

Bioforsk Rapport

Vol. 10 Nr. 63 2015

KLIMA – JOVA

JOVA-programmets muligheter til å bidra i oppfølging av landbrukets klimautfordringer

Lillian Øygarden, Marit Hauken, Johannes Deelstra og Marianne Stenrød
Bioforsk Miljødivisjonen

www.bioforsk.no





Hovedkontor/Head office
Frederik A. Dahls vei 20
N-1430 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Miljødivisjon
Frederik . Dahlsvei 20
1432 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
Lillian.oygarden@bioforsk.no

Tittel/Title:

Klima-JOVA. JOVA programmets muligheter til å bidra i oppfølgingen av landbrukets klimautfordringer.

Forfatter(e)/Author(s):

Øygarden, Lillian, Hauken, Marit og Deelstra, Johannes, Stenrød, Marianne.

<i>Dato/Date:</i> 01.06.2015	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 8084	<i>Saksnr./ 2010/420</i> Arkivnr 621.3
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Nr 63 /2015	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-01428-7	<i>Antall sider:</i> 29	<i>Antall vedlegg/</i> 1


<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Landbruksdirektoratet	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Nanna Bergan
---	--

<i>Stikkord/Keywords:</i> Klima, JOVA, miljøovervåking, avrenning, klimagasser	<i>Fagområde/Field of work:</i> Klima, landbruksavrenning, klimatiltak
---	---

Sammendrag:
Denne rapporten oppsummerer prosjektet med å utrede JOVA programmets muligheter til å bidra i oppfølgingen av landbrukets klimautfordringer. Prosjektet har vurdert hvilke klimarelaterte analyser og rapporter som kan utarbeides basert på eksisterende datainnhenting i JOVA-programmet. Det er også vurdert behov for å samle inn tilleggsdata. Det er utviklet et beregningsverktøy, en «klimagasskalkulator» for å beregne klimagassutslipp for JOVA-felt under faktiske forhold og ved simulerte endringer av driftsforhold. Rapporten gir også eksempler på analyser, artikler, rapporter som er utarbeidet med bruk av JOVA data i klimasammenheng.

Godkjent

Prosjektleder


Jannes Stolte


Lillian Øygarden

Innhold

1.	Innledning og bakgrunn	1
2.	Metoder.....	3
3.	Klimarelaterte analyser og rapporter basert på eksisterende JOVA-data	5
3.1	Status for datainnsamling og rapportering	5
3.2	Nye klimarelaterte rapporter og analyser - basert på eksisterende datainnsamling	5
3.2.1	Nye analyser om vær, hydrologi og stofftap	6
3.2.2	Nye analyser om jordbruksdrift; status, endringer og tilpasning	7
3.2.3	Nye analyser om miljøeffekter av jordbruksdrift	7
3.2.4	Nye rapporter eller temaark med planlagt oppstart i 2015.	7
3.2.5	Aktuelle titler på nye rapporter eller temaark med oppstart etter 2015	8
4.	Vurdering av behov for å endre datainnsamling i JOVA	9
4.1	Behov for tilleggsdata for rapportering om klimagassutslipp	9
4.2	Forslag til forbedringer i datainnhenting.....	9
4.2.1	Vær- og jorddata	10
4.2.2	Gårdsdata	10
4.2.3	Vannanalysedata.....	11
4.3	Data fra andre kilder	12
5.	Vurdering av feltstruktur - stasjonsplassering JOVA-felt - behov for endringer - endret klima .	15
5.1	Eksisterende feltstruktur.....	15
5.2	Feltstrukturen i forhold til klima	15
5.3	Evaluering av feltstrukturen.....	16
5.3.1	Gjennomføring av evalueringen.....	16
6.	Nye analyser, rapporter og faktaark basert på tilgang på nye data	19
7.	Eksempler på analyser, artikler, rapporter utarbeidet med bruk av JOVA-data i klimasammenheng.....	21
7.1	Modellutvikling	21
7.2	Klimaeffekter på avrenning av næringsstoffer	22
7.3	Utpøving av værgenerator for prognoser for framtidig vær.....	23
7.4	Brukerdialog.....	23
7.5	Utslippsberegninger for klimagasser	23
7.6	Referanser	27
8.	Sammendrag og anbefalinger	29
Vedlegg - Publikasjoner og formidling som allerede er utarbeidet med bruk av JOVA data i klimasammenheng. Listen er ikke uttømmende.....		31

1. Innledning og bakgrunn

Da JOVA-programmet utarbeidet ny rammeplan for perioden 2010 - 2015 var klima ett av temaene som ble valgt ut for nærmere utredning i rammeplanperioden. JOVA har en lang overvåkingsperiode (mer enn 20 år) med formål om å dokumentere jordbrukets miljøpåvirkning på vannmiljø. Innsamling av gårdsdata med bondens driftsopplysninger har gitt verdifulle bidrag for å kunne tolke overvåkingsresultatene i forhold til ulike værforhold og bondens driftsopplysninger.

I arbeidet med rammeplanen ble det holdt et ideseminar om videreutvikling av overvåkingsprogrammet, og noen av temaene herfra ble tatt inn i planen. Det ble skissert tre mulige hovedpillarer for programmet: 1) Overvåking av vannkvalitet i jordbruksområder med ulik drift 2) Bruk av JOVA-databaser (gårdsdata og lange måleserier) til nye analyser og modellering og 3) Bruk av JOVA-data for jordbrukets klimaoppfølging.

Landbruksdirektoratet (tidligere SLF) har finansiert dette prosjektet for å utrede JOVA-programmets muligheter til å bidra i oppfølgingen av landbrukets klimautfordringer. Denne rapporten oppsummerer dette arbeidet. Prosjektet har vært delt inn i tre hovedtema:

1. Utrede hva som kan lages av klimarelaterte analyser og rapporter basert på eksisterende datainnhenting og databaser i JOVA-programmet. Utarbeide eksempler på rapporter/temaark på noen utvalgte tema.
2. Gjennomgang av datainnsamling og databaser for å vurdere om dagens innsamling av data er tilstrekkelig for klimarapportering/analyser.
3. Utrede hva som kan lages av klimarelaterte analyser og rapporter ved innsamling og tilgang på nye data. Utarbeide eksempler på rapporter/temaark på noen utvalgte tema.

2. Metoder

Arbeidet er i hovedsak gjennomført i JOVA-programmets prosjektgruppe med ulike tema-møter. Det har vært en gjennomgang av eksisterende datainnsamling og vurdering av behov for å fremskaffe tilleggsdata for å kunne rapportere i forhold til endret klima. Med klima er det i denne rapporten gjort vurderinger i forhold til tre aspekter knyttet til klima: Effekter av endret klima (endringer i jordbrukets driftsforhold og jordbrukets miljøpå-virkning), tilpasninger til endret klima (dyrkingssystemer i endring som følge av endringer i klima) og påvirkninger på klima (jordbrukets utslipp av klimagasser).

Prosjektgruppen har diskutert om det er behov for endret lokalisering av overvåkingsfelt som følge av forventede endringer i klima. Ved vurderinger av endret klima er det tatt utgangspunkt i rapporten Klima i Norge 2100 (Hanssen-Bauer et al. 2009). I løpet av prosjektperioden er det satt i gang en evaluering og vurdering av fremtidig feltstruktur i JOVA. Lokalisering i forhold til klimaoppfølging er ett av vurderingskriteriene. Denne evalueringen vil ferdigstilles innen 1.oktober 2015 og vi har derfor ikke konkludert om feltlokalisering i denne rapporten.

JOVA-programmet samler inn data både om vær (nedbør og temperatur), driftsdata fra eiendommene/skifteopplysninger (vekster, gjødsling, avling, jordarbeiding, bruk av plantevernmidler m.m.), avrenning og vannkvalitetsdata (avrenning av plantevernmidler, næringsstoffer og erosjonsmateriale). Det har vært en gjennomgang av de ulike typer data som samles inn og det er vurdert hvilke som er aktuelle i klimasammenheng. På denne bakgrunn er det foreslått analyser/rapporter/temaark som kan utarbeides basert på eksisterende datainnsamling. Det er gjort en lignende vurdering for analyser og rapporter basert på tilgang på nye data.

En ny type analyse/rapportering kan være å bruke JOVA-data til vurdering av klimagassutslipp for ulike driftsformer i JOVA-feltene. En metode for dette er beskrevet i «Klimagassrapportering i JOVA-felter» (Grønlund, 2012). Dette er en nyutviklet metodikk i prosjektperioden, og en hoveddel av prosjektmidlene er brukt til dette arbeidet. Noen hovedpunkter er tatt inn i denne rapporten.

Ved evalueringsarbeidet er det fremskaffet en oversikt over vitenskapelige artikler, fagartikler, rapporter og analyser der JOVA-data er brukt i klimasammenheng. Dette er i stor grad aktiviteter som er finansiert gjennom forskningsprosjekter og andre kilder utenom JOVA-programmets rutinerapportering. Oversikten gir et bilde av muligheter for å bruke JOVA-data til ulike typer av «klimaanalyser».

Det har vært presentasjoner om JOVA og klima på ulike konferanser der forvaltningen har deltatt, bl. a. Bioforsk konferansen (2012 og 2013) og møte om vannforskriften for landbruksforvaltningen - arrangert i Selbu. Vi har ikke lagt ved fullstendig oversikt over slike foredrag, men det viser interesse for ny og oppdatert kunnskap om temaet. Noen erfaringer fra diskusjoner på disse møtene er tatt inn i vurderinger i denne rapporten.

I løpet av prosjektperioden er det holdt et møte med SLF (juni 2011) med presentasjon av rammeplanen og muligheter for bruk av JOVA-data i jordbrukets klimaoppfølging. Det har vært holdt møte (mars 2015) med referansegruppen i JOVA for å få innspill til behov for rapportering på klima fra ulike brukergrupper. Det er også gjort en gjennomgang av ulike rapporter som f. eks. KLIMAKUR 2020 for å vurdere behov for JOVA-data i klimasammenheng.

3. Klimarelaterte analyser og rapporter basert på eksisterende JOVA-data

3.1 Status for datainnsamling og rapportering

JOVA-programmet har samlet inn data i mer enn 20 år lange måleserier. Dataene kan deles inn i:

- Data om vær og avrenning (hydrologiske data): Nedbør, temperatur, avrenning. Avrenningen registreres som timesverdier (noen har halvtime) og rapporteres for måneds, sesong og årsverdier.
- Driftsdata/gårdsdata: Opplysninger om gårdsbruk i overvåkingfeltene - data fra skiftenivå om vekster, gjødsling, jordarbeiding, bruk av plantevernmiddel, avlinger, antall høstinger, husdyrhold, bruk av husdyrgjødsel, sådato, høstedata mv.
- Data om miljøeffekter av landbruksdrift/vannkvalitetsdata: Tap av plantevernmiddel, nitrogen, fosfor, erosjon m.m., analysert fra innsamlede vannprøver.

JOVA-programmet utgir (se www.bioforsk.no/jova) årlige feltrapporter fra hvert overvåkingfelt med oversikter over nedbør og avrenning, driftsendringer og resultater fra vannkvalitet og tap av næringsstoffer, erosjonsmateriale, plantevernmiddel. Det utgis også samlereporter (årlig/annethvert år) der sammenligning mellom felt, trender og utviklings-trekk presenteres (Bechmann et al. 2014). I disse rapportene diskuteres resultater i forhold til været det enkelte år og bondens driftsendringer, og sammenlignes med tidligere erfaringer i overvåkingperioden. Episoder med ekstremvær er dokumentert for de felt og år de har forekommet, men det har ikke vært gjort systematiske sammenstillinger og vurderinger av temaet.

De ulike typer av data som JOVA samler inn i sine databaser er relevante i forhold til klima, men rutinerapporteringen har ikke vært rettet spesielt mot å studere effekter av endret klima, tilpasninger til endret klima og jordbruksdrift og klimagassutslipp, men har hatt som hovedformål å rapportere på driftsformer og påvirkning på vannkvalitet. Data fra JOVA-programmet er imidlertid brukt i en rekke forskningsprosjekter, modelleringsoppgaver og analyser relatert til endret klima. I kapittel 8 er det gitt noen eksempler på analyser, artikler, rapporter og faktaark som allerede er utarbeidet med bruk av JOVA-data i forhold til «klima». Dette viser noe av potensialet for bruk av slike data.

3.2 Nye klimarelaterte rapporter og analyser - basert på eksisterende datainnsamling

De ulike typer data (nevnt over) som samles inn er alle relevante i forhold til klima, både for å dokumentere effekter av endret klima på driftsforhold og miljøpåvirkning, og for å dokumentere tilpasninger i driftsforhold og for jordbrukets bidrag til reduserte klimagassutslipp. Dette er elementer som allerede inngår i rutinerapporteringen fra JOVA, men som ikke har vært utarbeidet som egne leveranser/rapporter i forhold til klima. Det krever en mer systematisk tilnærming og flere analyser enn det som inngår i dagens rutiner. Noen tema vil være egnet for årlige analyser og rapportering, mens andre tema er mest aktuelle som spesialrapporter som kan gjentas ved visse tidsintervaller. Nedenfor er det gitt en oversikt over mulige tema for slike analyser og rapporter. Ressursbruk, type analyse, tittel på rapporter er ikke angitt, men det er lagt vekt på hvilke type data som er tilgjengelige og er vurdert relevant i klimasammenheng. I tillegg til dette vil JOVA-databaser - med stadig lengre måleserier - kunne bli et godt grunnlag i mange forsknings-, modellerings- og

analyseoppgaver fremover. Tema for slike forskningsprosjekter er ikke innenfor rammen av dette prosjektet.

