere enn standard analysemetode som tilfredsstiller krav om måleusikkerhet < 50%. **Periode angir dato fra-til som den aktuelle malaisefellen sto ute for oppsamling av insekter.

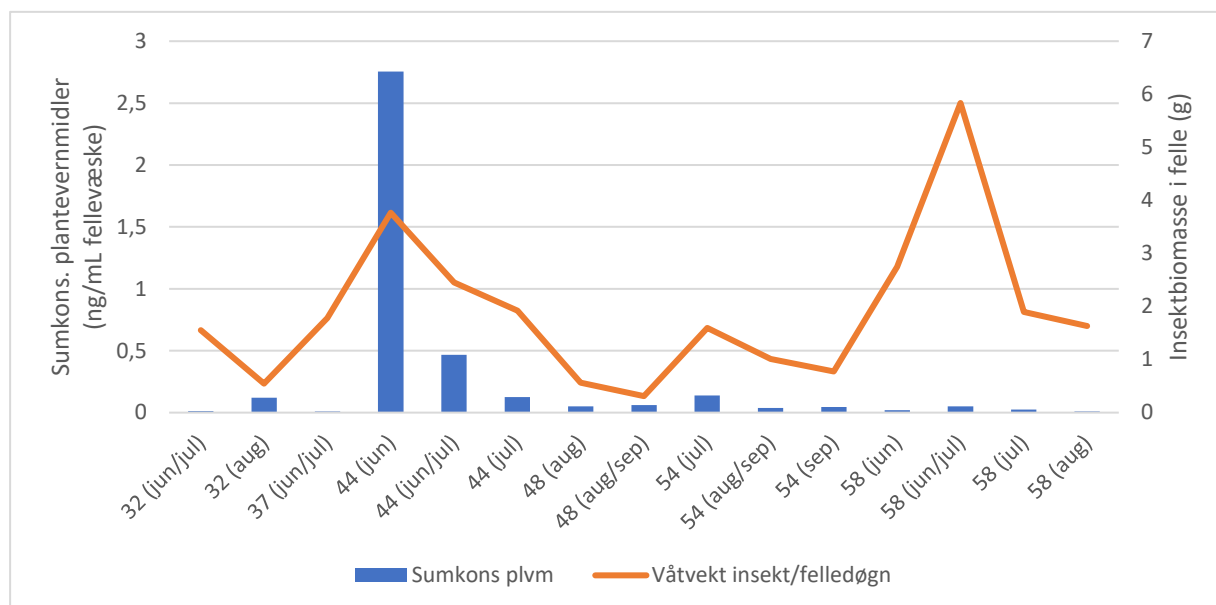
Det ble kun gjort funn av plantevernmidler med analysemetode for LC-MS/MS.

Resultatbildet domineres av en felle nær et stort kornareal (semi-nat flate 44, Østlandet) (Figur 11).



Figur 11: Funn av plantevernmidler/biocider i væsken fra Malaisefeller fra lokaliteter på Sørlandet (32 og 37), på Østlandet (44 og 48) og i Trøndelag (54 og 58) fra juni-oktober 2022. Feller/tidspunkt uten funn er ikke inkludert i figuren.

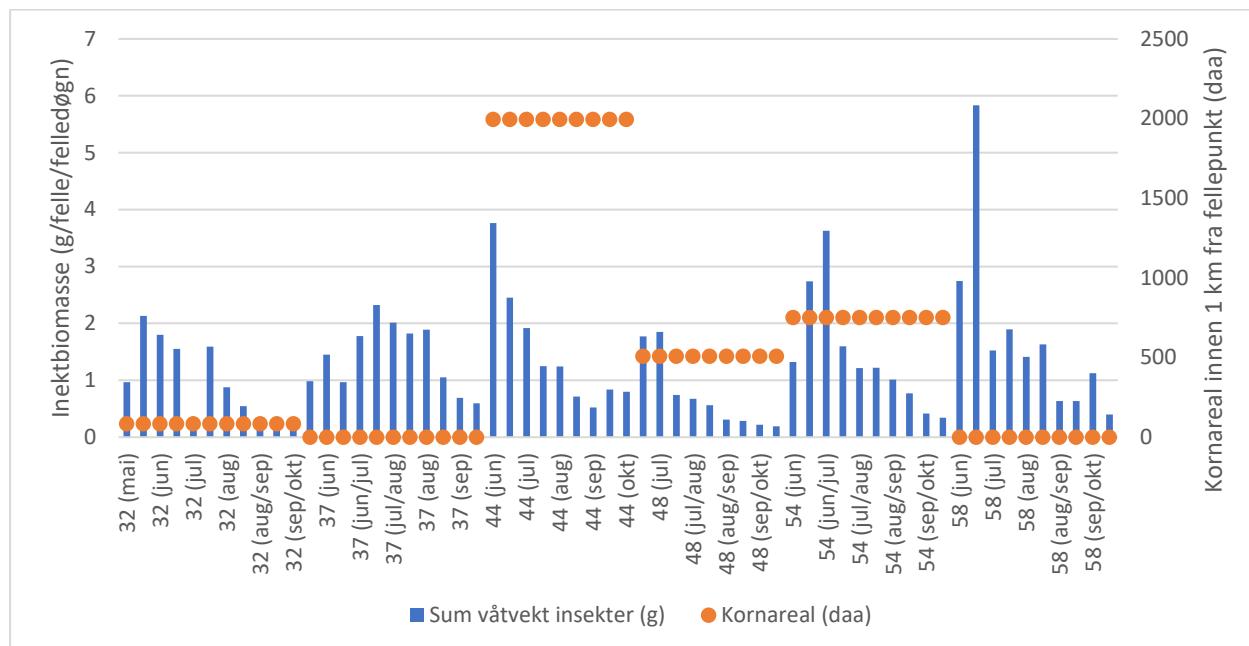
Det kan ikke utelukkes at det er en sammenheng mellom insektbiomasse og funn/ikke funn av plantevernmidler, men det er ikke mulig å si noe sikkert om dette ut fra det tilgjengelige datamaterialet. Figur 12 viser variasjonen i våtvekt insektbiomasse (fordelt på antall felledøgn) for de fellene med påvisning av plantevernmidler. Dette gir ingen indikasjoner på noen sammenheng mellom disse parametrene, men datamaterialet er for lite til å kunne trekke noen gyldige konklusjoner.



Figur 12: Totalkonsentrasjon av plantevernmidler (sumkons plvm) i væske fra Malaisefelle i forhold til våtvekt insekter pr felledøgn. Figuren inkluderer lokaliteter på Sørlandet (32 og 37), på Østlandet (44 og 48) og i Trøndelag (54 og 58). Feller/tidspunkt uten funn er ikke inkludert i figuren.

Som tidligere nevnt er det en stor andel kornproduksjon ved fellen med flest påvisninger av plantevernmidler. Enkle plott av kornareal i nærheten til den undersøkte fellen mot insektbiomasse i

fellen pr felletømming (Figur 13) gir (heller) ingen indikasjoner på noen sammenheng mellom disse to parametrene i det undersøkte utvalget.



Figur 13: Mengde insekter (g våtvekt pr felledøgn) pr felle og tømmetidspunkt sett i forhold til kornareal (daa) innenfor 1 km radius av felleplasseringen.

Analysene av felleprøver inkluderte ikke alle de innsamlede prøvene gjennom sesongen på alle lokaliteter; dvs. prøver fra Sørlandet flate 32 og 37 uttak 1 og 2, prøver fra Østlandet flate 44 uttak 5, 8 og 9, samt Trøndelag flate 54 uttak 1,2 og 3 rakk ikke forsendelse til laboratoriet på Ås innenfor den korte tidsrammen for arbeidet. Resultatene gir dermed heller ingen klar indikasjon på om det er noen forskjeller mellom regionene i forhold til når på sesongen det er funn av plantevernmidler i fellene. (Dette vil videre kreve analyser over flere år for å få bekreftet eventuelle indikasjoner på trender/tendenser).

3.2 Påviste plantevernmidlers egenskaper

I godkjenningsprosessen for plantevernmidler gjennomføres en rekke økotoksikologiske tester. Disse inkluderer oftest testing av midlets giftighet for bier og evt også humler. Testverdier som angir akutt dose (oral og kontakt) for bier og humler (kun enkelte tilfeller) er angitt under sett i forhold til plantevernmiddelkonsentrasjoner påvist i undersøkelsen (Tabell 4). Disse resultatene indikerer ingen stor risiko for bier da de påviste konsentrasjonsnivåene ligger i størrelsesorden 2000-10.000 ganger lavere enn de angitte akutte dosene (tilsvarer LD50-doser hvor 50% av populasjonen dør).

Tabell 4: Konsentrasjoner av plantevernmidler påvist i væske fra utvalgte Malaisefeller fra insektovervåkingen sett i forhold til grenseverdier for toksisitet for bier.

Aktivt stoff/ metabolitt	Påvist (µg/L)	Maks. påvist (µg) pr g insektmasse*	Kontakt akutt toksisitet (ug pr bie)	Oral akutt toksisitet (ug pr bie)
Benzovindiflupyr	0,088	$0,8 \cdot 10^{-3}$	100	109
Bixafen	0,06-1,6	$15 \cdot 10^{-3}$	121,4	100
Fluopyram	0,01-0,19	$0,3 \cdot 10^{-3}$	100	102,3
Imazalil	Spor	-	39 67,7 (humle)	35,1 100 (humle)
Propamokarb	0,12	$9,6 \cdot 10^{-3}$	100	84
Protiokonazol	-	-	100 100 (humle)	71
Protiokonazol-destio	0,05-0,91	$8,4 \cdot 10^{-3}$	-	-
Trifloksystrobin	0,014-0,14	$1,3 \cdot 10^{-3}$	200	200
Diklofluamid	-	-	16	-
Diklofluamid-metabolitt	0,023-0,046	$2,6 \cdot 10^{-3}$	-	-

Oppgitte toksisitetsverdier er i hovedsak for honningbier. Angitt hvilke verdier som er for andre grupper.

*Forutsatt 0,7 liter væske pr felle

Disse estimatene tar imidlertid ikke høyde for at konsentrasjonsnivået av plantevernmidler i realiteten kan være høyere blant annet pga. følgende faktorer: (i) ekstraksjonen av plantevernmidler fra insektene som skjer i etanolen i Malaisefellene er ikke 100% (det er ikke gjort noe forsøk for å estimere en mer reell ekstraksjonseffektivitet her), (ii) det kan skje en nedbrytning av plantevernmidler i fellen mens den står ute (+/- 14 dager) og under prøvebehandling og transport, (iii) insekter utsatt for akutte doser vil trolig ikke fanges av fellen, (iv) Malaisefellene fanger ikke opp alle typer insekter, mv.

I senere år er det i godkjenningen av plantevernmidler økt fokus på testing av naturlige fiender som er en viktig faktor å ta hensyn til i utviklingen av en plantevernstrategi. Det foreligger imidlertid foreløpig lite data for giftigheten av plantevernmidler for slike organismer. Under (Tabell 5) følger en oppsummering av forventede effekt/ingen-effekt konsentrasjoner av de påviste stoffene for et utvalg testorganismer. For naturlige fiender finnes det imidlertid foreløpig ingen offisiell skala for å tolke/kategorisere graden av toksisitet, slik det er for bier/humler, og det er grunnet mangel av data vanskelig å tolke disse toksisitetsverdiene i forhold til de her påviste konsentrasjonsnivåene av plantevernmidler.

Tabell 5: Konsentrasjoner av soppmidler påvist i væske fra Malaisefellene sett i forhold til kategorisering av giftighet for bier (basert på LD50; Lethal Dose where 50% of the test population dies) og kjente effektkonsentrasjoner for naturlige fiender (gulløye, snylteveps, predatormidd, løpebiller) (LR50; internal lethal residues where 50% of the test population dies).

Stoff	Påvist (µg/L)*	Maks. påvist (µg) pr g insektmasse**	Giftighet for bier [§]	Gull-øye (LR50, g/ha)	Snylte-veps (LR50, g/ha)	Predator-midd (LR50, g/ha)	Løpe-biller
Benzo-vindiflupyr	0,088	0,8*10 ⁻³	Lav	-	282,5	>600	-
Bixafen	0,06-1,6	15*10 ⁻³	Lav	>240	36,5	116	-
Fluopyram	0,01-0,19	0,3*10 ⁻³	Lav	-	>2000	>2000	-
Imazalil	Spor	-	Moderat	-	Lav ^{§§}		Lav ^{§§}
Propamokarb	0,12	9,6*10 ⁻³	Lav/ moderat	-	500 (EC50)	>360 (EC50)	-
Protiokonazol	-	-	Lav/ moderat	-	220,7	>90,45	-
Protiokonazol-destio	0,05-0,91	8,4*10 ⁻³	Lav	-	-	-	-
Trifloksystrobin	0,014-0,14	1,3*10 ⁻³	Lav	>383	>500	>383	>500
Diklofluamid	-	-	Moderat	-	-	Moderat	-
Diklofluamid-metabolitt	0,023-0,046	2,6*10 ⁻³	-	-	-	-	-

*Det er grunnet økonomiske og tidsmessige rammer for prosjektet ikke utført replikate analyser. Det kan derfor ikke oppgis noe standardavvik for analyseresultatene. Da det er benyttet en spesialtilpasset analyse med lavere LOQ enn standard analysemetode (NIBIO metode M86 og M93) kan det heller ikke oppgis noen måleusikkerhet (dvs. reproduserbarhet), da dette krever analyseresultater for metoden over en lengre tidsperiode. Måleusikkerheten vil være lavere enn standard analysemetode som tilfredsstiller krav om måleusikkerhet < 50%.