3.2.1 Nye analyser om vær, hydrologi og stofftap

Nedbørdataene for hvert overvåkingsfelt gir muligheter for analyser av eventuelle endringer i f. eks. nedbørmønster, tidspunkter, intensitet og mengde av nedbør (kjennetegn og frekvens), ekstremepisoder, forholdet mellom våte og tørre dager, sesongfordeling, nedbørtype (snø eller regn) og endringer i høstnedbør. Det foreslås å lage en egen analyse (kunnskapsstatus) om utviklingen fra oppstarten av programmet og fram til nå. Deretter kan nye analyser og rapporter lages for å følge utviklingen og gi mulighet for å rapportere for disse indikatorene i årene framover. Det er forventet ulike nedbørendringer i ulike distrikter i Norge, og JOVA kan dokumentere utviklingen i JOVA-felt og konsekvenser på driftsforhold og miljøeffekter.

Det har allerede vært episoder med svært mye nedbør, *ekstremepisoder*, i JOVA-felt. Det foreslås å lage en statusoversikt med karakteristika over de ekstreme nedbørepisodene som har forekommet i JOVA-feltene i overvåkingsperioden og konsekvensene for erosjon, avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler. Nye ekstremvær-episoder kan rapporteres når de oppstår i tillegg til rapportering på ekstremvær med faste gjentaksintervall. Kunnskap og erfaring fra denne type hendelser kan formidles til rådgivningstjenesten og bønder og danne grunnlag for tilpasningsarbeidet og slike data kan også være aktuelle for andre sektorer utover jordbruket.

Temperaturdataene kan analyseres for å finne start- og sluttid for vekstsesongen, gjennomsnittstemperaturer for årstidene, sesongendringer, maksimums- og minimumstemperaturer og antall og varighet av fryse/tine-episoder i løpet av vinteren. Slike analyser vil kunne bidra til å dokumentere hva klimaendringene betyr for landbrukets driftsforhold, og kan knyttes opp mot vurderinger av konsekvenser for overlevelse av gras, mulighetene for dyrking av ulike vekster, fare for frost på våren og vilkårene for innvintring av korn om høsten. Som for nedbørdataene foreslås det å framskaffe kunnskapsstatus om utviklingen i overvåkingsperioden fram til nå for senere å kunne følge med på utviklingen og ha mulighet for å rapportere med gitte gjentaksintervall.

Temperaturendringer påvirker vekstsesongens lengde og dermed f. eks. bondens startdato for våronn og valg av vekster. Det er naturlig å sammenligne registreringer av temperaturendringer med registrering av gårdsdata i JOVA for å se hvordan bondens driftsforhold påvirkes av endringer i vær og start av vekstsesongen. Slike rapporteringsrutiner kan enkelt innarbeides i JOVA. Med overvåking i ulike regioner kan dette gi en unik mulighet til å dokumentere endringer. Måleseriene har allerede mer enn 20 år med data.

Avrennings- og vannkvalitetsdataene er følsomme for endringer i vær (nedbør og temperatur), og må vurderes i sammenheng med disse dataene. Endringer i nedbør som gir endret avrenning har stor påvirkning både på miljøeffekter, og på driftsforhold som for eksempel muligheter for å kunne kjøre på arealer. Avrenningsdata brukes allerede for forklaring av overvåkingsresultater de enkelte år, men i forhold til endret klima kan det være behov for tilleggsanalyser. Avrenningsdata kan - i tillegg til måneds- og årsverdier - analyseres i forhold til endret sesongavrenning, spesielle episoder og avrenningsintensiteter. I fremtidig rapportering foreslås det å inkludere mer om maksimalverdier i avrenningen (time/døgn) og sammenligne med tidligere år. Det er mulig å analysere om endringer i nedbør fører til endringer i antall dager som trengs for at f. eks. 50 % og 90 % av avrenningen/stofftapet ut av feltet skal foregå. Endret nedbørmønster og -intensiteter kan gi større døgnvariasjoner i avrenningen, som også kan påvirke tapene til vann fra jordbruksarealene.

Det foreslås å lage en statusrapport med formål å beskrive typiske avrenningsmønster og definere avrenningsekstremer i JOVA-feltene, for senere å kunne følge med på utviklingen og ha mulighet for å rapportere om dette i årene framover. Avrenningsdata i overvåkingsperioden er analysert i flere forskningsprosjekter de siste årene, så deler av dette arbeidet foreligger. Det er imidlertid ikke foretatt en systematisk ekstremværsanalyse for JOVA-programmet, med definisjoner og karakteristika for hvert felt.

3.2.2 Nye analyser om jordbruksdrift; status, endringer og tilpasning

Data om *tidspunkter* for gjennomføring av driftsmessige operasjoner som jordarbeiding, såing, gjødsling, sprøyting, vanning, beiting og høsting kan analyseres for å klarlegge hva som er normalperioder og hva som kan anses for å være tidlig/sent for de ulike operasjonene i hvert felt. Formålet vil være å beskrive typiske tidsperioder for ulike operasjoner slik at det kan rapporteres om forskyvninger i tidspunkter i årene framover. Ved å koble eventuelle endringer i tidspunkter mot endringer i nedbør og temperatur vil slike analyser kunne dokumentere tilpasninger i jordbrukssystemene til et endret klima. Endrete tidspunkter kan også ha betydning for miljøpåvirkning og må sees i sammenheng med registreringer av vær og vannkvalitetsdata.

Data om *vekster* (type og utbredelse) kan analyseres opp mot nedbør og temperatur, for å identifisere mulige sammenhenger mellom vekster og vær, og med mulighet for å kunne dokumentere endringer i vekster som dyrkes i jordbruket som følge av endret klima. Det gjelder avlingsnivåer, utbredelse, skifte av kulturer, antall høstinger m.m.

Tilsvarende analyser kan gjennomføres for data om type og omfang av *jordarbeiding, gjødsling* og *sprøyting*, også dette for å kunne dokumentere jordbruksmessige tilpasninger til et endret klima. Dersom vekstsesongen forlenges kan det gi muligheter for økt avling, flere høstinger og til å dyrke andre vekster enn i dag. Dette kan ha betydning for f. eks. gjødslingstidspunkter og endringer i gjødsling, og slike endringer vil være mulig å registrere. Varmere og fuktigere vær kan gi endret plantehelsesituasjon som kan påvirke bruken av plantevernmidler, både tidspunkt for sprøyting, antall sprøytinger og bruk av ulike middel.

Data om *grasdekte vannveger, vegetasjonssoner og fangdammer* kan analyseres slik at utbredelsen i JOVA-feltene blir klarlagt og utviklingen kan følges framover og slik fungere som indikator på klimatilpasningstiltak. Innføring av nye miljøtiltak eller klimatiltak kan også registreres.

3.2.3 Nye analyser om miljøeffekter av jordbruksdrift

Dataene om *funn av plantevernmidler* kan kobles mot endringer i nedbør, temperatur, avrenning og plantevernpraksis, og danne grunnlag for å vurdere konsekvensene av endret klima for tap og miljøeffekter av plantevernmidler. På samme måte kan dataene om *tap av jord og næringsstoffer* kobles mot endringer i nedbør, temperatur, avrenning og jordarbeidingspraksis, og danne grunnlag for å vurdere konsekvensene av endret klima for tap og miljøeffekter av erosjonsmateriale og plantenæringsstoffer.

Det må tas sikte på bruke de dataene som blir samlet inn gjennom JOVA-programmet til å kalibrere/validere modeller som brukes til å simulere avrenning og stofftap under ulike scenarier, og som deretter kan anvendes til utvikling av klimatilpasningstiltak i jordbruket.

3.2.4 Nye rapporter eller temaark med planlagt oppstart i 2015.

Basert på oversikten presentert over er det i JOVA-programmet planlagt å starte dette analysearbeidet i 2015. Det vil ikke utgis samlerapport fra JOVA-programmet i 2015, men

midlene vil i stedet brukes til å lage statusrapporter relatert til klima (publiseres på nettsiden til JOVA) basert på data fra overvåkingsperioden for disse utvalgte temaene:

1. Nedbørmønster i JOVA-feltene gjennom overvåkingsperioden. Analyse av nedbørdata som referanse for framtidig JOVA-rapportering om klimaendringer.
2. Temperaturmønster i JOVA-felt gjennom overvåkingsperioden. Analyse av temperaturdata som framtidig referanse for JOVA-rapportering om klimaendringer.
3. Hydrologiske karakteristikk i avrenningen fra JOVA-felt gjennom overvåkingsperioden. Analyse av vannføringsdata som referanse for framtidig JOVA-rapportering om klimaendringer.
4. Driftsmessige karakteristikk i JOVA-felt gjennom overvåkingsperioden. Analyse av driftsdata som referanse for framtidig JOVA-rapportering om landbrukets tilpasning til et klima i endring.
5. Ekstremværsanalyse nedbør i JOVA-felt. Definisjoner og karakteristika for JOVA-feltene.
6. Bruk av grasdekte vannveier og vegetasjonssoner i JOVA-felt i overvåkingsperioden.

3.2.5 Aktuelle titler på nye rapporter eller temaark med oppstart etter 2015

I tillegg til rapportene med planlagt oppstart i 2015 (listet over), er det foreslått flere nye rapporter og analyser, med oppstart etter 2015. Disse er egnet for rapportering med gitte tidsintervall. Eksempler på slike rapporter er:

Effekt av endret klima på vekstsesongen og vilkår for plantedyrking i JOVA-felt.

Effekt av endret klima på valg av tilpasninger av driftsforhold i JOVA-felt.

Effekt av endret klima på nedbør og avrenning i JOVA-felt.

Effekt av endret klima på jordarbeiding i JOVA-felt.

Effekt av endret klima på plantevernpraksis i JOVA-felt.

Effekt av endret klima på tap og mulig miljøeffekt av plantevernmidler.

Effekt av endret klima på erosjon og tap av næringsstoffer.

Disse rapportene vil alle være basert på registreringer fra JOVA-databaser.

I tillegg er det aktuelt å bruke JOVA-data i analyser og forskningsprosjekter som søkes finansiert over andre kilder. Vi tar med et eksempel på slik aktivitet som allerede er igangsatt og som illustrerer nytten av data:

Det er gjennomført en utprøving av værgenerator for prognoser for fremtidig vær. LARS Weather Generator er brukt for fire JOVA-felt (Skuterud, Mørdre, Hotran og Time), beskrevet i kapittel 7.4. til å utvikle klimascenariene. De genererte værdatabaene vil nå bli koblet sammen med modeller for beregning av avrenning og næringsstofftap. På denne måten kan JOVA-data også brukes for vurderinger av fremtidige endringer og til scenarieanalyser som kan gi grunnlag for valg av tilpasningsstrategier.

4. Vurdering av behov for å endre datainnsamling i JOVA

Prosjektgruppen har gått gjennom eksisterende innsamling av data og vurdert databehov i forhold til endret klima. Det er gjennomgått klima/værdata, avrenningsdata, informasjon om driftsforhold fra bondens gårdsdataregistreringer, SSB-data og andre tilgjengelige data fra JOVA-feltene.

JOVA-programmets datainnsamling er innrettet mot avrenning og næringsstofftap til vann. Klima/værdata og hydrologiske data som er viktige for slike tap er også viktige for vurdering av effekter av endret klima og klimatilpasning. JOVA-programmet er allerede dekket opp med slike data, men for klimarapportering kan det være behov for bedre oppløselighet og frekvens av registreringer. Noen eksempler på dette er angitt under.

Rutineinnsamling av data for gårdsregistreringer gir muligheter til å følge endringer i driftsforhold (effekter og tilpasning) som skyldes endringer i klima. Det er mer behov for å benytte eksisterende registreringer for nye analyser, sette sammen rapporter/faktaark enn å samle inn nye data. Det er likevel behov for noen nye registreringer som er omtalt under. Nye temarapporter og analyser som kan utarbeides basert på eksisterende datainnsamling er omtalt i kapittel 3.

4.1 Behov for tilleggsdata for rapportering om klimagassutslipp

I prosjektperioden er det gjort en analyse av klimagassutslipp og bruk av data fra JOVA-felt. Klimagassrapporten (Grønlund, 2012) har vurdert muligheter for å benytte data som allerede samles inn i JOVA til å kunne rapportere om utslipp av klimagasser i nedbørfeltene. Rapporten baserer seg på den rapporteringsmåte og utslippskoeffisienter som brukes av SSB ved nasjonal rapportering. Det er gjort en vurdering av hvor egnet gårdsdata fra JOVA er for slik rapportering og behov for tilleggsdata. I rapporten er det valgt ut to nedbørfelt med ulik drift, Skuterudfeltet (Akershus) representativ for korndyrking på Østlandet og Timebekken (Rogaland) representativ for intensivt husdyrhold på Vestlandet for å illustrere beregningsmåter. Den utviklede klimagasskalkulatoren er basert på enkel metodikk med Excel regneark, faste innsamlete data fra gårdsdata samt kopling til standardiserte utslippskoeffisienter. Endringer i koeffisienter kan lett innarbeides, f. eks. nye koeffisienter for utskilt nitrogen i husdyrgjødsel som vil føre til endringer i utslipp av lystgass. Årlige oppdateringer kan lett tas inn i kalkulatoren og den kan også brukes til å simulere effekter av ulike driftsendringer og tiltak, f. eks. endringer i husdyrhold og bruk av husdyrgjødsel til biogass.

Rapporten inneholder også en vurdering av hvilke forhold som må tilrettelegges dersom rapportering av klimagassutslipp skal inngå som en del av standardrapporteringen fra JOVA. Det forutsettes rutiner der en kobler utslippskoeffisienter for klimagassutslipp fra SSB sin rapportering med JOVA-data. Rapporten angir at klimagassregnskapet kan forbedres dersom JOVA samler inn opplysninger om forbruk av fossilt drivstoff, gårdenes totale jordbruksareal og forbruk av kraftfôr i områder med korndyrking, og det blir foretatt en mer detaljert gruppering av storfe samt målinger av arealer og dybder av myr.

4.2 Forslag til forbedringer i datainnhenting

Forslag til forbedringer i datainnsamling er basert på idèdugnad i JOVA-møte og innspill fra referansegruppen i JOVA.

4.2.1 Vær- og jorddata

Nedbør. For bedre å kunne følge intense nedbørepisoder og spesielt ekstreme nedbørepisoder er det ønskelig med bedre oppløselighet av nedbørregistreringer, eks med 10 minutters intervaller. Intens nedbør kan selv om den er kortvarig ha intensiteter som overskrider jordas infiltrasjonsevne og gi stor overflateavrenning, oversvømmelser, erosjon og store næringsstofftap. Bedre nedbørregistrering kan gi muligheter for mer intensiv prøvetaking av slike episoder, med start av spesielt prøvetakingsprogram. Det kan også kombineres med sensorer for kontinuerlige målinger av N, P og SS. Blandprøveperioder som representerer 14 dagers perioder registrerer totaltap, men gir ikke forløpet gjennom episoder.

Jordtemperatur. I tillegg til registreringer av lufttemperatur er det aktuelt med data om jordtemperatur for å kunne følge med på fryse/tine-episoder og relatere til avrenning og tap utenom vekstsesongen. Målinger av jordtemperatur er aktuelt i flere sjikt/dybder i jorda og i ulike sesonger. Ved ustabile vinterforhold, og mindre snødekke kan det bli varierende fryse/tine forhold i jorda. For å forklare/avrenningstap i slike perioder er det behov for å vite om eks topplaget var tint eller ikke.

Jordfuktighet og grunnvannsregistreringer. Endringer i nedbør, spesielt endringer for mer våte forhold vil påvirke både produksjonsmuligheter, mulighet for å kjøre på jorda (spiring/innhøsting) og miljøeffekter (tap til vann og til luft). Dette er forhold som kan variere mye innenfor et overvåkingsfelt og kan kreve tilsvarende registreringer. Siden vanninnhold har så stor innvirkning på mange prosesser- foreslås det at JOVA-programmet gjør forbedringer for å få inn slike data. Et alternativ er samarbeid med registreringer for NVE-markvannsnett og Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT). Se omtale under.

Med målinger av grunnvann og jordfuktighet vil vi ha mulighet for å avdekke forhold/perioder med reduserende forhold og risiko for lystgasstap, noe som gir mulighet for å følge opp dette gjennom eget måleprogram for klimagasser. Tap av lystgass har stor variasjon innen et nedbørfelt og er påvirket av mange faktorer både driftsmessige og klimatiske (nedbør og temperatur) og det har stor variasjon over tid og etter fuktighetsforhold i jord. Det foreslås ikke rutineovervåking av dette, men registrering av fuktighetsforhold av betydning for lystgasstap slik at eventuelle måleprogram kan tilpasses. Tap av lystgass har betydning for nitrogenbalanser som rapporteres fra JOVA-felt.

Våtere forhold med mye nedbør og dermed høyt jordfuktighet kan gi problemer med jordarbeiding/jordpakking både om våren og høsten. Våtere forhold kan også føre til redusert lagringsevne for nedbør. Er grøftesystemet i stand til å få grunnvannet ut raskt øker lagringsevnen for vann og dermed kan nedbør infiltrere. For å kunne vurdere slike forhold som har stor betydning både for produksjonsmuligheter, miljøeffekter og tolking av resultat er det behov for data om jordfuktighet og grunnvannsnivå.

Tørke. I noen områder er det - selv om årsnedbøren vil øke - forventet at det kan bli perioder med tørke. Dette vil kunne påvirke veksten, men også tap til vann når ny nedbør kommer. Misvekst der gjødsel ikke er utnyttet kan gi store tap dersom tørkeperioder etterfølges av intense nedbørepisoder. Det kan også gi behov for mer bruk av vannings-systemer. Gårdsdataene i JOVA må registrere dette, slik at det kan tas hensyn til ved årsaksforklaring av resultater. Økt bruk av vannings-systemer er en tilpasning som det er mulig for JOVA-programmet å følge utviklingen av.

4.2.2 Gårdsdata

Karboninnhold i jord. Endringer i temperatur og nedbør kan påvirke omsetning av organisk materiale i jord. Organisk innhold er også påvirket av bondens driftsvalg og dyrkingssystem. Når jordprøver analyseres for næringsstoffer (som grunnlag for gjødselplaner)

gjøres det også analyser av organisk innhold. Det foreslås at slike jordanalysedata som foreligger for gårdsbrukene i JOVA-feltene samles inn og registreres (må avtales). Det kan gi mulighet for å følge og rapportere på endringer i jordkvalitet som følge av endringer i klima og drift.

Nye miljøtiltak eller klimatiltak. Innføring og endringer av miljøtiltak kan også påvirke både muligheter for karbonbinding og utslipp av klimagasser. Hittil har ikke dette hatt noen utbredelse, men gårdsdata registreringen må gi muligheter til å fange opp slike endringer. Eksempel: Bruk av biokull kan binde karbon i jord. Biokull er tema for forskning nå. Dersom biokull blir vanlig å ta i bruk kan slik utvikling registreres i JOVA-felter. Et annet eksempel er bruk av husdyrgjødsel til biogass. Det er et mål om å øke denne andelen da det kan redusere klimagassutslipp. Bioresten kan tilbakeføres til eiendommen den kom fra- eller det kan inngås avtaler med andre eiendommer. Slike endringer er viktige å registre som en del av gårdsdataene. Ved etablering av biogass-anlegg på gårdsbrukene er det også nødvendig å innhente kunnskap om det brukes andre ressurser en egen husdyrgjødsel i anlegget.

Endringer i plantehelsestatus. Det er forventet at endringer i klima vil kunne endre plantehelsesituasjonen. I gårdsdata er det nå opplysninger om sprøytedatoer og hvilke midler som brukes, men ikke opplysninger om sykdomsutvikling eller skadedyrsituasjon i åkeren ved sprøyting. Det foreligger derfor heller ikke informasjon om det sprøytes preventivt eller på grunnlag av observert skade. Det er mulig å endre skjema for å innhente slike opplysninger.

Fusariumsmitte (soppsjukdom som kan forårsake mykotoksiner i korn) er eksempel på et økende problem der påvirkningsfaktorer inkluderer både fuktigere vær og endringer i jordarbeiding. Gårdsdata har ikke hatt registreringer om det er fusarium på arealene, men bare registrering av hvilke plantevernmidler som brukes.

Opplysninger om planteskadegjørere er også tilgjengelig fra varslingstjenesten VIPS (Varsling innen planteskadegjørere; www.vips-landbruk.no). Det kan være mulig å knytte varsler i VIPS til de ulike overvåkingsfeltene for å kunne fange opp om endringer i bruk og funn av plantevernmidler kan skyldes nye skadegjørere.

De endringene i plantevernpraksis som vil komme som følge av krav om integrert plantevern i ny plantevernmiddeforskrift, dvs bruk av en kombinasjon av biologiske, dyrkings-tekniske og kjemiske planteverniltak for optimal skadegjørerkontroll, vil måtte registreres i JOVA-feltene for å kunne skille ut en eventuell effekt av endret klima. Det vil bli nødvendig å inkludere registrering av andre planteverniltak enn sprøyting og ugrasharving i gårdsskjemaene (eller hente slike data fra andre kilder), samt at det må avklares om informasjon om hvilken skadegjører som bekjempes på det enkelte skifte i JOVA-feltene, kan hentes fra andre datakilder eller bør inkluderes i JOVA gårdsskjema.

4.2.3 Vannanalysedata

Plantevernmiddeleanalyser utenom vekstsesongen. JOVA-programmet har prøvetaking av plantevernmidler i vekstsesongen, der det har vært størst risiko for tap. Det har ikke vært budsjett for prøvetaking i andre perioder. Ved endring i nedbørforhold og økt forekomst av ekstremvær så er det ønskelig å følge opp med prøvetaking i høstnedbør og snøsmelting. Det er også ønskelig å dokumentere innhold av mykotoksiner i vann for å dokumenter endringer påvirket av klima.

Kildesporing og endret betydning av kilder. JOVA-programmet tar vannprøver ved utløpet av nedbørfeltene. Totaltap av næringsstoffer og erosjonsmateriale kan angis pr arealenhet eller pr arealenhet jordbruksareal. Det brukes standardkoeffisienter for bidrag av næringsstoffer fra skog og bakgrunnsavrenning. Et endret nedbørmønster kan også påvirke kilde-

fordeling i et nedbørfelt og gi behov for bedre dokumentasjon av de ulike kilder. I et nedbørfelt med f.eks mye skog og/eller myr kan økt nedbør endre avrenningen av organisk materiale (humus) og gi brunt vann, endre nedfall av nitrogen, og endre fordampning og vannbalanse fra skog. I boken «Klimaendringer i Norge- forskernes forklaring» (Alfsen et al. 2013, side 163-164) omtales humusøkning i vann og det angis en forventet fordobling i nitrogennedfall i områder med størst forventet nedbørøkning. Våtere vær og spesielt ekstremvær kan gi mer ustabile bekkeskråninger og økt kant og bekkeerosjon. Denne økte erosjonen kan overskygge effekter av redusert erosjon på arealene ved gjennomført endret jordarbeiding. Dersom endret klima fører til endring av bidraget fra de ulike kildene vil det være viktig å få det dokumentert, noe som kan oppnås ved å innføre noen målepunkter som er spesielt rettet mot de ulike kildene i nedbørfeltene.

Kontinuerlig måling av vannkvalitet ved bruk av sensorer må vurderes å tas i bruk i JOVA for bedre å kunne dokumentere konsekvensene av intensiv nedbør for avrenning og næringsstofftap. Slike sensorene er fortsatt under utvikling og krever forbedring men er aktuell i den framtidige JOVA. Også bruk av mobil feltlab kan vurderes for kontinuerlig overvåking av næringsstoffkonsentrasjoner. Også samarbeid med overvåkingsprogrammer i andre land bør vurderes for å samle inn nødvendige opplysninger.

4.3 Data fra andre kilder

Data fra andre institutter, overvåkingsprogrammer, forskningsprosjekter kan være relevante for JOVA i klimasammenheng. Særlig relevant er det med data fra NVE sitt markvannsnett- der noen Bioforsk stasjoner inngår og stasjonene til LMT (Landbruksmeteorologisk tjeneste) som er en nettbasert tjeneste ved Bioforsk.

NVE's markvannsnett lokalisert på eller i nærheten av Bioforsk stasjonene:

Markvannsnettet er et nasjonalt observasjonsnett for måling av markvann som er etablert på representative jordarter på ulike lokaliteter. Det foretas målinger tilknyttet jordas vanntilstand og temperatur i den umettede sonen i jorda (dvs. over grunnvannsnivå

Tabell 4.1. Markvannstasjoner lokalisert på eller nær Bioforsk stasjoner.

Stasjonsnavn	Jordarter	Vegetasjon	H.o.h.	Opprettet
Kise	Lettleire/sand (morene)	Kortklipt gras	127	1990
Ås	Lettleire (marin)	Eng	70	1992
Særheim	Grusholdig sand (morene)	Kortklipt gras	80	1989
Værnes	Siltig sand (elv)	Kortklipt gras	10	1992
Kvithamar	Siltig mellomleire	Kortklipt gras	40	1990
Vågønes	Skjellsand (strand)	Kortklipt gras	30	1990
Svanhøvd	Morene	Kortklipt gras	30	2005

En oversikt over hvilke data som registreres finnes på hjemmesiden til Bioforsk:

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=19273&p_menu_id=19285&p_sub_id=19275&p_dim2=19276

På markvannstasjonene måles, lufttemperatur, grunnvannsnivå under bakken, jordtemperatur i forskjellige dybde, resistans markvannsmåling og grunnvannstemperatur. Jordtemperatur måles for hver 15 cm ned til 135 cm dybde. Registreringer foretas hver time og overføres pr. telefon til NVE én gang i døgnet. NVE samler også inn data fra andre stasjoner og gjør informasjonen tilgjengelig bla, gjennom ulike figurdiagram, se lenke over. Data er fritt tilgjengelig for forskningsformål. I tillegg utføres manuelle målinger (tensiometer, nøytronmeter, snødyp og teledyp) etter behov for kontroll og kalibrering av automatiske registreringer.

Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT):

Landbruksmeteorologisk tjeneste (<http://lmt.bioforsk.no/about>) er et prosjekt i Bioforsk og har som hovedoppgave å skaffe meteorologiske data til bruk for varslingstjenester og forskning i de viktigste jord og hagebruksområder i landet.

Detaljerte klimadata formidles uten vederlag til en rekke brukere innen landbruk, forskning, samferdsel og kraftproduksjon. Dataene er et viktig fundament i flere tjenester som tilbys fra Bioforsk, bl.a. VIPS (Varsling innen PlanteSkadegjørere), grovfôrmodellen, nitrogenprognoser, vanningsinformasjon og JOVA-programmet. Meteorologisk Institutt er en viktig samarbeidspartner og data fra 52 stasjoner i helårs drift presenteres på yr.no (Været som var). LMT leverer også data til Jernbaneverket, Norges Geotekniske Institutt og NVE.

I tabellen under er det gitt en oversikt over hvilke LMT stasjoner som ligger i nærheten av JOVA-felter samt hvilke data som samles inn.

Tabell 4.2. Oversikt over LMT stasjoner lokalisert nær JOVA felt og data som samles inn.

JOVA felt	LMT stasjon	Start målinger	Parametre
Mørdre	Årnes	11/91	<ul style="list-style-type: none">• På alle stasjoner registreres lufttemperatur, nedbør, stråling, vindhastighet og luftfuktighet.• I tillegg registreres jordtemperatur i 5, 10, 20, 30, 50 og 100 cm dybde. På noen stasjoner registreres også vanninnhold på 20 cm dybde. På noen stasjoner registreres også snødybde.• I tillegg registreres det flere andre parametere, til nytte for VIPS systemet (varsling innen planteskadegjørere. www.bioforsk/vips.no)• Registreringer foretas hver time
Naurstad	Vågønes	4/90	
Time	Særheim	4/87	
Øvre Time	-----		
Skas Heigre	-----		
Vasshaglona	Landvik	10/90	
Kolstad	Kise	1/87	
Bye	-----		
Volbu	Løken	1/91	
Hotran	Kvithamar	1/89	
Heia bekken	Rygge	5/95	
Skuterud	Ås	11/96	
Skuterud	IMT	1/90	

Både værdata og jordtemperatur er viktig for JOVA. Værdata fra LMT-stasjoner blir allerede rutinemessig benyttet i rapporteringen fra JOVA. For Skuterud målestasjon har også NMBU sin værstasjon ved IMT (Institutt for matematiske realfag og teknologi) blitt benyttet.

Data om jordtemperatur har hittil ikke vært benyttet i JOVA. I klimasammenheng kan slike data bli viktige framover, særlig om tidsserier er/blir tilgjengelig. Dersom vinterforhold med snødekke endres så kan det også påvirke lokale fryse/tineforhold med betydning både for infiltrasjon av vann og plantepåvirkning. Det kan vurderes om måling av jordtemperatur i overflaten, f. eks. 1 cm dybde bør etableres for å gi innsikt i kortidsvariasjoner viktige for fryse/tine episoder.

Også for nedbør og vanninnhold i jord er det aktuelt med samarbeid med LMT-stasjoner. Det kan vurderes om nedbøren bør registreres med en bedre oppløsning, for eksempel for hvert minutt, for bedre å være i stand til å registrere de forventede høye nedbør intensiteter. For LMT-stasjoner som ligger i nærheten av JOVA-feltene bør det vurderes registreringer av jordfuktighet (vanninnhold i jorda) og grunnvann.

Som en aktivitet i KLIMA - JOVA-prosjektet er det tatt kontakt både til LMT-ansvarlige og NVE-markvannnett for å få oversikt over data som samles inn og bruken av disse. Det er

aktuelt å diskutere videre på en workshop høsten 2015 om muligheter for datainnsamling, data utveksling og samarbeid om data som blant annet kan brukes i klimasammenheng.

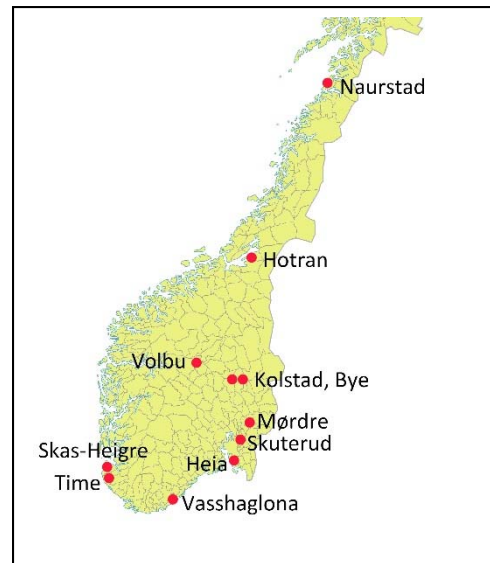
Data om nedfall av nitrogen i nedbør. Økende nedbørmengder kan gi endringer i nedfall av nitrogen. Dette har betydning for flere prosesser som avrenning til vann, bakgrunnsavrenning, gjødseleffekt, effekt på økosystem etc. JOVA-programmet utarbeider næringsbalanser om bl.a. nitrogen der en sammenligner nitrogenbruk (gjødsling) med nitrogen i avling og med nitrogentap til vann. Dersom nedfall av nitrogen endres på grunn av endret nedbør, vil dette også påvirke slike beregninger. Data om nedbør og nitrogen-nedfall dokumenteres av NILU.

5. Vurdering av feltstruktur - stasjonsplassering JOVA-felt - behov for endringer - endret klima

5.1 Eksisterende feltstruktur

Feltstrukturen i JOVA-programmet har vært endret flere ganger siden programmet startet i 1990. Overvåkingen omfatter nå 10 nedbørfelt og et såkalt «småfelt», som består av ett enkelt skifte (Bye-feltet). Nedbørfeltene er lokalisert i ulike deler av landet (figur 1). Erosjon og næringsstofftap overvåkes i alle nedbørfeltene, mens tap av plantevernmidler overvåkes i 5 av feltene (Skuterud, Mørdre, Heia, Vasshaglona, Time). Det foreligger observasjoner/skifteregistreringer på gårdsnivå fra 9 av feltene (Skuterud, Mørdre, Heia, Vasshaglona, Time, Kolstad, Bye, Volbu og Naurstad).

Den eksisterende feltstrukturen er et resultat av prioriteringer ved oppstarten av programmet og valg som er foretatt underveis. Utgangspunktet var å overvåke landbrukets påvirkning på vann, og at overvåkingen skulle være representativ for norsk landbruk. Feltene skulle være representative for de viktigste jordbruksområdene, produksjonsformene og driftsmåtene i landet, og også representere ulik intensitet av jordbruksdrift. Den eksisterende feltstrukturen ivaretar dette i all hovedsak, men i forhold til representativitet mangler det overvåking av vesentlige jordbruksområder på Vestlandet (ref. kap. 2 i JOVA-boka).



Figur 5.1. Lokalisering av felt som inngår i JOVA-programmet i 2015.

5.2 Feltstrukturen i forhold til klima

For å optimalisere JOVA-programmets muligheter til å bidra i oppfølgingen av landbrukets klimautfordringer må programmet ha en feltstruktur som sikrer at det samles inn relevante data i forhold til de faktiske problemstillingene som vil oppstå på grunn av klimaendringene. For å få til dette er det behov for noen kriterier til feltstrukturen. Slike kriterier kan fastsettes ut fra flere hensyn, og må særlig ivareta følgende:

1. Behovet for et styrket kunnskapsgrunnlag om effekter av klimaendringene.
2. Behovet for kunnskap om bondens tilpasning til klimaendringene.
3. Behovet for kunnskap om jordbrukets utslipp av klimagasser.

For at overvåkingen skal kunne ivareta de spesielle behovene i forhold til klima foreslås følgende kriterier for feltstrukturen: 1) Overvåkingen må foregå i viktige jordbruksområder der det forventes at større endringer i klima (nedbør/temperatur) i særlig grad vil ha betydning for produksjonsmulighetene. 2) Overvåkingen må foregå i viktige jordbruksområder der det forventes at større endringer i klima (nedbør/temperatur) i særlig grad vil ha betydning for landbrukets påvirkning på vann. 3) Overvåkingen må foregå i de jordbruksområdene og dekke de driftsformene der utslipp av klimagasser har størst betydning. 4) Overvåkingen må foregå i de viktigste jordbruksområdene og dekke de viktigste produksjonsformene og driftsmåtene i landet også med den klimatilpasningen som skjer.

Ved å etablere en feltstruktur i samsvar med disse kriteriene vil JOVA-overvåkingen både kunne bidra med kunnskap som kan brukes til å utarbeide tiltak for å håndtere negative klimaeffekter, kunnskap om landbrukets klimagassutslipp, og fakta om hvordan landbruket faktisk forholder seg til nye forutsetninger og muligheter som oppstår som følge av klimaendringene. Det siste kan være viktig kunnskap for utforming av politikk og virkemidler.

5.3 Evaluering av feltstrukturen

Bioforsk er nå i ferd med å gjennomføre en evaluering av feltstrukturen i JOVA-programmet ut fra hensynet til økonomi og framtidige behov for overvåking.

I forhold til økonomi er bakgrunnen at det har vært en reell nedgang i JOVA-budsjettet over de siste 6 - 7 årene, og det forventes fortsatt innstramming i årene framover. Overvåkingen må derfor gjøres mest mulig optimal, og en reduksjon i antall felter kan være en måte å sikre mer ressurser til de andre feltene. I forhold til framtidige behov for overvåking vil det spesielt bli vurdert hvilke behov som er knyttet til oppfølging av vannforskriften og effekter av endret klima og framtidige klimatilpasninger. Som følge av at Bioforsk om kort tid blir en del av NIBIO vil det også bli vurdert om det er forhold ved det nye instituttet som bør vektlegges ved den framtidige feltstrukturen.

Formålet med feltevalueringen vil være:

1. Optimal bruk av ressurser i JOVA
2. Sikre at feltstrukturen samsvarer med framtidige behov for overvåking

Det er planlagt en framgangsmåte for feltevalueringen, og det tas sikte på å ha forslag til ny feltstruktur på plass innen 1. oktober slik at det kan gis innspill om eventuelle endringer til budsjettet for 2016.

5.3.1 Gjennomføring av evalueringen

Evalueringen vil bli gjennomført som en kombinasjon av 1) egenskaper ved feltene 2) samfunnets kunnskapsbehov framover 3) andre endringsmuligheter i måten JOVA-programmet drives på og 4) nye forventninger og muligheter som følger av opprettelsen av NIBIO.

For å vurdere egenskaper ved feltene vil disse kriteriene bli lagt til grunn:

- A. Feltenes representativitet vurdert ut dagens landbruk
- B. Feltenes representativitet vurdert ut fra fremtidens landbruk
- C. Feltenes representativitet vurdert ut fra miljømessige problemstillinger
- D. Feltenes tekniske tilstand
- E. Feltenes historiske/iboende verdi som kunnskapskilde
- F. Feltenes potensiale
- G. Feltenes egenskaper i forhold til NIBIOs overordnede strategi

Egnetheten til dagens felt i forhold til klimaendringene vil være en del av vurderingen i forhold til disse kriteriene. Evalueringen vil også inkludere en vurdering av behov for nye felt ut fra kriteriene for feltstruktur i foregående avsnitt.

På bakgrunn av den pågående evalueringen av feltstruktur er det ikke konkludert og gitt anbefalinger om forslag til nye felt i denne rapporten og vi henviser til senere rapporter fra JOVA-programmet.

Vi har imidlertid, basert på rapporten «Klima i Norge 2100» (Hanssen-Bauer, 2009), vurdert områder med forventede store endringer i klima i forhold til dagens feltstruktur i JOVA. Rapporten angir at de største nedbørøkninger er forventet på Vestlandet og i Nord-Norge.

Vekstsesongen er også forventet å øke med 1 måned i innlandet på Østlandet og opp mot 3 måneder i Nord-Norge og i høyere strøk. Basert på dette kan vi si allerede nå at JOVA-programmet bør dekke opp viktige jordbruksområder på Vestlandet og i Nord-Norge.

Framgangsmåten for feltevalueringen ble presentert og diskutert i referansegruppen for JOVA i møte 25. mars 2015. Referansegruppen kom med mange innspill, og poengterte at det er ønskelig med representative felt, data av god kvalitet, intensiv datainnhenting og at JOVA-programmet framskaffer data som gir prosessforståelse om avrenning.

Tabell 5.1. Oversikt over felter i JOVA programmet og deres karakteristika.