**Forutsatt 0,7 liter væske pr felle

[§]Bier: lav: >100 LD50 µg/bie; middels >1, <100 LD50 µg/bie; høy: <1 LD50 µg/bie

^{§§}egen skala (0% dødelighet observert ved testet dose (ikke oppgitt))

Påviste konsentrasjonsnivåer må vurderes i forhold til både bruken av plantevernmidler (kultur, hyppighet, dose) og virkemåten. Virkemåte og godkjent bruksområde for soppmidlene som ble påvist i væsken fra insektfellene er oppsummert under (Tabell 6).

Tabell 6: Bruksområde og virkemåte for de plantevernmidlene og biocidene som ble funnet i væsken fra et utvalg Malaisefeller i insektovervåkingen i 2022. Kun midler mot sopp ble funnet.

Stoff	Virkemåte og bruk	Aktuelle preparat	Bruksområde
Benzovindiflupyr	Systemisk. Når angrep forventes	Ascenity*	Korn
		Elatus Plus Elatus Era*	Korn
Bixafen	Systemisk. Når angrep forventes og kurativt	Ascra Xpro 260 EC*	Korn
		Aviator Xpro EC 225*	Korn
		Siltra Xpro EC 260*	Korn
Fluopyram	Systemisk, kurativ	Ascra Xpro 260 EC* Luna	Eple og pære
		Privelege	Korn, oljevekster, potet
		Propulse SE 250*	
Imazalil	Systemisk. Når angrep forventes og kurativt	Fungaflash	Veksthuspreparat
		Fungazil A	Beisemiddel, såkorn
		Diabolo	Beisemiddel, settepotet
Propamokarb	Systemisk	Previcur Energy*	Veksthus og friland, grønnsaker
		Proxanil*	Friland, potet
Protiokonazol	Systemisk. Når angrep forventes og kurativt	Ascra Xpro 260 EC*	Korn
		Aviator Xpro EC 225*	Korn, grøntanlegg
		Delaro SC 325*	Korn
		Elatus Era*	Korn
		Propulse SE 250*	Korn, oljevekster, potet
		Proline	Korn, oljevekster
Trifloksystrobin	Systemisk. Når angrep forventes og kurativt	Siltra Xpro EC 260*	Korn
Diklofluamid	Preventivt	Delaro SC 325*	Korn, grøntanlegg
Diklofluamid	Preventivt	Kun godkjent som biocid	8:Treimpregnering og konservering
			21:Grohemmende middel

*blandingspreparat med flere virksomme stoffer

Videre vil plantevernmidlenes skjebne i miljøet være styrende for hvilken fare de kan utgjøre for insekter. Informasjon om gjennomsnittlige halveringstider via fotolyse eller hydrolyse for de ulike påviste plantevernmidlene (Tabell 7) viser at noen av stoffene brytes raskt ned. Protiokonazol og trifloksystrobin påvises sjelden i miljøet pga. rask omdanning, og det er da oftest hovedmetabolitter som påvises, slik som for eksempel protiokonazol-destio.

Tabell 7: Halveringstid (ved fotolyse og hydrolyse) samt vannløselighet for de påviste plantevernmidlene.

Stoff	Fotolyse (halveringstid dager; pH7)	Hydrolyse (halveringstid dager; 20°C, pH7)	Vannløselighet (mg/L)
Benzovindiflupyr	44,2	stabil	0,98
Bixafen	82	stabil	0,49
Fluopyram	21	stabil	16,0
Imazalil	6,1	Relativt stabil	184
Propamokarb	-	-	900000
Protiokonazol	2,1	Stabil	22,5
Protiokonazol-destio	54,8	500	50,6
Trifloksystrobin	2,7	40	0,61
Diklofluamid	-	7,5	1,5
Diklofluamid-metabolitt	-	stabil	1300

Imazalil er påvist kun som spor i de analyserte felleprøvene. Dette midlet har en rask nedbrytning ved fotolyse og det har også et noe begrenset bruksområde/spredningspotensiale da det har bruksområde som beisemiddel (Tabell 5). De øvrige plantevernmidlene som er påvist er mer stabile i miljøet og dette vil forventes å gjenspeiles i konsentrasjonsnivåer og hyppighet, så lenge felleplassering og bruk av midlene tilsier dette.

4 Diskusjon

Malaisefellene som var inkludert i denne undersøkelsen sto plassert i semi-naturlig eng som primært var omgitt av kornproduksjon med innslag av olje- og proteinvekster (bønner og erter). Resultatene viser at vi finner soppmidler/ biocider som dreper sopp i væsken fra Malaisefellene ved alle fellelokalitetene. Dette antyder at det i alle fall for utvalgte soppmidler er mulig å bruke denne metodikken for å påvise forekommende miljøkonsentrasjoner. For ugrasmidler og insektmidler er det imidlertid mer usikkert om analyse av væsken fra Malaisefellene er en egnet metode for å finne disse. For å få klarhet i dette burde det utføres et metodestudium hvor en sammenlikner funn av plantevernmidler i insekter samlet med håv fra de samme lokalitetene og i det samme tidsrommet som en innsamling og analyse av Malaisefeller gjøres.

De påviste mengdene plantevernmidler er semi-kvantitative da vi ikke har kunnet undersøke selve insektene, det er usikkert hvor raskt/om plantevernmidlene er brutt ned i fellen og hvor effektiv den ekstraksjonen som skjer i fellewæsken er sett i forhold til en mer kontrollert ekstraksjon av kontaminerte insekter under laboratorieforhold. Det er dermed ikke mulig å gjøre en reell vurdering av den påviste konsentrasjonen i fellene mot kjente toksisitetsdata for ulike grupper av insekter. Vi har imidlertid oppsummert et utvalg slike data i Tabell 3 og 4 over.

Hvorfor det kun ble funnet soppmidler kan også ha sammenheng med når på sesongen prøvene er tatt ut (juni-oktober 2022) da ulike typer plantevernmidler ofte brukes til noe ulikt tidspunkt gjennom vekstsesongen. Det ser imidlertid ut til at alle gruppene midler (ugrasmidler, soppmidler og insektmidler) potensielt kan være i bruk gjennom store deler av den undersøkte perioden. Hvilke midler som brukes og når vil imidlertid være helt avhengig av værforhold og forekomst av skadegjørere det aktuelle året. Med utgangspunkt i IPV veilederne for korn (finnes på <https://nibio.no/ipv>) ser vi at bruken av de ulike gruppene av plantevernmidler (ugrasmidler, soppmidler, insektmidler) er omtrent som vist under ved dyrking av bygg, forutsatt at det er behov for sprøyting (basert på varsling, skadeterskler og observasjoner):

- Vår (3-4 bladstadiet BBCH 13-14 (slutten av mai*)): Ugrasssprøyting
- Fra busking til stråstrekking BBCH 14-32 (30.05-15.06): Ugrasssprøyting
- Fra 2 blad til utviklet flaggblad BBCH 12-39 (25.05-18.06): Ugrasssprøyting
- Begynnende stråstrekking BBCH 31-32 (12.06-15.06): Insekt- og soppsprøyting
- Flaggbladutvikling til skyting BBCH 47-55 (20.06-25.06): Soppsprøyting
- Aksskyting til blomstring BBCH 51-65 (22.06-12.07): Insektsprøyting
- Full skyting til full blomstring BBCH 59 – 65 (26.06-12.07): Soppsprøyting
- Fra 5 dg. etter gulmodning (ca. 30 % vann i kornet) BBCH 89-92 (01.08-08.08): Ugrasssprøyting
- Høst, etter tresking (august): Ugrasssprøyting
- Høst etter såing (september): Ugras- og soppsprøyting

*Når i løpet av sesongen et bestemt BBCH nivå inntreffer varierer med klimasone og vil dermed også variere mellom fellelokalitetene fra sør til nord. Datoene vi har antydnet her er fra korndyrkningsområder rundt Mjøsa.

Insektene som ble fanget i Malaisefellene kan dermed ha vært aktive ved sprøyting av alle de ulike plantevernmiddelgruppene i korn og være påvirket både av direkte sprøyting, avdrift fra sprøyting og rester på planter, på jord og i vann i miljøet der de oppholder seg. Ved akutt effekt fra et plantevernmiddel vil imidlertid disse insektene ikke fanges opp av fellene. Dette fordi de da vil dø nær eksponeringskilden og ikke nå fram til en felle som står i semi-naturlig mark uten direkte eksponering for plantevernmidler.

Hvilke insektgrupper som Malaisefeller fanger vil også være avgjørende for hva vi finner av plantevernmidler i væsken fra Malaisefellene. Dersom det er insekter som er gode flyvere og opptrer i selve kulturen eller i kantvegetasjonen til en jord- eller hagebrukskultur vil de lettere kunne få på seg plantevernmidler og deretter fly til en Malaisefelle i nærheten. Malaisefeller er kjent for spesielt å fange fluer (Diptera) og veps (Hymenoptera) men kan også fange mange andre flyvende insekter (Karlsson mfl. 2020). Dette ser man også i Malaisefellene fra den nasjonale insektovervåkingen (Åström mfl. 2022).

5 Anbefaling om kartlegging/overvåking av påvirkning fra miljøgifter på insekter

Den igangsatte nasjonale insektovervåkingen er et viktig skritt for å vite mer om status for insektene i Norge. Det er også viktig at dette er lagt opp som et langsiktig prosjekt der man har en rullering på undersøkte lokaliteter, og at man har et system for å vende tilbake til de tidligere undersøkte lokalitetene etter noen år. På lang sikt kan man dermed få mer kunnskap om artsmangfoldet av insekter i Norge. Det vil trolig også bli mulig å fange opp eventuelle trender i enkeltarter og artssamfunn. I og med at insektovervåkingen har til hensikt å påvise de viktigste påvirkningsfaktorene for en eventuell nedgang i forekomst og diversitet av insekter i Norge er det viktig at det utvikles hypoteser for hvilke faktorer som en mener kan være viktigst (f.eks. habitatfragmentering/nedbygging av habitat, bruk av plantevernmidler og kunstig lys). Dette bør følges av en kritisk gjennomgang av hvordan insektfellene bør plasseres med basis i dette. Overvåkingen slik den er lagt opp pr i dag synes ikke ta hensyn til påvirkning fra plantevernmidler i tilstrekkelig grad ved lokalisering av fellene. En rekke påvirkningsfaktorer kan være viktige for insekter også under norske forhold som nevnt i kap. 1.2. Det kan imidlertid være utfordrende å sette påvirkningsfaktorene og trendene i insektpopulasjonene over tid i en tydelig sammenheng for å finne de viktigste driverne. Vi anser det derfor som viktig at strategien for innsamling av data i enda større grad bør legges til rette for å undersøke påvirkningen fra disse potensielle driverne. Dette er også interessant i en internasjonal sammenheng for å belyse status og endringer av insektpopulasjoner i et nordisk klima hvor det forventes større endringer, særlig relatert til økning i temperatur. Det vil også bidra til å møte kunnskapsbehov fremhevet i Regjeringens tiltaksplan for ville pollinerende insekter (Departementene, 2021).

Undersøkelser i jordbrukslandskapet og omkringliggende semi-naturlige og naturlige områder kan bidra til å belyse negative effekter av plantevernmidler. Plassering av insektfeller og hvilke typer feller eller andre innsamlingsmetoder som benyttes i studiene vil være avgjørende for hvor godt spørsmål knyttet til slike uønskede effekter kan besvares. I denne sammenhengen er det også interessant å etablere mer kunnskap spesifikt for nordiske forhold der jordbruksarealene utgjør en relativt mindre andel enn andre areal typer som skog og bebyggt areal, sammenlignet med mange andre europeiske land.

NINA har i flere av sine rapporter formidlet utfordringer ved at overvåkingen skal knyttes nært opp til semi-naturlig eng. Blant annet skriver Åström mfl. (2020b, side 3): «Vi anbefaler en bredere overvåking i jordbrukslandskapet generelt, heller enn å prøve å begrense seg til en relativt sjelden habitattype, som for eksempel semi-naturlig eng, slik den er definert i Natur i Norge». De påpeker også at det fortsatt er usikkert hvordan denne habitat-typen skal operasjonaliseres og om mer intensivt drevne arealer skal inkluderes, og anbefaler en overvåking som gjenspeiler en større variasjon i driftsformer. I rapporten som oppsummerer feltsesongen 2020 (Åström mfl. 2020b, side 13) understrekes det at «Et fokus på semi-naturlige enger risikerer gå glipp av de store pågående forandringene ved å snevre seg inn på en liten mengde frimerker av gjenstående tradisjonell hevd».

Generelt viser resultatene fra overvåkingens to første år, at man finner flere arter i feller fra semi-naturlig mark enn i feller fra skog. Videre indikerer de innsamlede resultatene så langt at lys, temperatur og luftfuktighet er viktige påvirkningsfaktorer. NINA har også gjennomført analyser av forekomst og romlig fordeling av ulike areal typer i landskapet rundt fellene, blant annet andel fulldyrka mark og lineære elementer (åkerdeler, bekke- og veikanter, kantsoner mv.). Når det gjelder analyser for å forklare variasjonen i insektbiomasse i semi-naturlige lokaliteter konkluderes det med at det trolig mangler noen viktige forklaringsvariabler (Åström mfl. 2022, side 86), selv om en stor del av variasjonen forklares.

NINA viser bl.a. til undersøkelser fra Sverige i sine vurderinger av plantevernmidler som aktuelle forklaringsfaktorer. De påpeker at de forventer at bruken av pesticider er lavere i Norge enn i mange andre land, bl.a. som følge av lavere forekomst av skadedyr i landbruket og en streng praksis for godkjenning av plantevernmidler. De understreker likevel at man bør regne med at plantevernmidler vil være en faktor av betydning for forekomst og biodiversitet av norsk insektfauna.

Generelt anbefaler de at det samles inn så detaljerte data som mulig om bruk av plantevernmidler i skog- jord- og hagebruket i landskapet rundt fellene for å kunne knytte dette til mengden av insekter i fellene samt artssammensetningen. Når det gjelder funn av plantevernmidler i insektene eller i fellene påpekes noen metodiske utfordringer som må tas hensyn til. Blant annet risikerer man en "overlevels-bias" ved at sprøytemidler som påvirker insekter vil redusere mengden insekter som fanges i fellene, noe som også er omtalt i kap. 2.7 og kap. 4 i denne rapporten.

5.1 Anbefaling om utvalg av flater og felleplassering for å kunne si noe om effekt av plantevernmidler

Hvor i landskapet flater og insektfeller bør plasseres må alltid vurderes med henblikk på den konkrete problemstillingen og hva som er målet med undersøkelsen. Den pågående insektovervåking er etablert med det overordnede formålet å registrere status og utvikling i antall og diversitet av insektarter i Norge over tid. En slik undersøkelse stiller noen andre krav til plasseringen av flater og feller enn om målet er å undersøke sentrale påvirkningsfaktorer.

Generelt bør overvåkingsflatene dekke alle landsdeler for å ta hensyn til geografiske gradienter knyttet til biogeografiske faktorer (artssammensetning, vegetasjon), klimatiske faktorer (temperatur, nedbør) og daglengde. Dagens overvåkingsprogram er lagt opp slik at feller plasseres først og fremst i semi-naturlig mark (Trøndelag, Østlandet, Sørlandet) og skog (kun Østlandet foreløpig). Programmet skal gradvis utvides med flere flater i begge økosystemer over hele landet.

Ideelt sett bør overvåkingen i jordbrukslandskapet ha som mål å dekke flere arealtyper enn semi-naturlig mark. Jordbrukslandskapet i Norge er sammensatt, og målet bør være å kunne gi kunnskap om de forskjellige leveområdene i forhold til hverandre, samt fange opp flere driftsformer. Dette støttes som nevnt også av Åström mfl. (2020b). Generelt anbefales det å fordele flater ved bruk av statistiske samplingmetoder for å sikre at flatene danner et representativt utvalg. Et stratifisert tilfeldig utvalg er en av de vanligste metodene for å sikre at flater plasseres tilfeldig, samtidig som det tas hensyn til at noen arealtyper er mer vanlige enn andre. En slik utvalgsmetodikk vil for eksempel sørge for at også sjeldne arealtyper fanges opp i utvalget. Tilfeldige utvalg kan også ta utgangspunkt i eksisterende rutenett fra SSB, slik det ble gjort i dagens overvåkingsprogram.

Den internasjonale forskningslitteraturen peker spesielt på jordbruket som en av de største driverne for den globale insektnedgangen. En plassering av feller kun i skog og semi-naturlig mark, som det er lagt opp til i dag, anser vi derfor ikke som optimalt for å kunne fange opp påvirkningsfaktorer knyttet til jordbruket. Vi anbefaler derfor å plassere flere overvåkingsflater også på eller i nærheten av intensivt drevne jordbruksarealer. For å kunne vurdere effekten av plantevernmidler spesielt, vil det i tillegg være nødvendig at flateutvalget inkluderer et representativt utvalg av feller i nærheten av produksjonsformer der vi forventer relativt høyere innsats av plantevernmidler som antas å påvirke insekter. Disse vil da kunne sammenlignes med kontrolldata fra mindre berørte arealer. Vi må også ha kjennskap til om det er gårdsbruk i områdene som driver helt uten bruk av plantevernmidler.

En analyse av hvordan ulike faktorer påvirker resultatene fra insektovervåkingen krever at det registreres en rekke miljøvariabler ved siden av selve insektregistreringene. Slike variabler vil kunne brukes som forklaringsvariabel i multivariate analyser for å oppdage statistiske sammenhenger mellom variablene og insektdataene. I dagens insektovervåking registreres allerede variabler knyttet til klima og værforhold, naturtyper etter NiN, antall karplanter og dekningsgrad (hentet fra ANO),

trevegetasjon (treslag, høyde, diameter, alder) og areal typer i AR5 (lineære elementer, romlig komposisjon og skogsbonitet).

For å kunne vurdere påvirkninger fra jordbruket, er det nødvendig å inkludere flere forklaringsvariabler som er knyttet til jordbruksdriften slik også NINA påpeker. Dagens opplegg for insektovervåkingen bruker ikke noe informasjon om jordbruksdrift på arealene. Det anbefales å ta i bruk data fra produksjonstilskudd for å få en god oversikt over driftsformer i området, samtidig som det gir et godt grunnlag for valg av flater og felleplassering. Det bør i tillegg samles inn mer detaljert informasjon om sprøytepraksis i området for å få kunnskap om hvilke sprøytemidler og i hvilke mengder som er brukt under overvåkingsperioden. Detaljerte data om dette vil pr i dag kreve innhenting av slik informasjon direkte fra brukerne, da det ikke foreligger (krav om) sentrale registre for dette.

Det er godt dokumentert at et variert og heterogent landskap står i en positiv sammenheng med insektmangfoldet (Kapfer mfl. 2022, Fjellstad mfl. 2022, Senapathi mfl. 2017, Coutinho mfl. 2021). Som også Elven og Bjureke (2019) understreker, bør overvåking av insekter derfor alltid skje ut fra et større landskapsperspektiv, ikke isolerte enkeltarealer. Det er anbefalt å inkludere ulike aspekter knyttet til landskapets utforming som forklaringsvariabler (f.eks. heterogenitet, kantlengder, jordstykke størrelser, fragmenteringsgrad, terrengvariasjoner). Landskapsstrukturen er også en relevant faktor i forbindelse med forekomst av plantevernmidler og det kan være interessant å undersøke samspillet mellom disse faktorene noe mer i framtiden. Forskning viser blant annet at et variert jordbrukslandskap med et mangfold av ulike typer produksjoner fremmer forekomsten av nytteinsekter (Chaplin-Kramer mfl. 2011, Rusch mfl. 2016) og dermed kan redusere behovet for bruk av kjemiske plantevernmidler (Nicholson & Williams 2021). AR5 er et lett tilgjengelig heldekkende kart over arealressursene i Norge som ofte brukes for å beskrive landskapet, blant annet også i det aktuelle overvåkingsprogrammet. Med kun 11 areal typer kan AR5 imidlertid ikke ansees som et optimalt grunnlag for å kunne vurdere landskapsstrukturen da det i liten grad gjenspeiler den faktiske variasjonen i landskapet. Det er også et spørsmål om hvorvidt AR5 har en romlig oppløsning tilpasset det som er relevant for insektene man studerer. AR5 benyttes ofte av budsjettmessige hensyn siden det er det eneste heldekkende kartgrunnlaget over areal typer i Norge per i dag. Det er imidlertid viktig å være bevisst på begrensningene datasettet har når det brukes som analysegrunnlag. Siden insektovervåkingen er lagt opp som en utvalgsundersøkelse med begrenset omfang, bør det vurderes om det er mulig å gjennomføre en mer detaljert kartlegging av landskapet rundt fellene basert på flybildetolkning. Dette vil i så fall gi mer nøyaktige resultater for å kunne vurdere landskapets betydning for insektmangfoldet.

Det bør også vurderes om insektfeller innenfor flatene kan plasseres langs en gradient som følger bruksintensiteten, dvs. fra et intensivt drevet jordbruksareal til et mer ekstensiv drevet areal (eller et upåvirket naturområde). Et slikt opplegg har den fordel at mange miljøvariabler som klima, værforhold og det potensielle artsutvalget (*species pool*) er relativt like for alle fellene langs gradienten slik at faktorer knyttet til bruksintensitet muligens kan forklare en større andel av variasjonen. Det kan også være fornuftig å velge ulike plantekulturer, både kulturer der man bruker relativt mange forskjellige plantevernmidler inkludert skadedyrmidler, og kulturer der man bruker færre typer plantevernmidler, jf. utdrag av SSBs bruksstatistikk presentert i kap 1.3. Siden bruken av plantevernmidler også kan variere innen samme plantekultur mellom regioner og år (pga. værmessige forhold, fare for angrep ifølge varslingsmodeller m.m.), så bør man gjenta innsamlingen over flere år.

5.2 Innsamlingsmetodikk for insekter

I forhold til innsamlingsmetodikken (Malaisefeller og vindusfeller) som allerede brukes i insektovervåkingen så bør man etter vår mening benytte begge metoder for alle typer lokaliteter for å fange opp et større spekter av insekter. Vindusfeller kan være særlig effektive til å fange mange flyvende insekter som bier og en del biller som i mindre grad fanges opp av Malaisefeller. En del av

disse insektene kan også være vanlige i plantekulturer der plantevernmidler brukes. En større sannsynlighet for å fange disse kan derfor være nyttig om målet er å samle inn insekter for å se på insekters opptak av plantevernmidler.

Gradienttilnærmingen, som er foreslått i kap. 5.1, bør etter vår mening også helst bruke flere innsamlingsmetoder for å fange opp ulike insekter og andre virvelløse dyr. Dette for å fange insekter som i større grad opptre i jordbrukskulturer, men også for å kunne se på både insekter på bakken og flyvende insekter. Man bør videre skille mellom insekter som flyr over lengre avstander, og som i perioder i sesongen kan bruke for eksempel blomstrende jordbrukskulturer som matkilder, og insekter som beveger seg over kortere avstander. Det er bl.a. vist at humler, avhengig av art, flyr mellom flere hundre meter og opp til 1500 m for å komme seg til nektarressurser i et område (Dramstad 1996, Osborne mfl. 2008). For de solitære biene viser studier at noen arter flyr opp til 600 meter mellom blomsterrike habitater (Gathmann & Tschardt 2002), mens større biearter kan bevege seg opp til 1400 m (Zurbuchen mfl. 2010). Det kan tenkes at effektene av opptak av plantevernmidler kan ha større rekkevidder for insekter som beveger seg over lengre avstander. Dette tilsier også at det kan være fornuftig å bruke større radier enn 1000 m som ble brukt i dette studiet, eller at man kan se på flere romlige skalaer for å finne ut mer om hvilken skala som forklarer mest (Brühl mfl. 2021).