Nedbørfelt	Kommune	Areal (ha)	Dyrka (%)	Temp (°C)	Nedbør	Jordart	Driftsform	Startår	Omfang
Skuterud	Ås	4,5	61	5,5	785	Si. m.leire	Korn	1993	N+E+PLV (fra 1995)
Mørdre	Nes	6,8	65	4,3	665	Silt og leire	Korn	1990	N+E+PLV (fra 1996)
Kolstad	Ringsaker	3,1	68	4,2	585	Moldrik l.leire	Korn	1985	N+E+PLV (1995-2003)
Heia	Råde	1,7	62	5,6	829	Sand, si. l.leire	Potet/korn/ gr.sak	2004	N+E (fra 2010)+PLV (fra 2004)
Vasshaglona	Grimstad	0,7	62	6,9	1230	Sand	Gr.sak/pote t/korn	1991	N+E+PLV (fra 1995)
Hotran	Levanger	19,4	80	5,3	892	Si.l.leire/m.l eir	Korn, gras	1992	N+E+PLV (fra 1995)
Skas-Heigre	Sandnes, Sola og Klepp	29,3	85	7,7	1180	Leire, sand, grus	Gras, korn	1995	N+E+PLV (1990-97, 99 2001-2010)
Time	Time	1,0	88	7,4	1180	Si. m.sand	Gras, rotv.	1985	N+E+PLV (1995-2000, fra 2004)
Naurstad	Bodø	1,5	35	4,5	1020	Myr/fin- m.sand	Gras	1994	N+E
Volbu	Øystre Slidre	1,7	41	1,6	575	Si m.sand	Gras	1991	N+E

Si. = Siltig, l.leire = lettleire, m.leire = mellomleire, m.sand = mellomsand. N = næringsstoffavrenning, E = jordtap, PLV = plantevernmideltap (periode for målinger av plantevernmidler angitt i parentes)

6. Nye analyser, rapporter og faktaark basert på tilgang på nye data

I kapittel 4 er det angitt noen forslag til endringer i datainnsamlingen for at JOVA-programmet i større grad skal kunne foreta klimarelaterte analyser og rapporter om klimaendringer og jordbruksdrift. Å endre datainnsamlingen slik det er foreslått innebærer et betydelig potensiale for analyser og rapportering. Noen aktuelle anvendelser av de nye dataene kan skisseres nå, men det forventes også at ny datatilgang vil lede til ytterligere bruk, nye analyser og formidling.

Status og endringer i utslipp av klimagasser fra jordbruket: Klimagasskalkulatoren (Grønlund, 2012) kan tas i bruk for å beregne klimagassutslipp for JOVA-felt under faktiske forhold og ved simulerte endringer av driftsforhold. Beregningene kombinerer eksisterende JOVA-data med data fra andre kilder og vil være mest aktuell å gjennomføre med faste intervaller med noen års mellomrom. Resultatet vil være egnet til å presentere i form av faktaark.

Status og endringer i karboninnhold i jord: Data om organisk innhold i jord (skiftenivå) kan brukes til analyser av utviklingen i jordas innhold av karbon. Dette har betydning både for jordas fruktbarhet, dyrkingsegenskaper, men også i forhold til CO₂. Aktuelle problemstillinger er: Vil endring i klima føre til raskere nedbrytning av karbon? Vil bøndene foreta endringer i driftspraksis for å bevare eller øke karboninnholdet? Endringene kan f. eks. gjelde jordarbeidingspraksis og bruk av biokull og andre tilførsler av organisk materiale. Siden JOVA-programmet har felt med ulike driftsformer og geografiske og klimatiske og jordartsvariasjoner er sammenligning av utvikling i felt aktuelt å følge. Det er mest aktuelt å foreta denne analysen med noen års mellomrom som rapport med metodebeskrivelse og resultater, samt faktaark over de viktigste resultater.

Utvidede og forbedrede registreringer av nedbør: Nedbørdata med høy oppløsning gir mulighet for bedre kunnskap om sammenhengen mellom nedbør- og avrenningsintensiteter. Kombinert med mer intensive registreringer av vannkvalitet kan dette gi økt prosessforståelse av effekt på erosjon og tap av næringsstoffer. Opplysninger om kombinasjonen av nedbør, luft- og jordtemperatur gir innsikt i fryse/tine perioder, og ved å sammenlikne dette med målt avrenning og stofftap vil vi få bedre innsikt i de prosessene som fører til særlig stofftap under slike perioder og grunnlag for valg av tiltak for å redusere slike tap.

Data om fuktighetsinnhold i jord og grunnvannsnivå i JOVA-felt kan gi bedre innsikt i risiko for pakkingskader ved å sammenlikne disse opplysninger med tidspunkt for innhøsting og jordarbeiding. Slike data er aktuelle å ta inn i årlig resultatrapportering samt i sammenligninger mellom felt som kan gjentas med noen års mellomrom og være grunnlag for faktaark med de viktigste resultater.

Effekter av ekstremt regnvær på dyrket jord: Det er foreslått å samle inn nedbørdata med høyere oppløselighet. Sammen med utvidet vannprøvetaking tilpasset ekstreme episoder kan dette danne grunnlag for analyser om konsekvensene av ekstremnedbør på jordbruksareal. Det er aktuelt å utarbeide rapport som beskriver metodikk for ekstremværsanalyse og sammenligne ekstremepisoder i de ulike feltene. I tillegg kan det utarbeides faktaark som formidler de viktigste resultatene.

Variasjoner i været utenom vekstsesongen og betydning for erosjon og tap fra dyrket jord: Bedre data om jordtemperatur og jordfuktighet kan brukes til å analysere effektene av endrede forhold i løpet av høsten og vinteren, f. eks. endringer i snødekke, fryse/tine-episoder og vannmetning. Dette kan gi grunnlag for bedre prosessforståelse og vil være svært nyttige data for modellutvikling.

Samarbeid Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT) og NVE nasjonalt markvannsnett: Det vil være aktuelt med et samarbeide mellom JOVA-programmet, LMT og NVE sitt markvannsnett for å diskutere muligheter for datainnsamling, datautveksling og samarbeid om data som bl.a. kan brukes i klimasammenheng. Innsamlede værdata, i tillegg til registreringer av jordtemperatur/jordfuktighet og grunnvannsnivå på LMT og NVE markvannstasjoner kan gi gode data til kalibrering av modeller for jordfuktighet og vannbalanse og muligheter for å bruke disse modellene på data samlet inn i JOVA-feltene.

Effekter av klimaendringer og endrede avrenningsmønstre på tap av plantevernmidler: Analyser av plantevernmidler i bekkevann gjennom hele året vil kunne dokumentere avrenningen av plantevernmidler med høstnedbør, ved fryse/tine episoder om vinteren og i snøsmeltingen om våren. Sammenholdt med eventuelle endringer i bruk av plantevernmidler grunnet endringer i driftspraksis og nye plantehelseutfordringer, vil dette gi grunnlag for å vurdere miljørisikoen knyttet til plantevernpraksis i et endret klima.

Effekter av endret klima på plantehelseutfordringer: Ved innhenting av mer detaljert informasjon om skadegjørerbekjempelse, vil det dannes grunnlag for analyser av endringer i plantehelseutfordringene i et endret klima. Det må undersøkes om et slikt datamateriale vil samles inn gjennom oppfølgingen av ny plantevernmidelforskrift og dermed vil kunne innhentes fra andre kilder enn via JOVAs gårdsdataskjemaer.

Husdyrgjødsel til biogass og bruk av biorest: Innhenting av opplysninger om bruk av biogass-anlegg i JOVA-feltene vil både kunne danne grunnlag for en analyse om utbredelse av slike anlegg, ressursflyten inn/ut av anlegget og utnyttelsen av bioresten. Slike opplysninger vil også danne grunnlag for et bedre klimagassregnskap i JOVA-feltene, jf. punktet over.

Kildesporing og dokumentasjon av avrenning fra ulike arealer/kilder i nedbørfeltet: Økt bruk av kildesporing kan dokumentere om endringer i klima fører til endret betydning av avrenning fra de ulike kildene. Det kan f. eks. gjelde bidrag fra skog, myr og bekkeløpserosjon.

7. Eksempler på analyser, artikler, rapporter utarbeidet med bruk av JOVA-data i klimasammenheng

JOVA-data er allerede benyttet i flere prosjekter, analyser, publikasjoner og utadrettet informasjonsvirksomhet om klimautfordringene innenfor landbrukssektoren. Det gjelder både til utredninger og i forskningsprosjekter. Særlig viktig i klimasammenheng er bruken av JOVA-data til utvikling av matematiske modeller, fordi modeller er viktige redskap til å vurdere konsekvenser for jordbruket under ulike klimascenarier og for planlegging av ulike klimatilpasningstiltak. I dette kapitlet er det gitt noen eksempler på slik bruk av JOVA-data, men for fullstendig oversikt over publikasjoner vises til JOVA-programmets nettside www.bioforsk.no/jova. Det er også holdt en rekke foredrag om landbruk og klima der JOVA-data er benyttet, men disse er ikke listet her. Det har vært en økende etterspørsel etter slike foredrag, noe som viser at det er et stort informasjonsbehov for dette temaet. Flere forskningsprogram, bla i NFR og Horizon2020, JPI, utlyser tema om effekter av endret klima og tilpasninger og JOVA-data forventes å bli aktuelle til slike prosjekter.

7.1 Modellutvikling

Det er de lange tidsseriene med måledata og det store mangfoldet av data som gjør at JOVA-dataene er egnet til bruk i modeller. Brukt på denne måten bidrar JOVA-dataene til økt prosessforståelse og økte forutsetninger for å kunne forutsi effekter av arealbruk, jordbrukspraksis og klimaendringer på jord og vann. JOVA-dataene har blitt brukt både til å kalibrere modeller, til modellvalidering og som kilde for data som trengs ved modellkjøringer.

Forskere ved Bioforsk har brukt JOVA-dataene i modellutvikling og modellering over flere år og i en rekke ulike prosjekter. Data fra feltene er brukt til kalibrering av modeller som HBV, COUP, SWAT, INCA, DRAINMOD og LISEM. JOVA-programmet bidrar med grunnlagsdata til å dokumentere Agricat-modellen. Denne modellen kan brukes til å estimere erosjon og fosfortap fra nedbørfelter. Den er for eksempel brukt til å lage tiltaksanalyser for vannområder i vannregionene. Den ble brukt for vannområde Glomma med bruk av data fra faktisk jordbruksdrift (2012) og for vurdering av effekt av ulike tiltakspakker (Kværnø et al. 2014). JOVA-data er brukt for kalibrering av modellen.

Det strategiske instituttprogrammet CATCHY (Catchment processes, hydrology and water quality in a future climate; implications for agriculture and water resources management), som nå gjennomføres i Bioforsk, bruker JOVA-data både til utvikling av klimascenarier og modellsimulering.

I prosjektet «Bedre erosjonskart for norske forhold» er erosjonsmodellen PESERA kjørt for Skuterud og Mørdre med hensikt å kalibrere og validere modellen før videre bruk i utvikling av nye erosjonsrisikokart for Norge. Den er kalibrert mot avrenning og jordtapmålinger i de to JOVA-feltene. Erosjonsrisikokart er viktige verktøy i arbeidet med erosjonskontroll, og brukes for å kunne vurdere behovet for å iverksette tiltak mot erosjon. De nye erosjonskartene forventes å være et bedre beslutningsgrunnlag for tiltak enn dagens kart, og vil dermed være et viktig redskap for at landbruket skal kunne håndtere den endrede erosjonsrisikoen som vil oppstå som følge av klimaendringer med mer nedbør og høyere nedbørintensitet. PESERA-modellen kan kjøres med ulike klimascenarier og kan derfor brukes til simuleringer av endret erosjon ved endret klima.

Bruken av JOVA-data og JOVA-felt til modellering er oppsummert i Kværnø et al. (2013). Det framkommer at overvåkingsdataene fra JOVA-feltene har uvurderlig verdi til model-

leringsformål, siden de inneholder både kvalitative data for respons (f. eks. vannføring, konsentrasjoner og avling) og data som kan brukes direkte som input-data ved kjøring av ulike modeller (gårdsdata, og til en viss grad jorddata, samt meteorologiske data). Dataene er brukt i modeller både til å simulere hydrologi og konsentrasjoner/tap av næringsstoffer, jord og plantevernmidler. Alle disse temaene er aktuelle for modellering i forhold til endret klima.

7.2 Klimaeffekter på avrenning av næringsstoffer

Effekter av klimaendring på avrenning av næringsstoffer fra jordbruksarealer

I det strategiske instituttprogrammet: Adapting to extreme weather in municipalities: How, what and Why? (NIVA, NINA, NIBR, Cicero, NILU) ble data fra fire JOVA-felt (Skuterud, Hotran, Skas-Heigre og Time) brukt til å studere effekter av endret klima på fremtidig avrenning og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer (Deelstra et al. 2011). For alle feltene er det forventet at økt årlig nedbør vil føre til økt avrenning. For Hotran er det forventet en økning i alle sesonger, mens det for Time og Skuterud er forventet størst endring i høst og vinterperioden. Overvåkingsresultatene viste at i gjennomsnitt foregikk 50 % av årlig avrenning i løpet av 25-55 dager, mens det tok 126-211 dager før 90 % av årlig avrenning var ute av feltene. Økt avrenning utenom vekstsesongen forventes å gi økt risiko for erosjon og tap av næringsstoffer. Det blir færre dager tilgjengelig for avrenning og det forventes at avrenningsintensitetene vil øke. Dette kan gi økte fosfor og erosjonstap dersom ikke tiltak settes inn.

Været gjennom overvåkingsperioden

Den siste samlerapporten fra JOVA (Bechmann et al. 2014) har et eget avsnitt om været gjennom overvåkingsperioden med en analyse av avrenningsdataene fra Skuterudfeltet. Været i overvåkingsperioden er sammenlignet med gjeldende normalperiode (1961-1990). Det har vært en stigning både i temperaturen og årsnedbøren på Østlandet og Vestlandet i løpet av overvåkingsperioden. Disse endringene i været kan bidra til å overskygge effektene av miljøtiltak som gjennomføres i overvåkingsfeltene, og kan være en av forklaringene på at JOVA-programmet måler få trender i avrenning av næringsstoffer og partikler fra feltene. Analysen av avrenningsdataene fra Skuterudfeltet viser at det er en tendens til økning i antall flomtopper i Skuterudfeltet i overvåkingsperioden.

Ekstremer i nedbør og avrenning i nedbørfeltene

Det er foretatt en analyse av ekstremer i nedbør og avrenning i nedbørfeltene gjennom overvåkingsperioden (Eggstad, 2013). Det er vurdert hva som er gjentakintervall for ekstreme hendelser i de ulike nedbørfeltene, noe som har betydning for dimensjonering av hydrotekniske installasjoner på jordbruksarealer. Analysen viser at det er stor forskjell i risiko i ulike deler av landet, og det er behov for å undersøke dette nærmere for at det skal kunne foretas bedre risikovurderinger knyttet til ekstremnedbør og oversvømmelser.

Avrenningsdata til nytte for andre sektorer

Avrenningsdata kan være til nytte for andre sektorer for eksempel ved dimensjonering av anlegg for avrenning fra veg og bebyggelse. Avrenningsdata fra Skuterudfeltet har nylig vært brukt i et doktorgradsarbeide om tiltak for å tilpasse vegenes avrenningssystem til framtidige klimaendringer med større nedbørmengder og økt risiko for oversvømmelse (Kalantari et al. 2014, Kalantari et al. 2015). Disse dataene er også levert til Statens vegvesen til bruk for å kunne fastslå flomsikkert nivå for nye E18 der den skal krysse bekken. Avrenningsdata fra Mørde-feltet er levert til en konsulentfirma til bruk ved å beregne overvannshåndtering av et utbyggingsområde på dyrka mark.

7.3 Utprøving av værgenerator for prognoser for framtidig vær

LARS Weather Generator (LARS) er utprøvd i fire JOVA-felt (Skuterud, Mørdre, Hotran og Time). Denne generatoren bruker informasjon om tidligere klima i et området til å beregne klimascenarier for fremtiden, og skal helst ha tidligere tidsserier på 20-30 år. I hvert av de nevnte JOVA-felt ble værgeneratoren testet med scenarier som er utviklet av både IPCC og ENSEMBLE-prosjektet. Det ble brukt totalt ca. 43 scenarier per nedbørfelt. IPCC-scenarier ble beregnet for 2011-2030, 2046-2065 og 2080-2099, mens ENSEMBLE-scenarier ble beregnet for årene 2011-2013 og 2013-2015. I 2015 er det planlagt å utvikle scenarier for ekstremvær med kortere tidsoppløsning. Klimascenariene som er utarbeidet for JOVA-feltene vil bli koblet sammen med modeller for beregning av avrenning og næringsstofftap og kobles til data i JOVA-databasene.

7.4 Brukerdialog

Som del av CATCHY prosjektet har Bioforsk organisert tre brukermøter med tema "Hvordan blir jordbruket i et endret klima, og hvordan vil dette påvirke vannkvaliteten?" i nærheten av JOVA-feltene Skuterud, Mørdre og Time. Tilsvarende planlegges i nærheten av Hotran i 2015. Hensikten er å øke kompetansen generelt om avrenning av jord og næringsstoffer fra ulike typer jordbruk i hele Norge, samt informere forvaltningen om Bioforsk sitt arbeid om dette temaet. Bioforsk ønsket også innspill for å kunne utarbeide arealbruks-scenarier for modellering av næringsstoff- og jordtap. Seminarene besto i foredrag og diskusjoner om de utfordringer landbruket vil få i et endret klima og mulige tiltak mot avrenning fra landbruket. Diskusjonene tok utgangspunkt i fire klimascenarier utarbeidet for områdene for perioden 2021-2050. Spørsmålene til seminar-deltakerne var:

- Hvilke konsekvenser vil slike klimaendringer ha for landbruket?
- Hva er det sannsynlig at bøndene vil gjøre som følge av slike endringer?
- Vil landbrukets påvirkning på vannkvaliteten endres?

På grunnlag av diskusjonen ble det foreslått arealbruks-scenarier for hvordan jordbruket i regionen vil kunne utvikle seg. Innspillene fra disse bruker møtene vil inngå i det videre modelleringsarbeidet i CATCHY der en skal modellere avrenning, næringsstoff og jordtap ved ulike arealbruksscenarioer.

7.5 Utslippsberegninger for klimagasser

Beregning av nasjonale N₂O utslipp

I samsvar med gjeldende retningslinjer fra IPCC er JOVA-data benyttet til å oppdatere den norske FracLEACH-faktoren, som brukes ved beregning av nasjonale N₂O-utslipp fra jordbruket. FracLEACH tilsvarende den andelen av nitrogen som er tilført jordbruksareal i form av mineralgjødsel og husdyrgjødsel som blir tapt til nærliggende vassdrag. På grunnlag av FracLEACH-faktoren kan det beregnes hvor mye N₂O som slippes ut via jordbruksavrenningen. FracLEACH ble i 2012 beregnet for 8 JOVA-felt for hvert år i perioden 1992-2010 på oppdrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Bechmann et al. 2012). Den gjennomsnittlige FracLEACH-faktoren ble beregnet til 26 % for alle felt og år. Dette er høyere enn det som har vært benyttet som norsk faktor tidligere (18 %), men noe lavere enn standardfaktoren til IPCC (30 %).

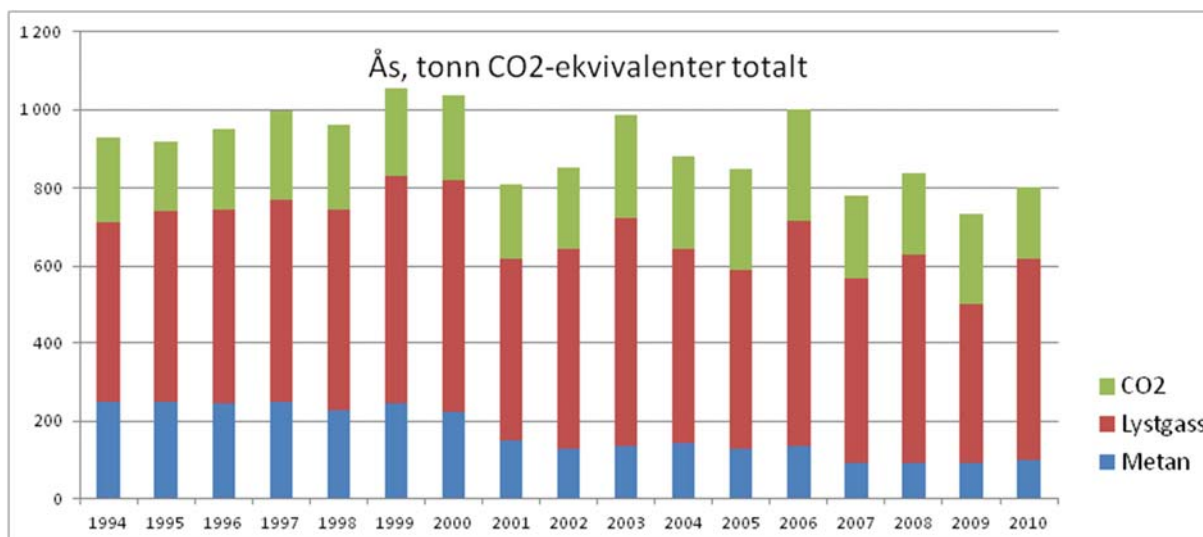
Beregning av klimagassutslipp fra JOVA-felt

Det er utviklet en metode for å beregne klimagassutslipp fra JOVA-felt (Grønlund, 2012). Metoden benytter seg av data som allerede samles inn gjennom overvåkingen (gårdsdata og nitrogenavrenning), samt data fra søknader om produksjonstilskudd og data fra SSB om årlige endringer i utslippsfaktorer for metan fra drøvtyggere og levealder for storfe. Metoden er foreløpig tilpasset og brukt i to av JOVA-feltene (Skuterud og Time). Beregning av

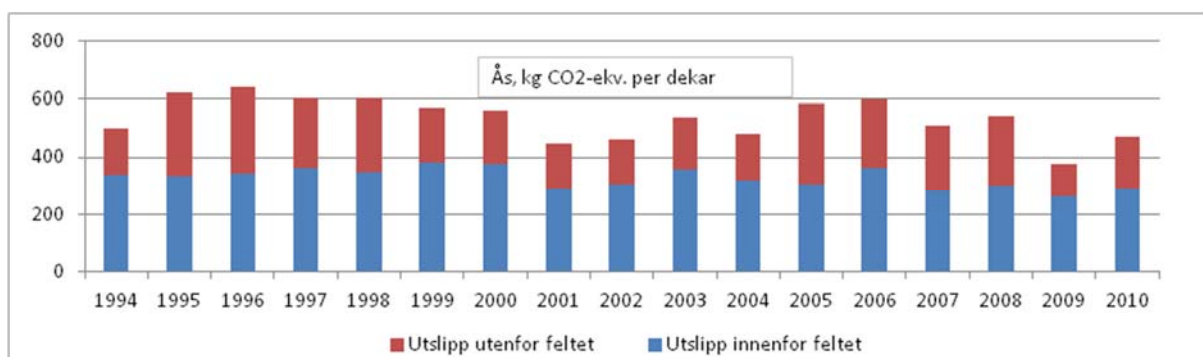
klimagassutslipp fra JOVA-felt kan ikke brukes for å gi en representativ rapportering av klimagasser fra landbruket, men kan brukes til å sammenligne utslipp fra JOVA-felter med ulike driftssystemer (husdyr/korn). Dette kan også inngå som bidrag til analyser av matens klimaavtrykk. Den kan også brukes til å dokumentere hvordan miljøtiltak virker inn på klimagassutslipp. Slik dokumentasjon er viktig fordi det er både synergieffekter og målkonflikter mellom klimatiltak og tiltak mot vannforurensning. Det har ikke vært gjort slike sammenligninger tidligere. Det er aktuelt å ta metoden i bruk i den faste rapporteringen fra JOVA-programmet, men det vil kreve ekstra ressurser eller omprioriteringer. En søknad til Landbruksdirektoratet om midler for å innarbeide rutiner for rapportering med bruk av klimagasskalkulatoren for JOVA ble avslått. Det er aktuelt å søke ny finansiering for å få til dette.

Det er tatt med noen figurer fra rapporten (Grønlund, 2012) som illustrerer hva JOVA kan brukes til for klimagassrapportering. For nærmere beskrivelse av metodikk og vurdering av resultater vises det til rapporten.

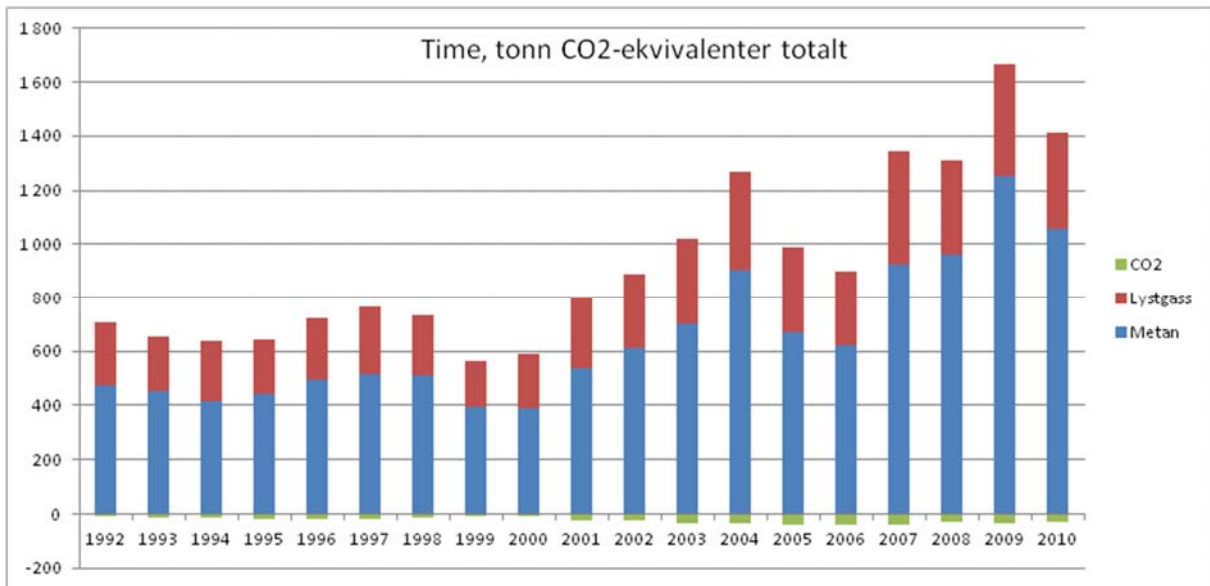
Figur 7.1 viser beregnede klimagassutslipp angitt som CO₂ utslipp per dekar. Lystgass utgjør mer enn 50 % av utslippene med bruk av mineralgjødsel og avrenning som største kilder til tap. Mesteparten av kornet som produseres brukes til kraftfôr utenfor feltet og i figur 7.2 er det tatt hensyn til dette som indirekte utslipp.