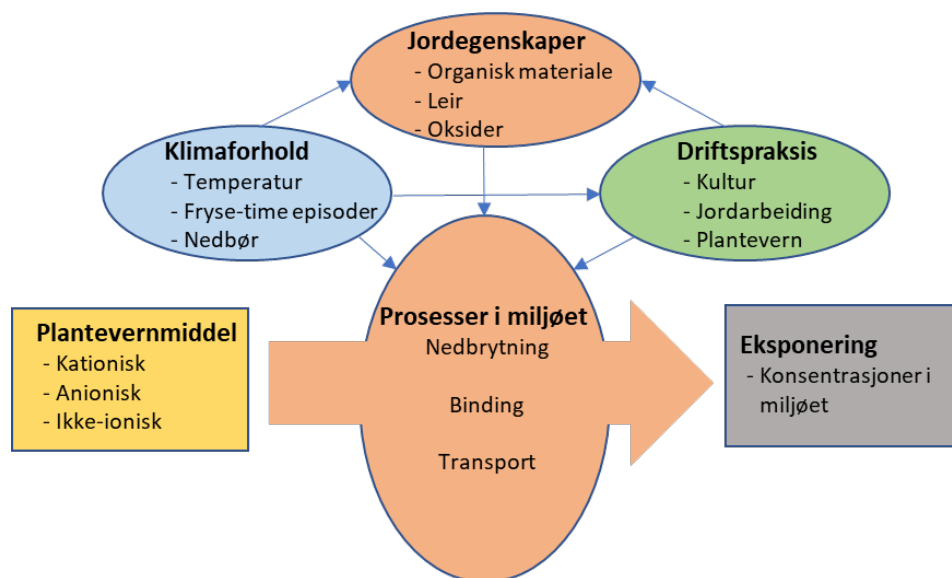
5.3 Prøvetakings-/analysemetodikk for plantevernmidler/miljøgifter

Felleinnsamling av selve insektene for en kjemisk analyse av påvirkningsfaktorer er beheftet med en svært stor grad av usikkerhet, som er gjennomgått tidligere i rapporten med fokus på hvilke insekter som fanges opp av fellene og ikke. I denne undersøkelsen kunne vi påvise soppmidler/ biocider som dreper sopp i væsken fra Malaisefellene ved alle fellelokalitetene, mens det er uklart om fravær av funn av ugrasmidler og insektmidler skyldes at disse ikke er brukt i området nær fellene i perioden eller har andre årsaker. Videre er resultatene kvalitative (tilsvarer ikke den faktiske konsentrasjonen insektene er utsatt for) og kan kun benyttes som en indikasjon på eksponering som ikke fører til akutte effekter og død. Analyser av selve insektene ville kunne gi mer kvantitative resultater, men dette er svært utfordrende analytisk. Videre vil insekter samlet inn i den samme fellen bli liggende samlet i en etanol-løsningen og dermed kontaminere hverandre med plantevernmidler de har samlet opp under sin flukt til fella. Det blir dermed vanskelig å relatere slike funn direkte til hvilke insektarter som er påvirket av hvilke plantevernmidler og i hvilke konsentrasjoner. Dersom en skulle unngått dette måtte en samle opp ett og ett insekt, plassere disse individuelt i oppsamlingsglass og deretter analysere ett og ett insekt for plantevernmidler.

For å få et bilde av hvordan plantevernmidler i miljøet (på planter eller i jord) kan påvirke insektene kan man også vurdere andre metoder for prøvetaking (f.eks. Humann-Guillemot mfl. 2019) enn de som er nevnt over. Prøver av plantevernmidler på planter i områdene i nærheten av fellene kan være en tilnærming. Da bør en forutsetning være at insektfellene plasseres på, eller i nærheten av intensivt drevne jordbruksarealer der det brukes plantevernmidler (se 5.1.). Plantene det tas prøver fra bør ligge i området der fellene er plassert i en ca. 1000 m radius (se 5.2.). En bør først og fremst velge kulturplanter og planter fra kantsonene til de dyrkede områdene. Selv om de fleste insekter (både skade- og nyttedyr) er avhengig av pollen og nektar som voksne (imago) vil det være viktig å ta hensyn til at plantekulturen og plantevernmidlene som brukes i den vil påvirke de ulike insektartene i felleområdet avhengig av om plantekulturen er en insektpollinerende kultur (f.eks. frukt, bær, rabs/rybs) eller en plantekultur som ikke krever pollinering (f.eks. korn, potet og kål). Jordprøver vil kunne gi en indikasjon på hvilke konsentrasjoner som jordlevende insekter utsettes for, og det er et stadig økende datagrunnlag som dokumenterer forekomst av plantevernmidler og andre forurensninger i jord (bl.a. Silva mfl. 2019). Videre kan (passive) luftprøvetakere være en viktig indikator på hvilke konsentrasjonsnivåer som flyvende insekter utsettes for, da spesielt med tanke på avdrift ved sprøyting av plantevernmidler, langtransportert forurensning og forekomst av flyktige

forurensninger. Prøvetakingen bør da generelt gjøres langs en gradient fra forventet /antatt påvirkningsfaktor.

Som nevnt i kap. 5.1 vil innhenting av informasjon om bruk av plantevernmidler være et viktig datagrunnlag for å vurdere hvilke areal som kan ha en forventet/forhøyet risiko for påvirkning fra plantevernmidler. Det er et komplekst samspill mellom naturgitte faktorer som jordegenskaper og værforhold, driftspraksis, plantevernmidlets fysiokjemiske egenskaper og prosesser i miljøet som påvirker plantevernmidlets skjebne og spredningspotensiale (Figur 14). Dette begrenser muligheten for å si noe sikkert om påvirkningen av insekter ut fra en gitt brukspraksis uten å måle faktisk forekommende miljøkonsentrasjoner og/eller konsentrasjonsnivåer i selve insektene. Det løpende nasjonale overvåkingsprogrammet for miljøeffekter av jordbrukspraksis, Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA), inkluderer innsamling av informasjon om plantevernmiddelbruk samt vannføringsproporsjonal vannprøvetaking med målinger av plantevernmidler i bekkevann i et utvalg intensivt drevne jordbruksområder (Bechmann mfl. 2021). Overvåking av effekter på insekter inngår ikke i dette programmet. Det er et relativt beskjedent omfang av områder inkludert i JOVA-overvåkingen pga. en måleintensiv og kostnadskrevende tilnærningsmetode og en prøvetaking av insekter i disse feltene vil kun ha utsagnskraft om potensiell eksponering i områder med intensiv drift. Et nasjonalt jordovervåkingsprogram for jordbruksjord er under etablering under ledelse fra NIBIO og det anbefalte omfanget av dette programmet (Svendgård-Stokke mfl. 2021) kan gjøre det til et godt utgangspunkt for synergier med en insektprøvetaking, dersom jordprøver vurderes som et aktuelt og gjennomførbart supplement.



Figur 14. Eksponering i miljøet og faktorer som påvirker transport, binding og nedbrytning av plantevernmidler (F. Bøe, NIBIO, tilpasset etter O.M. Eklo, NIBIO/NMBU (upubl.))

6 Oppsummering og konklusjon

Miljødirektoratet har i dette oppdraget gitt NIBIO i oppgave å utføre følgende med referanse til den nasjonale insektovervåkingen: 1) Gjøre et utvalg av flater egnet til å belyse eventuelle utfordringer knyttet til miljøgifter/plantevernmidler som en sentral påvirkningsfaktor, 2) Analysere for plantevernmidler/ miljøgifter i væskeprøver fra Malaisefellene på disse flatene, 3) Vurdere påvirkning fra disse plantevernmidlene/ miljøgiftene på relevante artsgrupper av insekter, og 4) Anbefale hvordan en kartlegging/overvåking som skal belyse hvordan plantevernmidler/ miljøgifter påvirker insektforekomst bør utformes. Dette arbeidet er kort oppsummert i det følgende.

1) Valg av flater

Malaisefellene vi valgte å ta prøver fra sto i semi-naturlig eng som primært var omgitt av kornproduksjon med innslag av olje- og proteinvekster (bønner og erter). For å kunne treffe et best mulig egnet utvalg av flater til analyse av plantevernmidler fra Malaisefellene gjorde vi en geografisk analyse av tilgjengelige datakilder. Kun flater der det ble gjennomført en insektinnsamling i 2022 ble vurdert. Både arealdata og data om jordbruksproduksjon ble registrert innenfor en sirkel med en radius på 1000 meter der hver felleplassering var satt som senterpunkt. Kriteriene som ble brukt for å velge ut flater var:

- A. Areal fulldyrka mark. Stort areal med fulldyrket mark ble vurdert som positivt på grunn av antatt høyere sannsynlighet for å finne plantevernmidler.
- B. Forventet bruk av plantevernmidler. Arealer med data fra produksjonstilskudd som viste produksjoner med forventet (høy) bruk av plantevernmidler ble vurdert som positivt på grunn av antatt høyere sannsynlighet for å finne plantevernmidler.
- C. Terrengform rundt fellene for å vurdere tilsig av plantevernmidler transportert med vannet.
- D. Valg av flater fra alle de tre geografiske områdene (Trøndelag, Sørlandet, Østlandet).

2) Analyse av plantevernmidler/ miljøgifter fra væsken i valgte Malaisefeller

Resultatene våre viste funn av soppmidler/ biocider som dreper sopp i væsken fra Malaisefellene ved alle fellelokalitetene. Dette antyder at det i alle fall for soppmidler, er mulig å bruke denne metodikken for å påvise miljøkonsentrasjoner. For ugrasmidler og insektmidler er det imidlertid mer usikkert om analyse av væsken fra Malaisefellene er en egnet metode for å finne disse. Resultater fra en tilsvarende studie gjennomført i Tyskland (Brühl mfl. 2021) viser funn av alle grupper av plantevernmidler med tilsvarende metodikk. Våre resultater indikerer imidlertid at metoden kun fanger opp et utvalg av de midlene som har vært i bruk som plantevernmidler. Det bør derfor undersøkes nærmere rundt faktisk bruk av plantevernmidler (type middel og sprøytetidspunkt) på områdene rundt våre utvalgte fellelokaliteter, for å få et bedre bilde av potensiell eksponering. Som vist i kap. 2.2 forventes det at insektene som fanges i disse fellene i hovedsak er eksponert for plantevernmidler benyttet i eng- og grovfôrproduksjon, korn, oljevekster o.l., og at det er svært lite innslag av kulturer som frukt, bær, grønnsaker og potet. Hvorfor det kun ble funnet soppmidler kan også ha noe med når på sesongen prøvene var tatt ut (juni-oktober 2022). Dette synes imidlertid ikke sannsynlig her da det ser ut til at alle gruppene midler (ugrasmidler, soppmidler og insektmidler) potensielt kan ha vært benyttet gjennom store deler av denne perioden. Hvilke midler som brukes og når vil imidlertid være avhengig av værforhold og forekomst av skadegjørere det aktuelle året.

For å få et bedre bilde av metodikkens egnethet burde det utføres et metodestudium hvor en sammenlikner funn av plantevernmidler i insekter samlet med håv fra de samme lokalitetene og i det samme tidsrommet som innsamling og analyser ved bruk av Malaisefeller. Videre vil supplerende undersøkelser av bl.a. konsentrasjoner av plantevernmidler fra planter og i jord og ved hjelp av

(passive) prøvetakere for luft kunne gi et bredere bilde av påvirkningsfaktorene og dermed bidra til å forklare/bekrefte påviste konsentrasjoner i selve insektfellene/insektene.

3) Påvirkning fra plantevernmidler/ miljøgifter på relevante artsgrupper av insekter

Det ble gjennomført en enkel vurdering av i hvor stor grad insekter samlet fra semi-naturlig mark kan ha vært eksponert for plantevernmidler fra landbruket eller annen virksomhet basert på påviste konsentrasjoner av plantevernmidler i innsamlet prøvemateriale fra insektfeller. Målte konsentrasjoner i væsken fra insektfellene er vurdert i forhold til ingen-effektkonsentrasjoner for relevante insektgrupper, som er etablert gjennom godkjenningprosessen for de aktuelle plantevernmidlene og er tilgjengelige gjennom offentlige databaser (EU pesticides database; Lewis mfl. 2016). Det var imidlertid for mange usikkerhetsfaktorer og potensielle feilkilder til å kunne gi noen konkret vurdering av risiko for effekter ut fra de målte konsentrasjonsnivåene. Som konkludert også av Brühl mfl. (2021) gir slike undersøkelser kun kvalitative resultater og sier noe om hvilke stoffer insektene har vært eksponert for, men ikke hvilke konsentrasjonsnivåer. Det må imidlertid, som nevnt i pkt. 2), undersøkes nærmere om analyser av etanol fra Malaisefeller gir et godt nok bilde av bredden av plantevernmidler som insektene faktisk eksponeres for.

En sammenlikning av funn av plantevernmidler opp mot funn av insektarter/ insektgrupper funnet i fellene har ikke vært mulig fordi resultatene fra NINAs miljø-DNA analyser ikke forelå når denne rapporten ferdigstilles. Insektene som ble fanget i Malaisefellene kan være påvirket både av direkte sprøyting, avdrift fra sprøyting og rester på planter, på jord og i vann i miljøet der de oppholder seg. Ved akutt effekt fra et plantevernmiddel vil imidlertid disse insektene ikke fanges opp av fellene fordi de da ikke ville greie å fly dit. Hvilke insektgrupper som Malaisefeller fanger vil også være avgjørende for hva vi finner av plantevernmidler i væska fra Malaisefellene. Dersom det er insekter som er gode flyvere og opptrer i selve kulturen eller i kantvegetasjonen til en jord- eller hagebrukskultur vil de lettere kunne få på seg plantevernmidler og deretter fly til en Malaisefelle i nærheten. Malaisefeller er kjent for spesielt å fange fluer (Diptera) og veps (Hymenoptera), men kan også fange mange andre flyvende insekter.