Figur 7.1. Utslipp av klimagasser fra Skuterudbekkens nedbørfelt angitt som tonn CO₂ ekvivalenter.



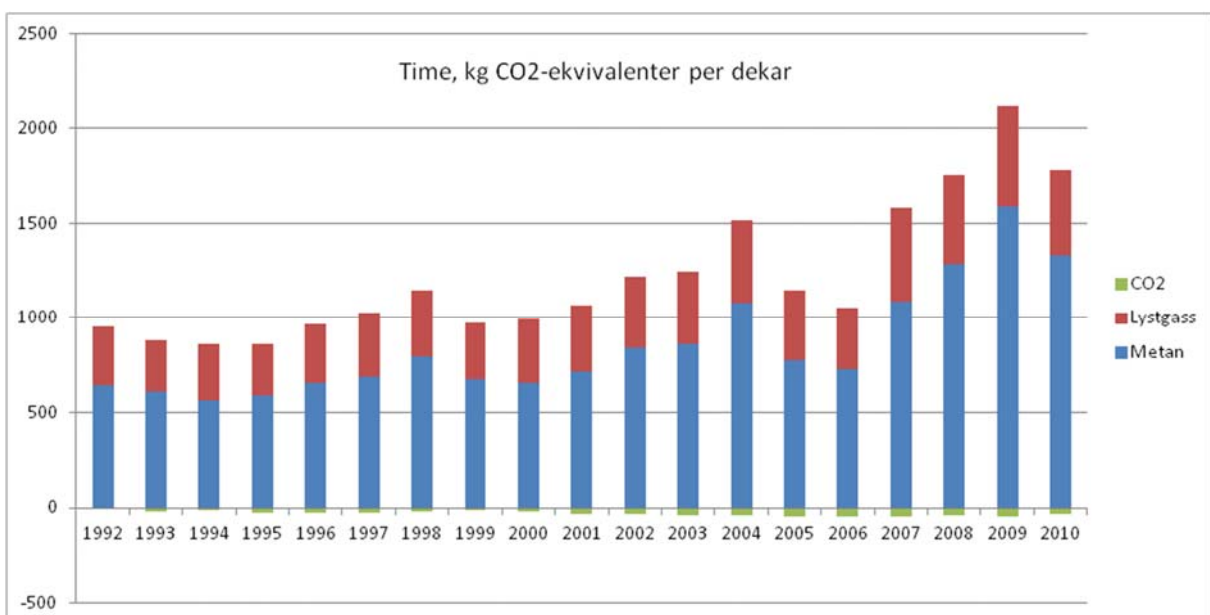
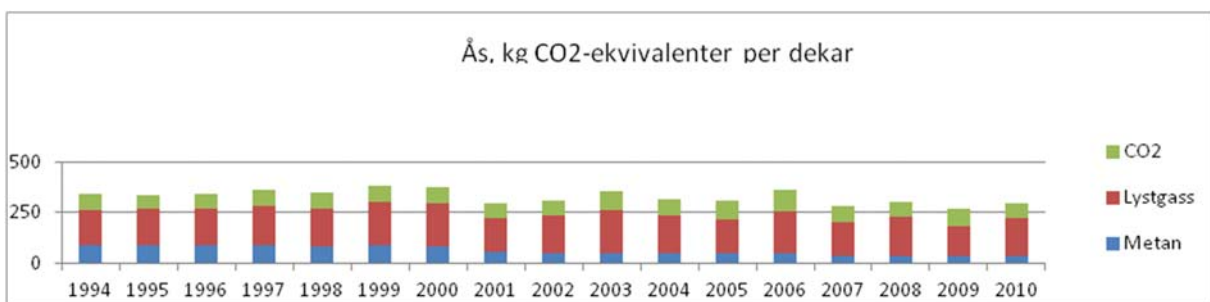
Figur 7.2 Direkte og indirekte utslipp av klimagasser fra Skuterudbekkens nedbørfelt.



Figur 7.3. Utslipp av klimagasser fra Timebekkens nedbørfelt.

I figur 7.3 er det vist beregnede CO₂ ekvivalenter (totalt) fordelt på de ulike kildene. I dette felte bidrar metan med ca. 70 % av utslippene og lystgass med 30 %.

Klimagassutslippene er også omregnet til CO₂ ekvivalenter per dekar, vist i figur 7.4.



Figur 7.4. Utslipp per dekar i Skuterudbekkens og Timebekkens nedbørfelt.

Utslippene i Skuterudfeltet er ca. 300 kg CO₂-ekvivalenter per dekar og har vært relativt stabile i løpet av overvåkingsperioden. Utslippene i Timebekken nedbørfelt er langt større per dekar, og har økt fra 800-900 kg CO₂-ekvivalenter per dekar i årene 1992-1995 til 1500-2000 kg CO₂-ekvivalenter per dekar i årene 2007-2010. Årsaken til den store forskjellen er driftsformen som er overveiende korndyrking og lite husdyr i Skuterudfeltet og grasdyrking med intensiv husdyrproduksjon med drøvtyggere i Timefeltet. Disse to driftsformene representerer ytterpunktene i landbruket når det gjelder klimagassutslipp. Ren planteproduksjon på mineraljord gir små utslipp av klimagasser sammenlignet med husdyrproduksjon.

7.6 Referanser

Eggestad, H. O. 2013. Precipitation and runoff extremes. I: Bechmann, M. & Deelstra, J. 2013. Agriculture and Environment - Long Term Monitoring in Norway. Akademika Publishing, Trondheim. 125 - 141.

Bechmann, M., Greipsland, I., Riley, H., Eggestad, H.O. 2012. Nitrogen losses from agricultural areas - A fraction of applied fertilizer and manure (FracLEACH). Bioforsk Rapport 7 (50).

Bechmann, M., Stenrød, M., Pengerud, A., Grønsten, H., Deelstra, J., Eggestad, H. O. & Hauken, M. 2014. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2013. Bioforsk Rapport 9 (84) Grønlund, A. 2012. Beregning av klimagassutslipp på grunnlag av data fra JOVA-programmet. Bioforsk rapport Vol 7 (135).

Deelstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A.-G.B., Eggestad, H.O. (2011) "Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway", International Journal of Climate Change Strategies and Management, Vol. 3 Iss: 4, pp.345 - 360

Hanssen-Bauer, I., H. Drange, E.J. Førland, L.A. Roald, K.Y. Børsheim, H. Hisdal, D. Lawrence, A. Nesje, S. Sandven, A. Sorteberg, S. Sundby, K. Vasskog og B. Ådlandsvik (2009): Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilplassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo

Kværnø, S.H., Turtumøygard, S., Grønsten, H.A. og Bechmann, M., 2014b. Modellverktøy for beregning av jord- og fosfortap fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av modellen Agricat 2. Bioforsk rapport nr. 9(108).

Kværnø, S.H., Borch, H., Greipsland, I., Buseth- Blankenberg, A.-G., Eggestad, H.O., Bechmann, M. 2014. Beregning av landbruksavrenning i et utvalg av vannområder i vannregion Glomma. Bioforsk rapport (9/37).

Kværnø, S. H., Farkas, C., Stenrød, M, Eklo, O. M., Nemes, A., Stolte, J., Deelstra, J., Engebretsen, A. 2013. Model simulations for scenario analyses and risk assessment at the catchment scale. I: Bechmann, M. & Deelstra, J. 2013. Agriculture and Environment - Long Term Monitoring in Norway. Akademika Publishing, Trondheim. 329 -361.

Kalantari, Z., Lyon, S. W., Folkesson, L., French, H. K., Stolte, J., Jansson, P., & Sassner, M. 2014. Quantifying the hydrological impact of simulated changes in land use on peak discharge in a small catchment. Science of the Total Environment 466-467: 741-754.

Kalantari, Z., Lyon, S. W., Jansson, P., Stolte, J., French, H. K., Folkesson, L. & Sassner, M. Modeller subjectivity and calibration impacts on hydrological model applications: An event-based comparison for a road-adjacent catchment in south-east Norway. Science of the Total Environment 502 (2015) 315-329.

8. Sammendrag og anbefalinger

JOVA-programmet har i mer enn 20 år samlet inn data om vær og avrenning, driftsdata (gårdsdata) og data om miljøeffekter av jordbruksdrift (vannkvalitetsdata). De ulike typer data er relevante i forhold til endret klima, både for å dokumentere effekter av endret klima på driftsforhold og miljøpåvirkning, og for å dokumentere tilpasninger i driftsforhold og for jordbrukets bidrag til reduserte klimagassutslipp. Dette er elementer som allerede inngår i JOVA-programmets rutinerapportering, men som ikke har vært utarbeidet som egne leveranser/rapporter i forhold til klima. Det vil kreve en mer systematisk tilnærming og analyser enn det som inngår i dagens analyser.

Forslag til nye klimarelaterte rapporter basert på dagens innsamlede JOVA-data. Basert på dagens innsamlede data har vi i denne rapporten gitt en oversikt over mulige tema for nye analyser og rapporter. Det er både tema som kan inngå i den årlige rutinerapporteringen og tema til spesialrapporter som kan gjentas med ulike tidsintervaller. Aktuelle tema er foreslått innenfor: i) vær, hydrologi og stofftap, ii) jordbruksdrift- status- endringer og tilpasning iii) miljøeffekter.

Nye rapporter i 2015. I stedet for å produsere samlerapport vil JOVA-programmet i 2015 starte arbeidet med statusrapporter/temaark for noen prioriterte tema:

- Nedbørmønster i JOVA-feltene gjennom overvåkingsperioden. Analyse av nedbørdata som referanse for framtidig JOVA-rapportering om klimaendringer.
- Temperaturmønster i JOVA-felt gjennom overvåkingsperioden. Analyse av temperaturdata som framtidig referanse for JOVA-rapportering om klimaendringer.
- Hydrologiske karakteristikk i avrenningen fra JOVA-felt gjennom overvåkingsperioden. Analyse av vannføringsdata som referanse for framtidig JOVA-rapportering om klimaendringer.
- Driftsmessige karakteristikk i JOVA-felt gjennom overvåkingsperioden. Analyse av driftsdata som referanse for framtidig JOVA-rapportering om landbrukets tilpasning til et klima i endring.
- Ekstremværsanalyse nedbør i JOVA-felt. Definisjoner og karakteristika for JOVA-feltene.
- Bruk av grasdekte vannveier og vegetasjonssoner i JOVA-felt i overvåkingsperioden.

JOVA-data til utslippsberegninger for klimagasser. Som del av dette prosjektet er det utviklet metodikk for å beregne klimagassutslipp fra JOVA-felt (Grønlund, 2012). Metoden benytter seg av JOVA-data (gårdsdata, nitrogenavrenning), data fra søknader om produksjonstilskudd og data fra SSB om årlige endringer i utslippsfaktorer for metan fra drøvtyggere og levealder storfe. Metoden er illustrert for JOVA-feltene Time og Skuterud og kan brukes for å sammenligne utslipp fra JOVA-felter med ulike driftssystem (husdyr/korn) og til å dokumentere hvordan miljøtiltak virker inn på klimagassutslipp. Slik dokumentasjon er viktig fordi det er både synergieffekter og målkonflikter mellom klimatiltak og tiltak mot vannforurensning.

Bruk av JOVA-data til å oppdatere nasjonale utslippsfaktorer. I samsvar med gjeldende retningslinjer for IPCC er JOVA-data benyttet til å oppdatere den norske FracLEACH-faktoren som brukes ved beregning av nasjonale N₂O utslipp fra jordbruket (Bechmann et al. 2012).

Forslag til forbedret datainnsamling. JOVA-programmet samler inn data om klima/vær, hydrologiske data som er viktige for avrenning og data om tap til vann. For klimarapportering kan det være behov for bedre oppløselighet og frekvens av målinger. Noen slike forbedringer er foreslått:

- Bedre nedbørregistrering kan gi mulighet for å følge intense nedbørepisoder, ekstremvær og kan kombineres med intensiv prøvetaking og bruk av sensorer.
- Registrering av jordtemperatur kan gi muligheter for å følge fryse/tine prosesser som har stor innflytelse på vannets strømningsmønster, men også på plantevekst.
- Registrering av vanninnhold i jord og grunnvannsmålinger kan si noe om risiko for avrenningstap, driftsmessige forhold som såing/innhøsting. Det kan også brukes i vurderinger av risiko for lystgassutslipp som kan følges opp med spesielle program for prøvetaking.
- For gårdsdataopplysninger foreslås det å innhente jordanalysedata, spesielt data om organisk materiale (karboninnhold) for å kunne følge endringer i organisk innhold og jordkvalitet. Det foreslås å innhente data om skadedyr og sykdomstilstand i åkeren ved sprøytetidspunkt, for å kunne fange opp eventuelle endringer i bruk og funn av plantevernmidler som skyldes f. eks. nye skadegjørere. Data fra andre kilder, som varslingsmeldinger om planteskadegjørere fra VIPPS kan være aktuelt å inkludere for resultatoppfølging. Dersom nye tiltak for å redusere klimagassutslipp eller binde karbon settes i verk kan skjema for innhenting av gårdsdataopplysninger revideres. Det kan gjelde bruk av biokull for karbonbinding, bruk av husdyrgjødsel for biogassproduksjon.

Vurdering av stasjonsstruktur i JOVA-programmet i forhold til klima. Rapporten Klima i Norge 2100 (Hanssen-Bauer, 2009) angir størst forventning om økt nedbør på Vestlandet og i Nord-Norge. Vekstsesongen kan også øke. Dette har betydning for hvilke jordbruksområder JOVA bør overvåke. Bioforsk er i ferd med å gjennomføre en evaluering av feltstrukturen i JOVA-programmet både ut fra økonomiske hensyn og behovet for fremtidig overvåking. Denne evalueringen er planlagt gjennomført innen 1. oktober 2015. I dette arbeidet inngår også kriterier for at overvåkingen skal kunne ivareta behov i forhold til klima. Siden denne evalueringen pågår er det ikke konkludert og gitt anbefalinger nå og vi henviser til evalueringsrapporten senere dette år.

Samarbeid med Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT) og NVE-markvannsnettet. Data fra andre institutter, overvåkingsprogrammer og forskningsprosjekter kan være relevante for samarbeid med JOVA i klimasammenheng. I denne rapporten har vi sett spesielt på datainnsamling fra NVE-markvannsnettet, der noen Bioforsk stasjoner inngår, og stasjonene til LMT (Landbruksmeteorologisk tjeneste) som er en nettbasert tjeneste ved Bioforsk. Det er planlagt en workshop høsten 2015 for å diskutere muligheter for datainnsamling, datautveksling og samarbeid om data som kan brukes i klimasammenheng.

Oversikt over klimarelaterte rapporter, forskningsprosjekter med bruk av JOVA-data. I tillegg til rutineovervåking er JOVA-data allerede brukt til en rekke forskningsprosjekter, utredninger og foredrag om klima. Noen slike eksempler er gitt i rapporten.

JOVA-data til nytte for nye forskningsprosjekter relatert til klima. Det er forventet økende interesse for bruk av JOVA-data til forskningsprosjekter relatert til klima fremover, men det har ikke vært en del av dette prosjektet å utarbeide nye prosjektforslag.

Vedlegg - Publikasjoner og formidling som allerede er utarbeidet med bruk av JOVA data i klimasammenheng. Listen er ikke uttømmende.

Publikasjoner

- Barneveld, R., Greipsland, I. & Bechmann, M. 2014. Jordtap på nedbørfeltnivå. Kan vi skille mellom påvirkning av vær og jordarbeiding? Bioforsk Rapport 9 (80).
- Bechmann, M., Greipsland, I., Riley, H., Eggestad, H.O. 2012. Nitrogen losses from agricultural areas - A fraction of applied fertilizer and manure (FracLEACH). Bioforsk report 7(50) 31 pp.
- Bechmann, M., Stenrød, M., Pengerud, A., Grønsten, H., Deelstra, J., Eggestad, H. O. & Hauken, M. 2014. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992-2013. Bioforsk Rapport 9 (84): 41-43; 45-46.
- Blankenberg, A., Kitterød, N., Øygarden, L., Deelstra, J., Eggestad, H. & Hauge, A. 2010. Klimaendringer - erosjon og næringsavrenning fra jordbruksarealer - effekt for drikkevannskvalitet. Bioforsk FOKUS 5(2):230-231;253.
- Deelstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A. & Eggestad, H. 2012. Ekstremvær - avrenning fra jordbruksareal, behov for nye tiltak. Bioforsk FOKUS 7(2): s. 52 -53.
- Deelstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A-G. B. & Eggestad, H. 2011. Klimaendringer og avrenning fra jordbruksdominerte nedbørfelt i Norge. CIENS-rapport 4-2011. s.20-25:77.
- Deelstra, J., Øygarden, L., Buseth Blankenberg, A. & Eggestad, H. 2011. Climate Change and runoff from agricultural catchments in Norway. International Journal of Climate Change Strategies and Management 3(4):345-360.
- Deelstra, J., Eggestad, H., Iital, A., Jansons, V. & Barkved, L. 2010. Extreme events and hydrological characteristics in agricultural catchments. Bioforsk FOKUS 5(2):232-235.
- Deelstra, J. Vannets veier - nå og i framtiden. Foredrag på Bioforsk-konferansen 2013. I Bioforsk FOKUS Vol 8 nr 2 2013.
- Eggestad, H. O. Precipitation and runoff extremes. In: Bechmann, M., Deelstra, J. (eds.) 2013. Agriculture and Environment - Long term monitoring in Norway. ISBN 978-82-321-0014-9. Akademika Publishing, Trondheim. pp 125-148.
- Farkas, C., Stein Beldring, S., Bechmann, M., & Deelstra, J. Soil erosion and phosphorus losses under changing land use as simulated by the INCA-P model. Levert til Soil Use and Management.
- Grønlund, A. 2012. Klimagassregnskap for JOVA-felter. Beregning av klimagassutslipp på grunnlag av data fra JOVA-programmet. Bioforsk Rapport 7 (135). 21s.
- Kalantari, Z., Lyon, S. W., Folkesson, L., French, H. K., Stolte, J., Jansson, P., & Sassner, M. 2014. Quantifying the hydrological impact of simulated changes in land use on peak discharge in a small catchment. Science of the Total Environment 466-467: 741-754.
- Kalantari, Z., Lyon, S. W., Jansson, P., Stolte, J., French, H. K., Folkesson, L. & Sassner, M. Modeller subjectivity and calibration impacts on hydrological model applications: An event-

based comparison for a road-adjacent catchment in south-east Norway. *Science of the Total Environment* 502 (2015) 315-329.

Kværnø S. H. et al. Model simulations for scenario analyses and risk assessment at the catchment scale. In: Bechmann, M., Deelstra, J. (eds.) 2013. *Agriculture and Environment - Long term monitoring in Norway*. ISBN 978-82-321-0014-9. Akademika Publishing, Trondheim. pp 329-361.

Stenrød, M. Long-term trends of pesticides in Norwegian agricultural streams and potential future challenges in northern climate. Sendt til *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* (Corrected proof, November 2014).

Øygarden, L. Future challenges of agricultural monitoring. In: Bechmann, M., Deelstra, J. (eds.) 2013. *Agriculture and Environment - Long term monitoring in Norway*. ISBN 978-82-321-0014-9. Akademika Publishing, Trondheim. pp 363-379.

Øygarden, L., Deelstra, J., Lagzdins, A., Bechmann, M., Kyllmar, K., Povilaitis, A. & Iital, A. 2014. Climate change and the potential effects on runoff and nitrogen losses in the Nordic-Baltic region. *Agriculture Ecosystems and Environment* 198: 114-126.

Øygarden, L. 2011. Klima, mat og miljø. Er det synergieffekter av tiltak mot forurensning og tiltak mot klimautslipp? *Bioforsk FOKUS* 6(2):26.

Øygarden, L., Deelstra, J., Buseth, Blankenberg, A.G. & Eggestad, H.O. 2011. Climate change, erosion and nutrient loss from agricultural dominated catchments in Norway. *Proceeding EGU konferanse*.

Øygarden, L. & Buseth Blankenberg, A. 2011. Klimaendringer- avrenning og tiltak i jordbrukslandskapet. *CIENS-rapport. Tilpasning til ekstremvær under klimaendringer i norske kommuner* (4):26-33.

Øygarden, L., Blankenberg, A-G. B., Deelstra, J., Hauge, A., Kitterød, N. & Eggestad, H. 2011. Klimaendringer - avrenning og tiltak i jordbrukslandskap. *Ciens-rapport 4-2011*. s 26-33:77.

Øygarden, L., Deelstra, J., Buseth Blankenberg, A., Hauge, A., Kitterød, N. & Eggestad, H. 2011. Runoff and mitigation measures in agricultural catchments under climate change in Norway. *Climate Change and its Causes, Effects and Prediction*. In: *Municipalities addressing climate change : a case study of Norway*. NOVA Science Publisher, Inc.:25-49.

Foredrag og undervisning

Bechmann, M., Trender i avrenning. Foredrag. NJF seminar om Lavenergi og klimatiltak. 18. oktober 2010, Kringler gård, Nannestad.

Bechmann, M., Landbrukets forurensningsbidrag og utfordringer på Jæren. *Vannforskning 2010 - Vannkvalitet i et endret klima - kan målene om god økonomisk status oppnås?* Stavanger 18. november 2010.

Blankenberg, A. G., Klimaendringer - erosjon og næringsavrenning fra jordbruksarealer - effekter for drikkevannskvalitet. Foredrag. Sarpsborg, Bioforsk-konferansen 11. februar 2010.

Deelstra, J. Extreme events and hydrological characteristics in agricultural catchments. Foredrag. Sarpsborg, Bioforsk-konferansen 11. februar 2010.

Deelstra, J. Ekstremvær - avrenning fra jordbruksareal, behov for nye tiltak. Foredrag på Bioforsk-konferansen 2012. 6. - 7. februar, Gardermoen.

Deelstra, J. Behovet for grøftning. Effekt og avlingsøkninger. Foredrag på åpent møte om jordpakking og behovet for grøfting 18. januar, Spydeberg.

Skøyen, S. Klimatiltak i landbruket. Forelesning. Landbrukshelga i Hurdal. Akershus Bondelag, Fylkesmannen i Akershus, mfl. Hurdalsjøen Hotell 23. januar 2011

Skøyen, S. Landbruk - tilpassing til endret klima. Kurs om klimatilpassing av samfunnsplanlegging for kommunene i Follo. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Heggedal 18. oktober 2011

Øygarden, L. 2012. Bærekraftig matproduksjon i norsk landbruk- bedre agronomi. Foredrag på seminar: Landbruksstrategi og Regionalt bygdeutviklingsprogram for Buskerud. Drammen 23. august 2012.

Øygarden, L. 2012. Har vi tilstrekkelig hydrologisk forståelse av hvordan vannets strømningsmønster påvirker vannkvalitet. Foredrag på Fagmøte Norsk hydrologisk komite: Vannets vei i landskapet- hydrologiens betydning for miljøstatus. 20. november 2012.

Øygarden, L. 2012 Bærekraftig matproduksjon i norsk landbruk- bedre agronomi. Foredrag på Grønt Dialog møte for Vestlandsk landbruk. Bergen 26. oktober 2012.

Øygarden, L. 2011. Klima, mat og miljø. Er det synergieffekter av tiltak mot forurensning og tiltak mot klimautslipp? Bioforsk konferansen 2011. Sarpsborg 10. februar 2011.

Øygarden, L. 2011. Climate change- agricultural challenges- water- food- environment. Symposium: Opening ceremony of Sino- Norwegian Low Carbon Agriculture Sustainable Development Research Center & Sino- Norwegian Soil and Environment Joint Lab, Sino- Norwegian Potato joint Lab. Heilongjiang Academy of agricultural sciences (HAAS), Harbin, China. 07.09.2011.

Øygarden, L. 2011. Climate change - challenges for agricultural production systems. Chinese - Norwegian joint symposium on soil and environmental research and sustainable agriculture. 12- 15 April 2011. Heilongjiang Academy of agricultural sciences (HAAS) Harbin, China.

Øygarden, L. 2011. Dreneringsbehov i et endra klima. Fagmøte i hydroteknikk. Gardermoen 16. november 2011.

Øygarden, L. 2011. Climate change scenarios-new focus on agriculture and nitrogen loss. International Workshop "Nitrogen in small agricultural catchments in the Nordic-Baltic region. Ås 15. desember 2011.

Øygarden, L., Deelstra, J., Buseth Blankenberg, A. & Eggestad, H. 2011. Climate change, erosion and nutrient loss from agricultural dominated catchments in Norway. EGU General Assembly. Vienna 8. april 2011.

Øygarden, L., Deelstra, J., Blankenberg, A.G.B., Hauge, A., Eggestad, H. & Kitterød, N. 2011. Effekter av klimaendring på avrenning av næringsstoffer fra jordbruksarealer. Seminar. Tilpasning til ekstremvær under ekstremvær i norske kommuner. Forskningsparken Oslo, 22. november 2011.

Øygarden, L. 2011. Klimatiltak i landbruket. Klimaendringer- erosjonstiltak. SEVU - etterutdanningskurs. Klimatiltak i landbruket. Bodø. 1. november 2011.

Øygarden, L., Deelstra, J. Klimaendringer - effekter på avrenning og forurensning fra jordbruksarealer. Fagtreff Vannforeningen 17. mars 2010.

Øygarden, L. Vil landbrukets påvirkning endres i et endret klimaregime ? Fagsamling om oppfølging av vannforskriften. Selbu 27- 28 oktober 2010.

Øygarden, L. Endret klima- erosjon og jordarbeiding. SEVU kurs: Klimatiltak i landbruket. Molde 19. oktober 2010.

Øygarden, L. Klimakur - jordbruk. Foredrag NJF seminar Lavenergi og klimatiltak. 18. oktober, Kringler gård, Nannestad.

Øygarden, L. Climate change -Agricultural Challenges: Water- Food- Environment. Kinesisk - Norsk workshop 9- 10 september, Shanghai.