4) Utforming av en overvåking som skal belyse hvordan plantevernmidler påvirker insektforekomst (og diversitet)

Den internasjonale forskningslitteraturen peker spesielt på jordbruket som en av de viktigste driverne for den globale insektnedgangen. En plassering av feller kun i skog og semi-naturlig mark, som det er lagt opp til i den nasjonale insektovervåkingen i dag, anser vi derfor ikke som optimalt for å kunne fange opp påvirkningsfaktorer knyttet til jordbruket. Vi anbefaler å plassere flere overvåkingsflater også på eller i nærheten av intensivt drevne jordbruksarealer. For å kunne vurdere effekten av plantevernmidler spesielt vil det i tillegg være nødvendig at flateutvalget inkluderer et representativt utvalg av feller i nærheten av produksjonsformer der vi forventer relativt høyere innsats av plantevernmidler som kan sammenlignes med kontrolldata fra mindre berørte arealer.

Litteraturreferanser

- Bechmann, M., Stenrød, M., Kværnø, S., Eggestad, H.O. (2021). Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt-Sammendragsrapport fra Program for jord-og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992–2019. NIBIO rapport 7 (135).
- Brandt, A., Gorenflo, A., Siede, R., Meixner, M., Büchler, R. (2016). The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 86:40-47.
- Brühl, C. A., Bakanov, N., Köthe, S., Eichler, L., Sorg, M., Hörren, T., Mühlethaler, R., Meinel, G., Lehmann, G. U. C. (2021). Direct pesticide exposure of insects in nature conservation areas in Germany. *Scientific Reports* 11:24144
- Burner, R.C., Selås, V., Kobro, S. et al. (2021). Moth species richness and diversity decline in a 30-year time series in Norway, irrespective of species' latitudinal range extent and habitat. *J Insect Conserv* 25, 887–896. <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00353-4>
- Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, E., Blitzer, E.J., Kremen, C. (2011). A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecological Letters* 14. Doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x
- Cook, S.C. (2019). Compound and Dose-Dependent Effects of Two Neonicotinoid Pesticides on Honey Bee (*Apis mellifera*) Metabolic Physiology. *Insects*.
- Coutinho, J.G.E., Hipólito, J., Santos, R.L.S., Moreira, E.F., Boscolo, D., Viana, B.F. (2021). Landscape Structure Is a Major Driver of Bee Functional Diversity in Crops. *Front. Ecol. Evol.* 9:624835. doi: 10.3389/fevo.2021.624835
- Cullen, M.G., Thompson, L.J., Carolan, J.C., Stout, J.C., Stanley, D.A. (2019). Fungicides, herbicides and bees: A systematic review of existing research and methods. *PLoS ONE* 14:e0225743.
- Departementa (2018). Nasjonal pollinatorstrategi. Ein strategi for levedyktige bestandar av villbier og andre pollinerande insekter. (<https://www.regjeringen.no/contentassets/3e16b8410e704d54af40bcb3e687fb4e/nasjonal-strategi-for-villbier.pdf>)
- Departementene (2021). Tiltaksplan for pollinerende insekter 2021-2028. Hentet fra *Nasjonal pollinatorstrategi* . <https://www.regjeringen.no/contentassets/5797b01a43fa4cdd8b220afb3df68791/212216-kld-tiltaksplan-web.pdf>, ISBN PDF 978-82-457-0528-7)
- Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B., Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345, 401–406.
- Dramstad, W. (1996). Do bumblebees (hymenoptera: apidae) really forage close to their nests? *Journal of Insect Behavior* 9(2). Doi: 10.1007/BF02213863
- de Jong, F.M.W., Bakker, F.M., Brown, K., Jilesen, C.J.T.J., Posthuma-Doodeman, C.J.A.M., Smit, C.E., van der Steen, J.J.M., van Eekelen, G.M.A. (2010). Guidance for summarising and evaluating field studies with non-target arthropods : A guidance document of the Dutch Platform for the Assessment of Higher Tier Studies. RIVM rapport 601712006. (<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601712006.html>)
- EFSA PPR Panel (EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues) (2015). Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for non-target arthropods. *EFSA Journal* 2015;13(2):3996, 212 pp. doi:10.2903/j.efsa.2015.3996

- Eggen, T., Odenmark, S-R (2012). Opptak og translokering av insektmidlet imidacloprid i kulturplanter –eksponering av bier. Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 169. ISBN 978-82-17-01021-0
- Ellis, C., Park, K.J., Whitehorn, P., David, A., Goulson, D. (2017). The Neonicotinoid Insecticide Thiacloprid Impacts upon Bumblebee Colony Development under Field Conditions. *Environmental Science & Technology* 51:1727-1732.
- Elven, H. Bjureke, K. (2018). Pollinatorvennlig skjøtsel av slåttemark og naturbeitemark. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Rapport nr. 77, 80 s.
- Ewald, J.A., Wheatley, C.J., Aebischer, N.J., Moreby, S.J., Duffield, S.J., Crick, H.Q.P., Morecroft, M.B. (2015). Influences of extreme weather, climate and pesticide use on invertebrates in cereal fields over 42 years. *Global Change Biology* 21(11). <https://doi.org/10.1111/gcb.13026>
- Fjellstad, F., Dramstad, W., Pedersen, C. (2022). Pollinatorer i jordbrukslandskapet. NIBIO-POP 8(5). <https://hdl.handle.net/11250/2981892>
- Forister, M.L., Cousens, B., Harrison, J.G., Anderson, K., Thorne, J.H., Waetjen, D., Nice, C.C., De Parsia, M., Hladik, M.L., Meese, R., van Vliet, H., Shapiro, A.M. (2016). Increasing neonicotinoid use and the declining butterfly fauna of lowland California. *Biol. Lett.* 12, 20160475.
- Gathmann, A., Tscharntke, T. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71(5). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2002.00641.x>
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12, e0185809 (2017).
- Henry, M., Béguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J.-F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S., Decourtye, A. (2012). A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science* 336:348-350.
- Humann-Guillemot, S., Binkowski, L.J., Jenni, L., Hilke, G., Glauser, G., Helfenstein, F. (2019). A nation-wide survey of neonicotinoid insecticides in agricultural land with implications for agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology* 56:1502–1514. DOI: 10.1111/1365-2664.13392
- Karlsson, D., Hartop, E., Forshage, M., Jaschhof, M., Ronquist, F. (2020). The Swedish Malaise Trap Project: A 15 Year Retrospective on a Countrywide Insect Inventory. *Biodivers Data J* 8:e47255.
- Kapfer, J., Pedersen, C., Sickel, H., Stokstad, G., Dramstad, W. (2022). Hva er gode landskap for pollinerende insekter? Og kan vi overvåke dem? NIBIO Rapport Nr. 65. <https://hdl.handle.net/11250/2993091>
- Kolano, P.J., Borgå, K., Nielsen, A. (2021). Temperature sensitive effects of the neonicotinoid clothianidin on bumblebee (*Bombus terrestris*) foraging behaviour. *Journal of Pollination Ecology* 28:138-152.
- Landbruks- og matdepartementet (2021). Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2021– 2025). Tilgjengelig på: https://www.regjeringen.no/contentassets/acfba3c3a1c348869b766842ed06c801/m-0761-b_pdf-ts.pdf
- Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D., Green, A. (2016) An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242

- Lundin, O., Rundlöf, M., Jonsson, M., Bommarco, R., Williams, N.M. (2021). Integrated pest and pollinator management – expanding the concept. *Frontiers in Ecology and the Environment*. <https://doi.org/10.1002/fee.2325>
- Milford, A.B., Børve, J., Hatteland, B.A., Stenrød, M., Veggeland, F., Veidal, A., Brodal, G. (2021) Verdisetting av reguleringen av plantehelse fra et miljømessig, økonomisk og sosialt perspektiv. NIBIO Rapport, Vol. 7
- Montgomery, G.A., Belitz, M.W., Guralnick, R.P., Tingley, M.W. (2021). Standards and Best Practices for Monitoring and Benchmarking Insects. *Front. Ecol. Evol.* 8:579193. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579193>
- Nakanishi, K., Yokomizo, H., Hayashi, T.I. (2018). Were the sharp declines of dragonfly populations in the 1990s in Japan caused by fipronil and imidacloprid? An analysis of Hill's causality for the case of *Sympetrum frequens*. *Environmental Science and Pollution Research* 25:35352-35364. Doi: 10.1007/s11356-018-3440-x
- Nicholson, C.C., Williams, N.M. (2021). Cropland heterogeneity drives frequency and intensity of pesticide use. *Environmental Research Letters* 16 (7). Doi: 10.1088/1748-9326/ac0a12
- Osborne, J.L., Martin, A.P., Carreck, N.L., Swain, J.L., Knight, M.E., Goulson, D., Hale, R.J., Sanderson, R.A. (2008). Bumblebee flight distances in relation to the forage landscape. *Journal of Animal Ecology*, 77: 406-415. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2007.01333.x>
- Outhwaite, C.L., McCann, P., Newbold, T. (2022). Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature* 605, 97–102. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>
- Owens, A.C.S., Cochard, P., Durrant, J., Farnworth, B., Perkin, E.K., Seymore, B. (2020). Light pollution is a driver of insect declines. *Biological conservation* 241 (2020) 108259.
- Pisa, L.W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., Bonmatin, J.M., Downs, C.A., Goulson, D., Kreutzweiser, D.P., Krupke, C., Liess, M., McField, M., Morrissey, C.A., Noome, D.A., Settele, J., Simon-Delso, N., Stark, J.D., Van der Sluijs, J.P., Van Dyck, H., Wiemers, M. (2015). Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research* 22:68-102.
- Raimets, R., Karise, R., Mänd, M., Kaart, T., Ponting, S., Song, J., Cresswell, J.E. (2018). Synergistic interactions between a variety of insecticides and an ergosterol biosynthesis inhibitor fungicide in dietary exposures of bumble bees (*Bombus terrestris* L.). *Pest Management Science* 74:541-546.
- Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M.M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., Thies, C., Tschardtke, T., Weisser, W., Winqvist, C., Woltz, M., Bommarco, R. (2016). Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 221. Doi: 10.1016/j.agee.2016.01.039
- Sánchez-Bayo, F., Goulson, D., Pennacchio, F., Nazzi, F., Goka, K., Desneux, N. (2016). Are bee diseases linked to pesticides? — A brief review. *Environment International* 89-90:7-11.
- Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27.
- Schirmel, J., Bundschuh, M., Entling, M.H., Kowarik, I., Buchholz, S. (2016). Impacts of invasive plants on resident animals across ecosystems, taxa, and feeding types: a global assessment. *Glob Change Biol*, 22: 594-603. <https://doi.org/10.1111/gcb.13093>
- Senapathi, D., Goddard, M., Kunin, W., Baldock, K. (2017). Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. *Functional Ecology*, 31, 26-37

- Shi, J., Yang, H., Yu, L., Liao, C., Liu, Y., Jin, M., Yan, W., Wu, X. B. (2020). Sublethal acetamiprid doses negatively affect the lifespans and foraging behaviors of honey bee (*Apis mellifera* L.) workers. *Science of the Total Environment* 738:139924.
- Silva, V., Mol, H.G.J., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C.J., Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. *Science of The Total Environment*, Volume 653, Pages 1532-1545.
- Simon-Delso, N., San Martin, G., Bruneau, E., Minsart, L.-A., Mouret, C., Hautier, L. (2014). Honeybee Colony Disorder in Crop Areas: The Role of Pesticides and Viruses. *PLoS ONE* 9(7): e103073. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103073>
- Stanley, D.A., Garratt, M.P.D., Wickens, J.B., Wickens, V.J., Potts, S.G., Raine, N.E. (2015). Neonicotinoid pesticide exposure impairs crop pollination services provided by bumblebees. *Nature* 528:548.
- Svendgård-Stokke, S., Kolberg, D., Cannell, R.J.S., Lågbu, R., Klakegg, O.M., Ulfeng, H., Nyborg, Å., Bardalen, A., Strand, G.H. (2021). Jordsmonnet vi lever av. Forslag til system for dokumentasjon og rapportering av jordsmonnets tilstand og endring. NIBIO Rapport 7 (14). 76 s.
- Sverdrup, L.E., Bjørge, C., Eklo, O.M., Grung, M., Källqvist, T., Klingen, I., Låg, M., Rivedal, E., Ropstad, E., Øvrebø, S. (2012). Metodedokument for helse- og miljørisikovurderinger Faggruppe plantevernmidler Vitenskapskomiteen for mattrygghet. VKM Report 2012: 11. ISBN: 978-82-8259-066-2
- Van Dijk, T.C., Van Staalduinen, M.A., Van der Sluijs, J.P. (2013). Macro-Invertebrate Decline in Surface Water Polluted with Imidacloprid. *PLoS ONE* 8:e62374.
- Wagner, D.L. (2021). Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS* 118(2). <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151>
- Zurbuchen, A., Landert, L., Kläiber, J., Mueller, A., Hein, S., Dorn, S. (2010). Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143(3). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>
- Aarstad, P., Bjørlo, B. (2019). Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2017. Statistisk Sentralbyrå. Rapport 2019/23. https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/_attachment/394291?_ts=16cb41e4778
- Aarønes, M.R., Paus-Knudsen, J.S., Nielsen, A., Rundberget, J. T., Borgå, K. (2021). Within-Body Distributions and Feeding Effects of the Neonicotinoid Insecticide Clothianidin in Bumblebees (*Bombus terrestris*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 40:2781-2790.
- Åström, J., Birkemoe, Dahle, S., T., Davey, M., Ekrem, T., Endrestøl, A., Fossøy, F., Nystad Handberg, Ø., Hanssen, O., Magnussen, K., Majaneva, M.A.M., Navrud, S., Staverløkk, A., Sverdrup-Thygeson, A., Ødegaard, F. (2020a). Forslag til nasjonal insektovervåking - Erfaringer fra et pilotforsøk samt en nytte-kostnadsanalyse. NINA rapport 1725. Norsk institutt for naturforskning.
- Åström, J., Birkemoe, T., Dahle, S., Davey, M., Ekrem, T., Endrestøl, A., Fossøy, F., Hanssen, O., Laugsand, A., Staverløkk, A., Sverdrup-Thygeson, A., Ødegaard, F. (2022). Insektovervåking på Østlandet og i Trøndelag. Rapport fra feltsesong 2021. NINA Rapport 2070. Norsk institutt for naturforskning.
- Åström, J., Birkemoe, T., Davey, M., Ekrem, T., Fossøy, F., Hanssen, O., Laugsand, A., Sverdrup-Thygeson, A., Ødegaard, F. (2020b). Insektovervåking på Østlandet 2020 – Rapport fra første feltsesong. NINA Rapport 1878. Norsk institutt for naturforskning.

Åström, J., Birkemoe, T., Ekrem, Endrestøl, A., T., Fossøy, F., Sverdrup-Thygeson, A., Ødegaard, F. (2019). Nasjonal overvåking av insekter. Behovsanalyse og forslag til overvåkingsprogram. NINA Rapport 1549. Norsk institutt for naturforskning.

Vedlegg 1

Analyse av pesticider i etanol fra insektsfeller med LC-MS/MS og GC-MS/MS.

Bakgrunn

Undersøkelse om etanol i insektsfellene kan passivt ekstrahere pesticider og brukes til påvisning/overvåkning av pesticider insektene eksponeres for.

Analysene er del av prosjektsamarbeid (53009 Miljøgifter insekter) med NINA (2022)

NB! Det er helt avgjørende for analysen at alt utstyr som er i kontakt med prøven ikke kan inneholde spor av pesticider, og at det ikke er spor av carry-over på instrumentet fra tidligere analyser!

Hensikt

Det skal undersøkes om pesticider kan påvises i etanol i insektsfellene. Det kan antas at påviste pesticider er transportert dit av insekter som har blitt eksponert for sprøytemidler. Kan pesticider påvises kan metoden benyttes til overvåkning av om insekter eksponeres for pesticider. Ekstraktene inneholder relativt lite matriks da insektene er hele og ekstraksjonen er passiv uten risting eller homogenisering.

Utstyr

Som for M93 og M86 (Akkrediterte internmetoder ved Avdeling Pesticid- og Naturstoff-kjemi, Divisjon Bioteknologi og Plantehele, NIBIO)

ANALYSE: LC-MS/MS (M86) -NINA

Ekstraktene fra fellene dampes inn og løses i en blanding av Milli-Q vann og metanol (80:20), og analyseres på LC-MS/MS. Prøvene analyseres sammen med kontrollprøver og kvantifiseres mot standard i matriks og løsningsmiddel. Det analyseres også reagensblanker (RB) for å kontrollere carry-over etc. Det forventes svært lave konsentrasjoner i prøvene.

STANDARDER

Standarder LC-MS/MS (M86)

Følgende mellomstandarder lages fra kontrollprøveløsningen (KPL) til M86

M86 stoffer	Konsentrasjon Br. std (80:20)		Konsentrasjon Mellomstd. i MeOH	
	µg`mL	ng`mL	µg`mL	ng`mL
Std-NINA-2022				
1	0.00002	0.02	0.0002	0.2
2	0.00005	0.05	0.0005	0.5
3	0.0002	0.2	0.002	2
4	0.0005	0.5	0.005	5
5	0.002	2.0	0.02	20
6	0.005	5.0	0.05	50
7	0.02	20.0	0.2	200

Tillaging av bruksstandard:

100 µL mellomstandard (M.std.) blandes i vial med 800 µL Milli-Q vann og 100 µL metanol.

Tillaging føres i skjema: "SK42 "QuPPE-bruksstandarder"

Standard i matriks (M86):

Damp inn 1,00 mL av prøve /ekstrakt (helst uten funn eller miks av flere), og løs opp som tillaging av bruksstandarder.

Husk filtrering (0,2 µm).

Tillaging føres i skjema: "SK42 "QuPPE-bruksstandarder"

Reagensblank (RB)

Bland i prøveglass (vial) 200 µL metanol og 800 µL Milli-Q vann. Rist opp og sett på cap.

Blank NINA-2022-M86

1,00 mL av prøve /ekstrakt (helst uten funn eller miks av flere) som brukae til kontrollprøver (KP-M86-NINA), og standard i matriks, dampes inn og løses i løsning av Milli-Q vann:MeOH (80:20).

Husk filtrering (0,2 µm).

Kontrollprøver M86-NINA

I et glassrør 75x12mm (VWR nr. 212-0013):

Tilsetning av 100 µL mellomstandard til 1,00 mL prøve /ekstrakt (helst uten funn eller miks av flere). Opparbeides som prøve (inndamping, løses i "80:20

KP1-M86-NINA.0.05 ng/mL: 100 µL **M.std.2** Std-NINA-2022 tilsatt 1,00 mL blank ekstrakt

KP2-M86-NINA.0.5 ng/mL: 100 µL **M.std.4** Std-NINA-2022 tilsatt 1,00 mL blank ekstrakt

KP3-M86-NINA. 5 ng/mL: 100 µL **M.std.6** Std-NINA-2022 tilsatt 1,00 mL blank ekstrakt

Kontrollprøvene opparbeides som prøver.

Prøveoppbehandling

Prøvene er lagret på fryselager i kjeller H7 ved -20°C ved mottak. Pesticidene er forventet å være i lave konsentrasjoner og temperering ikke nødvendig før uttak av delprøve i mindre flasker.

Prøvene har lite innhold av matriks, så prøveopprensning gjøres ikke og eventuelle matrikseffekter gjøres ved kvantifisering mot standard i matriks.

Inndamping og relønsing (for LC-MS/MS analyse)

1. Overfør 1 ml av prøven til et glassrør 75x12mm (VWR nr. 212-0013)
2. Prøven dampes inn ved 50°C og Nitrogen på varmblokk (stålrørene til gass skal renses ekstra godt før bruk*).
3. Avslutt inndampingen når prøven akkurat har blitt "tørr", og avkjøl > 5 minutter.
4. Tilsett 200 µL metanol, og roter vialen uten å miste prøve.
5. Tilsett 800 µL Milli-Q vann, og sett på kork (VWT 60819-014) rist prøven 15 sekunder på vortex.
6. Prøven filtreres (0,2 µm filter) over på nytt prøveglass og sett på cap.
7. Prøven analyseres på LC-MSMS4 (instrumentmetode: M86-P1-20221026-NINA-10uL)

LC-MS/MS Instrumentanalyse

Instrument: Agilent 6495C TQD-1260II PRIME BioLC. (LC-MS/MS-4)

Instrumentmetode: M86-P1-20221026-NINA-10uL

Kolonne (LC): Zorbax Eclipse Plus C18, 100 mm × 2,1 mm i.d. Partikkelstr: 1,8 µm

Mobilfase A: Milli-Q vann med 5 mM NH₄HCOO + 0,01 % maursyre

Mobilfase B: Metanol med 5 mM NH₄HCOO + 0,01 % maursyre

Gradient: Agilent 1260II PRIME Bio-LC		
Tid (min)	% A	% B
0	90	10
1	90	10
18	0	100
20	0	100

20,1	90	10
25	90	10

Diverse andre parametre:

Parameter	Agilent 1260II PRIME(LC) Agilent 6495 (MS)
Flow (LC)	0,30 mL/min
Injektor-prøvevolum (LC)	10 µL
Vask av injeksjonsnål (LC)	Multi-wash (5 sek SW1: Isopropanol + 0,1 % mauryre, 5 sek SW2: ACN + 0,1 % maursyre, 20 sek SW3: Milli-Q vann + 0,1 % maursyre)
Kolonnetemperatur(LC)	50 °C
Temperatur autosampler (LC)	5 °C
MS-Deteksjon	MS/MS i dMRM-mode
MS-Ionisering	AJS ESI, Jet Stream and iFunnel (high p. RF 150 V, low p. RF: 60 V)
MS-Polaritet	Positiv og negativ (settes individuelt per stoff)
MS-Dwell	Variabel
MS-Desolv temp	250 °C
MS-Desolv gas	11 L/min
MS-Nebulizer	40 psi
MS-Capillary	3,0 kV
MS-Sheath gas temp	375 °C
MS-Sheath gas flow	12 L/min

Program:

Agilent MassHunter (instrumentkontroll og databehandling)

ANALYSE: GC-MS/MS (M93) -NINA

Prøvene til analyse på LC-MS/MS og GC-MS/MS skal dampes inn, så det kan være arbeidsbesparende å dampe inn duplikate prøver etter hverandre på samme plassering på varmeblokken. Da slipper man å bytte inndampningsrør, og ikke rensing imellom duplikatene.

STANDARDER

Standarder GC-MS/MS (M93)

Benytt M93 standarder

7.3 Kontrollprøveløsning M93 (KPL); 2 µg/mL

KPL-M93-NINA

Lag en fortynning av KPL-M93 til 0,1 µg/mL i metanol.

KP-M93-NINA

Tilsetning av 20 µL KPL-M93 -NINA til (0,1 µg/mL) i metanol. til 1,00 mL prøve /ekstrakt (helst uten funn eller miks av flere). Opparbeides som prøve (inndamping, løses i 200 µL acetonitril (med TPP) Konsentrasjon i opparbeidet prøve er 0,01 µg/mL, som er oppkonsentrert frem ganger, og dette tilsvarer 0,002 µg/mL før inndamping.

Inndamping og relønsing (for GC-MSMS analyse)

1. Glassrør 75x12mm med 1,00 mL opprenset prøve dampes inn ved 40°C og Nitrogen på varmblokk.

2. Avslutt inndampingen når prøven akkurat har blitt "tørr". Avkjøl 5 minutter.
3. Tiltsett 200 µL acetonitril med TPP som for M93.
4. Sett på kork og rist prøven 15 sekunder på vortex.
5. Overfør prøven til prøveglass med insert og sette på cap.
6. Prøven analyseres på GC-MSMS (instrumentmetodesom for M93).

*** Rens av stålrørene til N-gass**

Sett stålrørene i et begerglass med acetonitril med den butte enden ned. Nederste 5 cm må være i acetonitril.

Kjør på ultralydbad i 15 minutter.

Kutt en plasttupp til pipette slik at det er mulig å sette denne på stålrøret.

Ta et nytt begerglass med acetonitril.

Ved hjelp av pipette vaskes innsiden av stålrøret ved å pumpe acetonitril fem ganger.

Sett det rensede stålrøret ned i et nytt beger glass merket "ekstra rensed til NINA-prøver"

GC-MS/MS Instrumentanalyse

Instrument: GC-MS/MS (7890A-GC, 7000C-TQD).

Som M93 GC-MS/MS analyse

Legg inn dilutionfaktor 0.2 for opparbeidede prøver.

	GC-MS/MS-1
Hovedkolonne	2x HP-5MS(I), 15 m, 0,25 mm i.d., 0,25 µm filmtykkelse
Forkolonne	2,5 m x 0,25 mm metyldeaktivert (Agilent CP8007)
Bæregass	Helium
Kolonnetrykk/-flow	Konstant trykk: omtrent 17 psi settes av RT-lock
Retention time locking	Ditalimfos ved 14,390 (NB! Må ikke endres!)
Injeksjonsvolum	3 µL prøve og 1 µL "AP-mix (1+10)", se pkt. 10.1.1
Inlet metode	Solvent vent, 50mL/min, 0,5psi i 0,31 min Purge flow to split vent: 60 mL/min etter 2,81 min Injektor temp. program: etter injeksjon 0,31 min ved 50°C, deretter rampe på 600°C/min til 325°C, som holdes ut kjøringen
Liner	2 mm dimpled liner deactivated #5190-2296 Kolonne temp. program: 60°C holdes 1 min, 55°C/min til 150°C holdes i 0 min, 6,6°C/min til 200°C holdes i 0 min, 17,6°C/min til 310°C holdes i 4,0 min Post Run: 320°C i 3,5 min
Backflush betingelser	Backflush kjøres i post run
Detektor	EI, MS/MS i dMRM-mode Detektor temperaturer: Ion source: 230°C Temperatur Quad 1 og Quad 2: 150 °C

Agilent MassHunter (instrumentkontroll og databehandling)

Vedlegg 2



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Søkespekter for pesticider i etanol fra insektsfeller med LC-MS/MS (M86) og GC-MS/MS (M93)

Pesticide	Pesticid	Class	LOQ µg/L	Method	Comments
1-Naphthylacetamide	1-Naftylacetamid	G	0.02	M86	
2-Phenylphenol	2-Fenylfenol	F	2	M93	
4,4-Dichlorobenzophenone	4,4-Diklorbensofenon	M	2	M93	Metabolite of dicofol
4-Bromophenylurea	4-Bromfenylurea	M	0.1	M86	Metabolite of metobromuron
Abamectin	Abamektin	I	0.5	M86	
Acephate	Acefat	I	0.02	M86	
Acetamiprid	Acetamiprid	I	0.02	M86	
Aclonifen	Aklonifen	H	2	M93	
Acrinathrin	Akrinatrin	I	2	M93	
Aldicarb	Aldikarb	I	0.02	M86	
Aldicarb-sulfone	Aldikarb sulfon	M	0.05	M86	
Aldicarb-sulfoxide	Aldikarb sulfoksid	M	0.05	M86	
Aldrin	Aldrin	I	2	M93	
Ametoctradin	Ametoktradin	F	0.02	M86	
Amitraz metabolite DMF	Amitraz metabolitt DMF	M	0.05	M86	DMF=2,4-dimetyl -fenylformamid
Amitraz metabolite DMPF	Amitraz metabolitt DMPF	M	0.05	M86	DMPF=N-2,4-dimetyl -fenyl-N- metylformamidin
Ancymidol	Ancymidol	G	0.05	M86	
Antraquinone	Antrakinson	I	2	M93	
Atrazine	Atrazin	H	0.02	M86	
Atrazine-desethyl	Atrazin desetyl	M	0.02	M86	
Atrazine-desisopropyl	Atrazin desisopropyl	M	0.02	M86	
Azinphos-ethyl	Azinfosetyl	I	0.02	M86	
Azinphos-methyl	Azinfosmetyl	I	0.02	M86	
Azoxystrobin	Azoksystrobin	F	0.02	M86	
Benalaxyl	Benalakstyl	F	2	M93	
Benthiavalicarb-isopropyl	Bentiavalikarb-isopropyl	F	0.05	M86	
Benzovindiflupyr	Benzovindiflupyr	F	0.02	M86	
Bifenazate	Bifenazat	I	0.05	M86	
Bifenthrin	Bifentrin	I	2	M93	
Bitertanol	Bitertanol	F	0.2	M86	

Bixafen	Biksafen	F	0.02	M86	
Boscalid	Boskalid	F	2	M93	
Bromophos	Bromofos	I	2	M93	
Bromophos-ethyl	Bromofosetyl	I	2	M93	
Bromopropylate	Bromopropylat	I	2	M93	
Bromuconazole	Bromukonazol	F	0.2	M86	
Bupirimate	Bupirimat	F	2	M93	
Buprofezin	Buprofezin	I	0.05	M86	
Cadusafos	Kadusafos	I	0.05	M86	
Carbaryl	Karbaryl	I/G	0.02	M86	
Carbendazim	Karbendazim	F	0.02	M86	
Carbofuran	Karbofuran	I	0.02	M86	
Carbofuran-3-hydroxy	Karbofuran-3-hydroksy	M	0.02	M86	
Carboxin	Karboksin	F	0.02	M86	
Carfentrazone-ethyl	Karfentrazon-etyl	H	0.5	M86	
Chinomethionat	Kinometionat	F	2	M93	
Chlorantraniliprole	Klorantraniliprol	I	0.02	M86	
Chlorbufam	Klorbufam	H	0.5	M86	
Chlordane	Klordan	I	2	M93	
Chlorfenapyr	Klorfenapyr	I	2	M93	
Chlorfenvinphos	Klorfenvinfos	I	0.02	M86	
Chlorfluazuron	Klorfluazuron	I	0.05	M86	
Chlorobenzilate	Klorbensilat	I	2	M93	
Chlorpropham	Klorprofam	G	2	M93	
Chlorpyrifos	Klorpyrifos	I	2	M93	
Chlorpyrifos-methyl	Klorpyrifosmetyl	I	2	M93	
Chlozolate	Klozolat	F	2	M93	
Clethodim	Kletodim	H	0.05	M86	
Clofentezine	Klofentezin	I	0.05	M86	
Clomazone	Klomazon	H	0.02	M86	
Clothianidin	Klotianidin	I	0.05	M86	Metabolite of thiamethoxam
Coumaphos	Coumafos	I	0.2	M86	
Cyanazine	Cyanazin	H	0.02	M86	
Cyantraniliprole	Cyantraniliprol	I	0.05	M86	
Cyazofamid	Cyazofamid	F	0.2	M86	
Cycloxydim	Sykloksydim	H	0.05	M86	
Cyflufenamid	Cyflufenamid	F	0.05	M86	
Cyflumetofen	Cyflumetofen	I	0.02	M86	
Cyfluthrin	Cyflutrin	I	2	M93	
Cyhalofop-butyl	Cyhalofop-butyl	H	0.5	M86	
Cymiazole	Cymiazol	I	0.05	M86	
Cymoxanil	Cymoksanil	F	0.05	M86	
Cypermethrin	Cypermetrin	I	2	M93	
Cyproconazole	Cyprokonazol	F	0.05	M86	
Cyprodinil	Cyprodinil	F	2	M93	
Cyromazine	Cyromazin	I	0.5	M86	

DDD-o,p'	DDD-o,p'	M	2	M93	
DDD-p,p'	DDD-p,p'	M	2	M93	
DDE-o,p'	DDE-o,p'	M	2	M93	
DDE-p,p'	DDE-p,p'	M	2	M93	
DDT-o,p'	DDT-o,p'	I	2	M93	
DDT-p,p'	DDT-p,p'	I	2	M93	
Deltamethrin	Deltametrin	I	0.5	M86	
Demeton-S-methyl	Demeton-S-metyl	I	0.05	M86	
Demeton-S-methyl-sulfone	Demeton-S-metyl sulfon	M	0.02	M86	
Diafenthuron	Diafentiuron	I	1	M86	
Diazinon	Diazinon	I	2	M93	
Dichlofluamid metabolite DMSA	Diklofluamid metabolitt DMSA	M	0.02	M86	DMSA:dimetyl-aminosulfanilid
Dichlorvos	Diklorvos	I	1	M86	
Dicloran	Dikloran	F	2	M93	
Dicofol-p,p'	Dikofol-p,p'	I	2	M93	
Dicrotophos	Dikrotofos	I	0.02	M86	
Dieldrin	Dieldrin	I	2	M93	
Diethofencarb	Dietofenkarb	F	0.05	M86	
Difenoconazole	Difenokonazol	F	0.05	M86	
Diflubenzuron	Diflubenzuron	I	0.05	M86	
Diflufenican	Diflufenikan	H	0.05	M86	
Dimethenamid	Dimetenamid	H	0.02	M86	
Dimethoate	Dimetoat	I	0.02	M86	
Dimethomorph	Dimetomorf	F	0.05	M86	
Dimoxystrobin	Dimoksystrobin	F	0.02	M86	
Diniconazole	Dinikonazol	F	0.1	M86	
Dinotefuran	Dinotefuran	I	0.1	M86	
Diphenylamine	Difenylamin	F	2	M93	
Disulfoton	Disulfoton	I	1	M86	
Disulfoton-sulfone	Disulfoton sulfon	M	0.02	M86	
Disulfoton-sulfoxide	Disulfoton sulfoksid	M	0.02	M86	
Diuron	Diuron	H	0.05	M86	
Dodine	Dodin	F	0.1	M86	
Emamectin benzoate B1a	Emamektin benzoat B1a	I	0.05	M86	
Endosulfan alpha	Endosulfan alfa	I	2	M93	
Endosulfan beta	Endosulfan beta	I	2	M93	
Endosulfan-sulfate	Endosulfan sulfat	M	2	M93	
Endrin	Endrin	I	2	M93	
Endrin ketone	Endrin keton	M	2	M93	
EPN	EPN	I	2	M93	
Epoxiconazole	Epoksikonazol	F	0.5	M86	
Ethiofencarb	Etiofenkarb	I	0.05	M86	
Ethiofencarb-sulfone	Etiofenkarb sulfon	M	0.02	M86	
Ethiofencarb-sulfoxide	Etiofenkarb sulfoksid	M	0.02	M86	
Ethion	Etion	I	2	M93	
Ethirimol	Etirimol	F	0.02	M86	

Ethoprophos	Etoprofos	I	2	M93	
Ethoxyquin	Etoksykvin	F	1	M86	
Etofenprox	Etofenproks	I	2	M93	
Etiozazole	Etoksazol	I	0.02	M86	
Etrimfos	Etrimfos	I	2	M93	
Famoxadone	Famoksadon	F	0.5	M86	
Fenamidone	Fenamidon	F	0.05	M86	
Fenamiphos	Fenamifos	I	0.05	M86	
Fenamiphos-sulfone	Fenamifos sulfon	M	0.05	M86	
Fenamiphos-sulfoxide	Fenamifos sulfoksid	M	0.05	M86	
Fenarimol	Fenarimol	F	2	M93	
Fenazaquin	Fenazakvin	I	2	M93	
Fenbuconazole	Fenbukonazol	F	0.1	M86	
Fenchlorphos	Fenklorfos	I	2	M93	
Fenhexamid	Fenheksamid	F	0.1	M86	
Fenitrothion	Fenitrotion	I	2	M93	
Fenobucarb	Fenobukarb	I	0.02	M86	
Fenoxycarb	Fenoksykarb	I	0.05	M86	
Fenpicoxamid	Fenpikoksamid	F	0.02	M86	
Fenpropathrin	Fenpropatrin	F	1	M86	
Fenpropidin	Fenpropidin	F	0.05	M86	
Fenpropimorph	Fenpropimorf	F	0.1	M86	
Fenpyrazamine	Fenpyrazamin	F	0.05	M86	
Fenpyroximate	Fenpyroksimat	I	0.05	M86	
Fenthion	Fention	I	0.5	M86	
Fenthion oxon	Fention okson	M	0.05	M86	
Fenthion oxon sulfone	Fention okson sulfon	M	0.05	M86	
Fenthion oxon sulfoxide	Fention okson sulfoksid	M	0.02	M86	
Fenthion-sulfone	Fention sulfon	M	0.1	M86	
Fenthion-sulfoxide	Fention sulfoksid	M	0.05	M86	
Fenvalerate	Fenvalerat	I	2	M93	
Fipronil	Fipronil	I	0.05	M86	
Fipronil sulfone	Fipronil sulfon	M	0.05	M86	
Fipronil-desulfinyl	Fipronil-desulfinyl	M	0.05	M86	
Flonicamid	Flonikamid	I	0.05	M86	
Florasulam	Florasulam	H	0.1	M86	
Florpyrauxifen-benzyl	Florpyrauksifen-benzyl	H	0.1	M86	
Fluazifop-P-butyl	Fluazifop-P-butyl	H	0.05	M86	
Fluazinam	Fluazinam	F	2	M93	
Flubendiamid	Flubendiamid	I	0.05	M86	
Flucythrinate	Flucytrinat	I	1	M86	
Fludioxonil	Fludioksonil	F	0.05	M86	
Fluensulfone	Fluensulfon	I	2	M93	
Flufenacet	Flufenacet	H	0.05	M86	
Flufenoxuron	Flufenoksuron	I	0.05	M86	
Flumethrin	Flumetrin	I	2	M86	

Flumioxazin	Flumioksazin	H	1	M86	
Fluopicolide	Fluopikolid	F	2	M93	
Fluopyram	Fluopyram	F	0.01	M86	
Flupyradifurone	Flupyradifuron	I	0.1	M86	
Fluquinconazole	Flukvinkonazol	F	0.05	M86	
Flusilazole	Flusilazol	F	0.05	M86	
Flutianil	Flutianil	F	0.1	M86	
Flutolanil	Flutolanil	F	2	M93	
Flutriafol	Flutriafol	F	0.05	M86	
Fluxapyroxad	Fluksapyroksad	F	0.05	M86	
Fomesafen	Fomesafen	H	5	M86	
Forchlorfenuron	Forklorfenuron	G	0.05	M86	
Formetanate	Formetanat	I	0.5	M86	
Fostiazate	Fostiazat	I	0.02	M86	
Halauxifen-methyl	Halauksifen-metyl	H	0.02	M86	
HCH alpha	HCH alfa	I	2	M93	
HCH beta	HCH beta	I	2	M93	
Heptachlor	Heptaklor	I	2	M93	
Heptachlor-epoxide trans	Heptaklor epoksid trans	M	2	M93	
Heptenophos	Heptenofos	I	2	M93	
Hexachlorobenzene (HCB)	Hexachlorobenzene (HCB)	F	2	M93	
Hexaconazole	Heksakonazol	F	1	M86	
Hexaflumuron	Heksaflumuron	I	1	M86	
Hexythiazox	Heksythiasoks	I	0.05	M86	
Imazalil	Imazalil	F	0.1	M86	
Imidacloprid	Imidakloprid	I	0.05	M86	
Indoxacarb	Indoksakarb	I	0.1	M86	
Iprodione	Iprodion	F	5	M86	
Iprovalicarb	Iprovalikarb	F	0.05	M86	
Isocarbophos	Isokarbofos	I	2	M93	
Isofenphos	Isofenfos	I	2	M93	
Isofenphos-methyl	Isofenfosmetyl	I	2	M93	
Isofenphos-oxon	Isofenfos-okson	M	2	M93	
Isofetamid	Isofetamid	F	0.05	M86	
Isoprocab	Isoprokarb	I	0.05	M86	
Isoprothiolane	Isoprotiolan	F	0.05	M86	
Isoproturon	Isoproturon	H	0.02	M86	
Isopyrazam	Isopyrazam	F	0.05	M86	
Isoxaben	Isoksaben	H	0.02	M86	
Isoxaflutole	Isoksaflutol	H	0.1	M86	
Isoxaflutole diketonitrile metabolite	Isoksaflutol diketonitril metabolitt	M	0.5	M86	RPA 202248, not ana. cer. and not ana. in all matrices.
Kresoxim-methyl	Kresoksimmetyl	F	0.05	M86	
Lactofen	Laktofen	H	0.05	M86	
Lambda-cyhalothrin	Lambdacyhalotrin	I	2	M93	
Lindane (HCH gamma)	Lindan (HCH gamma)	I	2	M93	

Linuron	Linuron	H	0.05	M86	
Lufenuron	Lufenuron	I	0.1	M86	
Malaaxon	Malaokson	M	0.05	M86	
Malathion	Malation	I	0.05	M86	
Mandipropamid	Mandipropamid	F	0.02	M86	
Mecarbam	Mekarbam	I	0.02	M86	
Mefentrifluconazole	Mefentriflukonazol	F	0.05	M86	
Mepanipirim	Mepanipirim	F	0.1	M86	
Mepronil	Mepronil	F	2	M93	
Metaflumizone	Metaflumizon	I	0.5	M86	
Metalaxyl	Metalaksyl	F	2	M93	
Metamitron	Metamitron	H	0.05	M86	
Metconazole	Metkonazol	F	0.1	M86	
Methacrifos	Metakrifos	I	2	M93	
Methamidophos	Metamidofos	I	0.1	M86	
Methidathion	Metidation	I	0.05	M86	
Methiocarb	Metiokarb	I	0.02	M86	
Methiocarb-sulfone	Metiokarb sulfon	M	0.05	M86	
Methiocarb-sulfoxide	Metiokarb sulfoksid	M	0.02	M86	
Methomyl	Metomyl	I	0.02	M86	
Methoxychlor	Metoksyklor	I	2	M93	
Methoxyfenozide	Metoksyfenozid	I	0.02	M86	
Metobromuron	Metobromuron	H	0.05	M86	
Metolachlor	Metolaklor	H	0.05	M86	
Metrafenone	Metrafenon	F	0.1	M86	
Metribuzin	Metribuzin	H	0.1	M86	
Mevinphos	Mevinfos	I	0.02	M86	
Molinate	Molinat	H	1	M86	
Monocrotophos	Monokrotofos	I	0.02	M86	
Myclobutanil	Myklobutanil	F	2	M93	
Nitenpyram	Nitenpyram	I	0.05	M86	
Nitrofen	Nitrofen	H	2	M93	
Novaluron	Novaluron	I	0.1	M86	
Omethoate	Ometoat	I	0.05	M86	
Oxadiargyl	Oksadiargyl	H	1	M86	
Oxadixyl	Oksadiksyl	F	2	M93	
Oxamyl	Oksamyl	I	0.02	M86	
Oxasulfuron	Oksasulfuron	H	0.02	M86	
Oxathiapiprolin	Oksatiapiprolin	F	0.05	M86	
Oxydemeton-methyl	Oksydemeton-metyl	I/M	0.02	M86	Demeton-S-metyl sulfoksid.
Paclobutrazol	Paklobutrazol	G	0.1	M86	
Paraoxon	Paraokson	M	2	M93	
Paraoxon-methyl	Paraoksonmetyl	M	0.05	M86	
Parathion	Paration (etyl)	I	2	M93	
Parathion-methyl	Parationmetyl	I	2	M93	
Penconazole	Penkonazol	F	0.05	M86	

Pencycuron	Pencykuron	F	0.1	M86	
Pencycuron-PB-amine	Pencykuron-PB-amin	M	0.02	M86	
Pendimethalin	Pendimetalin	H	2	M93	
Penflufen	Penflufen	F	0.02	M86	
Pentachloroaniline	Pentakloranilin	M	2	M93	Metabolite of quintozene
Penthiopyrad	Pentiopyrad	F	0.02	M86	
Permethrin	Permetrin	I	2	M93	
Phenmedipham	Fenmedifam	H	0.05	M86	
Phenthoate	Fentoat	I	0.1	M86	
Phorate	Forat	I	1	M86	
Phorate oxon	Forat okson	M	0.1	M86	
Phorate-sulfone	Forat sulfon	M	0.05	M86	
Phorate-sulfoxide	Forat sulfoksid	M	0.05	M86	
Phosalone	Fosalon	I	0.05	M86	
Phosmet	Fosmet	I	0.5	M86	
Phosmet oxon	Fosmet okson	M	1	M86	
Phosphamidon	Fosfamidon	I	0.02	M86	
Phoxim	Foksim	I	0.1	M86	
Picolinafen	Pikolinafen	H	0.05	M86	
Picoxystrobin	Pikoxystrobin	F	2	M93	
Pinoxaden	Pinoksaden	H	0.05	M86	
Pirimicarb	Pirimikarb	I	0.02	M86	
Pirimicarb desmethyl	Pirimikarb desmetyl	M	0.02	M86	
Pirimiphos-methyl	Pirimifosmetyl	I	2	M93	
Prochloraz	Prokloraz	F	0.05	M86	
Prochloraz metabolite BTS 44595	Prokloraz metabolitt BTS 44595	M	0.1	M86	M201-04
Prochloraz metabolite BTS 44596	Prokloraz metabolitt BTS 44596	M	0.05	M86	M201-03
Procymidone	Procymidon	F	2	M93	
Profenofos	Profenofos	I	0.05	M86	
Prometryn	Prometryn	H	2	M93	
Propachlor	Propaklor	H	2	M93	
Propamocarb	Propamokarb	F	0.05	M86	
Propaquizafop	Propakvizafop	H	0.05	M86	
Propargite	Propargit	I	0.5	M86	
Propham	Profam	H/G	0.5	M86	
Propiconazole	Propikonazol	F	0.1	M86	
Propoxur	Propoksur	I	0.02	M86	
Propoxycarbazon	Propoksykarbazon	H	0.5	M86	
Propyzamide	Propyzamid	H	2	M93	
Proquinazid	Prokvinazid	F	0.05	M86	
Prosulfocarb	Prosulfokarb	H	0.05	M86	
Prothioconazole-desthio	Protiokonazol-destio	M	0.05	M86	
Prothiofos	Protiofos	I	2	M93	
Pymetrozine	Pymetrozin	I	0.1	M86	
Pyraclostrobin	Pyraklostrobin	F	0.05	M86	
Pyrazophos	Pyrazofos	F	0.1	M86	

Pyrethrins	Pyretriner	I	1	M86	
Pyridaben	Pyridaben	I	0.02	M86	
Pyridalyl	Pyridalyl	I	0.5	M86	
Pyridate	Pyridat	H	0.1	M86	
Pyridate metabolite	Pyridat metabolitt	M	0.05	M86	6-klor-4-hydroksy-3-fenylpyridazin = pyridafol
Pyrifenoxy	Pyrifenoks	F	2	M93	
Pyrimethanil	Pyrimetanil	F	2	M93	
Pyriofenone	Pyriofenon	F	0.1	M86	
Pyriproxyfen	Pyriproksyfen	I	2	M93	
Pyroxsulam	Pyroksulam	H	0.05	M86	
Quinalphos	Kvinalfos	I	2	M93	
Quinoclamine	Kvinoklamin	H	0.5	M86	
Quinoxifen	Kvinoksyfen	F	2	M93	
Quintozene	Kvintozen	F	2	M93	
Resmethrin	Resmetrin	I	1	M86	
Rotenone	Rotenon	I	0.1	M86	
Simazine	Simazin	H	2	M93	
Spinetoram	Spinetoram	I	0.1	M86	
Spinosad	Spinosad	I	0.1	M86	
Spirodiclofen	Spirodiklofen	I	0.1	M86	
Spiromesifen	Spiromesifen	I	0.5	M86	
Spirotetramat	Spirotetramat	I	0.05	M86	
Spirotetramat-enol	Spirotetramat-enol	M	0.05	M86	
Spiroxamine	Spiroksamin	F	0.02	M86	
Sulfotep	Sulfotep	I	2	M93	
Sulfoxaflor	Sulfoksaflor	I	0.02	M86	
Tau-fluvalinate	Tau-fluvalinat	I	0.05	M86	
Tebuconazole	Tebukonazol	F	0.1	M86	
Tebufenozide	Tebufenozid	I	0.05	M86	
Tebufenpyrad	Tebufenpyrad	I	2	M93	
Tecnazene	Teknazen	F	2	M93	
Teflubenzuron	Teflubenzuron	I	0.5	M86	
Tefluthrin	Tefluthrin	I	2	M93	
Terbufos	Terbufos	I	0.5	M86	
Terbufos-sulfone	Terbufos sulfon	M	0.05	M86	
Terbufos-sulfoxide	Terbufos sulfoksid	M	0.02	M86	
Terbutylazine	Terbutylazin	H	2	M93	
Tetraconazole	Tetrakonazol	F	0.05	M86	
Tetradifon	Tetradifon	I	2	M93	
Tetramethrin	Tetrametrin	I	0.05	M86	
Thiabendazole	Tiabendazol	F	0.02	M86	
Thiacloprid	Tiakloprid	I	0.02	M86	
Thiamethoxam	Tiametoksam	I	0.02	M86	
Thiodicarb	Tiodikarb	I	0.02	M86	
Thiometon	Tiometon	I	0.1	M86	

Thiophanate-methyl	Tiofanatmetyl	F	0.02	M86	
THPI	THPI	M	2	M93	THPI: 1,2,3,6-Tetrahydro-phthalimide. Metabolite of captan.
Tolclofos-methyl	Tolklofosmetyl	F	2	M93	
Tolfenpyrad	Tolfenpyrad	I	0.05	M86	
Tolyfluanid	Tolyfluanid	F	2	M93	
Tolyfluanid metabolite DMST	Tolyfluanid metabolitt DMST	M	0.02	M86	DMST=dimethyl-aminosulfotoluidide
Tri-allate	Tri-allat	H	0.5	M86	
Triadimefon	Triadimefon	F	0.05	M86	
Triadimenol	Triadimenol	F	1	M86	
Triazophos	Triazofos	I	0.02	M86	
Trichlorfon	Triklorfon	I	0.05	M86	
Trichloronat	Trikloronat	I	2	M93	
Tricyclazole	Trisyklazol	F	0.02	M86	
Trifloxystrobin	Trifloksystrobin	F	0.02	M86	
Triflumizole	Triflumizol	F	0.05	M86	
Triflumizole metabolite FM-6-1	Triflumizol metabolitt FM-6-1	M	0.1	M86	
Triflumuron	Triflumuron	I	0.05	M86	
Trifluralin	Trifluralin	H	2	M93	
Triforine	Triforin	F	1	M86	
Trinexapac-ethyl	Trineksapak-etyl	G	0.1	M86	
Triticonazole	Tritikonazol	F	0.1	M86	
Tritosulfuron	Tritosulfuron	H	0.5	M86	
Vamidothion	Vamidotion	I	0.02	M86	
Vinclozolin	Vinklozolin	F	2	M93	
Zoxamide	Zoksamid	F	0.1	M86	

M86: 270 compounds

M93: 105 compounds

H: Herbicide F: Fungicide I : Insecticide M: Metabolite G: Growth regulator

LOQ: Limit of quantification / kvantifiseringsgrense:

Den laveste konsentrasjonen av stoffet som kan bestemmes kvantitativt med metoden

M86: LC-MS/MS metode

M93: GC-MS/MS metode

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.